

# POSEBNE KATEGORIJE OTPADA-PLASTČNI OTPAD

---

**Metelko, Matea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:228482>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE  
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**Matea Metelko  
POSEBNE KATEGORIJE OTPADA- PLASTIČNI OTPAD**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2023.**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE  
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**Matea Metelko  
POSEBNE KATEGORIJE OTPADA - PLASTIČNI OTPAD**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor: dr.sc. Sandra Zavadlav, prof.struč.stud.**

**Karlovac, 2023.**

# POSEBNE KATEGORIJE OTPADA - PLASTIČNI OTPAD

## SAŽETAK

Plastika kao posebna kategorija otpada predstavlja sve veći izazov u današnjem svijetu. Povijest razvoja plastike, vrste plastike i njen značaj u suvremenom društvu pružaju osnovu za razumijevanje problema. Analizirajući tradicionalne metode zbrinjavanja plastike, kao što su deponije i spaljivanje, otkrivamo nedostatke i negativne posljedice tih pristupa. Posebna pažnja posvećuje se problemu „morskog“ otpada i kontaminaciji voda plastikom. Kako bi se riješili problemi vezani uz plastiku kao otpad, ističe se važnost održivog gospodarenja plastikom. Smanjenje upotrebe plastike, zamjena jednokratnih plastičnih proizvoda i recikliranje plastike su ključne strategije. Napredne tehnologije za pretvaranje otpada od plastike u resurse također su važan aspekt održivog gospodarenja plastikom. Kroz analizu istraživanja i primjera najbolje prakse, ovaj rad potiče svijest o potrebi za promjenom potrošačkog ponašanja i promicanje održivih pristupa u gospodarenju plastikom. Samo zajedničkim naporima i suradnjom svih dionika možemo stvoriti pozitivne promjene i smanjiti negativan utjecaj plastike na okoliš. Ovaj rad istražuje različite aspekte plastike kao otpada i njen utjecaj na okoliš te obuhvaća ključne teme istraživanja i naglašava važnost održivog gospodarenja plastikom.

Ključne riječi : održivo gospodarenje, plastika, zbrinjavanje plastike

## **SPECIAL CATEGORIES OF WASTE - THE PLASTIC WASTE**

### **ABSTRACT**

Plastic as a distinct category of waste represents an increasing challenge in today's world. The history of plastic development, types of plastic, and its significance in modern society provide a foundation for understanding the problem. By analyzing traditional methods of plastic disposal, such as landfills and incineration, we uncover their drawbacks and negative consequences. Special attention is given to the issue of marine debris and plastic pollution in water bodies. To address the problems associated with plastic waste, the importance of sustainable plastic management is emphasized. Reducing plastic consumption, replacing single-use plastic products, and recycling plastic are key strategies. Advanced technologies for converting plastic waste into resources are also an essential aspect of sustainable plastic management.

Through research analysis and examples of best practices, this paper promotes awareness of the need to change consumer behavior and advocate for sustainable approaches to plastic management. Only through collective efforts and collaboration of all stakeholders can we create positive changes and mitigate the negative impact of plastic on the environment. This paper explores various aspects of plastic as waste and its impact on the environment and the key research topics and highlights the importance of sustainable plastic management.

Keywords: plastic, plastic recycling, sustainable management

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 2. PLASTIKA.....  | 3  |
| 2.1 Povijest plastike.....                                  | 3  |
| 2.2 Vrste plastike.....                                     | 4  |
| 3. PLASTIČNI OTPAD.....                                     | 6  |
| 3.1 Plastični otpad u Hrvatskoj.....                        | 7  |
| 3.2 Plastični otpad u Europskoj Uniji.....                  | 8  |
| 3.4 Plastični otpad u svijetu.....                          | 9  |
| 4. RECIKLIRANJE PLASTIČNOG OTPADA.....                      | 12 |
| 5. PLASTIČNI OTPAD I ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA.....               | 14 |
| 5.1 Plastični otpad na kopnu.....                           | 14 |
| 5.2 Plastični otpad u moru.....                             | 16 |
| 5.3 Plastični otpad u ostalom vodenom okolišu.....          | 18 |
| 6. NOVIJI NAČINI ZA BRZO UNIŠTAVANJE PLASTIČNOG OTPADA..... | 19 |
| 7. RASPRAVA.....  | 22 |
| 8. ZAKLJUČCI.....   | 23 |
| 9. LITERATURA.....  | 24 |

## POPIS PRILOGA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Klasifikacija plastike.....   | 4  |
| Slika 2. Plastični otpad u rijeci.....                                       | 7  |
| Slika 3. Nova paradigma upravljanja otpadom .....                            | 10 |
| Slika 4. Stvaranje plastičnog otpada u EU-u .....                            | 11 |
| Slika 5 Od otpada do energije .....  | 13 |
| Slika 6. Kanadska tvrtka Sparta Group pretvara plastični otpad u gorivo..... | 14 |
| Slika 7. Podzemlje onečišćeno plastikom i drugim otpadom .....               | 15 |
| Slika 8. Veliki pacifički otok smeća .....                                   | 17 |
| Slika 9. Prikaz poteškoća pri čišćenju plastike .....                        | 19 |
| Slika 10. Bakterija <i>Ideonella sakaiensis</i> .....                        | 20 |



# 1. UVOD

U današnjem modernom svijetu, plastika je postala sastavni dio naše svakodnevice. Njena svestranost, pristupačnost i izdržljivost doprinose njenom širokom spektru primjena u različitim industrijama i sektorima. Međutim, s porastom proizvodnje i potrošnje plastike, suočavamo se s rastućim izazovima u vezi s njenim odlaganjem i utjecajem na okoliš.

Plastika se danas prepoznaje kao posebna kategorija otpada, koja zahtijeva posebnu pažnju i pristup u procesu gospodarenja otpadom. Njena dugotrajnost i otpornost na razgradnju predstavljaju izazov za tradicionalne metode zbrinjavanja otpada, što zahtijeva razvijanje održivijih strategija za upravljanje ovim otpadom.

Cilj ovog završnog rada je istražiti različite aspekte plastike kao posebne kategorije otpada te razumjeti njen utjecaj na okoliš i našu svakodnevicu. Također, fokusirat ćemo se na važnost održivog gospodarenja plastikom kako bismo smanjili negativne posljedice njenog korištenja.

Jedan dio istraživanja obuhvatit će povijest razvoja plastike i njen ulazak u naše živote. Razmotrit ćemo različite vrste plastike, njihove karakteristike i primjene kako bismo stekli dublji uvid u njen značaj i široku upotrebu u suvremenom društvu.

Drugi dio će se usredotočiti na problematiku zbrinjavanja plastike kao otpada. Istražit ćemo tradicionalne metode odlaganja plastike, kao što su deponije i spaljivanje, te analizirati njihove nedostatke i utjecaj na okoliš. Posebnu pažnju posvetit ćemo problemu morskog otpada i kontaminaciji voda plastikom, što predstavlja ozbiljnu prijetnju morskom ekosustavu i ljudskom zdravlju.

Treći dio rada će se fokusirati na održivo gospodarenje plastikom kao ključni pristup za rješavanje problema. Istražit ćemo strategije smanjenja upotrebe plastike, kao što su zamjena jednokratne plastike ekološki prihvatljivim alternativama. Razmotrit ćemo i važnost razvrstavanja i recikliranja plastike, kao i nove tehnologije koje omogućuju pretvaranje otpada od plastike u korisne resurse.

Kroz analizu statističkih podataka i primjera najbolje prakse, ovaj završni rad ima za cilj pružiti sveobuhvatan pregled plastike kao posebne kategorije otpada. Također, potaknut će svijest o potrebi za promjenom našeg odnosa prema plastici te promicanju održivih pristupa u njenom gospodarenju. Kroz dublje razumijevanje problema vezanih uz plastiku kao otpad, nadam se da ću potaknuti razmišljanje o našem vlastitom

potrošačkom ponašanju i doprinijeti izgradnji održivijeg društva. Samo zajedničkim naporima i angažmanom svih dionika možemo stvoriti pozitivne promjene i smanjiti negativan utjecaj plastike na našu okolinu.

## 2. TEORIJSKI DIO

Plastika je postala sastavni dio naših života i ima široku primjenu u različitim industrijama i svakodnevnim predmetima. Sirovina koja se koristi za izradu plastike je nafta. Povijest razvoja plastike obuhvaća mnoge prekretnice i inovacije koje su dovele do njenog širokog prihvaćanja.

### 2.1 Povijest plastike

Prvi pokušaji stvaranja umjetnih materijala nalaze se u 19. stoljeću. Charles Goodyear je 1839. godine otkrio postupak vulkanizacije gume, što je bio ključni korak prema razvoju elastomera. Prva potpuno sintetička plastika nazvana bakelit patentirana je 1907. godine. Leo Hendrik Baekeland razvio je ovu termoset plastiku koja je imala široku primjenu u elektroničkoj industriji i kućanskim aparatima. U prvoj polovici 20. stoljeća, razvijene su nove metode polimerizacije koje su omogućile stvaranje različitih vrsta plastike. Polietilen i polistiren postali su popularni materijali. Tijekom Drugog svjetskog rata, plastika je dobila veliki zamah zbog svoje lakoće, fleksibilnosti i izdržljivosti. Plastične komponente su korištene u vojnim aplikacijama i zamijenile tradicionalne materijale poput metala i stakla (VODOGAŽEC, 2019).

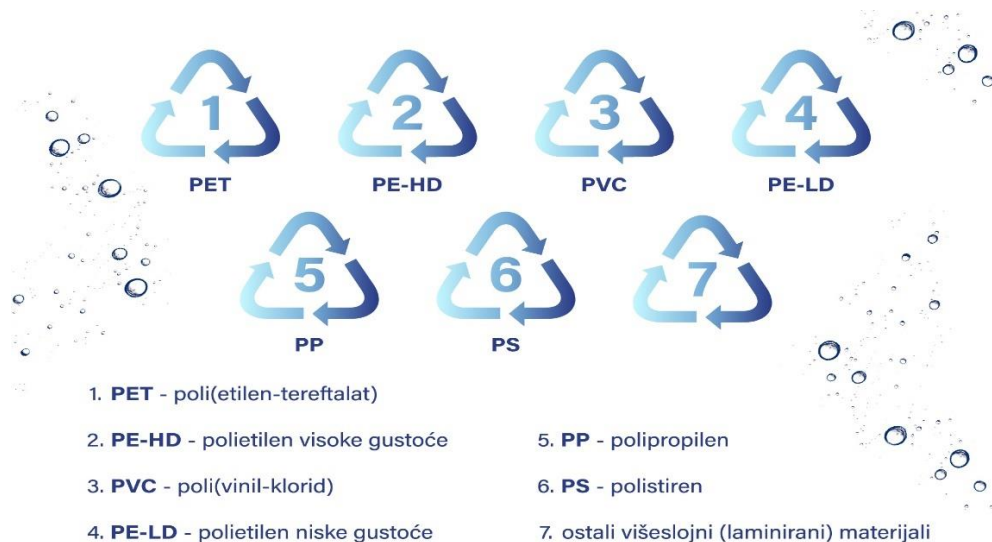
Nakon rata, plastika je postala sveprisutna u industriji i svakodnevnim predmetima. Pojavile su se nove vrste plastike poput polietilena visoke gustoće (HDPE), polivinilklorida (PVC) i polietilena niske gustoće (LDPE).

Razvoj tehnologija kao što su brizganje plastike, ekstruzija i vakuumsko oblikovanje omogućio je masovnu proizvodnju plastičnih predmeta s preciznošću i efikasnošću.

Ubrzo je postala neizostavan dio naše svakodnevice. Upotrebljava se u ambalaži hrane, elektronicima, automobilske industriji, medicinskim uređajima, odjeći i mnogim drugim područjima (MORGAN, 1991).

## 2.2 Vrste plastike

Prema klasifikaciji koju je razvilo Udruženje za plastičnu industriju (eng. *Plastics Industry Association*) postoji sedam vrsta plastike. Brojevi su uzeti dogovorno i ne odnose se na zdravstvenu sigurnost upotrebe određene vrste plastike.



Slika 1. Klasifikacija plastike, (<http://aquaviva.hr/pazite-li-i-znate-li-iz-kakve-ambalaze-pijete-vodu>)

### Polietilen (PE)

Polietilen je jedan od najrasprostranjenijih materijala na svijetu. Polietilen je fleksibilan, izdržljiv i otporan na kemikalije.

Niska gustoća polietilena (LDPE):

- Karakterizira ga veća fleksibilnost i elastičnost.
- Ima nižu gustoću i nižu toplinsku otpornost od drugih vrsta polietilena.
- Koristi se za izradu plastičnih vrećica, folija koje se koriste za pakiranje hrane, vrećica za zamrzavanje, fleksibilne cijevi, premaza i drugih fleksibilnih proizvoda (SIN i TUENN, 2022).

Visoka gustoća polietilena (HDPE):

- Ima veću čvrstoću, tvrdoću i toplinsku otpornost u usporedbi s LDPE-om.
- Ima veću gustoću molekula, što ga čini boljim materijalom za otpornost na udarce i mehanička opterećenja.
- Koristi se za proizvodnju boca za mlijeko, boce za deterdžente, cijevi za vodu i plin, spremnike za otpad, plastične palete itd (SIN i TUENN, 2022).

## **Polipropilen (PP)**

Polipropilen je termoplastični polimer koji se koristi u mnogim aplikacijama. Koristi se za proizvodnju ambalaže hrane, medicinskih instrumenata, tekstilnih vlakana i automobilskih dijelova. Polipropilen je izdržljiv, ima visoku temperaturnu otpornost i dobru čvrstoću. Također je fleksibilan i ima dobre svojstva otpornosti na umor (VODOGAŽEC, 2019).

## **Polivinilklorid (PVC):**

PVC je plastika koja se koristi u različitim industrijama. Koristi se u proizvodnji cijevi za vodu i kanalizaciju, prozora, kabala, podova i medicinskih proizvoda. PVC je poznat po svojoj izdržljivosti, otpornosti na kemikalije i sposobnosti da se oblikuje u različite oblike (SIN i TUENN, 2022).

## **Polistiren (PS):**

Polistiren je često korištena plastika u obliku pjene ili tvrde plastike. Koristi se za proizvodnju plastičnih čaša, tanjura, posuda za hranu i ambalaže. Može biti proziran ili neproziran, a poznat je po svojoj krhkosti i lakoći oblikovanja (SIN i TUENN, 2022).

## **Polietilen-tereftalat (PET):**

PET se često koristi za proizvodnju boca za pića, plastičnih posuda i vlakana. Ima izvrsnu prozornost, otpornost na udarce i dobru barijeru za kisik. PET je popularan zbog svoje sposobnosti recikliranja i ponovne upotrebe (SIN i TUENN, 2022).

## **Polikarbonat (PC):**

Polikarbonat se koristi za proizvodnju prozora, naočala, sigurnosnih kaciga i drugih proizvoda koji zahtijevaju visoku čvrstoću i transparentnost. Također je poznat po svojoj otpornosti na udarce i izdržljivosti (SIN i TUENN, 2022).

Osim navedenih, postoje i druge vrste plastike poput poliuretana, poliamida, poliklorovinilida itd. Svaka od ovih vrsta plastike ima svoje specifične karakteristike i primjene u različitim industrijama (SIN i TUENN, 2022).

### 3. PLASTIČNI OTPAD

Kao što u Zakonu o gospodarenju otpadom piše ; *“otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti”* (NN 84/2021-1554, 2021). No, danas je otpad dobio novu dimenziju i postao je i "sekundarna sirovina". Mnogi materijali mogu se ponovno iskoristiti i reciklirati, ali samo ako su pravilno odvojeno sakupljeni i obrađeni. Ova praksa recikliranja i ponovne uporabe otpada ima brojne prednosti. Recikliranje i ponovna uporaba otpada omogućuju stvaranje novih vrijednosti i resursa. Materijali poput papira, stakla, metala i plastike mogu se obrađivati i transformirati u nove proizvode ili sirovine koje se koriste u industriji. Ovo stvaranje novih vrijednosti pomaže u očuvanju prirodnih resursa i smanjenju potrebe za eksploatacijom novih sirovina. Također pridonosi štednji novca i energije. Proces recikliranja često zahtijeva manje energije u usporedbi s proizvodnjom novih materijala iz prirodnih izvora. Time se smanjuju troškovi proizvodnje i potrošnje energije te se doprinosi održivosti i ekonomskoj učinkovitosti. Pravilno gospodarenje otpadom može smanjiti komunalne troškove. Kada se otpad pravilno odvoji i reciklira, smanjuje se količina otpada koja završava na odlagalištima. To smanjuje troškove zbrinjavanja otpada i održavanja odlagališta te produžuje njihov vijek trajanja. Također, smanjenje otpada na odlagalištima ima pozitivan utjecaj na okoliš i sprječava onečišćenje tla i vode (VODOGAŽEC, 2019).

Recikliranje i ponovna uporaba otpada mogu potaknuti povećanje zaposlenosti. Industrija recikliranja zahtijeva radnu snagu za obradu, sortiranje i recikliranje otpada. Time se otvaraju nova radna mjesta i doprinosi lokalnom gospodarstvu. Osim toga, postoje i druge mogućnosti poput kreativnih industrija koje koriste reciklirane materijale za stvaranje umjetničkih djela ili ručno izrađenih proizvoda. Pravilno gospodarenje otpadom postaje sve važnije u današnjem svijetu. Recikliranje i ponovna uporaba otpada donose brojne ekološke, ekonomske i društvene koristi. Kroz održivo gospodarenje otpadom možemo postići ravnotežu između zaštite okoliša, efikasne uporabe resursa i stvaranja održivog društva (ANONYMOUS, 2021a).

### 3.1 Plastični otpad u Hrvatskoj

Unazad desetak godina, u upravnim aktima je ozakonjeno razvrstavanje otpada na nekoliko vrsta, uključujući i plastični otpad. Plastični otpad je dobio posebne vrećice koje se dijele kućanstvima, a komunalni radnici ih sakupljaju. Međutim, postoje i sumnje da se dio otpada, bez obzira na boju vrećice i vrstu otpada, ponovno baca pomiješan na odlagalištima poput Jakuševca. Tamo se otpad uništava posebnim drobilicama, a potom se sve zajedno spaljuje u spalionici (FUK, 2021). U drugim zemljama i gradovima, kao što je Beč, spalionice smeća su organizirane tako da služe za zagrijavanje grada tijekom zime. Međutim, otpad koji nije odvojen i pohranjen za reciklažu ili spaljivanje, završava u prirodi, kao što su šume, rijeke, mora i potoci. Otpadu je potrebno stotinu do tisuću godina da se razgradi sam od sebe pod utjecajem vremenskih prilika. Proces razgradnje plastike u prirodi također je opasan jer se veliki komadi plastike razgrađuju u mikroplastiku i nanoplastiku. Ove sitne čestice se udišu i konzumiraju, što može dovesti do različitih bolesti kod ljudi i životinja (ANONYMOUS, 2023a). Često se organiziraju radne akcije čišćenja okoliša u Hrvatskoj i drugim zemljama, gdje volonteri uklanjaju mikro i makroplastiku. U mnogim zemljama, uključujući Hrvatsku, postoji mogućnost "prehranjivanja" putem sakupljanja plastične ambalaže. Prodaja plastične ambalaže u trgovačkim centrima može omogućiti da se za određenu količinu skupljene ambalaže dobije jednostavan obrok. Međutim, postepeno se zamjenjuju neki plastični proizvodi zdravijim materijalima kao što su tkanina, drvo ili papir. Broj trgovačkih centara koji još uvijek prodaju plastične vrećice se smanjuje, a uvođenje zabrane jednokratne upotrebe plastičnih proizvoda u Hrvatskoj je u tijeku, iako se još uvijek smatra početkom i tek kapljicom u moru prema napretku (VODOGAŽEC, 2019). Na slici 2. može se vidjeti plastični otpad koji je neprikladno odbačen i pluta po rijekama.



Slika 3. Plastični otpad u rijeci (ANONYMOUS, 2023)

### 3.2 Plastični otpad u Europskoj Uniji

Prema direktivi Europske unije, svaka članica mora uspostaviti sustav prikupljanja i reciklaže ambalaže na najprihvatljiviji način. U Europi se najčešće koristi energetska uporaba, odnosno spaljivanje, kao način obrade plastičnog otpada, dok se odlaganje pod zemljom koristi kao druga opcija. Samo 30% proizvedene plastike se prikuplja za svrhu recikliranja. Međutim, dio prikupljene plastike za recikliranje se šalje u druge zemlje izvan Europske unije, zbog nedostatka kapaciteta, tehnologije ili financijskih sredstava za lokalnu obradu iako podosta gradova u Europskoj uniji ima organizirane sustave za odvajanje različitih vrsta otpada koji se mogu reciklirati. Kina je nekada primala značajnu količinu plastičnog otpada, ali nakon uvođenja kineske zabrane uvoza plastike, EU je bila prisiljena tražiti alternativna rješenja (ANONYMOUS, 2018a).

Niska stopa recikliranja plastike u EU ima značajne negativne posljedice na gospodarstvo i okoliš. Procjenjuje se da se 95% vrijednosti plastičnog materijala gubi zbog kratkoročne jednokratne uporabe. Europska komisija početkom 2018. godine objavljuje europsku strategiju kojom se prikazuje upravljanje plastičnim otpadom kao dio kružnog gospodarstva. Cilj te strategije je reciklirati i smanjiti jednokratnu uporabu plastične ambalaže koja najviše zagađuje okoliš do 2030. godine. Da bi se to postiglo, potrebno je poboljšati dizajn proizvoda i uvesti mjere za poticanje tržišta reciklirane plastike.

Nova pravila, koja stupaju na snagu već 2021. godine, imaju za cilj stimuliranje tržišta za recikliranje plastike. Ova inicijativa uključuje niz mjera, kao što su nadzor standarda za sekundarnu plastiku, izdavanje certifikata kako bi se stvorilo međusobno povjerenje industrije i potrošača, implementacija obveznih pravila o minimalnom udjelu recikliranog materijala u proizvodima te poticanje država članica da razmotre smanjenje poreza na dodanu vrijednost (PDV) na reciklirane proizvode. Osim toga, nova pravila također zabranjuju prodaju jednokratne plastike poput pribora za jelo, tanjura, plastičnih vrećica, slamki, štapića za miješanje pića, držača balona, predmeta od oksorazgradive plastike i određenih oblika stiropora. Cilj je smanjiti uporabu ovih štetnih materijala koji se ne mogu adekvatno reciklirati. Sve ove mjere imaju za svrhu potaknuti održivo gospodarenje plastikom, smanjiti plastični otpad i promicati uporabu recikliranih materijala.

Do 2025. godine, proizvođači i industrija će morati preuzeti odgovornost za troškove gospodarenja otpadom i čišćenja, dok će također poduzeti mjere za podizanje svijesti o važnosti korištenja spremnika za hranu, ambalažnih vrećica i omota, spremnika i čaša za napitke, opušaka, vlažnih maramica, balona i jednokratnih plastičnih vrećica. Sa druge



strane, države članice će morati osigurati prikupljanje minimalno 90% upotrijebljenih plastičnih boca do 2029. godine. Osim toga, do 2025. godine, najmanje 25% materijala korištenog za izradu tih boca morat će biti pogodno za recikliranje. Konačni cilj je da do 2030. godine najmanje 30% materijala bude sposobno za recikliranje. Ove mjere imaju za cilj poticanje održivog gospodarstva plastikom, smanjenje plastičnog otpada i promicanje kružnog gospodarstva, gdje se plastika koristi i reciklira na održiv način. Nova pravila također će se baviti problemom otpada u moru putem uređaja za prihvat u lukama, osiguravajući da se otpad s brodova i otpad prikupljen na moru ne ostavlja na mjestu već se odgovarajuće gospodari na kopnu.

Trenutno se 29% plastičnog otpada u Europskoj uniji koristi za proizvodnju energije spaljivanjem, 31% završava na odlagalištima, dok se 30% reciklira (ANONYMOUS, 2019a).

### **3.4 Plastični otpad u svijetu**

Gotovo sto milijuna tona plastičnog otpada u svijetu je ili zagađilo okoliš ili je loše zbrinuto, a do 2060. godine očekuje se da će se ta brojka udvostručiti. Ovo predviđanje odnosi se na SAD, Europu i Istočnu Aziju. U zemljama u razvoju mogao bi se takav otpad povećavati i do pet puta. A u Subsaharskoj Africi i do šest puta. Mathias Cormann, glavni tajnik OECD-a rekao je: „Puno toga ovisi o politici pojedine zemlje. Kad bi svjetski čelnici pojačali, ujedinili i koordinirali napore oko eliminiranja zagađenja plastikom, sveli bi to gotovo na nulu do 2060. godine. UN su pokrenule ove godine proces pripreme međunarodnog sporazuma za smanjenje zagađenja plastikom.“ Europska unija već poduzima mjere, pa je tako od rujna 2018. godine poduzela strategiju za plastiku te ju je usvojio Europski parlament. Zahtjevi EU parlamenta jesu da sva plastika tj. plastična ambalaža treba biti prikladna za recikliranje do 2030. godine te uspostavljanje standarda reciklaže. U Europi se polovica plastike za recikliranje obrađuje izvan granica članica Unije. Uzroci toga su nedostatak prostora, tehnološka zaostalost ili nedostatak financijskih resursa za lokalno obrađivanje. Poznato je da se 95% vrijednosti plastičnog materijala gubi zbog jednokratne uporabe, koja je sada zabranjena. Količina plastičnog otpada raste u: Danskoj, Njemačkoj, Grčkoj, Malti i Češkoj dok sa druge strane opada u Bugarskoj, Španjolskoj, Mađarskoj, Rumunjskoj i Nizozemskoj (ANONYMOUS, 2018b). Zanimljiv primjer je tvrtka Nestle – do 2025. godine sva njihova ambalaža proizvoda bit će podložna ili recikliranju ili ponovnoj uporabi: njihova usredotočenja kako smo vidjeli na službenoj stranici Nestlea ([www.nestle.hr](http://www.nestle.hr)) jesu uvođenje alternativnih materijala,

oblikovanje budućnosti bez otpada tj. zaustavljanje curenja plastike u okoliš, pokretanje novog načina ponašanja.

Od 01.01.2021. godine primjenjuju se i nova pravila za izvoz, uvoz kao i unutarnji promet otpadom od plastike uredbom EU komisije 2020/2174 od 19.10.2020. Tom uredbom zabranjuje se izvoz otpadne plastike iz EU u non - OECD države, osim čistog otpada koji se šalje na recikliranje. Dotada, najviše se otpadne plastike izvozilo u Tursku i azijske zemlje poput Malezije, Indonezije, Vijetnama, Kine itd. Kina je i sama uvela restrikcije na uvoz otpada u 2018. godini (BAKAS i IOANNIS, 2019).

Plastični otpad u Sjedinjenim Američkim Državama je takav da prosječni Amerikanac godišnje proizvede 106 kg plastičnog otpada (tri puta više nego stanovnik Kine ili sedam puta više nego stanovnik Etiopije). U SAD-u se najveći dio plastičnog otpada ne reciklira već spaljuje u spalionicama. Kako kaže Niall Smith, Zero Waste koncept jest ono čemu je potrebno težiti, on je naime autor studije o gospodarenju otpadom koju je predočio i dao ovu tezu tvrtci Verisk Maplecrofix. Sve drugo pridonosi zagađenju zemlje. Pojam zero wastea znači nula otpada. Nema ga. Radi se o svjetskom pokretu koji promovira život bez stvaranja ikakvog otpada što se tiče plastike – prvo i osnovno, ne koristiti plastične vrećice. Kupovanje proizvoda u rinfuzi, nošenje platnenih vrećica, izbjegavanje printanja i izbjegavanje plastike općenito (FUK, 2021). Dobar primjer upravljanja otpadom vidljiv je na sljedećoj slici broj 3.



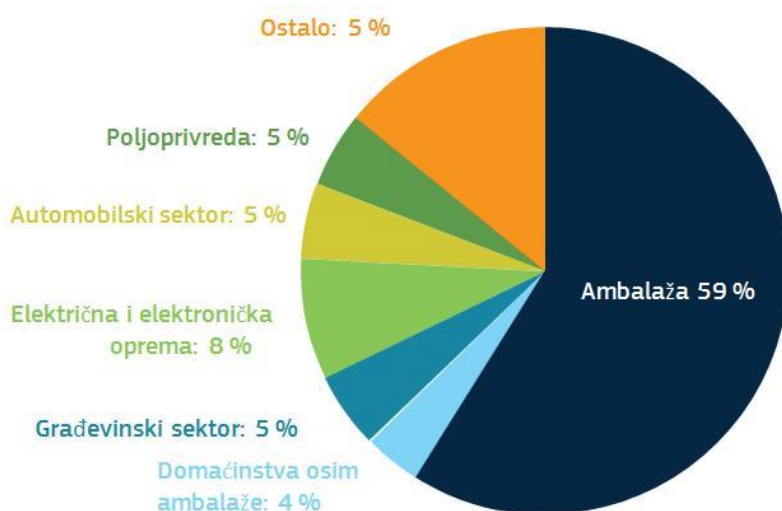
Slika 4. Nova paradigma upravljanja otpadom, (<https://zeleni-val.com/koncept-zero-waste/>)

Od siječnja 2021. godine članice EU-a trebale bi plaćati porez na plastiku. Radi se o iznosu od 0.80 eura po kilogramu plastičnog otpada. Novac koji se na taj način skupi financirati će se otplata kredita od 750 milijardi eura, a kojim se financiralo oživljavanje gospodarstva zemalja EU pogođenih korona krizom. Radi se o porezu koji neće biti na teret građana. EU planira uvesti do 2030. g. recikliranje plastične ambalaže u cijelosti. Posljednje što je još bitno naglasiti u predmetnom radu je da valja promotriti novu sliku broj 4 koja pokazuje na konkretnom modelu kako izgleda širenje plastičnog otpada koji dolazi iz industrijskog sektora (ANONYMOUS, 2020).

---

## STVARANJE PLASTIČNOG OTPADA U EU-U 2015.

---

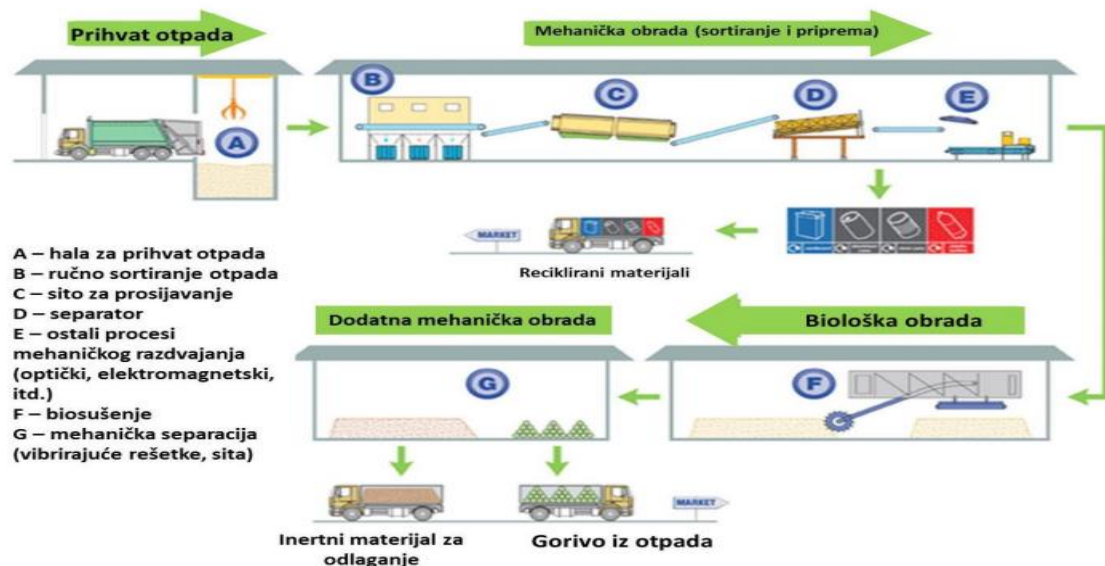


Izvor: Eunomia (2017.)

Slika 5. Stvaranje plastičnog otpada u EU-u, (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=RO>)

## 4. RECIKLIRANJE PLASTIČNOG OTPADA

Recikliranje plastike je proces kojim se otpadna plastika pretvara u korisne proizvode. S obzirom na činjenicu da većina plastike ne podliježe prirodnom raspadanju, recikliranje je ključni element globalnih inicijativa usmjerenih na smanjenje plastičnog otpada, a upotreba reciklirane plastike sve više raste. Reciklirana plastika je plastika koja se iznova može upotrebljavati u proizvodnim procesima zajedno za neobrađenom plastikom. Međutim, recikliranje plastike može biti izazovno zbog niske gustoće i vrijednosti plastike. Različite vrste plastike imaju tendenciju odvajanja u faze poput ulja i vode tijekom topljenja, što rezultira strukturnom slabosti u krajnjem materijalu (FUK, 2021). To ograničava upotrebu polimernih smjesa na određene primjene. Kada se plastika reciklira, dodaju se dodatni izvorni materijali kako bi se poboljšala trajnost i čvrstoća plastike. To znači da se u svakoj "staroj" plastici nalazi i dio još neobrađene plastike. Međutim, važno je napomenuti da jedan komad plastike može biti recikliran svega par puta prije nego što njegova upotrebljivost toliko opadne da više nije prikladan za daljnju uporabu (VODOGAŽEC, 2019). Potražnja za recikliranom plastikom u Europi trenutno iznosi samo 6% ukupne potražnje za plastikom. To je djelomično zbog činjenice da raznolikost plastičnih materijala otežava proces recikliranja i povećava troškove. Taj izazovni postupak recikliranja može imati utjecaj na kakvoću završnih proizvoda. Postoje Waste-to-Energy sustavi za plastični otpad koji se ne može reciklirati ili koji se ne reciklira. Takvi sustavi proizvode toplinu sagorijevanjem plastike koja je pod nadzorom te se zatim vrši pretvorba u električnu energiju. Odlaganje plastike na odlagalištima otpada čini oko 54% ukupnog plastičnog otpada, a posebni slojevi plastike postavljaju se na dno odlagališta kako bi spriječili onečišćenje okoliša i podzemnih voda (FUK, 2021).



Slika 6. Od otpada do energije, ([https://www.ho-cired.hr/images/OPATIJA2018/Referati\\_po\\_studijskim\\_odborima/SO7/SO7-07.pdf](https://www.ho-cired.hr/images/OPATIJA2018/Referati_po_studijskim_odborima/SO7/SO7-07.pdf))

Važno je napomenuti da svaka metoda zbrinjavanja plastičnog otpada, poput spaljivanja i rasplinjavanja, može oslobađati štetne tvari poput kiselog plina, dioksina, furana i otrovnih metala u prirodu. Posljedice mogu biti štetne za radnike u postrojenjima i lokalne sredine. Stoga je važno kontinuirano raditi na razvoju održivijih i manje štetnih metoda upravljanja plastičnim otpadom (ADDAMO i sur., 2020). Nekoliko zanimljivosti o otpremi plastičnog otpada. U Japanu su otkrili bakteriju koja uništava pet ambalažu koristeći se njome kao hranom. Plastika pet služi joj kao izvor energije i ugljika. Zatim, kanadska tvornica Sparta Group pretvara plastični otpad u dizel i benzin – 5 tona plastike može se pretvoriti u 4000 litara goriva. Skandinavske su zemlje najstrože u zakonima koji određuju upotrebu plastike. Nizozemska ima cijenu odvoza smeća koja se određuje prema količini plastičnog otpada. Ostatak otpada se ne ubraja. Na taj način se količina plastičnog otpada tj. upotrebe plastike smanjila na minimum. U Finskoj otpad pa i plastični smatra se sirovinom. Još prije desetak godina Finska je koristila kružnu ekonomiju. U toj ekonomiji drvo je baza, a gospodarenje otpadom bez neiskoristivog ostatka je osnovna strategija finske politike, ali i društva, oni su i stvorili i novu vrstu biorazgradivog materijala koji ima intenciju da potpuno zamijeni plastiku – sulapac.



Slika 7. Kanadska tvrtka Sparta Group pretvara plastični otpad u gorivo

<https://www.aa.com.tr/en/asia-pacific/canadian-firm-turns-non-recyclable-plastics-to-fuel/1556029>

## 5. PLASTIČNI OTPAD I ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA

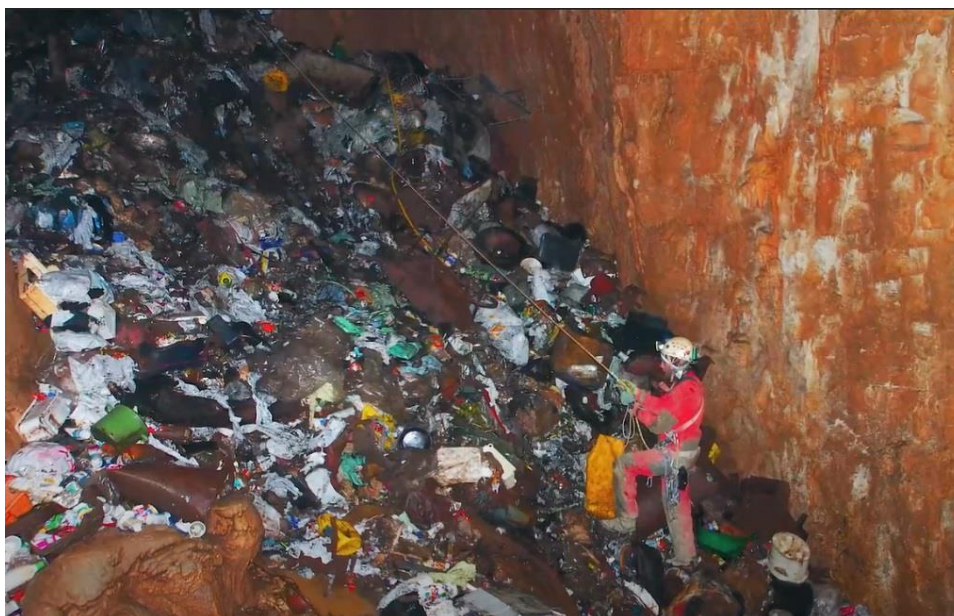
Plastika je postala neizostavan dio našeg modernog društva, ali njena štetna posljedica na okoliš postaje sve očitija. Otpadna plastika predstavlja ozbiljan problem koji zagađuje kopneni i vodeni okoliš te ima dugotrajne negativne posljedice na biljni i životinjski svijet. U ovom djelu završnog rada istražiti ćemo utjecaj plastičnog otpada na kopneni okoliš i posebno na morski i vodeni okoliš, uz korištenje relevantnih izvora.

### 5.1 Plastični otpad na kopnu

Jedan od ključnih problema je spora razgradnja plastike. Plastični otpad koji završi na kopnu može ostati prisutan dugi niz godina u ili na tlu. Kao rezultat toga, tlo postaje zagađeno plastikom koja se razbija na sitne čestice - mikroplastiku koja je već spomenuta. Mikroplastika na više načina dopijeva u kopneni okoliš putem komunalnog otpada, poljoprivrede, vjetra, itd...

Kada završi u okolišu samim time završava u hrani, zraku, podzemnom svijetu, našem organizmu, kao i organizmu svih životinja putem disanja, unosom hrane ili preko

onečišćenih sedimenata čime narušava cijeli ekosustav. Plastični predmeti poput vrećica, ambalaže i omota često završe kao opasne zamke koje mogu prouzročiti ozljede i gušenje za divlje i domaće životinje. Mnoge ih pogrešno konzumiraju, što može uzrokovati ozbiljne zdravstvene probleme i smrtnost (THOMPSON, 2009). Osim toga, plastični otpad predstavlja i izazov u upravljanju otpadom. Velike količine plastičnog otpada zauzimaju prostor na deponijima i otežavaju procese recikliranja. Odlaganje plastike na deponijima također može pridonijeti emisiji stakleničkih plinova tijekom razgradnje. Spaljivanje plastike također ima negativan utjecaj kao što je već prije spomenuto, iako ima svoje dobre strane. Utjecaj plastike na kopneni okoliš ima i daljnje posljedice na vodoopskrbu. Plastični otpad može zagađivati vodne izvore, kao što su rijeke i jezera, te ugrožavati raznolikost bilnog i životinjskog svijeta koji ovise o tim ekosustavima. To ima dugoročne posljedice na kvalitetu vode i ekološku ravnotežu u vodenim staništima (THOMPSON, 2009).



Slika 8. Podzemlje onečišćeno plastikom i drugim otpadom,

<https://www.ekovjesnik.hr/clanak/4276/hrvatsko-podzemlje-puno-je-divljih-deponija-koje-ugrozavaju-vodu-ali-i-nase-zdravlje>

Kako bismo smanjili utjecaj plastike na kopneni okoliš, ključno je promicati svjesnost o problemu i poduzeti konkretne korake. To uključuje smanjenje uporabe plastike, poticanje recikliranja i promoviranje održivih alternativa (VODOGAŽEC, 2019). Također je važno

educirati ljude o pravilnom odlaganju plastike i poticati politike koje potiču odgovorno upravljanje plastikom (ANONYMOUS, godina nepoznata).

## **5.2 Plastični otpad u moru**

Plastika u oceanima postala je jedan od najvećih ekoloških problema s kojima se svijet suočava danas. Ova globalna kriza ima razorne posljedice na morski ekosustav, biološku raznolikost i ljudsko zdravlje. Jedno od najpoznatijih područja kontaminacije plastikom je Veliki pacifički otok smeća. Prema članku objavljenom na National Geographic platformi, Veliki pacifički otok smeća je masivan otpadni otok koji se nalazi u Sjevernom Pacifiku. Ovaj otok, obuhvaća ogromno područje i smatra se najvećom koncentracijom plastičnog otpada u oceanu. Po novijim istraživanjima pronađene su određene životinjske vrste koje žive na tim krhotinama poput rakova, moruzgva i mekušaca. Samim time što su životinje sposobne za preživljavanje na takvom "staništu" dolazimo do potencijalnog problema a to je širenje invazivnih vrsta koje bi iz određenih zemlja dolazile u druge zemlje gdje ih do sada nije bilo. Postoji nekoliko faktora koji doprinose nastanku otoka smeća. Jedan od njih je nedovoljno gospodarenje otpadom, posebno na kopnu. Veliki dio plastičnog otpada koji završi u oceanima potječe iz rijeka i kanalizacijskih sustava, što upućuje na važnost uspostavljanja učinkovitog sustava gospodarenja otpadom na globalnoj razini. Plastika na otoku smeća dolazi u različitim oblicima, od velikih komada plastičnog otpada do mikroplastike koja ima izravan utjecaj na morske organizme i lanac prehrane. Svake godine 8 milijuna tona plastike završava u oceanima.





Slika 9. Veliki pacifički otok smeća, (<https://www.klincek.com/?p=20547>)

Posljedice prisutnosti plastike u oceanima su ozbiljne. Morski organizmi, poput riba, ptica i morskih kornjača, mogu postati žrtve gušenja, trovanja i ozljeda uzrokovanih plastikom. Plastični otpad također zagađuje morske ekosustave, oštećuje koraljne grebene i ugrožava morske stanišne uvjete. Utjecaj plastike u oceanima ne ograničava se samo na morski ekosustav, već ima i ozbiljne posljedice za ljudsko zdravlje. Kroz lanac prehrane, mikroplastika se može akumulirati u ribi i drugim morskim organizmima koji se konzumiraju. To može dovesti do unošenja štetnih kemikalija u ljudski organizam, s potencijalno ozbiljnim posljedicama po zdravlje (THOMPSON, 2009). Stoga je hitno potrebno poduzeti djelotvorne mjere kako bi se smanjio plastični otpad u oceanima. Edukacija i podizanje svijesti o ovom problemu ključni su koraci prema promjeni ponašanja i smanjenju potrošnje plastike. Također je potrebno poboljšati gospodarenje otpadom na svim razinama, uključujući održavanje održivih postrojenja za recikliranje i povećanje korištenja biorazgradive plastike. Osim toga, važno je potaknuti inovacije u dizajnu proizvoda kako bi se smanjila upotreba jednokratne plastike i poticala uporaba alternativnih materijala. Također je potrebna suradnja između vlada, industrije, nevladinih organizacija i pojedinaca kako bi se zajedno radilo na rješavanju ovog problema. Uz navedene mjere, postoji i potreba za ulaganjem u istraživanje i razvoj tehnologija koje će omogućiti učinkovito uklanjanje plastike iz oceanima. Inicijative poput razvoja sustava za čišćenje mora i recikliranje plastike iz oceana već su u tijeku i pružaju nadu u rješavanje

ovog problema. Plastika u oceanima predstavlja veliki izazov, ali uz kolektivna djelovanja, inovacije i svjesnost, možemo se uspješno boriti protiv ovog problema. Važno je da svatko od nas preuzme odgovornost i doprinese očuvanju našeg morskog okoliša za buduće generacije (FUK, 2021).

### **5.3 Plastični otpad u ostalom vodenom okolišu**

Plastika nije samo problem u oceanima, već i u slatkim vodama kao što su jezera, rijeke i potoci diljem svijeta. Unatoč manjoj medijskoj pažnji, zagađenje plastikom u slatkim vodama ima ozbiljne posljedice na ekosustave i živi svijet koji ovisi o tim vodenim resursima. Plastika ulazi u slatke vode na različite načine. Jedan od glavnih izvora je odloženi plastični otpad koji se nepropisno zbrinjava na kopnu. Kroz oborinske vode i riječne tokove, plastika se prenosi u slatke vode, gdje može ostati dugi niz godina. Osim toga, turizam, ribolov i druge ljudske aktivnosti također mogu doprinijeti zagađenju slatkih voda plastikom (THOMPSON, 2009). Posljedice prisutnosti plastike u slatkim vodama su višestruke. Plastični otpad može ometati cirkulaciju vode, začepljivati vodene puteve i otežavati normalno funkcioniranje ekosustava slatkih voda. Također, životinje koje nastanjuju slatke vode mogu postati žrtve gušenja, ozljeda ili trovanja plastikom. Ptice, ribe, vodozemci i drugi vodeni organizmi mogu se zaplesti u plastične predmete ili ih pogrešno konzumirati kao hranu. Plastični otpad u slatkim vodama također može imati dugoročne posljedice na vodoopskrbu. Može zagađivati vodene izvore i utjecati na kvalitete vode koja se koristi za piće i poljoprivredu. Kako bismo riješili problem plastike u slatkim vodama, potrebno je poduzeti sveobuhvatne mjere. Edukacija i podizanje svijesti o štetnosti plastike u slatkim vodama ključni su koraci prema promjeni ponašanja i potrošnje plastike (THOMPSON, 2009). Također je važno uspostaviti učinkovite sustave gospodarenja otpadom koji će spriječiti ulazak plastike u slatke vode. Jedan od načina za smanjenje plastike u slatkim vodama je poticanje korištenja alternativnih materijala koji su manje štetni za okoliš. Također je važno provoditi programe recikliranja i poticati ponovnu upotrebu plastike kako bi se smanjila količina otpada koji završava u slatkim vodama. Važno je da lokalne vlasti, organizacije za zaštitu okoliša i građani zajedno rade na rješavanju ovog problema. Suradnja između vlasnika industrija, vlada i zainteresiranih strana ključna je za uspješno suočavanje s izazovom plastike u slatkim vodama (ANONYMOUS, 2023b).

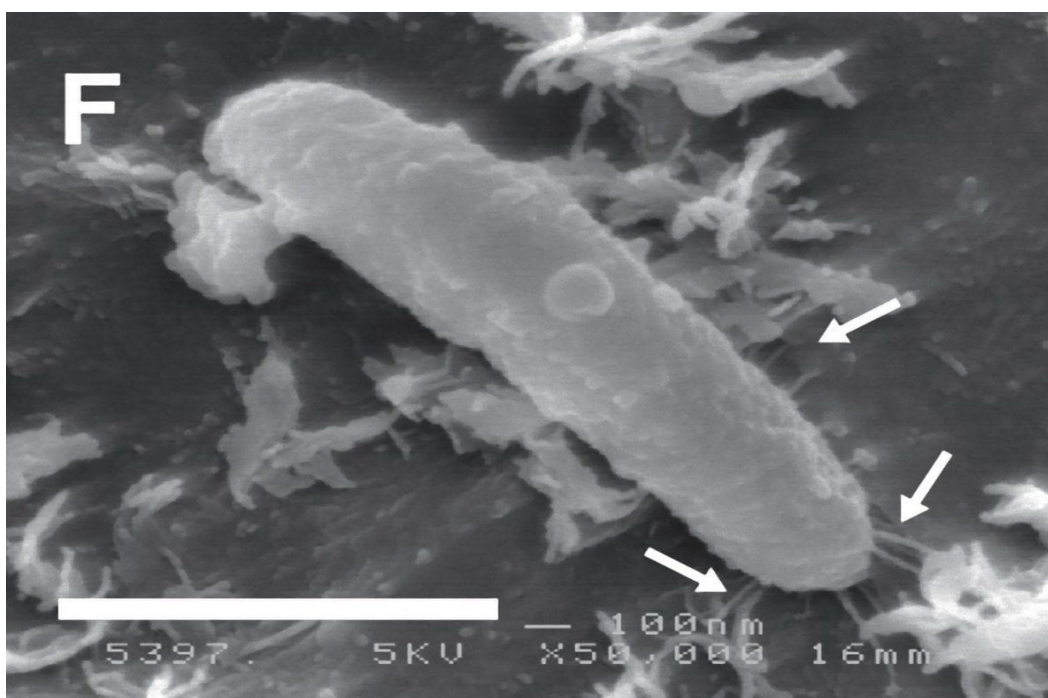


Slika 10. Prikaz poteškoća pri čišćenju plastike, (<https://novac.jutarnji.hr/novac/novi-svijet/rat-protiv-plastike-nastavi-li-se-ovako-za-30-godina-u-morima-ce-je-biti-vise-nego-ribe-8361221>)

## 6. NOVIJI NAČINI ZA BRZO ZBRINJAVANJE PLASTIČNOG OTPADA

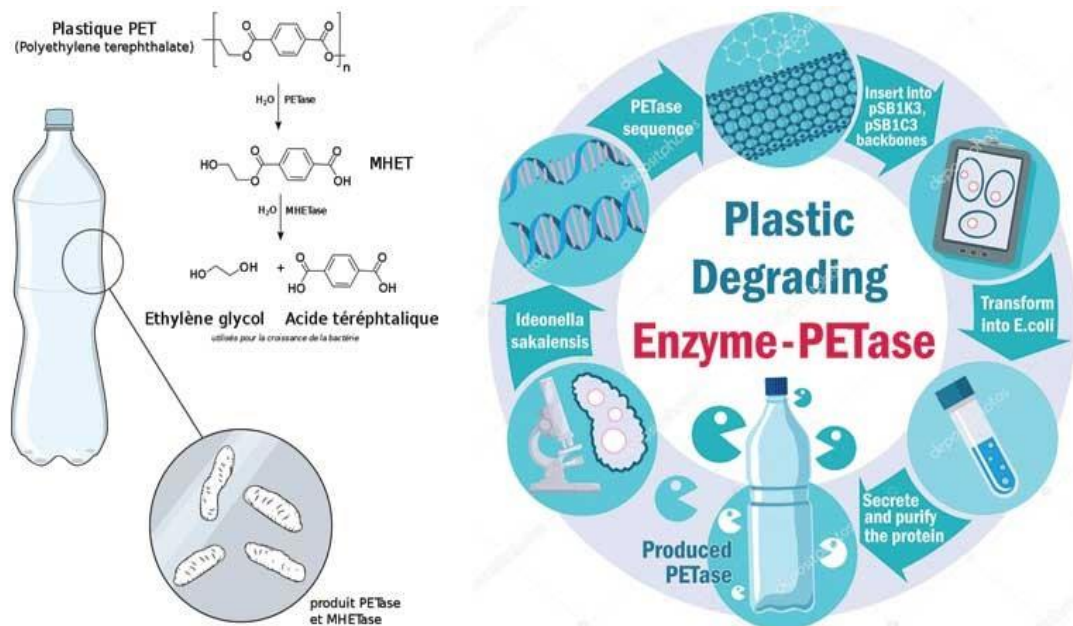
Znanstvenici švedskog Kraljevskog instituta za tehnologiju zadnjih par godina ispituju novi sustav filtra za hvatanje mikroplastike prije njihova ulaska u vodotokove, mora, jezera i rijeke, te njihovo brzo razbijanje u interakciji sa vidljivim dijelom sunčevog zračenja. Došli su do zaključka, na temelju niza pokusa, da se plastika raspada pri izlaganju sunčevom svjetlu u procesu fotokatalitičke oksidacije, pa ipak, iako je taj proces brži nego prirodno raspadanje plastike, ipak im se učinio prespor. Zbog tog razloga su ti naučnici, u suradnji sa švedskom tvrtkom PP Polymer AB, razvili membrane koje ubrzavaju taj proces. Takva membrana se sastoji od žica nano veličina koje su presvučene poluvodičkim materijalom koji može apsorbirati vidljivu sunčevu svjetlost te je iskoristiti za razbijanje čestica plastike. Zapravo, sustav filtera napravljen s ovakvim membranama hvata čestice mikroplastike u vodi i kada svjetlost dođe u interakciju s materijalom membrane dolazi do razmjene njegovih elektrona i elektrona atoma plastike, razdvajajući onečišćujuću tvar na CO<sub>2</sub> i vodu. Dovoljno je za taj proces koristiti samo dio vidljive svjetlosti, cca 40 posto

sunčevog zračenja. Ovaj membranski filter je dio većeg projekta zvanog „*Cleaning Litter by developing and applying innovative methods in European seas*“. Nakon što su znanstvenici u Japanu otkrili bakteriju *Ideonella sakaiensis* koja se „hrani“ plastikom, američki i britanski stručnjaci otkrili su i enzim koji uništava plastiku. Otkrili su ga sasvim slučajno kada su iz bakterije izvukli jedan enzim koji je mutirao i postao još veći „razarač“ plastike od same bakterije. Istraživanje i pokusi se nastavljaju, ali ovo svakako daje nadu da bismo plastični otpad mogli početi puno brže, zdravije i učinkovitije rješavati nego što smo to očekivali. Evo postupka kako bakterija *Ideonella sakaiensis* razgrađuje plastiku. „Riječ je o bakteriji *Ideonella sakaiensis* 201-F6, koja je u stanju razgraditi tanki sloj polietilentereftalata u samo šest tjedana, pri temperaturi od 30° C. Koristeći dva enzima, bakterija razbija PET na tereftalnu kiselinu i etilen glikol, dva kemijska spoja manje opasna po okoliš. Znanstvenici su navedenu bakteriju otkrili analizirajući 250 uzoraka PET ambalaže prikupljenih na različitim lokacijama. Štoviše, smatra se kako je *Ideonella sakaiensis* 201-F6 svoju neobičnu sposobnost razgradnje plastike razvila tek nedavno, a čemu ide u prilog i činjenica kako su prvi PET proizvodi napravljeni prije 70 godina.“ Navodi se u članku *Otkrivena bakterija koja jede plastiku* postavljenom na portalu Energetika-net od 24.03.2016. (ANONYMOUS, 2019a).



Slika 11. Bakterija *Ideonella sakaiensis*, (<https://www.biopills.net/ideonella-sakaiensis-degrada-il-polietilene/>)

Primjer razgradnje plastike vidljiv je na narednoj slici 11.



Slika 11. Proces razgradnje plastike od strane bakterije *Ideonella sakaiensis* (<https://thebiologynotes.com/ideonella-sakaiensis-plastic-eating-bacteria/>)

## 7. RASPRAVA

Plastični otpad se ističe kao posebna kategorija otpada iz nekoliko razloga. Prvo, plastika je vrlo trajan materijal i može potrajati stotine godina prije nego što se razgradi u okolišu. To znači da plastični otpad može ostati prisutan i akumulirati se u okolišu dugi niz godina, uzrokujući štetu životinjama, biljkama i ekosustavima. Drugo, plastični otpad ima veliku sposobnost širenja. Mikroplastika, sitni fragmenti plastike, mogu se naći u oceanima, jezerima, rijekama, pa čak i u udaljenim dijelovima Zemlje. Ovi sitni dijelovi plastike mogu biti uneseni u hranidbeni lanac, utječući na organizme na svim razinama. Osim toga, plastični otpad može biti prenesen vjetrom i vodnim strujama, šireći se na udaljene lokacije. Treće, plastični otpad ima štetne učinke na životinje i ekosustave. Morske životinje često zbunjuju plastične predmete s hranom i mogu se ugušiti ili patiti od probavnih problema. Također, ribe i drugi organizmi mogu apsorbirati toksične tvari iz plastike, koje mogu završiti na našim tanjurima ako konzumiramo takve organizme. Iako postoji svijest o problemu plastičnog otpada, rješavanje tog problema nije jednostavno. Recikliranje plastike je izazovno zbog različitih vrsta plastike, miješanja materijala i kontaminacije. Velik dio plastike završava na odlagalištima ili se spaljuje, što stvara druge probleme, poput emisija stakleničkih plinova i zagađenja zraka. Da bismo učinkovito riješili problem plastičnog otpada, potrebne su sveobuhvatne mjere. To uključuje smanjenje upotrebe jednokratne plastike, promicanje recikliranja i obnovljivih materijala, poticanje inovacija u dizajnu proizvoda i razvoj održivih alternativa. Također je važno educirati javnost o štetnosti plastičnog otpada i potaknuti svijest o potrebi za održivim rješenjima. Plastični otpad zahtijeva posebnu pozornost i akciju jer predstavlja prijetnju za našu okolinu i buduće generacije. Samo zajedničkim naporima, uključujući vlade, industriju, organizacije i pojedince, možemo stvoriti održivo društvo s manje plastičnog otpada i zaštititi našu planetu od daljnjeg onečišćenja.

## 8. ZAKLJUČCI

1. Ljudi postaju ekološki osvješteniji i razumjeti će bez utjecaja zakona i drastičnog kažnjavanja da je smanjenje plastičnog otpada korisno za njihovo zdravlje.
2. Mikro i nanoplastika je zasada nevidljiva plastika koju unosimo u organizam udišući zagađeni zrak i putem hrane koja je, bila ona životinjskog ili biljnog podrijetla, već ranije zagađena između ostalog i spomenutom nevidljivom plastikom.
3. Okruženi smo plastikom koja će postati plastični otpad jer je čovjek zbog svog komoditeta i inercije pristao na korištenje plastike.
4. Sve je na SAVJESTI ljudi, a naknadno na prirodi.
5. Plastični otpad treba biti u procesu nestajanja.

## 9. LITERATURA

1. ADDAMO A.M., P. LAROCHE, G. HANKE (2020) : Top marine beach litter items <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/main/dev.py?N=41&O=441> , 10.06.2023.
2. ANONYMOUS (2016): Otkrivena bakterija koja jede plastiku <https://www.energetika-net.com/zastita-okolisa/otkrivena-bakterija-koja-jede-plastiku-22532>, 24.06.2023.
3. ANONYMOUS (2018a): Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, vijeću, europskom, gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=RO>, 16.05.2023.
4. ANONYMOUS (2018b): Plastični otpad i reciklaža u EU: Činjenice i brojke <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20181212STO21610/plasticni-otpad-i-reciklaza-u-eu-u-cinjenice-i-brojke>, 19.05.2023.
5. ANONYMOUS (2018c): Single-use Plastics: A Roadmap for Sustainability <https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>, 05.07.2023.
6. ANONYMOUS (2019a): Potvrđene mjere za smanjenje plastike u okolišu <http://www.energetika-net.com/vijesti/zastita-okolisa/potvrdene-mjere-zasmanjenje-plastike-u-okolisu-28311> , 16.5.2023.
7. ANONYMOUS (2019b): Zašto je onečišćenje plastikom pitanje međunarodnog prava zaštite okoliša? <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/1705/zasto-je-oneciscenje-plastikom-pitanje-medunarodnog-prava-zastite-okolisa>, 29.05.2023.
8. ANONYMOUS (2020): Novi prihod europskog proračuna-Porez na plastiku stupa na snagu već od siječnja 2021 <https://www.icv.hr/2020/08/novi-prihod-europskog-proracuna-porez-na-plastiku-stupa-na-snagu-vec-od-sijecnja-2021/> , 20.6.2023.
9. ANONYMOUS (2021a): "Dok se u Hrvatskoj desetljećima svađamo oko izgradnje spalionice otpada, u Beču..." <https://www.bug.hr/ekologija/dok-se-u->



- [hrvatskoj-desetljecima-svadjamo-oko-izgradnje-spalionice-otpada-u-becu-33114](#), 27.06.2023.
10. ANONYMOUS (2021b): Morske životinje naselile veliki plastični otok koji pluta Pacifikom <https://www.morski.hr/uzas-morske-zivotinje-naselile-veliki-plasticni-otok-koji-pluta-pacifikom/>, 08.5.2023.
  11. ANONYMOUS (2021c): Zakon o gospodarenju otpadom, NN 84/2021-1554. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_07\\_84\\_1554.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_84_1554.html) 16.07.2023.
  12. ANONYMOUS (2021d): Zakon o gospodarenju otpadom, NN 84/21. <https://www.zakon.hr/z/2848/Zakon-o-gospodarenju-otpadom> 31.06.2023.
  13. ANONYMOUS (2022): Fact Sheet: Plastics in the Ocean <https://www.earthday.org/fact-sheet-plastics-in-the-ocean/>, 5.5.2023.
  14. ANONYMOUS (2023a) : Great Pacific Garbage Patch <https://education.nationalgeographic.org/resource/great-pacific-garbage-patch/>, 8.05.2023.
  15. ANONYMOUS (2022): Istraživanje: Potrošnja plastike i plastični otpad utrostručit će se do 2060., Indeks. <https://www.index.hr/vijesti/clanak/istrazivanje-potrosnja-plastike-i-plasticni-otpad-utrostrucit-ce-se-do-2060/2369555.aspx>, 04.06.2023.
  16. ANONYMOUS (2023b): Plastics in Freshwater: Exploring Solutions for a Global Emergency" <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/plastics-freshwater-exploring-solutions-global-emergency>, 03.07.2023.
  17. ANONYMOUS (godina nepoznata), Plastic pollution is at crisis levels <https://www.wwf.sg/plastics/>, 07.07.2023.
  18. BAKAS, I. (2019): Sprečavanje nastanka otpada ključno je za rješavanje problema plastičnog otpada, intervju Europska agencija za okoliš br. 2. <https://www.eea.europa.eu/hr/articles/sprecavanje-nastanka-otpada-kljucno-je>, 17.06.2023.
  19. BENEDIK, E. (2021): Znanstvenici tvrde da su pronašli način kako plastični otpad pretvoriti u aromu vanilije, Telegram. <https://www.telegram.hr/zivot/znanstvenici-tvrde-da-su-pronasli-nacin-kako-plasticni-otpad-pretvoriti-u-aromu-vanilije/>, 25.06.2023.

20. BOGDAN, A. (2019): Izazov gospodarenja otpadnom plastikom, Zaštita okoliša, Građevinar, str. 531-536.
21. Direktiva (EU) 2019/904 Europskog parlamenta i Vijeća od 5. lipnja 2019. o smanjenju utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32019L0904> , 12.06.2023.
22. FUK, B. (2021): Problem pretrpanih spremnika s otpadnom plastičnom ambalažom, Sigurnost 63, Hrčak, Zagreb, str. 97-101.
23. KRETULA KRATOFIL, LJ. (2015): Recikliranje plastičnog otpada, Zaštita okoliša 64, Hrčak, Zagreb. str. 417-420.
24. MORGAN, J. (1991): Conservation of plastics : an introduction to their history, manufacture, deterioration, identification and care, Plastics Historical Society, London. str. 13-24.
25. PETROVIĆ, V. (2021): Plastika, propisi., Kružna Ekonomija. <https://kruzna-ekonomija.com/2021/02/03/nova-eu-pravila-za-uvoz-i-izvoz-plasticnog-otpada/>, 03.06.2023.
26. SIN, L.T., TUENN, B.S., (2022): Plastics and Sustainability: Practical Approaches. Elsevier Science, Nizozemska. str. 1 – 7.
27. THOMPSON, R. C. (2009): Lost at sea: Where is all the plastic?, Science, Plymouth, str. 1555-1556.
28. VODOGAŽEC, I. (2019): Plastika je svuda oko nas: Jednostavni načini da smanjite njezinu uporabu <https://www.adiva.hr/lifestyle/dom-i-obitelji/plastika-je-prakticna-no-plasticni-otpad-lose-utjece-na-okolis-i-zdravlje/>, 30.06.2023.

## IZJAVA

„Pod punom odgovornošću vlastoručnim potpisom potvrđujem da je ovo moj autorski rad čiji niti jedan dio nije nastao preslikavanjem, kopiranjem ili plagiranjem tuđeg sadržaja. Prilikom izrade rada koristio sam tuđe radove navedene u popisu literature, ali nisam kopirao niti jedan njihov dio osim citata za koje sam naveo autora i izvor te ih jasno označio navodnim znakovima. U slučaju da se u bilo kojem trenutku dokaže suprotno, spreman sam snositi sve posljedice uključujući i poništenje javne isprave stečene dijelom i na temelju ovog rada.“

U Karlovcu, 29.8.2023.

Vlastoručni potpis

---