



**UNIVERZITET CRNE GORE**  
**METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**NEMANJA RADONJIĆ**

**ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMJENE SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA  
MEHANIČKU OBRADU PLASTIKE NA CRNOGORSKOM PRIMORJU**

**MASTER RAD**

**PODGORICA, 2024. GODINE**



**UNIVERZITET CRNE GORE**  
**METALURŠKO-TEHOLOŠKI FAKULTET**

**ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMJENE SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA  
MEHANIČKU OBRADU PLASTIKE NA CRNOGORSKOM PRIMORJU**  
**MASTER RAD**

**Studijski program: Zaštita životne sredine**

**Student: Nemanja Radonjić**

**Broj indeksa: 1/21**

**Mentor: Prof. dr Jelena Šćepanović**

**Podgorica, 2024. godine**

## **PODACI I INFORMACIJE O MASTERU**

Ime i prezime: Nemanja Radonjić

Datum i mjesto rođenja: 28.08.1999. godine, Bar, Crna Gora

Prethodne studije: Metalurško-tehnološki fakultet, smjer: Zaštita životne sredine

Godina diplomiranja: 2021

## **INFORMACIJA O MASTER RADU**

Metalurško-tehnološki fakultet

Smjer: Zaštita životne sredine

Naslov rada: Analiza mogućnosti primjene savremene tehnologije za mehaničku obradu plastike na Crnogorskom primorju

## **UDK, OCJENA I ODBRANA MASTER RADA**

Datum prijave master rada: 05.05.2023. godine

Datum sjednice Vijeća na kojoj je prihvaćena tema: 19.05.2023.

Mentor: Prof. dr Jelena Šćepanović

## **KOMISIJA ZA OCJENU TEME I PODOBNOSTI MAGISTRANDA /OCJENU RADA/ ODBRANU RADA**

Prof. dr Žarko Radović, redovni profesor na MTF-u, predsjednik

Prof. dr Jelena Šćepanović, vanredni profesor na MTF-u, mentor

Prof. dr Darko Vuksanović, redovni profesor na MTF-u

**Lektor:** Autolektura

**Datum odbrane:**

Univerzitet Crne Gore  
Metalurško-tehnološki fakultet

## **IZJAVA O AUTORSTVU**

Kandidat: **Nemanja Radonjić**

Na osnovu člana 22 Zakona o akademskom integritetu, ja, dolje potpisani/potpisana

### **IZJAVLJUJEM**

pod punom krivičnom i materijalnom odgovornošću da je master rad pod nazivom:

**“ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMJENE SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA  
MEHANIČKU OBRADU PLASTIKE NA CRNOGORSKOM PRIMORJU”**

rezultat sopstvenog istraživačkog rada, da nijesam kršio/kršila autorska prava i koristio/koristila intelektualnu svojinu drugih lica i da je navedeni rad moje originalno djelo.

U Podgorici,

---

Potpis studenta

---

## **ZAHVALNICA**

Veliku zahvalnost dugujem mojoj mentorki prof. dr Jeleni Šćepanović na pruženoj prilici da se detaljnije bavim ovako inspirativnom tematikom. Takođe veliko hvala na svim konstruktivnim savjetima kao i nesebičnoj pomoći prilikom razrade ovog rada.

Želim da se zahvalim i članovima komisije prof. dr Žarku Radoviću i prof. dr Darku Vuksanoviću na ažurnosti i sugestijama.

Neizmjernu zahvalnost dugujem Jasminu Čemanu na opširno dostavljenim informacijama koje se odnose na deponiju Možura, kao i gospodinu Zoranu Nikitoviću izvršnom direktoru kompanije Hemosan na prilici da kroz praksu na terenu ovaj rad dobije lični pečat.

Hvala mojoj porodici, djevojci i prijateljima na ljubavi, podršci i motivaciji koju su mi pružili tokom čitavog školovanja, kao i ne velikim odricanjima koja su pratile moje visoke ambicije.

**I poslednje ali ne manje bitno, veliku zahvalnost dugujem mom dedu Vidaku Ivanoviću, koji je ovaj buntovni duh, od malih nogu usmjerio na prave životne vrijednosti i koji sada sve ovo posmatra se velikim ponosom.**

**Sažetak:** Održivo upravljanje otpadnom plastikom predstavlja jedan od gorućih ekoloških problema u Crnoj Gori. Iako je Zakonom o upravljanju otpadom (Sl. List br. 64/11 i 39/16) definisano da se plastika pored ostalih reciklabilnih materijala, odvojeno sakuplja i reciklira, realno stanje nije obećavajuće. Nedovoljno informisana i ekološki osviješćena javnost doprinosi ovakvom stanju, uz neizostavne infrastrukturne i finansijske poteškoće. U pojedinim Primorskim opštinama u kojima se primjenjuju kontejneri za odvojeno prikupljanje reciklabilne suve frakcije (papir, karton, plastika, metal i staklo) zabilježena je neadekvatna selekcija koja dovodi do unakrsne kontaminacije. U radu su predstavljene osnovne vrste i karakteristike plastike, dato je trenutno stanje plastičnog otpada na Crnogorskom primorju, a analizirani su primjeri dobre prakse u zemljama Evropske Unije kada je riječ o upravljanju plastikom. Detaljno je pojašnjen savremeni tehnološki postupak mehaničke reciklaže plastike, gdje kao finalni proizvod nastaje granulata koji se može koristiti kao vrijedna sirovina.

Osim toga, analizirana je efikasnost paralelne primjene proširene odgovornosti proizvođača i depozitnog sistema vraćanja, dodatno je ponuđen predlog postupka obrade plastičnog otpada na Crnogorskom Primorju, sa najboljom lokacijom za uspostavljanje tehnološke linije u Baru, a na samom kraju je prezentovana mogućnost primjene izdvojenih granulata za proizvodnju potpuno novih ekološki prihvatljivih proizvoda.

**Ključne riječi:** plastični otpad, reciklaža, proširena odgovornost proizvođača, životna sredina, primarna selekcija

**Abstract:** Sustainable management of waste plastic is one of the pressing environmental problems in Montenegro. Although the Law on Waste Management (Official Gazette No. 64/11 and 39/16) defines that plastic is collected and recycled separately from other recyclable materials, the real situation is not promising. An insufficiently informed and ecologically aware public contributes to this situation, along with inevitable infrastructural and financial difficulties. In certain coastal municipalities where containers are used for the separate collection of recyclable dry fraction (paper, cardboard, plastic, metal and glass), inadequate selection has been recorded, which leads to cross-contamination. The paper presents the basic types and characteristics of plastic, presents the current state of plastic waste on the Montenegrin coast, and analyzes examples of good practice in the countries of the European Union when it comes to plastic management. The modern technological process of mechanical plastic recycling is explained in detail, where the final product is a granulate that can be used as a valuable raw material.

In addition, the effectiveness of the parallel application of extended producer responsibility and the return deposit system was analyzed, a proposal was additionally offered for the processing of plastic waste on the Montenegrin coast, with the best location for the establishment of a technological line in Bar, and at the very end, the possibility of using separated granulates for production was presented completely new environmentally friendly products.

**Keywords:** plastic waste, recycling, extended producer responsibility, environment, primary selection

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>9</b>
<b>3. VRSTE I KARAKTERISTIKE PLASTIKE.....</b>	<b>10</b>
<b>4. PLASTIČNI OTPAD NA PODRUČJU CRNOGORSKOG PRIMORJA.....</b>	<b>18</b>
4.1. Količine plastičnog otpada.....	18
4.1.1. Raspoloživi podaci za 2018. godinu.....	19
4.1.2. Raspoloživi podaci za 2019. godinu.....	21
4.1.3. Raspoloživi podaci za 2020. godinu.....	23
4.1.4. Raspoloživi podaci za 2021. godinu.....	27
4.1.5. Raspoloživi podaci za 2022. godinu.....	29
<b>5. PROCJENA BUDUĆIH KOLIČINA PLASTIČNOG OTPADA NA CRNOGORSKOM PRIMORJU.....</b>	<b>32</b>
5.1. Procjena generisane količine otpada za period 2023.-2027. godina.....	34
5.6. Procjena količine otpadne plastike na Crnogorskom primorju za period 2023-2027. godina.....	36
<b>6. UPRAVLJANJE PLASTIČNIM OTPADOM U ZEMLJAMA EVROPSKE UNIJE..</b>	<b>37</b>
6.1. Hijerarhija upravljanja plastičnim otpadom.....	37
6.2. Upravljanje plastičnim otpadom u Evropskoj Uniji.....	39
6.2.1. Upravljanje plastičnim otpadom u Holandiji.....	43
6.2.2. Upravljanje plastičnim otpadom u Italiji.....	46
6.2.3. Upravljanje plastičnim otpadom u Španiji.....	50
6.2.4. Upravljanje plastičnim otpadom u Hrvatskoj.....	52
<b>7. POSTUPANJE SA PLASTIČNIM OTPADOM U CRNOJ GORI.....</b>	<b>56</b>
<b>8. TEHNOLOŠKI POSTUPAK MEHANIČKE OBRADJE PLASTIČNOG OTPADA.....</b>	<b>63</b>
<b>9. REZULTATI I DISKUSIJA.....</b>	<b>70</b>
9.1. Efikasnost paralelne primjene EPR i DRS sistema.....	70
9.2. Predlog postupka obrade plastičnog otpada za Primorsku regiju Crne Gore.....	75
9.3. Upotrebljivost izdvojenih granulata dobijenih mehaničkom obradom plastike .....	78
<b>10. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>82</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>84</b>

## 1. UVOD

Plastika spada u grupu najčešće upotrebljivanih vještački proizvedenih materijala. Trend povećanja količine plastike tokom poslednjih decenija, dovodi do potrebe da se njom pravilno upravlja kako bi se izbjegle štetne posledice po životnu sredinu. Ono što ovu vrstu otpada čini problematičnom, jeste činjenica da se većini plastičnih polimera dodaju aditivi kako bi ojačali i postali fleksibilniji. Upravo neki od ovih aditiva produžavaju životni vijek proizvoda, te je tako za razgradnju pojedinih polimera potrebno i do 400 godina.

Obzirom na sveprisutnost ambalaže za hranu i svakodnevnih proizvoda koji imaju široku aplikaciju, plastika je postala nezamjenljiv materijal u mnogim industrijama kao što su građevinarstvo, inženjering, medicina, automobilska kao i vazduhoplovna industrija [1].

Nažalost, danas je prva asocijacija za riječ plastika zagađenje. Globalno, ogromne količine plastike završe u Svjetske okeane, gdje pod dejstvom atmosferskih prilika dolazi do njihove razgradnje na mikroplastiku koja je toksična po sve žive organizme. Ovakva činjenica je poražavajuća obzirom da su istraživanja otkrila da se plastika može reciklirati do 7 puta, prije nego što se polimeri degradiraju i izgube svoju vrijednost.

Kada je riječ o hijerarhiji upravljanja otpadom, za plastiku, uostalom kao i za ostale kategorije otpada, najpovoljniji scenario je preventivno djelovanje. Uzevši u obzir da je plastika esencijalni materijal koji se sreće na svakom koraku mnogo realnija i prihvatljivija solucija je reciklaža ili ponovna upotreba. U tom smislu mehanička reciklaža plastičnog otpada, kao jedna od mogućih varijanti za tretiranje ove kategorije otpada, predstavlja efikasan sistem, koji omogućava dalju preradu granulata u nove plastične proizvode. Prilikom mehaničkog tretmana plastike poseban akcenat se stavlja na implementaciju mjera koje poboljšavaju efikasnost samog sistema, ovdje se u prvom redu misli na automatizaciju tehnologije sortiranja, ali i primjenu inovativnih tehnologija za prečišćavanje i preradu čime se izbjegava negativan uticaj na životnu sredinu.

Ako je konačni cilj proizvodnja recikliranog granulata, mehanička i hemijska reciklaža su mnogo poželjnije metode obrade plastike u poređenju sa povratom energije putem energetskog iskorišćavanja. Povećanjem kapaciteta reciklaže u razvijenim zemljama, mogu se smanjiti ekološki troškovi koji su procijenjeni na 3,2 milijarde eura godišnje [2].

Primjenom ove metode reciklaže plastike, dobija se granulat čime se zatvara životni ciklus jednog proizvoda, a u isto vrijeme započinje novi jer finalni proizvodi reciklaže plastike imaju širok spektar aplikacija. Mogu se koristiti prije svega kao povratni materijal za proizvodnju ambalaže u prehrambenoj industriji, zatim tekstilnoj industriji, industriji transporta, ali i za proizvodnju predmeta široke upotrebe koji zahtijevaju izdržljivost i otpornost na različite vremenske uslove. Na ovaj način se daje doprinos promovisanju cirkularne ekonomije i osnovnih principa održivog dizajna.



## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Iako su izvrsna svojstva plastike i njena nezamjenljivost u svakodnevnoj upotrebi opšte poznata, nažalost, danas je prva asocijacija na nju zagađenje životne sredine. U tom smislu, motiv za sprovođenje ovog istraživanja su sve veće količine plastičnog otpada koje se mogu primijetiti na Crnogorskom primorju, a naročito u oblasti Bokokotorskog zaliva, koji nije pod uticajem otvorenog mora. Ne manje bitan motiv predstavlja i veliki udio plastičnog otpada u odnosu na ukupnu količinu otpada, koja završi na deponiju. Shodno tome razmatra se uspostavljanje savremenih tehnologija reciklaže ove vrste otpada, kako bi ista dobila ponovnu namjenu, uz istovremenu uštedu deponijskog prostora i poboljšanje kvaliteta životne sredine.

Zakonska regulativa i legislativa iz oblasti životne sredine i upravljanja otpadom koja je na snazi u Crnoj Gori, prati savremene trendove i usklađena je sa zakonodavstvom Evropske Unije. Međutim, neophodno je raditi na implementaciji postavljenih ciljeva, jačanju infrastrukture, unapređenju primarne selekcije otpada i reciklaže. Obzirom da infrastruktura upravljanja otpadom u većini primorskih opština Crne Gore nije na zadovoljavajućem nivou, nameće se potreba izgradnje reciklažnih dvorišta i uspostavljanje sabirnih punktova za odvojeno prikupljanje reciklabilnih materijala (papir, plastika, drvo i metal).

Cilj istraživanja je i uspješna integracija modela proširene odgovornosti proizvođača (EPR) koji će biti sastavni dio novog Zakona o upravljanju otpadom 8/2022 koji bi trebao da bude usvojen tokom ove godine. Očekivani benefiti ovakvog modela za životnu sredinu su: smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, upotreba sekundarnih sirovina u proizvodnji i redukcija upotrebe nereciklabilnih materijala. Istraživanje će takođe biti usmjereno na mogućnost uvođenja Depozitnog sistema naknada (DRS) koji bi u kombinaciji sa EPR doveo do veće motivisanosti građana, a samim tim i efikasnosti sakupljanja plastičnog ambalažnog otpada.

Realizacijom projekta izgradnje pogona za mehaničku reciklažu plastičnog otpada, koji će koristiti najsavremenije tehnologije za sortiranje i oblikovanje, uspostavio bi se efikasan sistem za rješavanje gorućeg problema otpadne plastike, i tako se u značajnoj mjeri smanjila dosadašnja praksa nesavjesnog odlaganja ove vrste otpada na Crnogorskom primorju, ali i osigurala ekonomska korist.

Cilj istraživanja je dati pregled realnog stanja u vezi sa plastičnim otpadom na Crnogorskom primorju, kao i dati opis svjetske prakse kada je riječ o sistemu mehaničkog tretmana plastike, kao i mogućnost primjene jedne takve tehnologije u našoj državi. Sve sa ciljem promovisanja održivog razvoja, principa cirkularne ekonomije, ali i jačanja privrede otvaranjem novih kompanija koje će se baviti reciklažom plastičnog otpada, što automatski povlači nova radna mjesta i stvara bolje socio-ekonomske uslove za život.

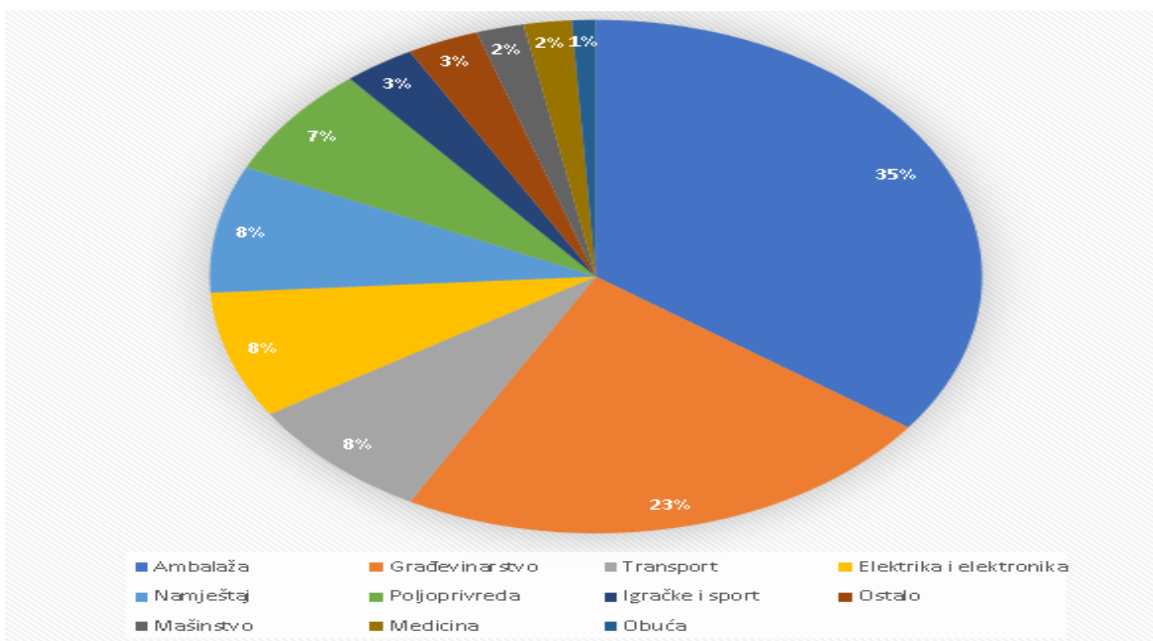
### 3. VRSTE I KARAKTERISTIKE PLASTIKE

Plastični materijali spadaju u grupu sintetičkih organskih polimera. Sami polimeri se definišu kao makromolekuli koji nastaju kao proizvod polimerizacije ili polikondenzacije malih molekula, monomera. Osnovnu građu polimera čine dugi nerazgranati ili razgranati lanci monomera. Upravo ti lanci mogu biti povezani u dvije ili tri dimenzije. Sama riječ polimer je grčkog porijekla, nastala od riječi „poly” što znači više i „meros” u prevodu djelovi. Osnovne sirovine za proizvodnju plastike su organske materije [3].

Polimerizacija predstavlja hemijsku reakciju spajanja velikog broja malih molekula (monomera) u visokomolekulna jedinjenja polimere. Strukturu ovih jedinjenja čine linearni, razgranati ili umreženi makromolekuli, u kojima su povezane identične strukturne jedinice (meri). Ono što je karakteristično za ovaj proces je da se ne generišu nusproizvodi [4].

Polikondenzacija je hemijska reakcija spajanja dvije različite vrste molekula u novi umreženi molekul uz otpuštanje nusproizvoda (npr. kombinacija fenola i formaldehida, uz istovremeno odvajanje vode). Osnovna razlika između polimerizacije i polikondenzacije je činjenica da je reakcija polikondenzacije uslovljena snabdjevenošću energijom tokom čitavog njenog odvijanja [5].

Na sledećoj slici dat je prikaz potrošnje plastike po različitim sektorima [6]:



**Slika 1.** Prikaz potrošnje plastike po pojedinim sektorima [6]

Prema porijeklu polimeri se mogu podijeliti na: prirodne i sintetičke [6].

Razlika između prirodnih i sintetičkih polimera jeste činjenica da se prirodni ne mogu generisati već se za industrijske potrebe uzgajaju na plantažama.

U prirodne polimere ubrajaju se: skrob, celuloza, kaučuk, svila, vuna, pamuk , bjelančevine, nukleinske kiseline, hormoni, posebni polisaharidi koji ulaze u sastav živih organizama [7].

Na sledećoj slici prikazani su neki od prirodnih polimera [7]:



**Slika 2.** Polimeri koji se mogu naći u prirodi a) celuloza, b) svila, c) kaučuk i d) pamuk [7]

U građi sintetičkih polimera učestvuju ugljenik, vodonik i kiseonik. Mogu se dobiti iz prirodnih sirovina, npr. preradom celuloze ili hemijske sinteze nafte. Oni nastaju polimerizacijom sitnih molekula. Spajanjem malih molekula monomera, nastaju veliki molekuli. Sintetički polimeri se odlikuju nizom pozitivnih karakteristika kao što su [8]:

- dobri toplotni i električni izolatori;
- otporni su na vodu;
- nijesu sklони koroziji;
- mogu se oblikovati.

Najčešće korišćeni sintetički polimeri su: Polivinil hlorid (PVC), polietilen tereftalat (PET), polietilen (PE), polistiren (PS) itd.

Linearni i razgranati polimeri se jednim imenom nazivaju termoplastika. Termoplastika se po završetku zagrijavanja, hlađenjem vraća u čvrsto stanje. U termoreaktivnu (termoset) plastiku se ubrajaju poprečno vezani polimeri. Ovu plastiku karakteriše otpornost na visoke temperature. Pri povišenoj temperaturi ona očvrstne, i ne može se više oblikovati. Termoplastični materijali čine oko 80% ukupno korišćene plastike u Evropi. Obzirom da se mnogo lakše recikliraju od termoset plastike, treba voditi računa da se ove dvije vrste plastičnih materijala sakupljaju odvojeno [9].

Neki od primjera termoreaktivnih materijala su: epoksidne smole (ljepkovi, električna izolacija), melamin-formaldehidna smola (laminat otporan na toplotu, ovdje se prvenstveno misli na površine kao što su kuhinjske radne ploče) i fenoli (takođe otporni na toplotu: ručke za tiganje, tostere i pegle) [10].

Ovaj rad će biti fokusiran na 7 različitih tipova plastomera koji se mogu reciklirati. Ovu podjelu je 1988. godine izvršilo Američko udruženje plastične industrije ASPI da bi potrošačima i proizvođačima olakšalo identifikaciju različitih vrsta plastike [11].

Na slici 3 su prikazani simboli najčešće korišćenih tipova plastike [11]:



**Slika 3.** Simboli najčešće korišćenih tipova plastike [11]

**Polietilen tereftalat (PET)** je najčešće korišćena vrsta plastike, uglavnom za jednokratnu upotrebu. Najčešće se nalazi u bocama za vodu, bocama bezalkoholnih pića, posudama za ulje, kozmetici, ali i meteorološkim balonima. Koristi se za jednokratnu upotrebu jer sadrži toksični hemijski antimon, a uslijed izlaganja sunčevoj toploti i pranju može doći do ispiranja ove toksične supstance [12].

Karakteristične osobine PET-a su [13]:

- amforan ili djelimično kristalan prah bijele boje
- gustina 1330-1455 kg/m<sup>3</sup>
- molarna masa 10 000 do 40 000 g/mol
- otporan na uticaj hladne vode, ulja, masti, nepolarnih i slabo polarnih rastvarača
- neotporan na toplu vodu, vodenu paru, koncentrovane kiseline i baze, polarne rastvarače
- odlikuju ga povoljne mehaničke karakteristike poput: otpornosti na dejstvo svjetla, kao i dobre elektroizolacione osobine

Na slici 4 je ilustrovana strukturna formula Polietilen tereftalata (PET) kao i njegova najčešća primjena [14]:



**Slika 4.** Strukturalna formula i najčešća primjena PET-a [14]

**Polietilen visoke gustine (HDPE)** je termoplastika napravljena od nafte, koja se najčešće upotrebljava za proizvodnju stolica, stolova, bokala, šoljica, igraćaka i ambalaža za deterdžent za veš. Ova vrsta plastike je veoma izdržljiva [12].

Potpuno je bezbjedna za upotrebu, mada se prilikom proizvodnje HDPE plastike emituju ugljen-dioksid, nemetanski ugljovodonici, ugljen monoksid, oksidi azota, hrom, ali i čvrsti otpad [12].

On je neproziran i podnosi veće temperature u odnosu na LDPE (može izdržati temperaturu od 120 °C tokom kratke ekspozicije, a 110 °C pri konstantnoj ekspoziciji). Glavne prednosti su mala cijena i dobra hemijska otpornost [15].

Na slici 5 je ilustrovana strukturalna formula Polietilena visoke gustine (HDPE) kao i njegova najčešća primjena [14]:



**Slika 5.** Strukturalna formula i najčešća primjena HDPE plastike [14]

**Polivinil hlorid (PVC)** je termoplastika koja se zbog svoje otpornosti na toplotu najčešće koristi u zgradama, folijama, unutrašnjosti vozila, cijevima, podovima i voodotpornim tkaninama. Pri njegovoj proizvodnji dodaje se plastifikator, te ga to čini mekšim [12].

Ova vrsta plastike je ekološki najštetnija, jer se oslobađaju hloridi koji sadrže dioksine ili toksični gas hlorovodonika koji može izazvati rak, oštećenje imunog sistema ili poremećaj hormonskog ciklusa [12].

Najznačajnije osobine Polivinil hlorida (PVC) su [13]:

- čvrsti bijeli prah, gustine 1350-1460 kg/m<sup>3</sup>
- molarna masa 50 000-150 000 g/mol
- otporan na kiseline i baze
- rastvorljiv u alkoholu i brojnim rastvaračima
- omekšava na 92-94 °C, a topi se na 170 °C
- karakterišu ga odlične elektroizolacione i toplotno izolacione osobine

Na slici 6 je ilustrovana strukturna formula Polivinil hlorida (PVC) kao i njegova najčešća primjena [14]:



**Slika 6.** Strukturna formula i najčešća primjena PVC plastike [14]

**Polietilen niske gustine (LDPE)** se u najvećem broju slučajeva primjenjuje kao plastična kasa za namirnice poput sokova i mlijeka. Zbog veoma niske gustine koristi se u fleksibilnim cijevima kao što su tube za paste za zube i posude za kompot. Uglavnom je providan ili neproziran, ali i lomljiv [12].

Njegova gustina se kreće u opsegu od 0.910-0.940 g/cm<sup>3</sup>. Upotrebljiv je na temperaturi od 90 °C u kraćem vremenskom periodu, a pri konstantnoj upotrebi na temperaturi od 80 °C [14].

Na slici 7 je ilustrovana strukturna formula Polietilena niske gustine (LDPE) kao i njegova najčešća primjena [14]:



**Slika 7.** Strukturna formula i najčešća primjena LDPE plastike [14]

**Polipropilen (PP)** je termoplastični polimer koji se upotrebljava zajedno sa etilenom. Zbog svoje visoke otpornosti na toplotu koristi se u posudama za jogurt i margarin, flašicama za bebe, posudama za mikrotalasne pećnice i njihove poklopce, ali i kuhinjskom posuđu i ventilatorima. Proziran je, ali nije providan [12].

Najznačajnije osobine Polipropilena (PP) su [13]:

- čvrst polimer bez ukusa i mirisa, male gustine  $900-910 \text{ kg/m}^3$
- molarna masa  $60\ 000-200\ 000 \text{ g/mol}$
- temperatura topljenja  $164-170 \text{ }^\circ\text{C}$
- odlična hemijska otpornost
- ima dobre elektroizolacione i mehaničke osobine
- veoma izražena hemijska otpornost.

Na slici 8 prikazana je strukturna formula Polipropilena (PP) kao i njegova najčešća primjena [14]:



**Slika 8.** Strukturna formula i najčešća primjena Polipropilena (PP) [14]

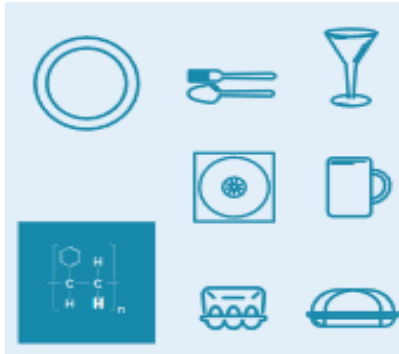
**Polistiren (PS)** predstavlja plastiku na bazi nafte koja se koristi kao tvrda ili u obliku stiropora. Providna je, ali je ili krhka ili žuta pod UV zracima. Najčešće se upotrebljava kao: pribor za jelo za jednokratnu upotrebu, kutije za CD i DVD, kutije za jaja, pakovanje iz restorana, poslužاونike za ponijeti, saksije i kontejnere [12].

Neki od negativnih uticaja na ljudsko zdravlje su: umor, nervoza, otežano spavanje, niske vrijednosti trombocita i hemoglobina, hromozomske i limfne abnormalnosti, a može imati i kancerogeni efekat [12].

Sledeće osobine su karakteristične za Polistiren (PS) [13]:

- čvrst amforan prah, gustine  $1052-1060 \text{ kg/m}^3$
- molarna masa  $50\ 000-200\ 000 \text{ g/mol}$
- otporan na soli i kiseline
- neotporan na aromatične ugljovodonike, ketone, ester i aldehide
- u benzinu bubri
- lak za preradu
- omekšava na  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , a topi se na  $170 \text{ }^\circ\text{C}$

Na slici 9 je ilustrovana strukturna formula Polistirena (PS) kao i njegova najčešća primjena [14]:



**Slika 9.** *Strukturna formula i najčešća primjena Polistirena (PS)* [14]

U kategoriju ostalo spadaju: Akrlonitril-butadien-stiren (ABS), najlon, Polikarbonat (PC), Poliestri, Akriili, Teflon, Silikonim i Tetron [12].

**Akrlonitril-butadien-stiren (ABS)** je termoplastični materijal koji karakteriše hemijska otpornost i stabilnost dimenzija. Pogodan je za galvanizaciju, jeftin je, a koristi se u elektronskim kućištima, auto djelovima, proizvodima široke namjene, otpadnim cijevima, računarskim kućištima i spoljašnjim ukrasima automobila [12].

**Najlon** spada u klasu polimera koji se nazivaju poliamidi. On je svilenkasti materijal, koji prvu komercijalnu upotrebu bilježi u ženskim čarapama, tkaninama za odeću, ukrasnom papiru, tepisima, i padobranima kao zamjena za svilu [12].

**Polikarbonat** je čvrsta, dimenzionalno stabilna i providna termoplastika koja ima višestruku primjenu. On zadržava svoja svojstva u širokom temperaturnom opsegu od - 40 F do 280 F. Može se naći u tri tipa [12]:

- mašinski- sa prozom i staklom koji ima termičku stabilnost, netoksičan je sa malom apsorpcijom vode
- medicinska oprema
- instrumenti kao što su električni izolatori i konektori.

Na slici 10 je prikazana najčešća upotreba ostalih vrsta plastike [14]:



**Slika 10.** *Najčešća upotreba ostalih vrsta plastike* [14]



U tabeli 1 prikazani su različiti tipovi plastike, njihove karakteristike i svakodnevna primjena.

**Tabela 1.** *Različiti tipovi plastike, njihove karakteristike i upotreba* [16]

<b>Tip plastike</b>	<b>Osnovne karakteristike</b>	<b>Najčešća upotreba</b>
Polietilen tereftalat PET	dobra svojstva barijere za gas i vlagu visoka otpornost na toplotu providan tvrd čvrst otporan na rastvarače	flaša za kiselu vodu, gazirana pića i piva unaprijed pripremljene posude za hranu čvrsta vlakna za odjeću i tepihe boce za šampon i tečnost za ispiranje usta
Polietilen visoke gustine HDPE	odlična barijera za vlagu dobra hemijska otpornost polu-fleksibilan i jak propustljiv za gas pigmentirane boce otporne na stress	boce za deterdžent, izbjeljivač i balsam za tkanine kutije za grickalice i žitarice boce za mlijeko i negazirana pića igračke, kante, čvrste cijevi, saksije kante za smeće sa točkovima
Polivinil hlorid PVC	odlična transparentnost čvrst, krut dobra hemijska otpornost dugotrajna stabilnost dobra otpornost na atmosferske prilike niska propustljivost gasa	kreditne kartice podloga za tepihe i druge podne obloge okviri prozora i vrata obloge žica i kablova proizvodi od sintetičke kože
Polietilen niske gustine LDPE	čvrst i fleksibilan mek dobra providnost niska tačka topljenja stabilna električna svojstva	folije, kese za đubrivo, vreće za otpad folije za pakovanje fleksibilne boce cijevi za navodnjavanje
Polipropilen PP	odlična hemijska otpornost visoka tačka topljenja čvrst, ali fleksibilan proziran	većina čepova flaša boce za sirup i kečap kese za hrskavi krompir tkanina/teške torbe
Polistiren PS	visoka prozirnost staklena površina čvrst pod uticajem masti i rastvarača	posude za jogurt kutije za jaja posude za brzu hranu vješalice za kapute pribor za jelo
Ostalo	ostali polimeri koji imaju širok spektar upotrebe u industriji	najlon (PA) akrilonitril-butadien-stiren (ABS) polikarbonat (PC)

#### **4. PLASTIČNI OTPAD NA PODRUČJU CRNOGORSKOG PRIMORJA**

Plastični otpad se može okarakterisati kao svaki plastični proizvod poput kesa ili višeslojnih ambalaža, koji je odbačen nakon primjene ili pošto mu je istekao rok upotrebe.

Prema nacionalnoj regulativi, tj. Pravilniku o klasifikaciji otpada i katalogu otpada (“Sl. List CG”, br: 059/13 od 26.12.2013, 083/16 od 31.12.2016. godine), plastični otpad je registrovan pod šifrom: **20 01 39**, i ne svrstava se u kategoriju opasnog otpada [17].

Način upravljanja plastičnim otpadom u Crnoj Gori definisan je Zakonom o upravljanju otpadom, u kome je članom 11 definisana obaveza proizvođača odnosno uvoznika plastičnog ambalažnog otpada, da putem proširene odgovornosti vrši organizovanje poslova upravljanja otpadom koji nastaje od ovog proizvoda [18].

Član 13 gore navedenog zakona propisuje odvojeno sakupljanje plastike, u skladu sa državnim planom upravljanja otpadom, a na način da ne dolazi do miješanja sa ostalim otpadom ili materijalima različitih svojstava [18].

Može se konstatovati da uprkos zakonski propisanim obavezama, ovakav sistem postupanja sa plastičnim otpadom nije implementiran na teritoriji Crne Gore, odnosno otpadna plastika dominantno završava na deponiji komunalnog otpada, a vrlo male količine plastike na godišnjem nivou završe odvojeno sakupljene u okviru postojećih reciklažnih dvorišta.

Ne manje bitan problem predstavlja činjenica da jedan dio plastičnog ambalažnog otpada na kraju svog životnog vijeka bude nepropisno odložen na plažama duž Crnogorskog primorja, a vrlo često završi i u Jadranskom moru.

Dozvola za sakupljanje/preradu otpada izdaje se od nadležnog organa, u ovom slučaju Agencije za zaštitu životne sredine na period od 5 godina.

Kada je riječ o preradi plastičnog otpada, Agencija za zaštitu životne sredine dostavila je informaciju da u Crnoj Gori ne postoji preduzeće ili preduzetnik kome je izdata dozvola za preradu plastike.

##### **4.1. Količine plastičnog otpada**

Shodno strateškom master planu za upravljanje čvrstim komunalnim otpadom na republičkom nivou iz 2004. godine u kome su dati podaci koji se odnose na predviđeni sastav komunalnog otpada za primorski region, a uzevši u obzir zvanične podatke o ukupnim količinama odloženog otpada na regionalnoj deponiji Možura i privremenom odlagalištu otpada u Reciklažnom centru Meljine u Herceg Novom biće izvršena približna procjena količine plastičnog otpada za period 2018.-2022. godina.

#### 4.1.1. Raspoloživi podaci za 2018. godinu

Na osnovu dostavljenih informacija o količinama deponovanog otpada na Sanitarnoj deponiji Možura za period 2012.-2022. godina po mjesecima i primorskim opštinama koje deponuju otpad na ovoj deponiji u sledećoj tabeli dat je proračun deponovane količine plastičnog otpada za 2018. godinu [19]:

**Tabela 2. Količine plastičnog otpada u tonama deponovane na Sanitarnoj deponiji Možura od strane komunalnih preduzeća primorskih opština [19]**

2018. godina	Preduzeća							Ukupno
	JKP Bar	JKP Ulcinj	JKP Budva	JKP Tivat	JKP Kotor	III Lica	Hemosan	
Januar	203,98	81,03	147,31	58,89	112,69	/	5,82	609,72
Februar	174,61	74,90	128,50	52,68	99,66	0,07	3,44	533,86
Mart	235,75	97,32	169,31	75,29	137,25	0,11	9,71	724,74
April	248,46	121,51	209,82	73,53	135,51	0,24	26,07	815,16
Maj	277,86	138,89	298,26	84,36	153,15	0,27	2,82	955,61
Jun	328,68	184,77	419,31	90,81	178,41	/	5,23	1.207,21
Jul	473,65	329,09	593,43	124,70	161,05	0,27	5,95	1.691,14
Avgust	492,72	367,95	639,05	141,12	191,55	0,10	3,32	1.835,81
Septembar	305,15	172,07	393,50	126,84	174,57	0,24	4,06	1.176,43
Oktobar	281,91	115,20	230,24	95,80	161,93	0,11	3,65	888,84
Novembar	240,41	104,10	171,65	79,71	137,36	0,15	4,13	737,51
Decembar	285,30	108,60	168,95	76,77	144,39	0,31	3,63	787,95
<b>Ukupno</b>	<b>3.548,48</b>	<b>1.895,43</b>	<b>3.569,33</b>	<b>1.080,5</b>	<b>1.787,52</b>	<b>1,87</b>	<b>77,83</b>	<b>1.1960,96</b>

Uzevši u obzir činjenicu da se na teritoriji Crnogorskog primorja ne vrši evidencija o količinama proizvedene ili obrađene plastike, kao i da nema pojedinačnih podataka o vrsti i količini deponovanog otpada za proračun količine plastičnog otpada korišćiće se podatak iz strateškog master plana za upravljanje otpadom na teritoriji Republike Crne Gore za 2004. godinu po kojem plastika čini 15% ukupno generisanog komunalnog otpada na području primorja.

Kako opština Herceg Novi otpad sa svoje teritorije deponuje u okviru reciklažnog centra Meljine, podaci za ovu opštinu će biti prikazani odvojeno od Regionalne deponije Možura.

Prema dostavljenim podacima iz Godišnjeg izvještaja o prijemu miješanog komunalnog otpada u reciklažnom centru Meljine tokom 2018. godine uskladišteno je 15.608,80 tona miješanog komunalnog otpada, što implicira da je ukupna količina plastičnog otpada [20]:

**Tabela 3.** Ukupna količina plastičnog otpada koja je deponovana u okviru Reciklažnog centra Meljine tokom 2018. godine [20]

Lokalna samouprava	Mjesto prihvata otpada	Ukupna količina deponovanog plastičnog otpada
Herceg Novi	Reciklažni centar Meljine	2.341,31 t

Sakupljači otpadne plastike

Kompanija koja prikuplja i skladišti najveće količine otpadne plastike, a posluje na Crnogorskom primorju je Hemosan d.o.o.. Prema podacima iz godišnjeg izvještaja o otpadu za 2018. godinu dostavljenim Agenciji za zaštitu životne sredine ova kompanija je prihvatila i predala na obradu sledeće količine plastike koje su date u tabeli 4 [21].

**Tabela 4.** Podaci o količini plastike koja je sakupljena i predata obrađivaču na obradu od strane kompanije Hemosan d.o.o. iz Bara za 2018. godinu izražena u t/god [21]

Šifra otpada iz Kataloga otpada	Godišnja količina sakupljenog otpada	Količina otpada koji je (privremeno) skladišten na mjestu nastanka	Godišnja količina otpada koji je predat obrađivaču otpada	Oznaka postupka obrade otpada na koju je predat otpad
20 01 39	15,47 t/god	7,15 t/god	8,47 t/god	R12/R13

Nadležni organi lokalne samouprave

Na osnovu podataka iz godišnjeg izvještaja o radu sa finansijskim izvještajem za DOO „Komunalno” Tivat za 2018. godinu prikupljene su sledeće količine plastičnog otpada date u tabeli 5 [22]:

**Tabela 5.** Podaci o prikupljenim količinama plastičnog otpada u tonama iz godišnjeg izvještaja o radu DOO „Komunalno” Tivat za 2018. godinu [22]

Nadležni organ	Vrsta otpada	Prikupljena količina
d.o.o. „Komunalno” Tivat	Plastika (20 01 39)	7,2 t
	PET ambalaža (15 01 02)	19 t
		<b>Svega: 26,2 t</b>

Značajno je pomenuti da Komunalno preduzeće iz Tivta već godinama unazad vrši primarnu selekciju otpada (posebno kartona-papira i plastike) što je svrstava u red rijektih opština kod kojih komunalni otpad prolazi kroz primarnu i sekundarnu selekciju [22].

Selektivno sakupljena plastika (čvrsta plastika i PET ambalaža) prodana je firmama ovlašćenim za sakupljanje odnosno otkup ove vrste otpada [22].

Na osnovu podataka dobijenih iz izvještaja o radu za 2018. godinu DOO „Čistoća“ Herceg Novi otpremljeno je [23]:

**Tabela 6.** Prikaz količina otpremljene plastike od strane Reciklažnog centra Meljine tokom 2018. godine [23]

Opština	Vrsta plastike	Ukupna količina otpremljene plastike
Herceg Novi	PET plastika	5,60 t
	Lomljena plastika	27,86 t
		<b>Ukupno: 33,46 t</b>

U toku 2018. godine je procesom selektivnog odvajanja sirovina, u Reciklažnom centru Meljine sakupljeno 5,60 t PET plastike, kao i 27,86 t lomljene plastike koje su prodate i plasirane na tržište Crne Gore [23].

#### 4.1.2. Raspoloživi podaci za 2019. godinu

Na osnovu dostavljenih informacija o količinama deponovanog otpada na Sanitarnoj deponiji Možura za period 2012.-2022. godina po mjesecima i primorskim opštinama koje deponuju otpad na ovoj deponiji u sledećoj tabeli dat je proračun deponovane količine plastičnog otpada za 2019. godinu [19]:

**Tabela 7.** Količine plastičnog otpada u tonama deponovane na Sanitarnoj deponiji Možura od strane komunalnih preduzeća primorskih opština [19]

2019. godina	Preduzeća							Ukupno
	JKP Bar	JKP Ulcinj	JKP Budva	JKP Tivat	JKP Kotor	III Lica	Hemosan	
Januar	194,79	84,72	151,92	70,66	119,65	/	2,18	623,92
Februar	205,13	91,12	148,95	64,51	83,68	/	6,16	599,55
Mart	260,57	116,06	195,26	73,40	81,67	0,10	5,71	733,31
April	291,48	141,95	222,14	88,91	138,02	0,18	13,74	896,42
Maj	317,70	164,15	306,55	99,48	117,46	0,12	5,64	1.011,1
Jun	369,02	219,30	416,25	123,87	144,91	/	6,87	1.280,22
Jul	514,57	363,21	595,10	158,03	154,45	/	7,40	1.792,76
Avgust	535,17	410,13	646,80	167,90	117,31	3,44	4,95	1.885,7
Septembar	346,47	199,24	419,29	129,11	127,28	0,25	5,00	1.226,64
Oktobar	277,26	128,68	246,59	93,81	146,13	/	5,7	898,17

<b>Novembar</b>	255,96	112,14	184,8	85,19	158,76	8,29	4,48	809,62
<b>Decembar</b>	244,49	99,69	181,07	62,00	169,47	0,37	4,17	761,26
<b>Ukupno</b>	<b>3.812,61</b>	<b>2.130,39</b>	<b>3.714,72</b>	<b>1.216,87</b>	<b>1.558,79</b>	<b>12,75</b>	<b>72</b>	<b>12.518,13</b>

Prema dostavljenim podacima iz Godišnjeg izvještaja o prijemu miješanog komunalnog otpada u reciklažnom centru Meljine tokom 2019. godine uskladišteno je 20.007,97 tona miješanog komunalnog otpada, što implicira da je ukupna količina plastičnog otpada [20]:

**Tabela 8.** Ukupna količina plastičnog otpada koja je deponovana u okviru Reciklažnog centra Meljine tokom 2019. godine [20]

Lokalna samouprava	Mjesto prihvata otpada	Ukupna količina deponovanog plastičnog otpada
Herceg Novi	Reciklažni centar Meljine	3.001,19 t

#### Sakupljači otpadne plastike

Prema podacima iz godišnjeg izvještaja o otpadu za 2019. godinu dostavljenim Agenciji za zaštitu životne sredine Hemosan d.o.o. je prihvatio i predao na obradu sledeće količine plastike koje su date u tabeli 9 [24]:

**Tabela 9.** Podaci o količini plastike koja je sakupljena i predata obrađivaču na obradu od strane kompanije Hemosan d.o.o. iz Bara za 2019. godinu izražena u t/god [24]

Šifra otpada iz Kataloga otpada	Godišnja količina sakupljenog otpada	Količina otpada koji je (privremeno) skladišten na mjestu nastanka	Godišnja količina otpada koji je predat na obradu u druge države	Oznaka postupka obrade otpada na koju je predat u druge države
20 01 39	35,113 t/god	1,783 t/god	40,48 t/god	R3

Kompanija Hemosan d.o.o. je u toku 2019. godine predala 40,48 t plastičnog otpada na dalju obradu u inostranstvo, a naznačeno je da je oznaka postupka obrade otpada R3.

#### Nadležni organi lokalne samouprave

Na osnovu podataka iz Godišnjeg izvještaja o radu sa finansijskim izvještajem za DOO „Komunalno” Tivat za 2019. godinu prikupljene su sledeće količine plastičnog otpada date u tabeli 10 [25]:

**Tabela 10.** Podaci o prikupljenim količinama plastičnog otpada u tonama iz godišnjeg izvještaja o radu DOO „Komunalno” Tivat za 2019. godinu [25]

Nadležni organ	Vrsta otpada	Prikupljena količina
d.o.o. „Komunalno” Tivat	Plastika (20 01 39)	4 t
	PET ambalaža (15 01 02)	13,6 t
		<b>Svega: 17,6 t</b>

Selektivno sakupljena plastika (čvrsta plastika i PET ambalaža) prodana je firmama ovlaštenim za sakupljanje odnosno otkup ove vrste otpada [25].

Na osnovu podataka dobijenih iz izvještaja o radu za 2019. godinu DOO „Čistoća“ Herceg Novi otpremljeno je [26]:

**Tabela 11.** Prikaz količina otpremljene plastike od strane Reciklažnog centra Meljine tokom 2019. godine [26]

Opština	Vrsta plastike	Ukupna količina otpremljene plastike
Herceg Novi	Lomljena plastika	15,74 t

U toku 2019. godine je procesom selektivnog odvajanja sirovina, u Reciklažnom centru Meljine sakupljeno 15,74 t lomljene plastike koja je prodana i plasirana na tržište Crne Gore [26].

#### 4.1.3. Raspoloživi podaci za 2020. godinu

Na osnovu dostavljenih informacija o količinama deponovanog otpada na Sanitarnoj deponiji Možura za period 2012.-2022. godina po mjesecima i primorskim opštinama koje deponuju otpad na ovoj deponiji u sledećoj tabeli dat je proračun deponovane količine plastičnog otpada za 2020. godinu [19]:

**Tabela 12.** Količine plastičnog otpada u tonama deponovane na Sanitarnoj deponiji Možura od strane komunalnih preduzeća primorskih opština [19]

2020. godina	Preduzeća								Ukupno
	JKP Bar	JKP Ulcinj	JKP Budva	JKP Tivat	JKP Kotor	JPK H. N	III Lica	Hemosan	
Januar	210,45	93,20	151,40	38,85	152,34	/	0,08	2,39	648,71
Februar	228,15	94,03	157,68	36,33	168,13	/	/	3,15	687,47
Mart	233,86	104,27	161,76	41,76	144,87	/	0,13	4,73	691,38
April	214,05	102,81	138,78	32,59	130,72	/	/	4,14	623,09
Maj	246,75	115,29	160,25	28,34	180,26	/	8,12	6,20	745,21
Jun	239,36	140,85	170,32	28,83	178,72	/	3,84	7,63	769,55
Jul	274,71	156,15	235,60	32,70	200,76	/	/	4,09	904,01
Avgust	279,49	168,09	298,26	61,29	195,69	102,47	4,07	3,36	1.112,72
Septembar	257,52	135,79	244,98	84,04	155,02	181,53	/	3,13	1.062,01

<b>Oktober</b>	250,81	115,95	176,91	75,96	136,53	159,73	0,40	5,08	921,37
<b>Novembar</b>	213,38	94,43	139,11	59,66	115,26	109	/	7,53	738,37
<b>Decembar</b>	222,55	93,96	152,93	64,78	130,21	/	/	15,05	679,48
<b>Ukupno</b>	<b>2.871,08</b>	<b>1.414,82</b>	<b>2.187,98</b>	<b>585,13</b>	<b>1.888,51</b>	<b>552,73</b>	<b>16,64</b>	<b>66,48</b>	<b>9.583,37</b>

Prema dostavljenim podacima iz Godišnjeg izvještaja o prijemu miješanog komunalnog otpada u reciklažnom centru Meljine tokom 2020. godine uskladišteno je 14.803,89 tona miješanog komunalnog otpada, što implicira da je ukupna količina plastičnog otpada [20]:

**Tabela 13.** Ukupna količina plastičnog otpada koja je deponovana u okviru Reciklažnog centra Meljine tokom 2020. godine [20]

<b>Lokalna samouprava</b>	<b>Mjesto prihvata otpada</b>	<b>Ukupna količina deponovanog plastičnog otpada</b>
Herceg Novi	Reciklažni centar Meljine	2.220,58 t

#### Sakupljači otpadne plastike

Prema podacima iz godišnjeg izvještaja o otpadu za 2020. godinu dostavljenim Agenciji za zaštitu životne sredine ova kompanija je prihvatila i predala na obradu sledeće količine plastike koje su date u tabeli 14 [27]:

**Tabela 14.** Podaci o količini plastike koja je sakupljena i predata obrađivaču na obradu od strane kompanije Hemosan d.o.o. iz Bara za 2020. godinu izražena u t/god [27]

<b>Šifra otpada iz Kataloga otpada</b>	<b>Godišnja količina sakupljenog otpada</b>	<b>Količina otpada koji je (privremeno) skladišten na mjestu nastanka</b>	<b>Godišnja količina otpada koji je predat na obradu u druge države</b>	<b>Oznaka postupka obrade otpada na koju je predat u druge države</b>
20 01 39	25,985 t/god	14,748 t/god	13,020 t/god	R3

Kompanija Hemosan d.o.o. je u toku 2020. godine predala 13,020 t plastičnog otpada na dalju obradu u inostranstvo, a naznačeno je da je oznaka postupka obrade otpada R3.

#### Nadležni organi lokalne samouprave

Na osnovu podataka iz godišnjeg izvještaja o radu sa finansijskim izvještajem za DOO „Komunalno” Tivat za 2020. godinu prikupljene su sledeće količine plastičnog otpada date u tabeli 15 [28]:



**Tabela 15.** Podaci o prikupljenim količinama plastičnog otpada u tonama iz godišnjeg izvještaja o radu DOO „Komunalno” Tivat za 2020. godinu [28]

Nadležni organ	Vrsta otpada	Prikupljena količina
d.o.o. „Komunalno” Tivat	Plastika (20 01 39)	1,2 t
	PET ambalaža (15 01 02)	12,1 t
		<b>Svega: 13,3 t</b>

Selektivno sakupljena plastika (čvrsta plastika i PET ambalaža) prodana je firmama ovlaštenim za sakupljanje, odnosno otkup ove vrste otpada [28].

U godišnjem izvještaju o radu DOO „Komunalne djelatnosti“ Ulcinj za 2020. godinu navodi se da nije sprovedena selekcija komunalnog otpada za potrebe izdvajanja sekundarnih reciklabilnih sirovina. Uprkos činjenici da su ostvarene određene donacije za nabavku kontejnera za primarnu selekciju otpada i prikupljanje reciklabilnih materijala poput PET ambalaže, isti nijesu mogli biti prerađeni zbog kašnjenja u realizaciji projekta reciklažnog dvorišta, koncipiranog na mehaničkoj obradi otpada prema lokalnom planu upravljanja otpadom za period 2016.-2020. godina. Na osnovu podataka dobijenih iz izvještaja o radu za 2020. godinu DOO „Čistoća“ Herceg Novi primljeno i otpremljeno je [29]:

**Tabela 16.** Prikaz količina primljene i otpremljene plastike od strane Reciklažnog centra Meljine tokom 2020. godine [29]

Opština	Vrsta plastike	Ukupna količina primljene i otpremljene plastike
Herceg Novi	Plastika 20 03 39	0,22 t
	Lomljena plastika	4,54 t
		<b>Ukupno: 4,76 t</b>

U toku 2020. godine je procesom selektivnog odvajanja sirovina, u Reciklažnom centru Meljine sakupljeno 4,54 t lomljene plastike koja je prodana i plasirana na tržište Crne Gore [29].

U istom izvještaju dati su podaci o ostvarenom prihodu od prodaje sekundarnih sirovina među kojima je i plastika, a isporučene količine po mjesecima prikazane su u sledećoj tabeli [29]:

**Tabela 17.** Podaci o količini plastike koja je prodana kao sekundarna sirovina tokom 2020. godine [29]

Mjesec	Vrsta izdvojenog otpada	Isporučena količina u tonama
Januar	Plastika	5
Februar	Plastika	3,24
Mart	/	/

April	/	/
Maj	/	/
Jun	/	/
Jul	/	/
Avgust	/	/
Septembar	Plastika	4,54
Oktobar	/	/
Novembar	/	/
Decembar	/	/

#### 4.1.4. Raspoloživi podaci za 2021. godinu

Na osnovu dostavljenih informacija o količinama deponovanog otpada na Sanitarnoj deponiji Možura za period 2012.-2022. godina po mjesecima i primorskim opštinama koje deponuju otpad na ovoj deponiji u sledećoj tabeli dat je proračun deponovane količine plastičnog otpada za 2021. godinu [19]:

**Tabela 18.** Količine plastičnog otpada u tonama deponovane na Sanitarnoj deponiji Možura od strane komunalnih preduzeća primorskih opština [19]

Preduzeća							
JKP Bar	JKP Ulcinj	JKP Budva	JKP Tivat	JKP Kotor	III Lica	Hemosan	Ukupno
197,10	98,57	147,74	58,36	118,14	3,3	10,45	633,66
191,78	93,80	132,83	53,97	96,87	/	9,98	579,23
233,87	105,83	137,17	57,67	102,20	1,55	6,06	644,35
228,63	106,54	156,33	66,03	96,69	0,27	89,14	743,63
261,24	135,35	216,02	85,92	106,78	/	222,31	1027,62
337,07	180,06	323,89	98,67	115,41	/	110,64	1165,74
488,24	358,31	567,12	111,55	262,46	/	213,07	2000,75
540,42	412,40	640,99	128,92	300,25	/	116,47	2139,45
318,80	184,41	324,32	84,82	176,20	/	265,87	1354,42
252,95	123,01	201,95	46,05	150,44	/	116,64	891,04
247,51	110,61	170,56	20,58	158,13	/	98,84	806,23
260,04	115,49	170,52	29,07	155,54	0,61	124,51	855,78
<b>3.557,65</b>	<b>2.024,38</b>	<b>3.189,44</b>	<b>841,61</b>	<b>1.839,11</b>	<b>5,73</b>	<b>1.383,98</b>	<b>12.841,9</b>

Prema dostavljenim podacima iz Godišnjeg izvještaja o prijemu miješanog komunalnog otpada u reciklažnom centru Meljine tokom 2021. godine uskladišteno je 18.277,45 tona miješanog komunalnog otpada, što implicira da je ukupna količina plastičnog otpada [20]:

**Tabela 19.** Ukupna količina plastičnog otpada koja je deponovana u okviru Reciklažnog centra Meljine tokom 2021. godine [20]

Lokalna samouprava	Mjesto prihvata otpada	Ukupna količina deponovanog plastičnog otpada
Herceg Novi	Reciklažni centar Meljine	2.741,61 t

#### Sakupljači otpadne plastike

Prema podacima iz godišnjeg izvještaja o otpadu za 2021. godinu dostavljenim Agenciji za zaštitu životne sredine Hemosan d.o.o. je prihvatio i predao na obradu sledeće količine plastike koje su date u tabeli 20 [30]:

**Tabela 20.** Podaci o količini plastike koja je sakupljena i predata obrađivaču na obradu od strane kompanije Hemosan d.o.o. iz Bara za 2021. godinu izražena u t/god [30]

Šifra otpada iz Kataloga otpada	Godišnja količina sakupljenog otpada	Količina otpada koji je (privremeno) skladišten na mjestu nastanka	Godišnja količina otpada koji je predat sakupljaču
20 01 39	47,118 t/god	61,507 t/god	0,359 t/god

Kompanija Hemosan d.o.o. je u toku 2021. godine predala 0,359 t plastičnog otpada ovlaštenom sakupljaču.

Nadležni organi lokalne samouprave

Na osnovu podataka iz godišnjeg izvještaja o radu sa finansijskim izvještajem za DOO „Komunalno” Tivat za 2021. godinu prikupljene su sledeće količine plastičnog otpada date u tabeli 21 [31]:

**Tabela 21.** Podaci o prikupljenim količinama plastičnog otpada u tonama iz godišnjeg izvještaja o radu DOO „Komunalno” Tivat za 2021. godinu [31]

Nadležni organ	Vrsta otpada	Prikupljena količina
d.o.o. „Komunalno” Tivat	Plastika (20 01 39)	1,3 t
	PET ambalaža (15 01 02)	15,1 t
		<b>Svega: 16,4 t</b>

Na osnovu podataka dobijenih iz izvještaja o radu za 2021. godinu DOO „Čistoća“ Herceg Novi primljeno i otpremljeno je [32]:

**Tabela 22.** Prikaz količina primljene i otpremljene plastike od strane Reciklažnog centra Meljine tokom 2021. godine [32]

Opština	Vrsta plastike	Ukupna količina primljene i otpremljene plastike
Herceg Novi	Plastika 20 03 39	0,40 t
	PET ambalaža 15 01 02	10,56 t
		<b>Ukupno: 10,56 t</b>

Prema podacima dobijenim iz Godišnjeg izvještaja o realizaciji godišnjeg programa za 2021. godinu d.o.o. „Komunalno” Kotor je na pretovarnoj stanici prikupilo sledeće količine plastičnog otpada koje su dati u tabeli 23 u kilogramima [33]:

**Tabela 23.** Prikaz količina primljene i otpremljene plastike od strane d.o.o. „Komunalno“ Kotor tokom 2021. godine [33]

Opština	Vrsta plastike	Ukupna količina prikupljene plastike
Kotor	Plastika 20 03 39	59,500
	Plastična ambalaža (15 01 02)	88,360
		<b>Ukupno: 147,860 kg</b>

Isti izvor navodi da su tokom 2021. godine na tržište plasirane sledeće količine reciklabilnih materijala [33]:

- plastika 50,760 kg
- plastična ambalaža 65,940 kg

#### 4.1.5. Raspoloživi podaci za 2022. godinu

Na osnovu dostavljenih informacija o količinama deponovanog otpada na Sanitarnoj deponiji Možura za period 2012.-2022. godina po mjesecima i primorskim opštinama koje deponuju otpad na ovoj deponiji u sledećoj tabeli dat je proračun deponovane količine plastičnog otpada za 2022. godinu [19]:

**Tabela 24.** Količine plastičnog otpada u tonama deponovane na Sanitarnoj deponiji Možura od strane komunalnih preduzeća primorskih opština [19]

2022. godina	Preduzeća							Ukupno
	JKP Bar	JKP Ulcinj	JKP Budva	JKP Tivat	JKP Kotor	III Lica	Hemosan	
Januar	204,11	94,25	151,77	14,95	147,99	0,12	249,42	862,61
Februar	199,58	96,04	151,99	28,51	125,34	0,14	168,33	769,93
Mart	232,75	110,63	180,9	40,5	145,78	2,22	11,70	724,48
April	266,79	125,69	225,32	65,91	179,01	0,07	12,90	875,69
Maj	294,12	152,52	290,86	96,40	180,99	0,09	16,44	1.031,42
Jun	351,04	225,57	383,26	103,80	207,35	0,02	27,25	1.298,29
Jul	453,48	346,62	564,29	91,69	279,05	/	11,75	1.746,88
Avgust	487,35	384,37	604,72	111,97	330,90	/	9,87	1.929,18
Septembar	314,28	190,15	339,9	99,21	226,80	0,25	14,67	1.185,26
Oktobar	437,55	133,41	245,92	100,76	143,74	/	11,16	1.072,54
Novembar	261,13	117,86	212,13	110,96	150,85	/	13,01	865,94
Decembar	242,04	114,93	215,71	81,06	157,30	/	25,67	836,71
<b>Ukupno</b>	<b>3.744,22</b>	<b>2.092,04</b>	<b>3.566,77</b>	<b>945,72</b>	<b>2.275,1</b>	<b>2,91</b>	<b>572,17</b>	<b>13.198,91</b>

Prema dostavljenim podacima iz Godišnjeg izvještaja o prijemu miješanog komunalnog otpada u reciklažnom centru Meljine tokom 2022. godine uskladišteno je 19.403,34 tona miješanog komunalnog otpada, što implicira da je ukupna količina plastičnog otpada [20]:

**Tabela 25.** Ukupna količina plastičnog otpada koja je deponovana u okviru Reciklažnog centra Meljine tokom 2022. godine [20]

Lokalna samouprava	Mjesto prihvata otpada	Ukupna količina deponovanog plastičnog otpada
Herceg Novi	Reciklažni centar Meljine	2.910,50

Sakupljači otpadne plastike

Prema podacima iz godišnjeg izvještaja o otpadu za 2022. godinu dostavljenim Agenciji za zaštitu životne sredine ova kompanija je prihvatila i predala na obradu sledeće količine plastike koje su date u tabeli 26 [34]:

**Tabela 26.** Podaci o količini plastike koja je sakupljena i predata obrađivaču na obradu od strane kompanije Hemosan d.o.o. iz Bara za 2022. godinu izražena u t/god [34]

Šifra otpada iz Kataloga otpada	Godišnja količina sakupljenog otpada	Količina otpada koji je (privremeno) skladišten na mjestu nastanka	Godišnja količina otpada koji je predat na obradu u druge države	Oznaka postupka obrade otpada na koju je predat u druge države
20 01 39	25,165 t/god	67,692 t/god	18,98 t/god	R3

Kompanija Hemosan je u toku 2022. godine predala 18,98 t plastičnog otpada na dalju obradu u inostranstvo, a naznačeno je da je oznaka postupka obrade otpada R3.

Nadležni organi lokalne samouprave

Na osnovu podataka iz godišnjeg izvještaja o radu sa finansijskim izvještajem za DOO „Komunalno” Tivat za 2022. godinu prikupljene su sledeće količine plastičnog otpada date u tabeli 27 [35].

**Tabela 27.** Podaci o prikupljenim količinama plastičnog otpada u tonama iz godišnjeg izvještaja o radu DOO „Komunalno” Tivat za 2022. godinu [35]

Nadležni organ	Vrsta otpada	Prikupljena količina
d.o.o. „Komunalno” Tivat	Plastika (20 01 39)	1 t
	PET ambalaža (15 01 02)	3,6 t
		<b>Svega: 4,6 t</b>

Komunalno preduzeće iz Tivta je u toku 2022. godine selektivno prikupljenu čvrstu plastiku predalo firmi „Sveti Nikola“ KD Nikšić koja je ovlašćena za sakupljanje ove vrste otpada.

Prema podacima iz izvještaja u toku 2022. godine procesom selektivnog odvajanja sirovina u Reciklažnom centru Meljine nije odvajan plastični otpad koji bi se plasirao na tržište Crne Gore [36].

U tabeli 28 prikazane su postojeće količine uskladištenog plastičnog otpada za period 2018.-2022. godina kod ovlašćenih sakupljača na području Crnogorskog primorja.

**Tabela 28.** *Ukupne količine uskladištene plastike na Crnogorskom primorju tokom 2018.-2022. godine*

<b>Godina</b>	<b>Uskladištena količina</b>
2018	75,13 t
2019	68,45 t
2020	56,82 t
2021	74,22 t
2022	29,76 t
<b>Ukupno: 304,38 t</b>	

Na osnovu prethodnih podataka, u tabeli 29 prikazana je sumarna količina plastičnog otpada deponovana za period 2018.-2022. godina [19].

**Tabela 29.** *Ukupne količine deponovane plastike na Crnogorskom primorju tokom 2018.-2022. godine [19]*

<b>Godina</b>	<b>Deponovana količina</b>
2018	14.302,2 t
2019	15.519,3 t
2020	11.803,9 t
2021	15.583,5 t
2022	16.109,4 t
<b>Ukupno: 73.318,3 t</b>	

Posmatrajući tabelarne podatke može se primijetiti poprilično konstantna količina plastike koja se generiše na godišnjem nivou, sa malim oscilacijama koje su dominantno uzrokovane turističkom sezonom. Jedino je tokom 2020. godine uočljiv značajan pad u količini plastičnog otpada, a razloge u ovome treba tražiti prije svega u pandemiji virusa COVID-19.

## 5. PROCJENA BUDUĆIH KOLIČINA PLASTIČNOG OTPADA NA CRNOGORSKOM PRIMORJU

Da bi se izvršila procjena očekivane generisane količine otpadne plastike za period 2023.-2027. godine na području Crnogorskog primorja najprije je potrebno predstaviti MONSTAT-ovu procjenu broja stanovnika Crne Gore rađenu za period 2020.-2041. godina [36].

U nastavku su prikazane tabele sa očekivanim brojem stanovnika na Crnogorskom primorju i to za opštine: Ulcinj, Bar, Budva, Tivat, Kotor i Herceg Novi za period 2023.-2027. godina [36]:

**Tabela 30.** Procjena broja stanovnika na Crnogorskom primorju od strane MONSTATa za 2023. godinu [36]

Opština	2023. godina		Ukupno
	Urbano i Ruralno područje	Turisti	
Bar	44.154	7.574	<b>51.728</b>
Ulcinj	20.037	6.488	<b>26.525</b>
Budva	22.712	18.946	<b>41.658</b>
Tivat	15.282	4.385	<b>19.667</b>
Kotor	22.765	2.684	<b>25.449</b>
Herceg Novi	30.424	11.088	<b>41.512</b>

**Tabela 31.** Procjena broja stanovnika na Crnogorskom primorju od strane MONSTATa za 2024. godinu [36]

Opština	2024. godina		Ukupno
	Urbano i Ruralno područje	Turisti	
Bar	44.204	7.574	<b>51.778</b>
Ulcinj	20.060	6.488	<b>26.548</b>
Budva	22.738	18.946	<b>41.684</b>
Tivat	15.299	4.385	<b>19.684</b>
Kotor	22.791	2.684	<b>25.475</b>
Herceg Novi	30.458	11.088	<b>41.546</b>

**Tabela 32.** Procjena broja stanovnika na Crnogorskom primorju od strane MONSTATa za 2025. godinu [36]

Opština	2025. godina		Ukupno
	Urbano i Ruralno područje	Turisti	
Bar	44.254	7.574	<b>51.828</b>
Ulcinj	20.083	6.488	<b>26.571</b>
Budva	22.764	18.946	<b>41.710</b>



Tivat	15.316	4.385	<b>19.701</b>
Kotor	22.817	2.684	<b>25.501</b>
Herceg Novi	30.492	11.088	<b>30.492</b>

**Tabela 33.** Procjena broja stanovnika na Crnogorskom primorju od strane MONSTAT-a za 2026. godinu [36]

Opština	2026. godina		Ukupno
	Urbano i Ruralno područje	Turisti	
Bar	44.304	7.574	<b>51.878</b>
Ulcinj	20.106	6.488	<b>26.594</b>
Budva	22.790	18.946	<b>41.736</b>
Tivat	15.333	4.385	<b>19.718</b>
Kotor	22.843	2.684	<b>25.527</b>
Herceg Novi	30.526	11.088	<b>30.526</b>

**Tabela 34.** Procjena broja stanovnika na Crnogorskom primorju od strane MONSTAT-a za 2027. godinu [36]

Opština	2027. godina		Ukupno
	Urbano i Ruralno područje	Turisti	
Bar	44.375	7.574	<b>51.949</b>
Ulcinj	20.138	6.488	<b>26.626</b>
Budva	22.826	18.946	<b>41.772</b>
Tivat	15.357	4.385	<b>19.742</b>
Kotor	22.879	2.684	<b>25.563</b>
Herceg Novi	30.575	11.088	<b>30.575</b>

Za procjenu količine plastičnog otpada koja će biti generisana tokom petogodišnjeg perioda od 2023.-2027. godine potrebno je koristiti MONSTAT-ove podatke koji se odnose na procjenu budućih količina otpada za period 2022.-2041. godina [36].

### 5.1. Procjena generisane količine otpada za period 2023.-2027. godina

U tabeli 35 data je Monstatova procjena količine generisanog otpada po opštinama Crnogorskog primorja za 2023. godinu. U procjenu su uračunata urbana i ruralna područja, kao i aproksimativna količina otpada generisana od strane turista.

**Tabela 35.** MONSTAT-ova procjena količine generisanog otpada za primorske opštine za 2023. godinu izražena u tonama [36]

Opština	Proizvodnja otpada u t/god za 2023. godinu		
	Urbana i ruralna područja	Turisti	Ukupno
Bar	20.470 t	5.367 t	<b>25.837 t</b>
Budva	12.274 t	13.426 t	<b>25.700 t</b>
Ulcinj	9.728 t	4.597 t	<b>14.325 t</b>
Tivat	7.939 t	3.107 t	<b>11.046 t</b>
Kotor	11.135 t	1.902 t	<b>13.037 t</b>
Herceg Novi	15.313 t	7.857 t	<b>23.170 t</b>

U tabeli 36 prikazana je Monstatova procjena količine generisanog otpada po opštinama Crnogorskog primorja za 2024. godinu. Podaci koji se odnose na očekivanu količinu otpada generisanu od strane turista su varijabilni i svakako dominantno zavise od same turističke sezone i broja gostiju.

**Tabela 36.** MONSTAT-ova procjena količine generisanog otpada za primorske opštine za 2024. godinu izražena u tonama [36]

Opština	Proizvodnja otpada u t/god za 2024. godinu		
	Urbana i ruralna područja	Turisti	Ukupno
Bar	20.814 t	5.367 t	<b>26.181 t</b>
Budva	12.530 t	13.426 t	<b>25.956 t</b>
Ulcinj	9.905 t	4.597 t	<b>14.502 t</b>
Tivat	8.096 t	3.107 t	<b>11.203 t</b>
Kotor	11.338 t	1.902 t	<b>13.240 t</b>
Herceg Novi	15.604 t	7.857 t	<b>23.461 t</b>

U tabeli 37 data je Monstatova procjena količine generisanog otpada za svaku od opština Crnogorskog primorja za 2025. godinu. Može se uočiti blagi rast količine otpada generisane u urbanim i ruralnim područjima, prije svega zbog očekivanih migracija stanovnika dominantno iz Sjeverne regije Crne Gore.

**Tabela 37.** MONSTAT-ova procjena količine generisanog otpada za primorske opštine za 2025. godinu izražena u tonama [46]

Opština	Proizvodnja otpada u t/god za 2025. godinu		
	Urbana i ruralna područja	Turisti	Ukupno
Bar	21.166 t	5.367 t	<b>26.533 t</b>
Budva	12.791 t	13.426 t	<b>26.217 t</b>
Ulcinj	10.085 t	4.597 t	<b>14.682 t</b>
Tivat	8.257 t	3.107 t	<b>11.364 t</b>
Kotor	11.547 t	1.902 t	<b>13.449 t</b>
Herceg Novi	15.902 t	7.857 t	<b>23.759 t</b>

U tabeli 38 data je Monstatova procjena količine generisanog otpada za opštine Primorske regije Crne Gore za 2026. godinu. U procjenu su uračunate količine otpada generisane u urbanim i ruralnim područjima, kao i od turista tokom ljetnje sezone.

**Tabela 38.** MONSTAT-ova procjena količine generisanog otpada za primorske opštine za 2026. godinu izražena u tonama [36]

Opština	Proizvodnja otpada u t/god za 2026. godinu		
	Urbana i ruralna područja	Turisti	Ukupno
Bar	21.239 t	5.367 t	<b>26.606 t</b>
Budva	12.846 t	13.426 t	<b>26.272 t</b>
Ulcinj	10.122 t	4.597 t	<b>14.719 t</b>
Tivat	8.289 t	3.107 t	<b>11.396 t</b>
Kotor	11.589 t	1.902 t	<b>13.491 t</b>
Herceg Novi	15.964 t	7.857 t	<b>23.821 t</b>

U tabeli 39 prikazana je Monstatova procjena količine generisanog otpada za opštine koje se nalaze na crnogorskom primorju za 2027. godinu. Procjenom su obuhvaćena urbana i ruralna područja za šest primorskih opština, ali i proizvedena količina otpada od strane turista koji borave u ovim gradovima dominantno tokom ljetnje sezone.

**Tabela 39.** MONSTAT-ova procjena količine generisanog otpada za primorske opštine za 2027. godinu izražena u tonama [36]

Opština	Proizvodnja otpada u t/god za 2027. godinu		
	Urbana i ruralna područja	Turisti	Ukupno
Bar	21.321 t	5.367 t	<b>26.688 t</b>
Budva	12.904 t	13.426 t	<b>26.330 t</b>
Ulcinj	10.163 t	4.597 t	<b>14.760 t</b>

Tivat	8.326 t	3.107 t	<b>11.433 t</b>
Kotor	11.637 t	1.902 t	<b>13.539 t</b>
Herceg Novi	16.032 t	7.857 t	<b>23.889 t</b>

## 5.2. Procjena količine otpadne plastike na Crnogorskom primorju za period 2023.-2027. godina

U sledećoj tabeli dat je prikaz očekivanih količina plastičnog otpada koje će biti generisane za period od 2023.-2027. godine na području Crnogorskog primorja. Za proračun su korišćeni MONSTAT-ovi podaci o procjeni generisanog otpada kao i podatak iz Strateške master studije upravljanja otpadom za Republiku Crnu Goru iz 2004. godine po kojoj je udio plastike u ukupnoj količini komunalnog otpada 15% [36]:

**Tabela 40.** Procjena ukupne količine plastike u tonama koja će biti generisana za period 2023.-2027. godina na Crnogorskom primorju [36]

Godine	Opštine						Ukupno
	Bar	Ulcinj	Budva	Tivat	Kotor	H. N.	
<b>2023.</b>	3.875,55	2.148,75	3.855	1.656,9	1.955,55	3.475,5	16.967,25
<b>2024.</b>	3.927,15	2.175,3	3.893,4	1.680,45	1.986	3.519,15	17.181,45
<b>2025.</b>	3.979,95	2.202,3	3.932,55	1.704,6	2.017,35	3.563,85	17.400,6
<b>2026.</b>	3.990,9	2.207,85	3.940,8	1.709,4	2.023,65	3.573,15	17.445,75
<b>2027.</b>	4.003,2	2.214	3.949,5	1.714,95	2.030,85	3.583,35	17.495,85
<b>Ukupno</b>	<b>19.776,75</b>	<b>10.948,2</b>	<b>19.571,25</b>	<b>8.466,3</b>	<b>10.013,4</b>	<b>17.715</b>	<b>86.490,9</b>

Na osnovu sumarno prikazanih podataka u tabeli 40 može se konstatovati da će na Crnogorskom primorju u 2023. godini biti generisano cca. 16.967,26 tona otpadne plastike, a da će 2027. godine biti generisano cca. 17.495,85 tona otpadne plastike koja vodi porijeklo iz domaćinstava.

## 6. UPRAVLJANJE PLASTIČNIM OTPADOM U ZEMLJAMA EVROPSKE UNIJE

### 6.1. Hijerarhija upravljanja plastičnim otpadom

Kao i sa ostalim kategorijama otpada, sa plastičnim otpadom treba postupati na najodrživiji mogući način. Na slici 11 prikazana je hijerarhija upravljanja otpadom po različitim stepenima prioriteta [37]:



**Slika 11.** Šema hijerarhije upravljanja otpadom [37]

Na šemi piramidalnog oblika dat je jasan prikaz različitih metoda rukovanja otpadom, od onih koje su najpoželjnije i najodrživije pa sve do onih koje su najmanje ekološki prihvatljive. Prvu i najvišu poziciju zauzima prevencija nastanka otpada. Princip koji podrazumijeva maksimu „bolje spriječiti nego liječiti“ je primarni cilj prilikom upravljanja plastičnim otpadom, budući da ukoliko se poštuju osnovna načela ovog principa nema potrebe za bilo kakvim sakupljanjem, ali i daljom preradom otpada. Ovaj model upravljanja otpadom daje najbolje rezultate ukoliko se implementiraju najsavremeniji načini proizvodnje, koji generišu minimalnu i neznatnu količinu otpada, kao i izmjenama potrošačkih navika i pakovanja [37].

Bolji i inovativniji dizajn proizvoda, uključujući i smanjenje (primjera radi tanji proizvod ili optimalan odnos težina/zapremina) upotrebe materijala, također umanjuje ukupnu količinu generisanog plastičnog otpada. Osim ove mjere, dizajniranje proizvoda sa ciljem produženja njegovog životnog vijeka se također može posmatrati kao prevencioni napor [38].

Dodatno, potrebno je razmotriti zamjenu plastike drugim materijalima poput: drva, papira, stakla, metala itd., ali i akcentovati potrebu smanjenja upotrebe štetnih jedinjenja prilikom proizvodnje plastike [38].

Prevencijom nastanka plastičnog otpada postiže se [38]:

- redukovanje kvantitativne količine generisanog plastičnog otpada
- smanjenje negativnih uticaja nastalog otpada na zdravlje ljudi i životnu sredinu
- eliminiše sadržaj štetnih materija u materijalima i proizvodima.

Druga u hijerarhiji najpoželjnijih opcija je svakako ponovna upotreba, koja podrazumijeva da se otpadni materijali ili proizvodi bez prethodnih strukturnih promjena ponovno koriste za prvobitnu ili neku drugu namjenu. Na ovaj način se produžava životni vijek proizvoda, čime se u izvjesnoj mjeri osigurava i ušteda u korišćenju resursa. Najčešći primjeri ove mjere su: plastične flaše koje se mogu dopunjavati, a koriste se za piće kao i plastične posude koje se mogu koristiti za višekratnu upotrebu. Kako bi ova mjera u potpunosti zaživjela potrebno je raditi na podizanju svijesti potrošača o iscrpljenosti neobnovljivih izvora energije. Primjera radi konzumenti moraju biti svjesni da je upotreba plastičnih kesa za jednokratnu upotrebu neprihvatljiva [38].

Međutim, ono što je neizbježno, jeste da će se u budućnosti i dalje generisati ogromne količine plastičnog otpada. Stoga je neophodno sav fokus usmjeriti na reciklažu ove kategorije otpada sa ciljem zatvaranja petlje i postepenog usvajanja načina razmišljanja po modelu cirkularne ekonomije. Reciklažom, bilo mehaničkom ili hemijskom, stvara se sekundarna sirovina koja se može koristiti za proizvodnju originalnog ili nekog drugog proizvoda. Eventualni izostanak reciklaže, te okončanje životnog vijeka proizvoda na deponiji, u prevodu znači gubitak istih onih resursa koji su korišćeni za njegovu proizvodnju [38].

U slučaju kada primjena prethodno navedenih metoda iz nekog razloga nije moguća, pristupa se regeneraciji energije kroz spaljivanje. Postupkom rekuperacije otpad se valorizuje na način što se upotrebljava kao zamjena za neki prirodni resurs npr. kao gorivo u procesu insineracije za dobijanje toplotne ili električne energije. Insineracijom polimera oslobađa se njihova kalorijska vrijednost i ovaj vid njihovog iskorišćavanja se smatra djelimičnim vidom reciklaže. Ona se najčešće primjenjuje kada je riječ o visoko kontaminiranim ili složenim otpadnim polimerima, kao što su medicinski otpad kao i pakovanja opasnih supstanci [38].

Odlaganje otpada na deponiju je poslednja karika u ovoj piramidalnoj šemi, i ujedno najmanje poželjna opcija koju svakako treba izbjeći. Otpad se deponuje samo u onom slučaju kada ne postoji adekvatno rješenje, odnosno kada se otpad ni na jedan način ne može preraditi ili iskoristiti.

Princip hijerarhije upravljanja otpadom sastavni je dio Okvirne direktive o otpadu 2008/98/EC i naknadno je uvršten u nacionalno zakonodavstvo zemalja članica EU, ali i u Zakon upravljanja

otpadom Crne Gore. Osnovni cilj ove Evropske direktive je promovisanje prevencije nastanka otpada, ali i ostalih poželjnih modela upravljanja poput ponovne upotrebe i reciklaže u odnosu na energetske iskorišćenje i deponovanje [38].

## 6.2. Upravljanje plastičnim otpadom u Evropskoj Uniji

Industrija plastike je veoma značajna za Evropsku ekonomiju, stoga povećanje njene održivosti može dovesti do veće inovativnosti, konkurentnosti, ali i otvaranja radnih mjesta u skladu sa Strategijom industrijske politike EU [39].

Decembra 2015. godine Komisija je usvojila Akcioni plan Evropske Unije za Cirkularnu Ekonomiju. Ovim akcionim planom plastika je identifikovana kao jedna od prioritarnih oblasti za koju je potrebno pripremiti strategiju koja će se baviti izazovima koji se tiču plastike kroz njen cjelokupni životni ciklus. Komisija je 2017. godine potvrdila da će tokom narednih godina akcent biti na proizvodnju i upotrebu plastike, a sve sa ciljem da se osigura reciklaža cjelokupne plastične ambalaže do 2030. godine [39].

Tokom prethodnih 50 godina, može se uočiti konstantan rast značaja plastike u ekonomiji zemalja Evropske Unije. Globalna proizvodnja plastike porasla je za čak dvadeset puta u odnosu na 1960-te godine, te je 2015. godine dostigla količinu od 322 miliona tona. Procjene su da će se u narednih dvadeset godina ova količina udvostručiti [39].

Na slici 12 prikazana je Evropska potražnja za plastikom po različitim oblastima za 2015. godinu [39]:



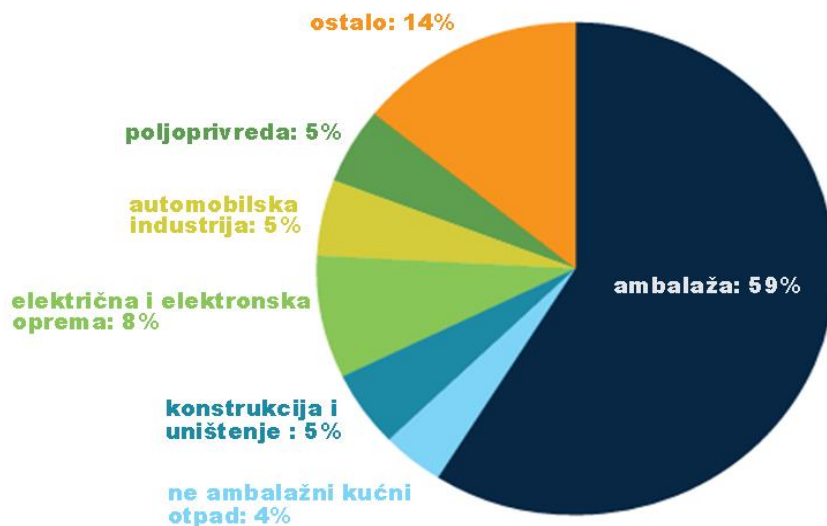
**Slika 12.** Evropska potražnja za plastikom po različitim oblastima primjene za 2015. godinu [39]

U Evropskoj Uniji sektor plastike zapošljava oko 1.5 miliona ljudi. Tokom 2015. godine ostvaren je promet u iznosu od 340 milijardi eura. Iako je proizvodnja plastike na nivou EU stabilna, poslednjih godina bilježi se pad na globalnom tržištu otpada, budući da proizvodnja raste u drugim djelovima svijeta. Na nivou EU, potencijal za reciklažu plastičnog otpada ostaje najčešće

neiskorišćen. I dalje je procenat ponovne upotrebe i reciklaže plastičnih proizvoda na kraju njihovog životnog vijeka jako nizak, posebno kada se vrši poređenje sa ostalim reciklabilnim materijalima kao što su papir, staklo ili metali [39].

U Evropi se svake godine generiše oko 25,8 miliona tona plastičnog otpada. Nešto manje od 30% ovog otpada prikuplja se za reciklažu. Velika većina ovog otpada se dalje tretira u zemljama trećeg svijeta, gdje se primjenjuju različiti ekološki standardi [39].

Na slici 13. prikazana je procentualna zastupljenost generisanog plastičnog otpada po različitim granama industrije na nivou EU [39].



**Slika 13.** Procentualna zastupljenost generisanog plastičnog otpada po različitim industrijskim granama na nivou EU tokom 2015. godine [39]

Paralelno, stope deponovanja i energetske iskoriscavanja plastičnog otpada ostaju prilično visoke 31%, odnosno 39%. Tokom protekle decenije bilježi se smanjenje količine deponovane plastike, ali istovremeno raste količina plastike koja je podvrgnuta procesu spaljivanja. Prema nekim procjenama, privreda nakon jednokratne upotrebe gubi 95% vrijednosti plastične ambalaže, odnosno prevedeno finansijskim rečnikom, između 70 i 105 milijardi eura godišnje [39].

Potražnja za recikliranom plastikom danas čini samo oko 6% ukupne potražnje za plastikom u Evropi. Može se konstatovati da je posljednjih nekoliko godina, sektor reciklaže plastike u Evropskoj Uniji bio pogođen niskim cijenama robe, kao i neizvjesnošću kada je riječ o plasmanu reciklirane plastike na tržište. Ulaganja u nove kapacitete i postrojenja za reciklažu plastike sputana su, uslijed niske profitabilnosti ovog sektora [39].

Procjene pokazuju da bi potencijalna godišnja ušteda energije, reciklažom cjelokupnog globalnog plastičnog otpada iznosila 3,5 milijarde barela nafte godišnje [39].



Veoma je zabrinjavajuća činjenica da na nivou Evropske unije svake godine od 150 000-500 000 tona plastičnog otpada završi u okeane. Takođe, nedavna istraživanja su pokazala da se plastika akumulira u Mediteranskom moru u gustini koja je uporediva sa oblastima najveće akumulacije plastike u svjetskim okeanima. Poznato je da osim što šteti životnoj sredini, morski otpad nanosi značajnu ekonomsku štetu djelatnostima poput turizma, ribarstva i pomorstva [39].

Ne manje bitnu opasnost predstavlja i mikroplastika. Procjenjuje se da se između 75.000 i 300.000 tona mikroplastike svake godine u Evropsku Uniju ispusti u životnu sredinu. Dok najveći dio mikroplastike nastaje fragmentacijom većih komada, značajne količine dospijevaju direktno u okruženje, što ih čini izazovnijim sa aspekta praćenja i prevencije [39].

Pametna, inovativna i održiva industrija plastike, gdje su dizajn i proizvodnja u potpunosti u skladu sa principima ponovne upotrebe, popravke i reciklaže, donosi rast broja radnih mjesta na nivou Evropske Unije, pomaže u smanjenju emisija gasova sa efektom staklene bašte, ali i smanjuje zavisnost od uvezenih fosilnih goriva [39].

U tom smislu, da bi se u potpunosti ostvarila jedna ovakva vizija, EU predlaže ambiciozan skup mjera i identifikuje ključne akcije za nacionalne i regionalne vlasti i industriju [39].

Jedna od tih mjera svakako podrazumijeva i poboljšanje ekonomičnosti i kvaliteta reciklaže plastike. Procentualni rast reciklaže plastike uporediv sa drugim reciklabilnim materijalima, može se postići samo unapređenjem načina na koji se plastika i plastični proizvodi proizvode i dizajniraju. Da bi jedan ovako kompleksan sistem funkcionisao, neophodna je kompaktna sinergija u cijelom lancu: počevši od industrije i proizvođača plastike, pa sve do javnih i privatnih kompanija za upravljanje otpadom [39].

Njihove glavne obaveze u tom smislu su [39]:

- rad na poboljšanju dizajna i podrška inovacijama kako bi se plastika i plastični proizvodi lakše reciklirali;
- poboljšanje primarne selekcije plastičnog otpada, kako bi se obezbijedio kvalitetan input za industriju reciklaže iste
- proširenje i modernizacija kapaciteta na nivou EU za sortiranje i reciklažu
- kreiranje održivih tržišta za recikliranu i obnovljenu plastiku.

Kako bi se pospješila realizacija ovih aktivnosti, Evropska Komisija je već predložila nova pravila o upravljanju otpadom. Osnovna svrha tih pravila je da nacionalne vlasti poboljšaju odvojeno sakupljanje, kapacitete za reciklažu otpada i jasnije definišu pravila koja se odnose na proširenu odgovornost proizvođača [39].

Činjenično stanje ukazuje da proizvođači plastičnih proizvoda i ambalaža ulažu vrlo malo napora na podsticaj reciklaže i ponovne upotrebe, prilikom dizajniranja svojih proizvoda. Dodavanje određenih aditiva kojima se ispunjavaju estetski zahtjevi proizvođača, komplikuje se proces reciklaže (rast cijene i smanjen kvalitet finalnog granulata) [39].

Plastična ambalaža je prioritetna oblast kada je riječ o kvalitetnijem dizajnu koji će samim tim dovesti do većih stopa reciklaže, budući da ona čini oko 60% plastičnog otpada. Izračunato je da

bi poboljšanje dizajna moglo prepoloviti troškove reciklaže plastičnog otpada, npr. boljim dizajnom proizvoda osigurava se lakše recikliranje, ali i uštede u iznosu od 77-120 eura po toni sakupljenog plastičnog otpada [39].

Komisija je 2015. godine predložila da se do 2025. godine reciklira najmanje 55% plastične ambalaže u Evropskoj Uniji. Ono što je evidentno, jeste da se za potrebe visokokvalitetnog recikliranja, pitanja dizajna moraju rješavati mnogo sistematičnije. Osnovni cilj je da se do 2030. godine sva plastična ambalaža koja se stavlja na tržište EU može ponovno koristiti ili lako reciklirati. U ovom kontekstu, Evropska komisija planira istraživanja u pravcu potpune valorizacije koncepta proširene odgovornosti proizvođača (EPR), ali i razvoj ekonomskih podsticaja koji bi poslužili kao svojevrsna nagrada za one koji ulažu napore u postizanju najodrživijeg dizajna [39].

Na nivou Evropske Unije, upotreba reciklirane plastike u novim proizvodima je veoma niska i često ostaje ograničena na male vrijednosti ili posebne primjene. Nedavna dešavanja kada je riječ o međunarodnoj trgovini, koja ograničavaju ključne izvozne rute za plastični otpad sakupljen za reciklažu, predstavljaju urgentni poziv za razvoj Evropskog tržišta za recikliranu plastiku [39].

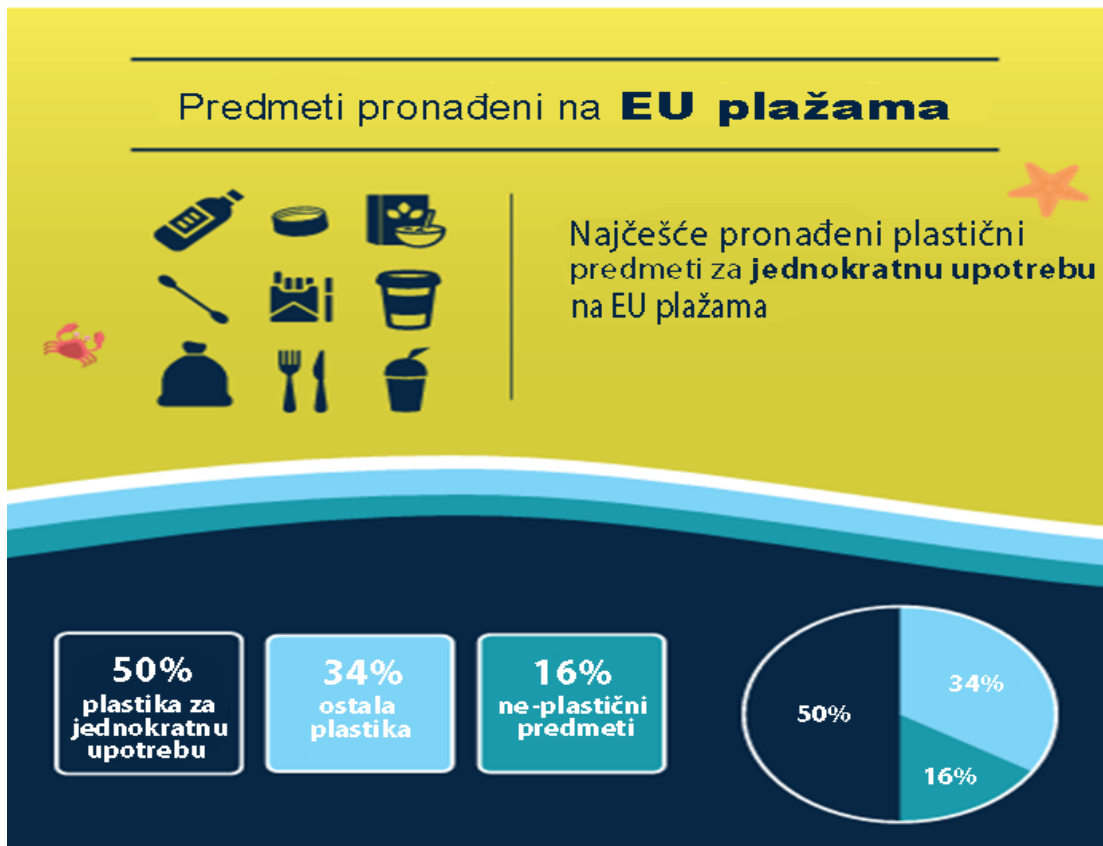
Jedan od glavnih razloga niske upotrebe reciklirane plastike jeste zabrinutost globalnih proizvođača da reciklirana plastika neće zadovoljiti njihove standarde kvaliteta, ali i kvantiteta. Najčešće plastiku recikliraju mala i regionalna postrojenja, a veći obim i standardizacija bi osigurali nesmetan rad tržišta. Imajući gorepomenuto na umu, Evropska Komisija je posvećena saradnji sa Evropskim komitetom za standardizaciju na razvoju standarda kvaliteta za sortirani plastični otpad i recikliranu plastiku [39].

Boljitak u reciklaži plastike, usporavaju nedovoljne količine i kvalitet odvojenog sakupljanja i sortiranja. Sortiranje plastike je prije svega bitno kako bi se izbjegla kontaminacija i unošenje zagađivača u reciklažne tokove, čime se ujedno zadržavaju visoki standardi bezbjednosti za reciklirane materijale. Nacionalne, regionalne i lokalne vlasti, u saradnji sa operaterima za upravljanje otpadom, imaju ključnu ulogu u podizanju svijesti i obezbjeđivanju visokokvalitetnog odvojenog sakupljanja. U tom smislu potrebno je koristiti finansijske resurse prikupljene kroz šemu proširene odgovornosti proizvođača. Osim toga, sistemi depozitnih naknada mogu doprinijeti postizanju veoma visokih procenata reciklaže [39].

Kako bi se afirmisale standardizovanije i efikasnije prakse širom Evropske Unije, Komisija će izdati nove smjernice za odvojeno prikupljanje i sortiranje otpada. Što je još bitnije, Komisija snažno podržava Evropski parlament i Savjet u njihovim trenutnim naporima da modifikuju pravila o otpadu kako bi se osigurala bolja primjena postojećih obaveza o separativnom prikupljanju plastike [39].

Rast upotrebe plastike za širok spektar kratkotrajnih primjena dovodi do generisanja velikih količina plastičnog otpada. Plastični predmeti za jednokratnu upotrebu glavni su izvor kontaminacije životne sredine plastikom, jer ih je jako teško reciklirati budući da se dominantno koriste van domaćinstava. Dodatno, ovi proizvodi spadaju u predmete koji se najčešće nalaze na plažama i predstavljaju oko 50% morskog otpada [39].

Na slici 14 prikazani su plastični predmeti koji se najčešće mogu naći na plažama Evropske Unije [39].



**Slika 14.** Predmeti pronađeni širom plaža Evropske Unije [39]

EU je već preduzela konkretne korake tako što je postavila zahtjeve državama članicama da usvoje mjere koje se odnose na smanjenje potrošnje plastičnih kesa kao i za smanjenje i praćenje morskog otpada. Takođe, značajna finansijska sredstva Evropska Unija raspoređuje za potrebe suzbijanja morskog otpada, podržavajući na taj način globalne, nacionalne i regionalne akcije. Pravila Evropske Unije podržavaju veće stope reciklaže i bolje i efikasnije sisteme sakupljanja otpada, i ona su stoga veoma važna u sprječavanju zagađenja životne sredine plastičnim otpadom [39].

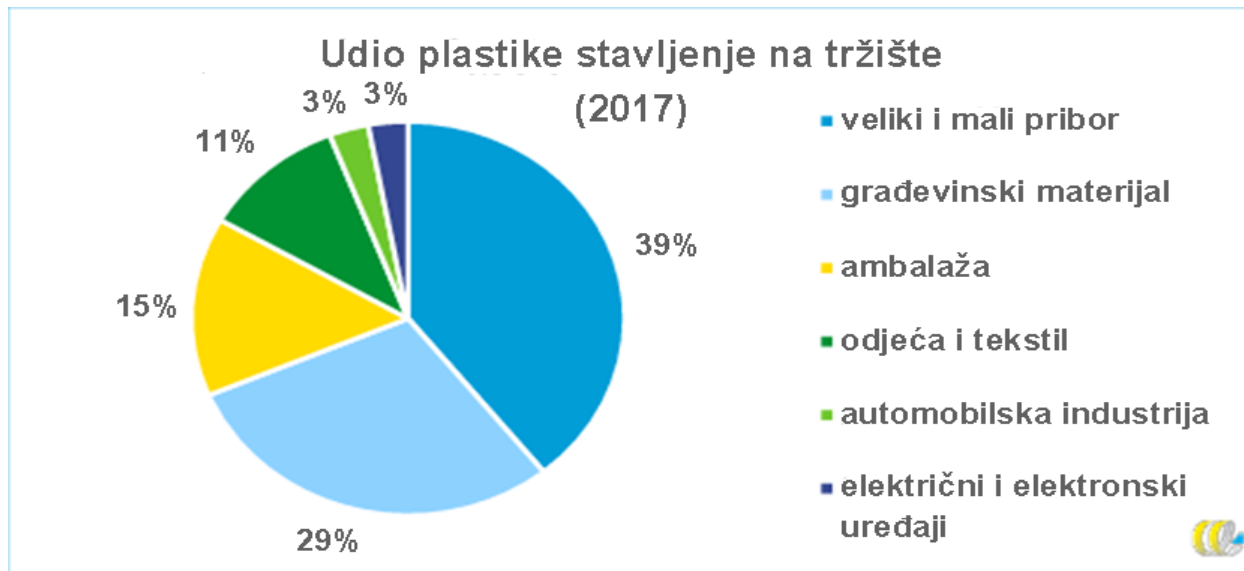
Kao što je ranije rečeno, šema proširene odgovornosti proizvođača na nacionalnom nivou može pomoći finansiranju aktivnosti za suzbijanje plastičnog otpada i sprovođenju promotivnih kampanja i ekološko-edukativnih radionica. Depozitni sistem naknada je u nekoliko zemalja Evropske unije doprinio da se postignu visoke stope prikupljanja plastične ambalaže za piće [39].

### 6.2.1. Upravljanje plastičnim otpadom u Holandiji

U Holandiji je u 2017. godini na tržište stavljeno približno 1900 kilotona plastike. Od ukupne količine, 40% se koristi za potrebe velikog i malog posuđa, 30% plastike je zastupljeno u

ambalaži, 15% u građevinskom materijalu, 11% u odjeći i tekstilu i 3% u automobilima, i električno-elektronskoj opremi [40].

Na slici 15 može se vidjeti zastupljenost plastike plasirane na holandsko tržište kada je riječ o različitim industrijskim sektorima [40].



**Slika 15.** Zastupljenost plastike u različitim industrijama koja je plasirana na holandsko tržište 2017. godine [40]

Upadljiv je konstantan rast količine plastike koja se na godišnjem nivou stavlja na tržište, primjera radi količina plastične ambalaže je porasla za 10% u periodu između 2013. i 2017. godine i to sa 463 kilotona na 512 kilotona plastične ambalaže godišnje [41].

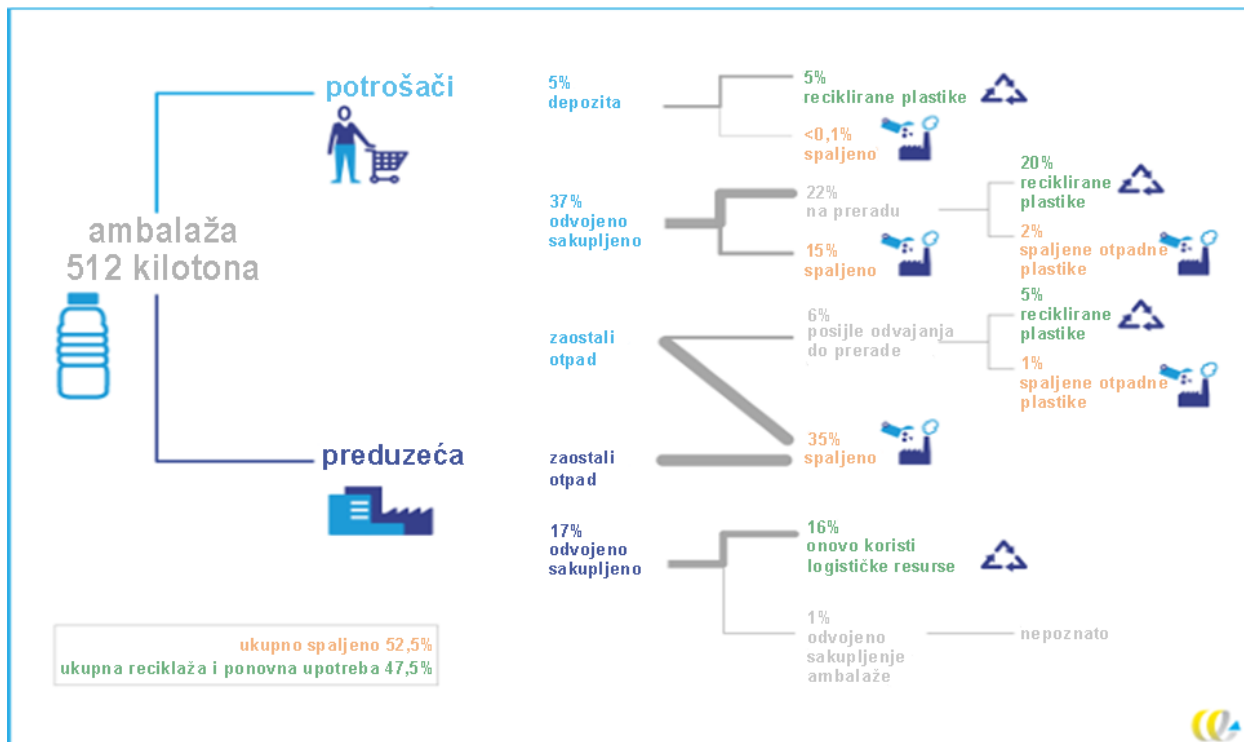
Sadašnje holandsko i evropsko zakonodavstvo je uglavnom usmjereno na preradu otpada, a samim tim ne toliko na prevenciju i smanjenje otpada. Regulativa je dominantno fokusirana na povećanje reciklaže plastičnog otpada ali i smanjenje njegovog spaljivanja, i deponovanja kao najnepovoljnije opcije u hijerarhiji upravljanja otpadom. Osim toga ne postoji posebna politika usmjerena na različite kategorije plastičnog otpada zavisno od njihovog porijekla. Tako recimo ne postoji politika koja akcentuje plastiku generisanu iz automobila, građevinskog otpada i otpada od rušenja, iako se zbirno radi o 21% plastike koja se stavlja na holandsko tržište. Osim toga nema posebne politike za reciklažu plastike za jednokratnu upotrebu bez obzira što svi prethodno pomenuti tokovi čine oko 40% plastike koja je plasirana na tržište [40].

Ovo se donekle promijenilo februara 2019. godine kada je 75 političkih partija potpisalo dokument pod nazivom „The Plastic Pact NL” kojim su postavljeni sledeći ciljevi: potrebno je osigurati da su novi plastični proizvodi za jednokratnu upotrebu 100% reciklabilni, da treba ostvariti procenat od 70% recikliranih plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu i da imaju najmanje 35% reciklabilnih materijala u svom sadržaju do 2025. godine [42].

Od 512 kilotona ambalaže koja je u potpunosti napravljena od plastike, u 2017. godini reciklirano je približno 243 kilotona plastike ili 47.5%. Ovdje je dominantno riječ o logističkim

resursima u kompanijama (82 kilotona plastike je reciklirano na taj način), cca 26.5 kilotona plastike je reciklirano putem depozitnog sistema naknada za PET boce, a preostalih 130 kilotona je odvojeno sakupljeno od strane potrošača, a potom reciklirano. Ostalih 52,5% procenata plastike koji se ne recikliraju, se sagorijevaju za potrebe proizvodnje energije [40].

Na slici 16 prikazane su količine prerađenog plastičnog ambalažnog otpada u toku 2017. godine [40].



**Slika 16.** Količine prerađenog plastičnog ambalažnog otpada u toku 2017. godine [40]

Iako je riječ o jednoj od najnaprednijih Evropskih zemalja kada je riječ o upravljanju otpadom, analize pokazuju da postoji niz problema oko prerade plastičnog otpada u Holandiji. Ovdje se u prvom redu misli na [40]:

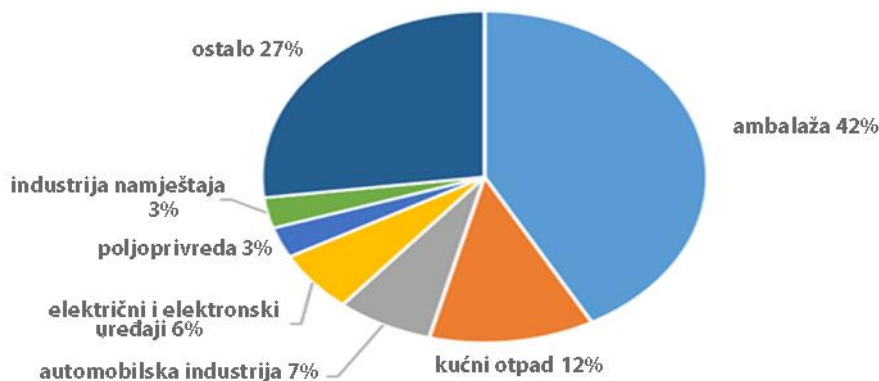
- određene količine upotrijebljene plastike po završetku svog životnog vijeka završavaju kao otpad, što doprinosi stvaranju mikroplastike
- dio sakupljene plastike se ne reciklira već se spaljuje
- nedovoljne informacije o preradi specifičnih vrsta plastičnog otpada.

Veliki dio plastike koji se ne reciklira na kraju završi u postrojenju za spaljivanje otpada čime se generiše značajna količina gasova sa efektom staklene bašte. Obzirom da plastika ima visok kalorijski sadržaj, proizvode se električna i toplotna energija prilikom njenog sagorijevanja. Osim plastične ambalaže, spaljuje se i ostali otpad koji sadrži plastiku, kao što su igračke, ali i odjeća i tekstil. U toku 2017. godine spaljeno je oko 580 kilotona plastike, što predstavlja emisiju od oko 770 kilotona CO<sub>2</sub>, kao najznačajnijeg gasa sa efektom staklene bašte [40].

## 6.2.2. Upravljanje plastičnim otpadom u Italiji

Italija je drugi najveći potrošač plastike na nivou Evropske Unije. 2020. godine potrošeno je 5,9 miliona tona fosilnih polimera, što je ekvivalentno količini od 98,6 kg po osobi. Glavni sektori primjene plastičnih materijala su ambalaža (42% plastike potrošene 2020. godine), građevinarstvo i automobilska industrija [43].

Na slici 17 prikazani su sektori upotrebe plastike fosilnog porijekla u Italiji tokom 2020. godine [43].



**Slika 17.** Sektori primjene plastike fosilnog porijekla u Italiji tokom 2020. godine [43]

Najčešće upotrebljavani plastični materijali u Italiji su polietilen (PE), polipropilen (PP), polietilen tereftalat (PET), polivinilhlorid (PVC), polistiren (PS), kao i poliamidi (PA između ostalog PA66 takozvani najlon) [43].

Na slici 18 prikazana je ukupna potrošnja najrasprostranjenijih vrsta plastike u Italiji tokom 2020. godine [43].

vrsta polimera	potrošnja [kt]
polietilen (PE)	1 960
polipropilen (PP)	1 580
polietilen tereftalat (PET)	680
polivinilhlorid (PVC)	590
polistiren (PS) i ekspandirani polistiren (EPS)	390
poliamid (PA)	115
ostalo	554

**Slika 18.** Ukupna potrošnja najrasprostranjenijih polimera u Italiji tokom 2020. godine [43]

Tokom 2020. godine proizvedeno je 1,9 miliona tona fosilnih polimera, uglavnom poliolefina, ali i polistirena (PS) i poliamida (PA). Proizvodnja polietilen tereftalata (PET) i polivinil hloriga (PVC) je veoma mala, ali ne i beznačajna. U proizvodnji polimera aktivno učestvuje oko 50

kompanija koje zapošljavaju oko 7 hiljada ljudi. Proizvodnja čistih polimera je kvantitativno manja od nacionalnih potreba, pa je Italija već dugi niz godina veliki uvoznik polimera [44].

U tabeli 41 prikazani su podaci koji se odnose na proizvodnju fosilnih polimera u Italiji tokom 2020. godine [44].

**Tabela 41.** Podaci koji se odnose na proizvodnju fosilnih polimera tokom 2020. godine u Italiji [44]

<b>Polimeri fosilnog porijekla</b>	
<b>Proizvodnja [Mt]</b>	1,9
<b>Uvoz [Mt]</b>	7,4
<b>Izvoz [Mt]</b>	3,1
<b>Potrošnja [Mt]</b>	5,9
<b>Potrošnja po glavi stanovnika [kg/po osobi]</b>	98,6
<b>Preduzeća za proizvodnju</b>	Oko 50
<b>Zaposleni</b>	Oko 7 hiljada
<b>Promet [milijarde eura]</b>	8

U Italiji su trenutno na snazi tri mjere čija je osnovna svrha ograničavanje i smanjenje potrošnje plastike kao i poboljšanje stope ponovne upotrebe i reciklaže: nacionalni porez na plastiku, sistem depozitnih naknada kao i takozvana SUP direktiva [44].

Nacionalni porez na plastiku predložen je zakonom o budžetu za 2020. godinu, ali je njegova primjena nekoliko puta odlagana. Uvođenje sistema depozitnih naknada predviđeno je Uredbom o pojednostavljenju bis iz jula 2021. godine, ali trenutno nedostaje uredba o sprovođenju kako bi se moglo reći da je DRS (Sistem povraćaja depozita) sistem efektivno operativan. SUP (Direktiva o plastici za jednokratnu upotrebu) direktiva se primjenjuje u Italiji, sa izvjesnim modifikacijama u odnosu na standard Evropske Unije [44].

Zakonom o budžetu za 2020. godinu uveden je nacionalni porez na plastiku u iznosu od 0,45 eura za svaki kilogram plastike sadržan u proizvodima za jednokratnu upotrebu. Neki od ovih proizvoda su npr. plastične boce i čepovi, ambalaža za hranu, polistiren i folije sa mjehurićima koje se primjenjuju za zaštitu robe, ali i plastične folije koje se koriste za umotavanje paleta. Međutim, ono što treba naglasiti jeste da se ova odredba ne odnosi na plastiku sadržanu u jednokratnim proizvodima koji vode porijeklo iz reciklažnih procesa. Subjekti koji su u obavezi da plate italijanski porez na plastiku su: proizvođači proizvoda za jednokratnu upotrebu čije je sjedište u Italiji, lica koja kupuju proizvode za jednokratnu upotrebu iz ostalih zemalja Evropske Unije, kao i uvoznici proizvoda za jednokratnu upotrebu koji vode porijeklo iz ostalih zemalja [44].

Ovaj zakon je trebao da stupi na snagu ljeta 2020. godine, ali je u više navrata odložena njegova primjena naprije za januar 2021., potom jul 2021., zatim januar 2022. i konačno januar 2023. godine kada je konačno započeta njegova primjena [44].

Ideja je da se prihodom od nacionalne takse pokriju doprinosi koje Italija mora da plati Evropskoj Uniji kada je riječ o evropskoj taksi na plastiku, koja iznosi 0,8 eura po kilogramu nerecikliranog plastičnog ambalažnog otpada proizvedenog u svakoj od zemalja članica. Ukupni trošak za Italiju iznosi oko 800 miliona eura godišnje [44].

U uredbi o pojednostavljenju bis odobroj 28. jula 2021. godine uspostavljeno je posebno pravilo koje predviđa uvođenje depozitnog sistema naknade za plastične, staklene i metalne ambalaže za piće, sa jasnim ciljem da se poveća procenat ambalaže za višekratnu upotrebu koja se stavlja na tržište kako bi se dao doprinos tranziciji ka cirkularnoj ekonomiji. Odredbom je predviđeno da privredni subjekti, pojedinačno ili kolektivno, usvajaju depozitni sistem naknada, kao i sisteme za ponovnu upotrebu ambalaže. Uredbom nije predviđeno da se prikupljena ambalaža šalje na reciklažu. Ono što je evidentno jeste veliki potencijal DRS-a čime se u kratkom roku može ostvariti povećanje stope reciklaže kao i kvaliteta recikliranih proizvoda [44].

U Italiji je 8. novembra 2021. godine započela primjena SUP direktive koja za cilj ima smanjenje potrošnje prirodnih resursa, promovisanje alternativa za višekratnu upotrebu sa ciljem suzbijanja proizvoda za jednokratnu upotrebu i promocije reciklaže i upotrebe recikliranih materijala za proizvodnju novih predmeta. Evropska komisija je uvela nova pravila koja se odnose na plastične proizvode za jednokratnu upotrebu i ribolovnu opremu. Ova pravila su veoma bitna, budući da ovi proizvodi zajedno čine oko 70% otpada koji se nalazi na plažama i u morima [44].

Neka od ključnih pravila uključuju [44]:

1. zabranu prodaje raznih plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu za koja su već dostupne alternative koje imaju manje štetan uticaj po životnu sredinu (pribor za jelo, tanjiri, slamčice, posude od ekspaniranog polistirena za hranu i piće)
2. ciljevi smanjenja potrošnje čaša za piće i nekih plastičnih ambalaža za jednokratnu upotrebu za hranu
3. zahtjevi za projektovanje plastičnih boca za piće (čepovi će ubuduće morati da budu pričvršćeni za ambalažu, a PET boce će morati da sadrže najmanje 30% recikliranog materijala do 2030. godine)
4. uspostavljanje sistema proširene odgovornosti proizvođača (EPR) za određene vrste plastičnih proizvoda osim ambalaže (filteri za duvanske proizvode, baloni, vlažne maramice i ribolovačka oprema) uključujući i troškove koji se odnose na uklanjanje pripadajućeg otpada ako je nepropisno odložen u životnoj sredini
5. odvojeni ciljevi sakupljanja plastičnih flaša za piće kapaciteta do tri litra (90% do 2029. godine)

Uvažavajući specifičnosti italijanskog proizvodnog sektora, nacionalnom uredbom o transpoziciji uvedena su izuzeća za proizvode napravljenije od biorazgradivog i kompostiranog materijala sa procentom obnovljivih sirovina jednakim ili većim od 40%, od 1. januara 2024. godine, većim od 60% u sledećim slučajevima [44]:

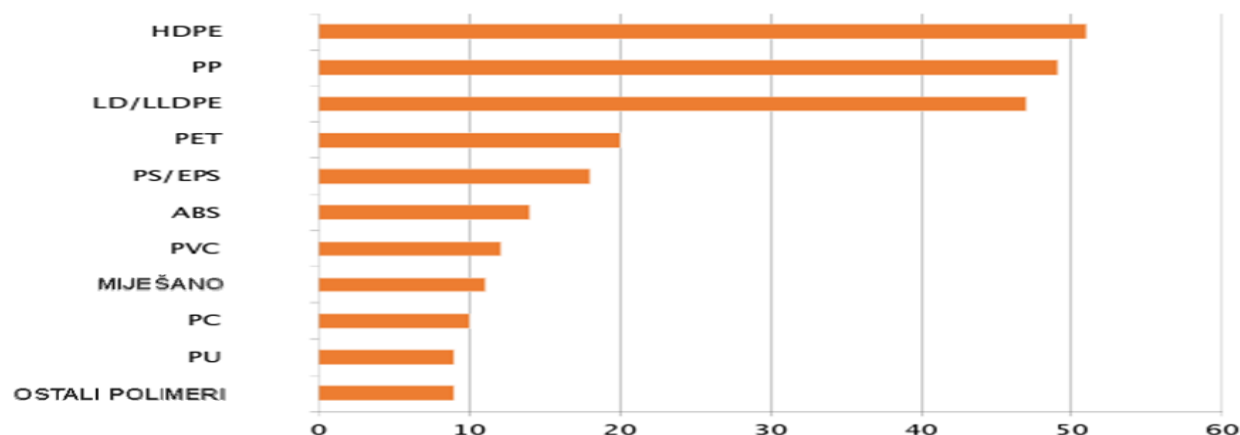


- ako je upotreba previđena u kontrolisanim krugovima koji otpad predaju javnim službama za sakupljanje, kao što su menze, zdravstvene ustanove i ustanove socijalne zaštite
- kada alternative za višekratnu upotrebu ne pružaju zadovoljavajuće garancije u pogledu higijene i bezbjednosti
- uzimajući u obzir određenu vrstu hrane ili pića
- u okolnostima koje podrazumijevaju prisustvo velikog broja ljudi
- kao i ako je uticaj proizvoda za višekratnu upotrebu na životnu sredinu gori od biorazgradivih i kompostabilnih alternativa za jednokratnu upotrebu, na osnovu analize životnog ciklusa od strane proizvođača.

Iako Italija ima pozitivne zakonske prakse, upadljivo je niska stopa reciklaže PET prikupljenog putem depozitnog sistema naknada koja iznosi svega 46%. Primjera radi kod nekih od zemalja koje uspješno primjenjuju ovaj koncept, stopa prikupljanja iznosi 90%, a efikasnost reciklaže je 96%. Konstatovano je da se veliki dio PET-a reciklira u materijale niskog kvaliteta, često namijenjene tekstilnom sektoru. Upravo ovdje treba napraviti iskorak, uvođenjem sistema depozitnih naknada umjesto postojećeg sistema odvojenog prikupljanja otpada. Sa ovim sistemom je moguće postići visoku stopu selekcije, ali i visokokvalitetne reciklaže (zatvorena petlja) [44].

Jedna od mjera koja zahtjeva hitnu implementaciju za redukciju potrošnje proizvoda za jednokratnu upotrebu sastoji se od zabrane upotrebe posuđa za jednokratnu upotrebu na licu mjesta kada su u pitanju barovi i restorani, i promovisanje predmeta koji se mogu prati i ponovo upotrebljavati. Iz ove mjere bi bila izopštena mala prodajna mjesta, poput takozvanih snek, barova, prodavnica otvorenih do kasno u noć i lokala u kojima radi do pet zaposlenih i čiji je prodajni prostor do 80 m<sup>2</sup> [44].

Na slici 19 dat je grafički prikaz broja postrojenja za reciklažu pojedinih vrsta polimera u Italiji [45].



**Slika 19.** Grafički prikaz broja postrojenja za reciklažu različitih vrsta plastičnog otpada u Italiji [45]

Na osnovu grafikona se može zaključiti da je većina postrojenja namijenjena reciklaži poliolefina (PE++PP). Slijede po broju fabrike za reciklažu PET-a, stirena i PVC-a. Više od deset fabrika reciklira miješanu plastiku, dominantno poliolefine [45].

### 6.2.3. Upravljanje plastičnim otpadom u Španiji

Ukoliko se uzme prosječna vrijednost na nivou države, dobija se da je tokom 2016. godine nivo ponovne upotrebe/recikliranja plastične ambalaže u Španiji oko 25,4%. To je veoma niska cifra, ako se uzme u obzir činjenica da je Integriranim sistemom upravljanja predviđeni procenat reciklaže frakcije lake ambalaže veći od 77,1%. Ako se uzme u obzir samo plastična ambalaža procenat recikliranja iznosio bi 45,46%. Prema podacima iz 2016. godine ukupno je proizvedeno 1.526.347 tona plastične ambalaže, od čega je reciklirano 693.935 tona, što predstavlja prethodno pomenutih 45,46% [46].

Prema dostupnim podacima prikazanim na slici 20 iz postrojenja za tretman plastičnog otpada širom Španije, bi se obradilo ukupno 448.527 tona plastičnog otpada, što kroz ponovnu upotrebu, što kroz reciklažu [46].

<b>Tretman plastičnog otpada u postrojenjima za reciklažu</b>	
<b>92 postrojenja za sortiranje ambalaže</b>	<b>251.241</b>
<b>5 trijažnih spratova</b>	<b>11.734</b>
<b>66 trijažnih i kompostnih postrojenja</b>	<b>133.271</b>
<b>22 trijažna postrojenja za kompostiranje</b>	<b>52.281</b>
<b>ukupni tretman u postrojenjima za obradu</b>	<b>448.527</b>

**Slika 20.** Ukupna količina plastičnog otpada obrađenog u različitim postrojenjima širom Španije tokom 2016. godine [46]

Iako razvijene zemlje imaju veoma dobre sisteme prikupljanja i upravljanja plastičnim otpadom koji a priori garantuju njihov adekvatan i pravilan tretman na licu mjesta, svjedoci smo međunarodnog prometa i izvoza ove vrste otpada u zemlje u razvoju [46].

Prema statističkim podacima međunarodne trgovine Španije, ukupan izvoz plastičnog otpada iz Španije se drastično smanjio od kada je Kina zabranila uvoz plastičnog otpada u 2018. godini, pavši sa 330 kilotona tokom 2015. godine na 86 kilotona tokom 2020. godine. Kina i Hong Kong su bili glavni uvoznici plastičnog otpada iz Španije tokom 2018. godine. Turska je 2020. godine višestruko povećala uvoz iz Španije, dok je Malezija postala glavni uvoznik u relativnom smislu.

Apsolutno smanjenje od više od 200 kilotona španskog izvoza plastičnog otpada od 2017. godine, zajedno sa povećanjem uvoza plastičnog otpada od 50 kilotona koje se dešava paralelno sa malim povećanjem nacionalnog kapaciteta za reciklažu implicira [46]:

- da postoje velike količine plastičnog otpada koje su trenutno uskladištene i čekaju na obradu
- da je španska industrija reciklaže mogla da apsorbuje dodatnih 250.000 tona plastičnog otpada u periodu od tri godine
- da postoji mogućnost da se neke pošiljke plastičnog otpada ne registruju pravilno, čime se izbjegavaju procedure u vezi sa Bazelskom konvencijom.

U tabeli 42 prikazan je izvoz i uvoz plastičnog otpada u Španiji za period od 2015.-2020. godine [46].

**Tabela 42.** *Uvoz i izvoz plastičnog otpada u Španiji za period od 2015.-2020. godine [46]*

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Izvoz</b>	330.159	318.857	302.769	157.413	93.003	86.947
<b>Uvoz</b>	82.886	84.200	103.169	138.460	159.698	152.188

Kada govorimo o plastičnoj ambalaži za voće i povrće, Španija ima tendenciju repliciranja mjera koje su na snazi u Francuskoj, tako su primjera radi od 2023. godine supermarketima zabranili prodaju voća i povrća u plastičnoj ambalaži za jednokratnu upotrebu. Ovo je samo jedna od mjera predviđenih Kraljevskom uredbom o ambalaži i otpadu, koja za cilj ima smanjenje otpada promovisanjem prodajnih modela zasnovanih na rasutom stanju. Zabrana plastične ambalaže odnosi se na serije manje od kilogram i po, a namirnice pod rizikom kvarenja biće isključene iz zabrane. Kako bi se redukovala upotreba ambalaže za jednokratnu upotrebu, Uredbom je predviđeno da maloprodajne prodavnice hrane, površine 400 m<sup>2</sup> ili veće, odvoje najmanje 20% svoje prodajne površine za ponudu rasutih proizvoda ili proizvoda sa ambalažom za višekratnu upotrebu [44].

Od 1. januara 2023. godine za svaki plastični proizvod za jednokratnu upotrebu koji podliježe obavezi smanjenja potrošnje iz člana 4 Direktive, mora se naplaćivati cijena, koja je posebno istaknuta na računu [44].

Proizvodi koji su obuhvaćeni ovom obavezom uključuju [44]:

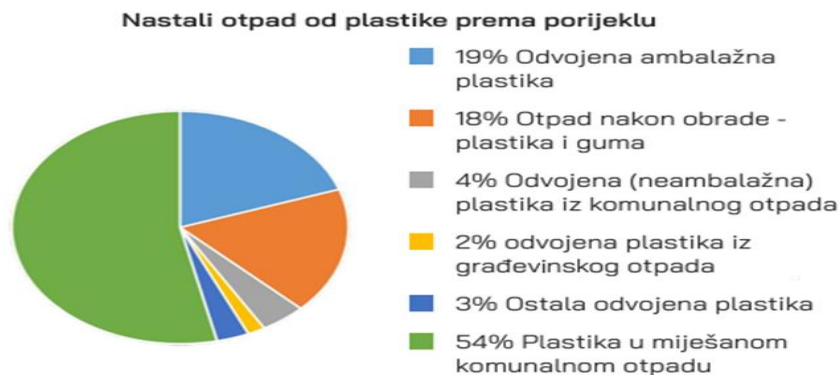
- čaše, uključujući čepove i poklopce
- ambalaže za hranu, sa poklopcima ili bez njih, koji se koriste sa držanje namirnica koje
  - a. su namijenjene za trenutnu potrošnju, na licu mjesta ili za odnošenje
  - b. obično se konzumiraju u samoj ambalaži
  - c. spremne su za potrošnju bez dalje pripreme, kao što je kuvanje, zagrijavanje, uključujući i posude koje se koriste za brzu hranu ili drugu hranu spremnu za trenutnu konzumaciju, sa izuzetkom posuda za piće i tanjira koji sadrže hranu.

Glavni cilj Kraljevskog ukaza je da se do 2030. godine prepolovi prodaja plastičnih flaša za piće. Zakon shodno tome sadrži stimulatívne mjere za prodaju rastresite i neflaširane vode. S tim u vezi, mjera takođe predviđa obavezu lokalnih samouprava da promovíšu postavljanje izvora pijaće vode na javnim prostorima [44].

#### 6.2.4. Upravljanje plastičnim otpadom u Hrvatskoj

U Hrvatskoj se iz godine u godinu povećava broj registrovanih firmi koje posluju u okviru industrije plastike, a samim tim raste i broj zaposlenih kao i proizvodnje ove vrste materijala. Na osnovu projekta „Unaprjeđenje podataka o otpadu od plastike u Republici Hrvatskoj” može se zaključiti da potrošnja plastike u 2021. godini iznosi 413.876 tona, što odgovara 107 kg/stanovniku [47].

Ukupna količina generisanog plastičnog otpada procijenjena je na 306.030 tona, što je ekvivalentno 79 kg/stanovniku. Procentualno gledano, dominira otpadna plastika koja predstavlja komponentu miješanog komunalnog otpada (54% ili 163.795 tona), dok se preostali dio odnosi na sortiranu plastiku (46% ili 142.235 tona) što je ilustrovano na slici 21 [47].



**Slika 21.** Nastali plastični otpad prema porijeklu tokom 2021. godine u Republici Hrvatskoj [47]

Zastupljenost plastike u miješanom komunalnom otpadu iznosi 16%. Velika većina plastičnog otpada, čak 47% odložena je na odlagališta. 5% plastičnog otpada se valorizuje energetskim iskorišćavanjem, dok se 21% reciklira. Sortira se 24% plastike po završetku životnog vijeka, a preostala 3% čine plastični otpad koji se zbrinjava ili skladišti [47].

Na slici 22 prikazani su najčešće upotrebljavani načini upravljanja plastičnim otpadom u Hrvatskoj.

Upravljanje plastičnim otpadom



**Slika 22.** Načini upravljanja plastičnim otpadom u Hrvatskoj [47]

Hrvatska je zakonom o upravljanju otpadom koji je stupio na snagu 1. januara 2022. godine zabranila stavljanje u promet laganih plastičnih vreća za nošenje (debljine od 15 do 50 mikrona). Zabrana se ne odnosi na najlaganije plastične vrećice za nošenje (debljine manje od 15 mikrona) koje se koriste iz higijenskih razloga ili primjenu nalaze kao ambalaža za rasutu hranu, ali u tom slučaju na mjestu gdje se plasiraju bez naknade mora biti istaknutno obavještenje da vrećice treba koristiti na štedljiv i ekološki osviješten način [47].

Na Hrvatsko tržište je 2021. godine plasirano oko 888 tona veoma laganih plastičnih kesa za nošenje, 1.490 tona laganih, kao i 538 tona najdebljih plastičnih kesa (čija je debljina >50 mikrona). Kada se uporede podaci iz 2021. i 2019. godine, uočljiv je pad potrošnje laganih plastičnih kesa, posebno kada je riječ o oblastima koje su tokom 2019. godine zakonski regulisane radi redukcije potrošnje (ovdje se prije svega misli na naplatu laganih plastičnih kesa za nošenje na prodajnom mjestu) [47].

U Hrvatskoj se za potrebe povećanja ponovne upotrebe i reciklaže, a smanjenja zagađenja životne sredine plastičnim otpadom primjenjuju odredbe Pravilnika o ambalaži i ambalažnom otpadom čime je selektivno sakupljanje PET ambalaže značajno uvećano budući da su građani stimulirani novčanom naknadom od 7 centi po boci. Međutim, sva ostala ambalaža, kao i proizvodi koji se koriste za jednokratnu upotrebu i dalje se zbrinjavaju na dominantno neadekvatan način [48].

Kako velika većina trgovačkih lanaca nije bila zainteresovana za upravljanje odloženom PET ambalažom, donesena je odluka da teret odgovornosti padne na komunalna preduzeća i ovlašćene sakupljače sa kojima je Fond za zaštitu životne sredine potpisao ugovore, do 16. marta 2006. godine [49].

U Hrvatskoj postoji veliki broj privatnih kompanija koje se bave reciklažom plastičnog otpada te se stoga mogu mapirati brojni primjeri dobre prakse. Kompanija Pos-Plast d.o.o. sa sjedištem u Vrbovcu predstavlja porodičnu kompaniju koja je osnovana 1990. godine, sa osnovnom djelatnošću brizganje plastičnih proizvoda. Vremenom se djelatnost promijenila, te danas obavljaju aktivnosti koje se odnose na reciklažu plastičnog otpada. Ova kompanija preuzima plastični otpad od različitih industrijskih generatora, ali i od komunalnih preduzeća, CE-ZA-R

Centar za reciklažu d.o.o. Zagreb i C.I.O.S. GRUPA d.o.o. uz uslov da otpad mora biti sortiran. Godišnje se preuzima oko 10 tona plastičnog otpada po preduzeću. Sam proces reciklaže se sastoji od: kontrole kvaliteta pristiglog plastičnog otpada, potom se vrši njegovo razdvajanje po vrsti i boji, a zatim pranje i ekstrudiranje u granulate: HDPE, LDPE, PP, PS i PET [50].

Komunalno preduzeće „Unikom” d.o.o. Osijek vodi računa o čistoći i uređenosti glavnih gradskih ulica, zelenih i javnih površina. U Osijeku je 2013. godine uveden sistem prikupljanja plastičnog otpada metodom „od vrata do vrata”. Stanovnici Osijeka dobili su žute kante u koje je trebalo da odlažu: plastične boce bezalkoholnih pića, deterdženata, šampona, prehrambenih proizvoda, ali i ostalu reciklabilnu ambalažu [50].

Ako se pogledaju prikupljene količine iz 2013. godine u poređenju sa 2012. godinom uočljiv je porast od 700%. Tokom 2014. godine nastavljen je rast u pogledu prikupljene količine plastičnog otpada, jer su sve stambene zgrade u Osijeku dobile žute kante za adekvatnu selekciju [50].

U tabeli 43 prikazani su podaci o količinama prikupljenog plastičnog otpada u periodu od 2012. do 2015. godine na teritoriji opštine Osijek [50].

**Tabela 43.** Količine prikupljenog plastičnog otpada na teritoriji Osijeka za period 2012-2015. godina [50]

<b>Godina</b>	<b>Količina prikupljenog plastičnog otpada (t)</b>
2012.	12,86
2013.	111,74
2014.	385,9
2015.	442

Uzevši u obzir postignute rezultate na polju razvijanja sistema upravljanja otpadom, Osijek je od strane mreže „Zero Waste Europe” uvršten među 302 grada i 6.971.424 građana koji su uspješno primijenili koncept „nula otpada”u Evropskoj Uniji. [30]

Kompanija „Drava International” se prvenstveno bavi upravljanjem otpadnom PE folijom kao i otpadnom PET ambalažom, što podrazumijeva sakupljanje, skladištenje, razvrstavanje i reciklažu otpada kataloškog broja 15 01 02- ambalaža od plastike. Ovo preduzeće trenutno reciklira oko 32 400 tona otpadne ambalaže od plastike godišnje, što je otprilike četvrtina maksimalnog kapaciteta postrojenja na godišnjem nivou [50].

Postupak reciklaže PET ambalaže otpočinje sortiranjem rasute ambalaže u optičkoj sortirnici koja je prikazana na slici 23. Ova sortirnica funkcioniše po principu što ima sposobnost detekcije širokog spektra boja otpadne ambalaže, te sistemom vazdušne flotacije vrši sortiranje plastičnih flaša po boji [51].

Efikasnost ovakvog sortiranja ide i do 98%, što je jako bitno za sledeće faze reciklaže, što u konačnom utiče i na kvalitet dobijenog granulata. Opremljena je senzorima čija je uloga eliminacija plastike tipa PVC i PS, kao i trakom za odvajanje naljepnica sa boca [52].



**Slika 23.** Optička sortirnica u okviru postrojenja kompanije „Drava International” [53]

Prethodno sortirana ambalaža se potom granulira na frakcije dimenzija 8-12 mm u mlinu pod vodom, a potom se transportuje u centrifuge na cijedenje i sušenje. Tako dobijeni čisti PET listići spremni su za dalju obradu. PET listići se separiraju po specifičnoj težini, na one lakše i teže od vode (PET koji tone). Povećanjem temperature na 78 °C eliminišu se nečistoće i zaprljanja, a PET flekice odlaze na dalje ispiranje. Finalno čišćenje PET listića sprovodi se kroz: vertikalni vazdušni selektor, vibracijsku stanicu, magnetni detektor i infracrveni separator. Osnovna funkcija vibracione stanice je separacija PET listića koji su većeg ili manjeg promjera od 8-12 mm. Magnetni detektor detektuje eventualno prisustvo metala, a infracrveni separator eliminiše one listiće koji imaju neželjene boje. Finalni korak ovakvog mehaničkog procesa reciklaže jeste pakovanje granuliranih PET listića u adekvatne vreće [50].

## 7. POSTUPANJE SA PLASTIČNIM OTPADOM U CRNOJ GORI

Upravljanje plastičnim otpadom u Crnoj Gori uređeno je zakonom o upravljanju otpadom. Iako je situacija na terenu jako loša, mora se konstatovati da zakonske odredbe u potpunosti prate Evropske trendove i shodno tome postavljaju ciljeve, na čijoj uspješnoj implementaciji treba raditi u narednom periodu.

Predlog Zakona o upravljanju otpadom verzija 8/2022 koji je dobio pozitivno mišljenje Evropske Komisije i čije usvajanje se očekuje početkom 2024. godine postavlja količinske uslove koje treba ispuniti, a kako bi se stanje na terenu popravilo novi zakon pruža principe za uspješnu implementaciju sistema proširene odgovornosti proizvođača. Ovim zakonom postavljeni su uslovi i za proizvode od plastike i plastični otpad, a dva posebna člana 64 i 65 posvećeni su gorućem problemu plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu [54].

Prema članu 21 nacrtu Zakona o upravljanju otpadom, do 2030. godine je neophodno najmanje 50% otpadnih materijala iz domaćinstva ili drugih izvora, poput papira, metala, plastike i stakla pripremiti za ponovnu upotrebu i reciklažu [54].

Ne manje bitna novina je, postavljanje ciljeva za plastični ambalažni otpad. U tom smislu prema članu 62 nacrtu prethodno pomenutog zakona do 2030. godine potrebno je reciklirati najmanje 22,5 % mase plastične ambalaže [54].

Naravno da bi ovakve mjere uopšte imale smisla, članom 20 Zakona predviđa se odvojeno sakupljanje papira, metala, plastike, stakla i biootpada [54].

Da je situacija zabrinjavajuća, najbolje govori činjenica da je od ukupne količine sakupljenog komunalnog otpada u 2022. godini u Crnoj Gori reciklirano svega 0,3%. Prema podacima Monstata sakupljeno je oko 335 hiljada tona, a reciklirano svega 1.021 tona. Uzevši u obzir da je prema starom Zakonu o upravljanju otpadom do 2020. godine trebalo reciklirati 50% papira, metala, plastike i stakla, odnosno 22% ukupnog komunalnog otpada, jasno je da je riječ o porazno niskim brojkama [55].

Dodatno, Monitoring koji je sproveden od strane Agencije za zaštitu životne sredine tokom oktobra 2022. godine pokazao je da je plastični otpad najzastupljeniji u Crnogorskom dijelu Jadranskog mora, ali i na plažama koje su uzeti kao reprezentativni uzorak [56].

Za potrebe monitoringa odabrane su Blatna plaža koja se nalazi u Zalivu, pripada opštini Herceg Novi i u neposrednoj je blizini rijeke Sutorine, Velika plaža koja pripada opštini Ulcinj i nalazi se u blizini rijeke Bojane kao i plaža Jaz, koja pripada opštini Budva i nalazi se u neposrednoj blizini Jaške rijeke. [56].

Prema dobijenim informacijama za jesenju sezonu iz oktobra mjeseca 2022. godine, u kontekstu brojnosti, plastika predstavlja dominantnu kategoriju otpada na svim transektima. Konkretno na plaži Jaz, plastični otpad je bio zastupljen u procentu od 92,48%, gledano u odnosu na ukupnu količinu sakupljenog otpada, na Blatnoj plaži 80,27%, dok je na Velikoj plaži ta stopa bila 74,06% [56].



Podaci koji se odnose na plutajući otpad pokazali su veću količinu otpada na Transektu 1, razloge ove pojave prije svega treba tražiti u poziciji. Budući da je riječ o unutrašnjem dijelu Bokokotorskog zaliva, gdje je kretanje vodenih masa znatno slabije u odnosu na preostala dva Transekta. Na pomenutom Transektu je uočeno 85 komada otpada, od čega velika većina pripada plastičnom otpadu (70 komada) [56].

Ovakvi podaci pokazuju da je svijest prosječnog građanina na jako niskom nivou, i dodatno stavljaju akcenat na višedecenijski problem neadekvatnog odlaganja otpada.

Na slici 24 prikazana je otpadna plastična ambalaža kao najčešći otpadni proizvod koji se sreće na crnogorskim plažama.



**Slika 24.** *Otpadna plastična ambalaža na jednoj od Crnogorskih plaža*

Razloge u jako niskim procentima primarne selekcije, a onda i same reciklaže prije svega treba tražiti u nedovoljnoj informisanosti i obrazovanju prosječnog građanina Crne Gore, ali i u neadekvatnoj infrastrukturi koja zahtijeva značajna finansijska ulaganja.

U pojedinim opštinama Crnogorskog primorja postoje programi za odvojeno sakupljanje reciklabilnih frakcija otpada. Međutim i u slučaju kada postoje kontejneri za odvajanje pomenutog otpada, prisutna je unakrsna kontaminacija.

Striktno govoreći o infrastrukturi za reciklažu i obradu otpada, u Podgorici, Herceg Novom, Kotoru, Budvi i Mojkovcu postoje reciklažna dvorišta u vlasništvu Javnih komunalnih preduzeća gdje građani mogu ostaviti različite vrste komunalnog otpada, doduše bez naknade što je uzevši u obzir prikupljene količine značajan demotivirajući faktor [36].

Na teritoriji cijele države postoje 4 centra za reciklažu otpada. Regionalni reciklažni centar u okviru deponije „Livade” u Podgorici predstavlja sistem za predselekciju i selekciju reciklabilnog otpada (karton, papir, plastika, metal, guma i dr.). Preostala tri centra za reciklažu otpada nalaze se u Kotoru, Herceg Novom i Žabljaku. Treba napomenuti da uprkos postojanju infrastrukture centri za reciklažu otpada ne funkcionišu na teritoriji Herceg Novog i Žabljaka. Stope povrata preostala dva postrojenja u Podgorici i Kotoru su jako niske, dominantno zbog miješanja otpada, i neadekvatne primarne selekcije [36].

Na slici 25 je prikazan pogon Regionalnog reciklažnog centra u okviru deponije „Livade” sa sortirnom trakom.



**Slika 25.** Sortirna stanica u okviru pogona Regionalnog reciklažnog centra na deponiji Livade u Podgorici [57]

U Podgorici je operativno 6 reciklažnih dvorišta koja rade tokom cijele nedelje od 7-21h i to na: Zlatici, Zabjelu, Tološima, Koniku, Donjoj Gorici i Golubovcima koji se nalaze na teritoriji novoosnovane opštine Zeta [36].

Pored pomenutih, postoje još 4 reciklažna dvorišta, a ista se nalaze u: Herceg Novom, Kotoru, Budvi i Mojkovcu. Na pomenutim reciklažnim dvorištima sakuplja se plastični materijal, polietilenska folija i PET ambalaža koji se dalje predaju na reciklažu [36].

Opština Bar je tokom 2022. godine uprkos izazovima koje sa sobom nose nepostojanje reciklažnih dvorišta ili savremenog reciklažnog centra, uspostavila sistem sakupljanja otpada

putem zelenih ostrva. Na tri različite lokacije postavljeni su moderni kontejneri za odvojeno odlaganje otpada po različitim frakcijama i to papir, plastika i metal, a sve sa ciljem valorizacije otpada i redukcije otpada koji će završiti na sanitarnoj deponiji „Možura”.

Na slici 26 prikazano je zeleno ostrvo postavljeno u turističkom naselju Utjeha.



**Slika 26.** *Zeleno ostrvo u turističkom naselju Utjeha namijenjeno odvojenom sakupljanju plastike, papira, kartona i metala*

Nacrtom Zakona o upravljanju otpadom kao i nacrtom državnog plana upravljanja otpadom za period 2023.-2028. godina posebno su akcentovani plastični proizvodi za jednokratnu upotrebu. Razlog je jasan, implementacija Direktive 2019/904/EU u nacionalno zakonodavstvo. Primjenom osnovnih odredbi ove Direktive osigurava se sprječavanje i smanjenje uticaja specifičnih plastičnih proizvoda na životnu sredinu, morski ekosistem i zavlje ljudi, ali i prelazak na cirkularnu ekonomiju, kao održivi poslovni model koji treba da doprinese osnaženju i rastu Crnogrske privrede [36].

Sa tim u vezi, nacrtom Državnog plana upravljanja otpadom postavljeni su sledeći ciljevi [36]:

- redukcija potrošnje plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu (čase za piće, kutije za jelo) za:
  - 30% do 2025. godine, u poređenju sa 2022. godinom
  - 60% do 2028. godine, u poređenju sa 2022. godinom.

Neke od osnovnih mjera koje treba preduzeti u cilju postizanja navedenih vrijednosti su: finansijska sredstva i ostale mjere kojima se daje zamajac implementacije hijerarhije upravljanja otpadom kako je to definisano članom 4, stav 3 Direktive 2008/98/EZ, ulaganje u razvoj tehnologija kojima se generiše manje otpada, jačanje svijesti o značaju ponovne upotrebe, sklapanje ugovora na dobrovoljnoj osnovi, saradnja sa odborima potrošača/proizvođača, kreiranje informativnih i edukativnih kampanja podizanja svijesti koje su fokusirane na posebne grupe potrošača [36].

Novi Zakon o upravljanju otpadom bi trebao da donese izvjesne novine kada je riječ o pojedinim kategorijama plastičnog otpada. Jedna od najznačajnijih mjera, čija se implementacija očekuje 6 mjeseci po usvajanju zakona jeste zabrana upotrebe laganih plastičnih kesa za nošenje, čija je debljina 15-50 mikrona, na prodajnom mjestu robe ili proizvoda. Zakon precizira da je i dalje moguće koristiti lagane plastične kese debljine zida do 15 mikrona, koje se najčešće upotrebljavaju za pakovanje voća, povrća i mesa [54].

Da je zakonska praksa usmjerena na promovisanje održivog razvoja i cirkularne ekonomije, potvrđuje mjera koja podrazumijeva da prodavci plastičnih kesa debljine veće od 50 mikrona plaćaju novčanu naknadu. Planirano je da ova finansijska sredstva završavaju u kasi Fonda za zaštitu životne sredine, koji će ih usmjeriti na finansiranje aktivnosti koje za cilj imaju podizanje svijesti i edukaciju javnosti o štetnosti upotrebe plastičnih kesa na životnu sredinu [54]

U okviru novog zakona dodat je član koji po prvi put uvodi pojam depozitnog sistema vraćanja otpadne ambalaže kao opcione mjere, o kojoj će u nastavku rada u okviru posebnog poglavlja biti riječ. Ovim članom predstavljena je mogućnost uspostavljanja depozitnog povratnog sistema za određenu vrstu ambalaže od strane privrednog društva koje upravlja organizovanim sistemom, preuzimanja, sakupljanja i obrade iste. Ovaj depozit se naplaćuje na mjestu prodaje/kupovine proizvoda, pod određenim uslovima kao što su: ravnomjerna geografska pokrivenost nezavisno od područja na kojima sakupljanje otpadne ambalaže nije profitabilno, kao i obaveza da depozit ne smije biti veći od 30% od iznosa prodajne cijene [54].

Osim zabrane stavljanja u promet laganih plastičnih kesa za nošenje, zakon je definisao mjere zabrane za izvjesne plastične proizvode kao i otpad od plastičnih proizvoda. U tom kontekstu zabranjeno je stavljati na tržište proizvode od oksorazgradive plastike, kao i neke od plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu kao što su [54]:

- štapići za uši, osim onih koji se upotrebljavaju u medicinske svrhe za potrebe uzimanja brisa;
- pribor za jelo (viljuške, noževi, kašike, štapići za jelo);
- tanjiri
- slamčice za piće, osim onih koje se koriste u medicinske svrhe;
- štapići za miješanje pića
- posude za hranu koje su napravljene od ekspaniranog polistirena, poput kutija s poklopcem ili bez njega koje se koriste za čuvanje hrane: čija se konzumacija očekuje na licu mjesta, koja se upotrebljava iz posude i koja je spremna za upotrebu bez ikakve potrebe za daljom pripremom.

Kako bi se dodatno stimulisao proces reciklaže plastičnog ambalažnog otpada, ali i podigla svijest pojedinca o potrebi očuvanja prirodnih resursa, do 1. januara 2030. godine sve flaše za piće čija je zapremina do 3 litra, a čiji je glavni sastojak polietilen tereftalat, moraju biti proizvedene od najmanje 25% reciklirane plastike kako bi se uopšte mogle naći na Crnogorskom tržištu [54].

Da bi se stimulisala primarna selekcija plastičnog ambalažnog otpada, za cilj je postavljeno da se do 1. januara 2025. godine odvojeno sakupi 25%, a da se do istog datuma 2030. godine odvojeno sakupi najmanje 50% masenog udjela plastičnih flaša koje su u određenoj godini plasirane na tržište [54].

U januaru 2023. godine Privredna Komora Crne Gore je u saradnji sa Coca-Cola HBC Crna Gora, Knjaz Miloš i Pivarom Trebjesa izradila dokument koji se odnosi na analizu stanja u oblasti upravljanja ambalažnim otpadom, kao i Studiju o primjeni proširene odgovornosti proizvođača (EPR) u Crnoj Gori sa ključnim preporukama [58].

Osnovna svrha studije je analiza aktuelnog stanja u oblasti tretiranja i upravljanja ambalažnim otpadom u Crnoj Gori, ali i davanje smjernica za uspješnu implementaciju sistema proširene odgovornosti proizvođača. O samom konceptu proširene odgovornosti proizvođača koji vodi porijeklo od koncepta „zagađivač plaća”, biće riječi u okviru poglavlja koje se tiče analize kombinovane primjene EPR i DRS sistema. Sam koncept proširene odgovornosti proizvođača u najkraćem podrazumijeva potpunu finansijsku i operativnu odgovornost proizvođača za upravljanje otpadom koji nastaje nakon konzumacije određenog proizvoda [58].

Kako sistem proširene odgovornosti proizvođača još uvijek nije zaživio u Crnoj Gori, studija nastoji da podstakne razvijanje ovakvog sistema uz aktivno učešće ključnih aktera iz industrije pića budući da je riječ o ambalažnom otpadu. Analizom stanja mapirani su brojni izazovi u pogledu povećanja stope reciklaže ambalažnog otpada u Crnoj Gori uključujući [58]:

- nezadovoljavajuće primarno sortiranje otpada na izvoru, ali i veoma niske količine reciklabilnih materijala koje se sakupljaju kroz lokalne inicijative
- sortiranje na izvoru kroz sistem sakupljanja dvije frakcije otpada: „mokre” i „suve” ne daje očekivane rezultate
- lokalne samouprave koje primjenjuju prethodno pomenuti sistem, nisu zadovoljne kvalitetom sortiranja koje vrše građani, a nerijetko je prisutna unakrsna kontaminacija u ovim kontejnerima
- nedovoljna ulaganja u sprovođenje edukativnih kampanja kojima bi se građani upoznali sa značajem sortiranja na izvoru, što uzročno-posledično dovodi do niske svijesti o sortiranju i reciklaži.

Studijom su analizirana četiri scenarija za EPR koji se odnose na ambalažni otpad [58]:

1. prikupljanje dvije odvojene frakcije otpada- „suve” (u ovu frakciju je predviđeno odlagati ambalažni otpad pomiješan sa ostalim suvim otpadom iz domaćinstva) i odvojeno sakupljanje stakla, za koje se primjenjuju zvonasti kontejneri.

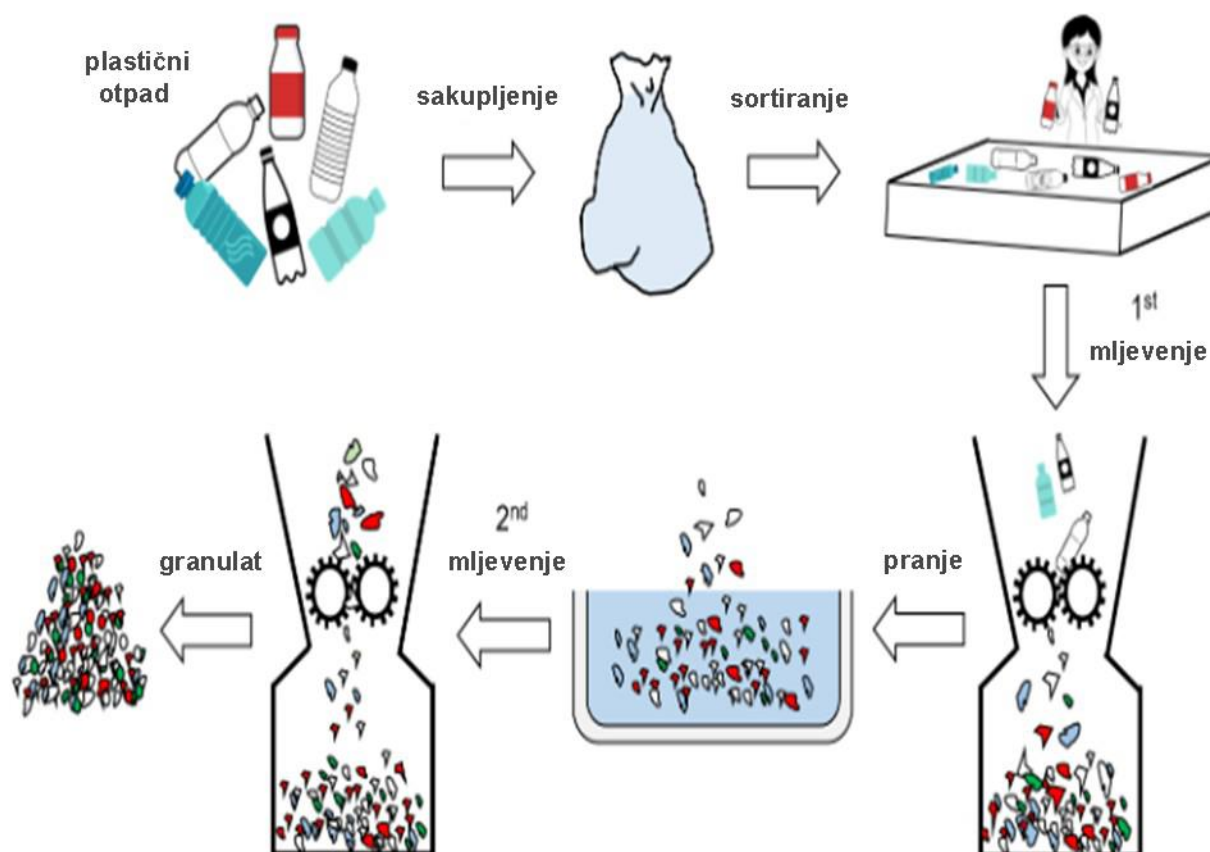
2. sakupljanje dvije frakcije otpada - u ovom slučaju radi se o miješanom ambalažnom otpadu i papiru kao i odvojeno prikupljenom staklu u zvonastim kontejnerima
3. sakupljanje tri frakcije otpada – lake ambalaže (plastika, metal i pića) papira i stakla, za koje se upotrebljavaju zvonasti kontejneri
4. kombinovana primjena EPR-a i DRS-a, prilikom čega je predviđeno sakupljanje dvije frakcije otpada primjenom koncepta EPR i to (sortirani miješani ambalažni otpad i papir i odvojeno sakupljanje stakla), dok se depozitni sistem naknada primjenjuje za ambalažu za pića (PET flaše, aluminijske limenke i neke vrste staklenih flaša) za koje će se koristiti zvonasti kontejneri

## 8. TEHNOLOŠKI POSTUPAK MEHANIČKE OBRADJE PLASTIČNOG OTPADA

Plastični otpad se može reciklirati na više načina u zavisnosti o: kojoj vrsti polimera je riječ, dizajnu proizvoda i pakovanja, kao i da li je riječ o proizvodima koji se sastoje od pojedinačnog polimera ili pak miješanih polimera [59].

Mehanička reciklaža je jedna od najčešćih metoda za reciklažu termoplastičnih polimera poput polipropilena, polietilena i polietilen-teraftalata. Ovaj proces podrazumijeva sakupljanje, sortiranje, pranje i mljevenje materijala [38].

Na slici 27 dat je šematski prikaz mehaničkog procesa reciklaže plastičnog otpada [38].



**Slika 27.** Šematski prikaz mehaničkog procesa reciklaže plastičnog otpada [38]

U nastavku će biti riječi o veoma bitnim segmentima reciklažnog procesa, a to su svakako sakupljanje i sortiranje koji u najvećoj mjeri determinišu kvalitet samog procesa. Pranje proizvoda predstavlja obavezan korak kojim se uklanjaju ostaci hrane, pulpna vlakna kao i ljepkovi. Postoje različiti načini na koji se ovo može sprovesti, npr. putem mokrog čišćenja vodom ili hemijskog čišćenja površine trenjem bez upotrebe vode. Poslednji korak mehaničkog procesa reciklaže je smanjenje veličine proizvoda na sitne granule putem mljevenja [38].

Kao prva karika u lancu vrijednosti mehaničke reciklaže, sistemi sakupljanja igraju vitalnu ulogu u konverziji otpadnih sirovina u nove plastične proizvode. Šeme sakupljanja otpada treba

optimizovati, prvenstveno zbog toga što određuju sastav tokova otpada, a samim tim i ostale procedure, poput predtretmana, odvajanja i ponovne upotrebe [38].

Sve operacije sakupljanja otpada treba da budu ekonomski isplative, odobrene i podržane od strane vlasnika otpada kako bi se na taj način izbjegla najmanje poželjna solucija, a to je deponovanje otpada. Postoje četiri osnovne metode prikupljanja otpada od plastične ambalaže: sakupljanje otpada od vrata do vrata, odlaganje, otkup i depozit/povraćaj novca [60]:

- sakupljanje otpada metodom od vrata do vrata predstavlja najčešće primjenjivanu metodu. Za građane je to najpogodniji način odlaganja otpada, i u krajnjem on rezultira visokom stopom ponovne upotrebe i reciklaže. Od stanovnika se očekuje da odvoje potencijalno vrijedne reciklabilne materijale kao što su plastika, papir i karton, metali, iz njihovog kućnog otpada, u posebne posude ili kese.
- odlaganje otpada u različitim kontejnerima namijenjenim posebnim reciklabilnim vrstama otpada koji se najčešće postavljaju u centralnoj zoni naselja u okviru reciklažnih dvorišta. Ovakav način sakupljanja otpada ima izvjesne nedostatke prije svega u niskoj i nepredvidivoj stopi odlaganja otpada od strane potrošača.
- Centrima za otkup najčešće rukovode privatne kompanije, koje otkupljuju reciklažne sirovine od potrošača/konzumenata. Ovakvi centri zahtijevaju specifikacije za otpadne reciklabilne materijale, čime se u značajnoj mjeri smanjuje nivo kontaminacije.
- Program depozita/povraćaja podrazumijevaju novčanu nagradu u vidu depozita kada se plastična ambalaža vrati u odgovarajući otkupni centar, ili originalnom prodavcu.

Šeme za pravilno sakupljanje otpada osim frakcija komunalnog otpada, moraju obuhvatiti i biti dizajnirane na način da valorizuju vrijedne plastične sirovine iz električnih i elektronskih uređaja, vozila na kraju životnog vijeka i/ili plastičnih poljoprivrednih folija. Osim organizovanog sakupljanja plastičnog otpada za fizička lica, ne manje bitna stavka je i organizovano sortiranje i sakupljanje plastike od preduzeća. Da bi ovakav model uspješno funkcionisao treba predvidjeti podsticajne mjere za kompanije u vidu različitih nagrada [38].

Dolazni tokovi otpada sastoje se u prvom redu od miješane plastike nepoznatog sastava koja je u najvećem broju slučajeva kontaminirana organskim materijama (poput ostataka hrane) i neplastične neorganske frakcije (metali, drvo, papir, itd). Čišćenje, mljevenje i sortiranje su neophodne mjere kako bi se zadovoljili zahtjevi za kvalitetom kada se primjenjuje mehanička reciklaža plastike. Optimalno postrojenje za sortiranje dolaznih tokova plastičnog otpada sastoji se od četiri različite faze razdvajanja. Prije svega neophodno je ukloniti neplastične kontaminacije poput metala, drva, papira itd. Plastična frakcija se potom mora razdvojiti na krutu i nekrutu (folije). Kako bi se dobio kvalitetan finalni plastični granulat, plastične otpadne materijale neophodno je podijeliti na obojene i neobojene (providne) frakcije. Na kraju moraju se odvojiti različiti tipovi plastike [38].

Prije svega potrebno je ukloniti metale iz otpadnog toka, jer oni mogu imati negativan uticaj na mašinsko postrojenje, ali i samu mašinu za reciklažu plastike. Crni metali se jednostavno uklanjaju korišćenjem magneta. Uklanjanje obojenih metala (najčešće aluminijuma, ali i cinka, bakra, olova) zasniva se na indukciji vrtložnih struja. Separator za razdvajanje vrtložnim



strujama sastoji se od transportne trake, i nezavisnog magnetnog rotora velike brzine, koji je sposoban da generiše jako i promjenljivo magnetno polje. Prolaskom provodnih čestica kroz rotor, indukuju se vrtložne struje koje čestice obojenih metala odbijaju od magnetnog polja [61].

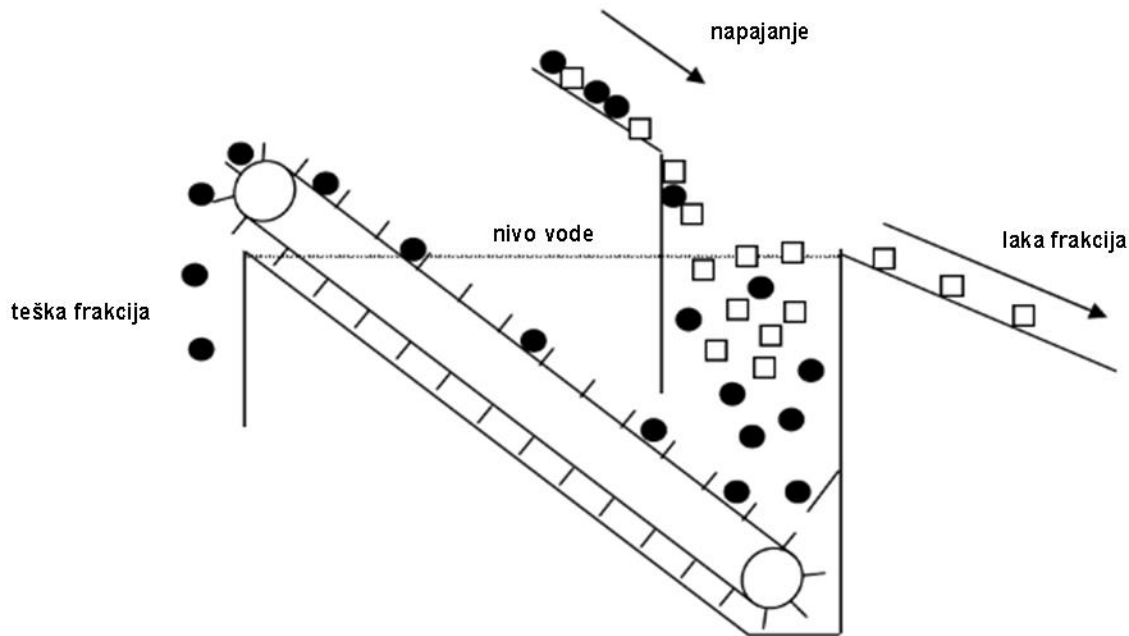
Kako bi se odvojila nečvrsta (folije, kese) od krute plastike, veoma često se upotrebljavaju „vazдушna” sita. Ovi uređaji pomoću jednog ventilatora mogu da izduvaju ili usisaju ne-kruti plastični otpad, a sve na osnovu razlika u specifičnoj težini (odnos površine i mase). Ovakva sita se osim toga mogu upotrebljavati za uklanjanje kontaminacija od papira (poput etiketa) koje se nalaze na krutoj plastičnoj frakciji. Za odvajanje nečvrste i čvrste plastike mogu se koristiti i balistički separatori [38].

Plastični otpad karakteriše širok spektar različitih boja. Osim boje, plastični otpad može varirati i u pogledu neprozirnosti. Razdvajanje plastike na osnovu boje, upotrebom optičkog senzora za prepoznavanje boja, može drastično povećati cijenu reciklabilnog materijala. Slično je i sa svijetlim bojama, jer su odvojene plastične čestice sklone promjeni boje, čime zadovoljavaju nove specifikacije u pogledu dizajna. Ponekad se različite vrste plastike mogu odvajati na osnovu njihovih boja [62].

Kontaminacija jednog polimera u matrici drugog polimernog materijala, u krajnjem rezultira smanjenjem (mehaničkih) svojstava što dovodi do problema sa ponovnom obradom. Pravi primjer takvog polimernog para koji se svakako mora odvojiti jeste PET kontaminiran PVC-om. Na temperaturi pogodnoj za obradu PET-a, PVC se razgrađuje i formira se visoko korozivni gas hlorovodonika. Pri procesnim parametrima obrade PVC međutim, ne dolazi do topljenja PET-a. Na osnovu prethodno navedenih konstatacija jasno je da treba koristiti precizne i isplative metode sortiranja, na čijem tehnološkom unapređenju treba i dalje raditi. Automatske tehnike razdvajanja mogu se podijeliti u dvije kategorije, metode direktnog i indirektnog sortiranja [38].

Metode direktnog sortiranja zasnovane su na svojstvima materijala poput gustine i elektrostatičkih karakteristika. Najjednostavnija tehnika je metoda „pliva-tone” koja je zasnovana na gustini. Koristeći vodu kao flotacioni medijum, polimeri sa gustinom ispod  $1 \text{ g/cm}^3$  (nepunjeni polipropilen i polietilen) će plutati i na taj način će se odvojiti od težih polimera (polietilen-tereftalat, polistiren, polivinil-hlorid i akrilonitril butadien stiren) koji će potonuti. Kako bi se osiguralo dalje odvajanje različitih polimera, u vodu je moguće dodati modifikatore gustine poput soli da bi se kreirao gušći flotacioni medijum (pogodan za veliko odvajanje gustine) [38].

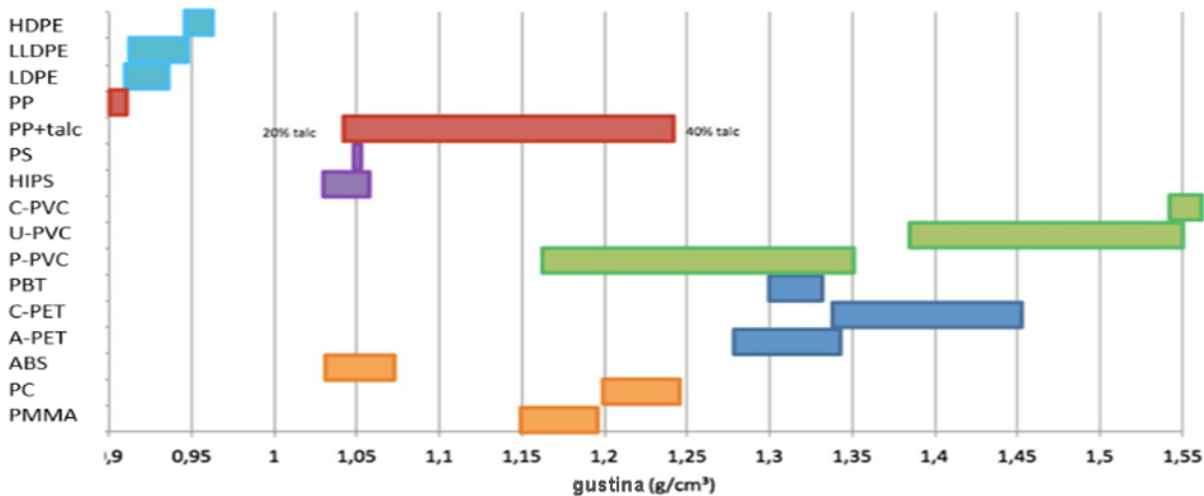
Na slici 28 prikazan je šematski koncept separacije po principu „pliva-tone” [38].



**Slika 28.** Šematski prikaz „pliva-tone” separacije plastičnog otpada [38]

Međutim, kao što se može vidjeti na slici 29 većina tipova polimera ima opseg gustine, a ovi opsezi su često sklorni preklapanju. Upravo iz tog razloga, teško je razvrstati polimere u monotokove samo na osnovu razlika u gustini [38].

Na slici 29 prikazan je opseg gustina najčešće korišćenih polimera [38].



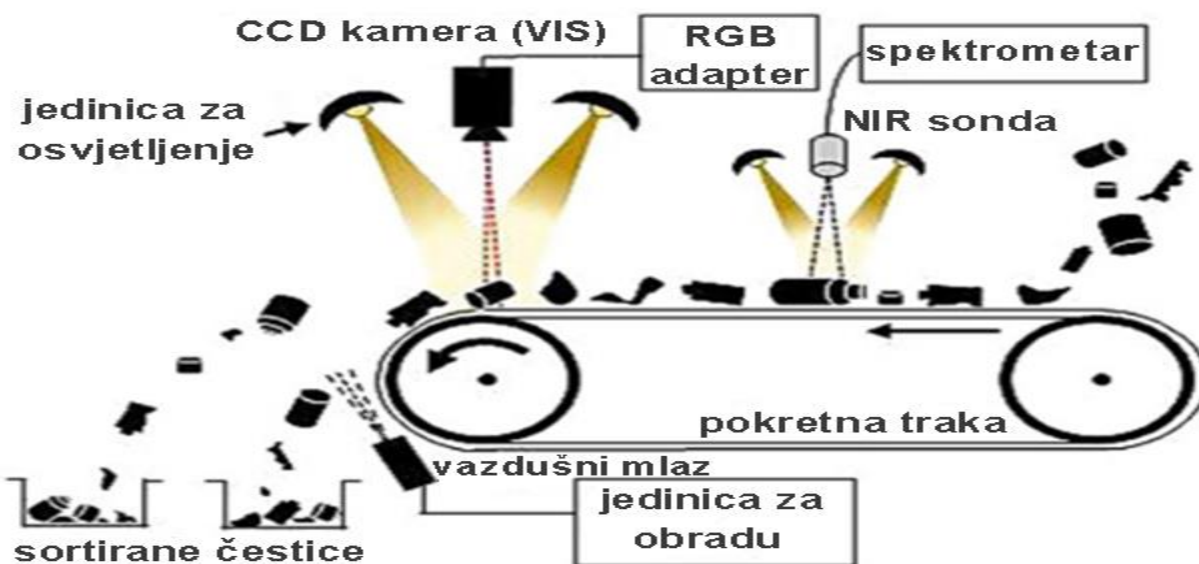
**Slika 29.** Opseg gustina najčešće korišćenih polimernih materijala [38]

Kako bi se poboljšale performanse odvajanja na osnovu gustine, mogu se koristiti separatori gustine medijuma poput centrifuga i hidrociklona. Ovakve mašine poboljšavaju vlažnost materijala, i osim toga vrše sortiranje plastičnih čestica na osnovu veličine i oblika [38].

Za separaciju različitih tipova polimera sa sličnim rasponima gustine, neophodne su naprednije tehnike. Selektivna flotacija ili takozvana „pjena flotacija” zasniva se na razlikama u hidrofobnosti polimerne površine [63].

Putem kondicioniranja sa sredstvima za vlaženje ili fizičkim tretmanima (npr. plamen, korona) može se poboljšati vlažnost polimera. Mjehurići vazduha se zadržavaju na hidrofobne površine čime se pokreće flotacija specifičnog materijala. Suprotno od toga, hidrofilne čestice ostaju potpuno nevlažne, i zadržavaju se u tečnom medijumu. Još jedna obećavajuća tehnika je triboelektrično odvajanje, koja je zasnovana na fenomenu transfera putem površinskog naelektrisanja. Plastične čestice se trljaju jedna o drugu čime dolazi do stvaranja suprotnog naelektrisanja. Posledično, čestice su razdvojene različitim otklonom u elektrostatičkom polju [38].

Osim toga, u upotrebi su i tehnike indirektnog razdvajanja sa sensorima koji su sposobni za brzo otkrivanje i lociranje različitih tipova polimera. FT-NIR (Furijeova bliska infracrvena spektroskopija) je daleko najkorišćenija tehnika za sortiranje plastičnog otpada. Na slici 30 prikazan je njen osnovni princip rada [38].



**Slika 30.** Osnovni princip Furijeove bliske infracrvene spektroskopije [38]

Međutim ova metoda ima izvjesne nedostatke poput: postojanja mogućnosti netačnih očitavanja zbog mogućih kontaminacija (papira, prljavštine), ali i kod ove metode se mogu javiti problemi sa detekcijom crnih, tamnih ili višeslojnih materijala [38].

Pored pomenute metode detekcija X-zracima i lasersko sortiranje predstavljaju tehnike koje su zasnovane na radu senzora za brzu automatizaciju sortiranja mješovitog plastičnog otpada [38].

Prilikom reciklaže mono i mješovite plastike mogu se javiti različiti izazovi. Problem predstavlja činjenica, da pod određenim uslovima može doći do degradacije polimera. Ovdje se prvenstveno misli na toplotu, oksidaciju, svjetlost, jonsko zračenje, hidrolizu i mehaničko smicanje. Tokom

mehaničke reciklaže plastike, dominiraju dva tipa degradacije i to: degradacija uzrokovana ponovnom obradom (termičko-mehanička degradacija) i degradacija tokom životnog vijeka proizvoda [38].

Polietilen tereftalat je polukristalan termoplastični kondenzacioni poliestar. Potražnja za PET-om čini 7,1% ukupne evropske potražnje za plastikom što je ekvivalentno ukupnoj potražnji od 3,5 MT (PET vlakna nisu uključena). Uglavnom se upotrebljava za pakovanja kao što su boce, flaše i folije [38].

Dobra mehanička čvrstoća, niska propustljivost prema vlazi i kiseoniku, inertnost, niska specifična težina i visoka providnost su ključne osobine koje preporučuju primjenu PET-a za ambalažu [64].

Osim njegove upotrebe za potrebe pakovanja, veliko tržište PET-a predstavljaju vlakna u tekstilnoj industriji (približno 1 MT u Evropi tokom 2011. godine) [38].

Petcore, evropska PET asocijacija, procijenila je ukupnu stopu prikupljenih PET flaša i ambalaža tokom 2014. godine na 57%, u poređenju sa količinom PET-a plasiranog na tržište. Kao što je prethodno pomenuto odvajanje otpada po završetku životnog vijeka neophodno je kako bi se postigli ciljevi viskokvalitetnog recikliranja. PET boce se lako odvajaju od drugih polimera uz pomoć automatizovane ili ručno sortirane tehnike. U svakom slučaju ga je potrebno odvojiti od PVC-a, budući da proizvodi od PVC olakšavaju razgradnju PET-a katalizujući reakcije cijepanja lanaca tokom ponovne obrade. Uobičajno sadržaj PVC-a treba da bude manji od 0,25 % [38].

Različiti reciklažni procesi se u industriji koriste za mehaničku reciklažu sortiranih PET flaša. Iako su ovi reciklažni sistemi jako specifični, izdvajaju se sledeći koraci u procesu, čiji redosljed može varirati [65]:

- konvencionalna priprema (drobljenje, pranje, uklanjanje čepova i etiketa)
- ponovna ekstruzija (ponovna obrada topljenjem)
- polikondenzacija u čvrstom stanju (uklanjanje raznih zagađivača i/ili povećanje unutrašnjeg viskoziteta).

Prvi konvencionalni koraci u mehaničkoj preradi otpadnih PET ambalaža su svakako mljevenje, pranje i skidanje čepova i etiketa sa boca. Pranje ima za cilj uklanjanje svih površinskih zagađivača, i obično se sprovodi u vodenom rastvoru NaOH. Preostale poliolefin kontaminacije se mogu ukloniti tokom ovog procesa pomoću „pliva-tone” separacije [38].

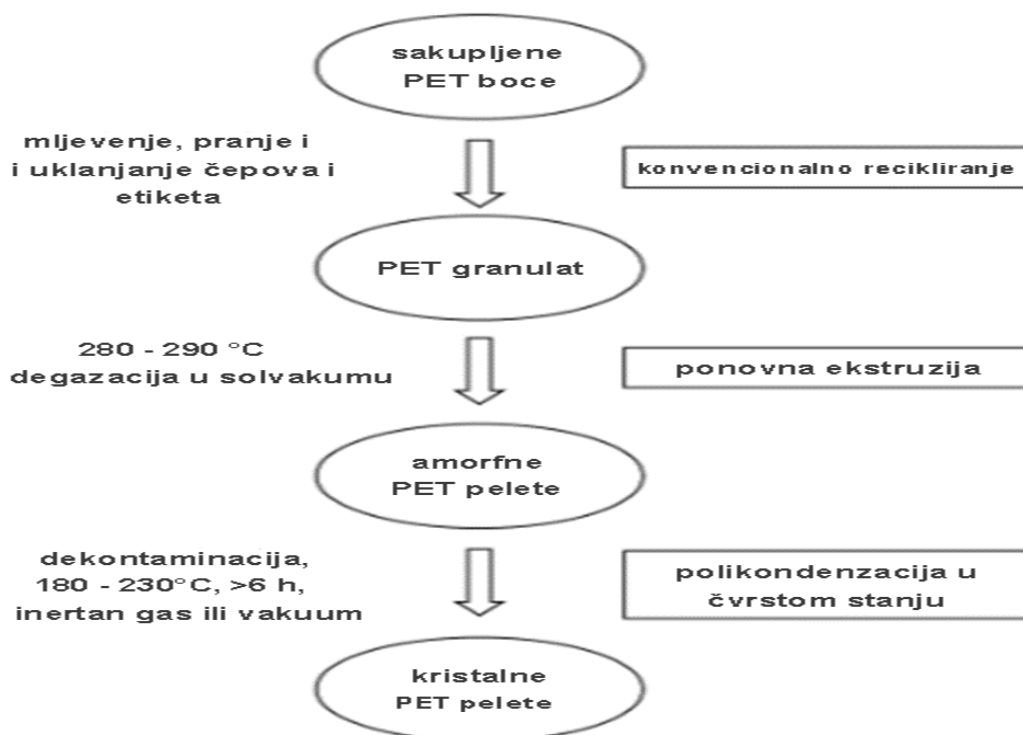
Korak koji se odnosi na ponovno ekstrudiranje vrši se ekstrudiranjem pahuljica na temperaturama iznad temperature topljenja samog PET-a (>260 °C), najčešće u kombinaciji sa upotrebom vakuuma za uklanjanje nisko-molekularnih zagađivača [38].

Polikondenzacija u čvrstom stanju (SSP) obično se sprovodi kako bi se povratio viskozitet PET pahuljica nakon upotrebe. Obično PET flaše nakon konzumacije imaju nisku viskoznost, uslijed smanjenja molekulske težine, prisustva vlage i hidrolize u poređenju sa početnim PET klasama. Ovaj proces podrazumijeva zagrijavanje PET-a na temperature između staklene tranzicije i temperature topljenja u reaktoru. Reakcije kondenzacije karakteristične su između terminalnih

grupa lanaca u amorfnoj fazi polimera, u temperaturnom opsegu od 180-240 °C. Ova reakcija se odvija u prisustvu vakuma kako bi se eliminisali proizvodi [38].

Alternativni procesi za povećanje unutrašnjeg viskoziteta uključuju dodavanje produživača lanca (u toku polikondenzacije u čvrstom stanju ili tokom reaktivne ekstruzije) koji mogu djelovati kao unakrsne veze između pojedinačnih PET lanaca koji dovode do povećanja molekulske težine i viskoziteta [38].

Primjer industrijskog procesa reciklaže superčistih PET boca šematski je prikazan na slici 31. Ovaj proces kombinuje prethodno pomenute korake [38].



**Slika 31.** Šematski prikaz reciklaže superčistog PET-a na bazi peleta [38]

Uobičajno se regenerisane PET granule koriste za proizvodnju novih boca, ambalaža, vlakna ili termoformi. Danas, do 50% PET boca se može napraviti od recikliranih granulata. S druge strane, kada se primjenjuje u svojstvu termoformi ovaj procenat može biti i veći [38].

Trenutno, se u Evropi prozirne i svijetle (najčešće plave i zelene) PET boce lako sakupljaju i odvajaju za sekundarnu reciklažu. Međutim, neprozirne boce i termoforme se trenutno ne recikliraju. Glavne poteškoće za reciklažu termoformi PET-a uključuju [38]:

- kompleksne kompozicije (višeslojnost, mastila, ljepkovi, upijajući jastučići itd.)
- visok sadržaj PET-a u termoformama
- PET pahuljice imaju niži viskozitet
- oprema postrojenja za reciklažu (više čestica prašine, krhkost termoformi itd)
- propisi koji ograničavaju kontakt sa hranom.

## 10. REZULTATI I DISKUSIJA

### 10.1. Efikasnost paralelne primjene EPR i DRS sistema

Proširena odgovornost proizvođača (EPR) predstavlja svojevrsni ekološki alat u kojem se odgovornost proizvođača proširuje na fazu po završetku životnog vijeka proizvoda. Ovaj pristup postavlja obaveze za sve proizvođače, kako u finansijskom tako i u logističkom smislu, kada je riječ o upravljanju generisanim otpadom. Na ovaj način se odgovornost prebacuje sa javnog sektora na same preduzetnike. Ovakav koncept upravljanja otpadom, doprinosi između ostalog većim stopama reciklaže i oporavka materijala [66].

Dodatno kroz primjenu ovakvog modela upravljanja otpadom pruža se mogućnost proizvođačima/uvoznicima da stvore ekosistem pogodan za cirkularnu ekonomiju, čime će dijeleći teret upravljanja ambalažnim otpadom rasteretiti javna sredstva koja su se prethodno koristila za upravljanje ovom kategorijom otpada, i na taj način osigurati da ovaj novac bude dostupan za osnovne socijalne usluge za zajednicu [66].

Efikasnost EPR sistema u mnogome zavisi od aktivnosti vlada država, u upravljanju sistemom kroz regulatorni okvir kako bi se osiguralo povoljno okruženje za EPR. U tom smislu treba nadgledati operatere sistema, pratiti ciljeve prikupljanja i ciljane stope reciklaže [66].

Sistem depozitnog vraćanja (DRS) predstavlja sistem u kome kupac trgovinom vrši početnu uplatu (depozit) koji mu se na mjestu kupovine vraća, ukoliko kupac vrati proizvod ili ambalažu u već postojeću šemu sakupljanja otpada. Finansijski stimulans motiviše građane da otpadni proizvod odlože u za to predviđenim automatima za odvojeno sakupljanje otpada, umjesto što bi završio kao otpad na nekoj od sanitarnih deponija. Za jedan ovakav koncept, nisu pogodne sve kategorije otpada. Bez obzira na to, ovaj alat već decenijama predstavlja veoma važan instrument za upravljanje ambalažnim otpadom za piće na različitim tržištima širom svijeta. DRS politika obično specificira obime funkcionalnosti sistema, odnosno za koje proizvode je adekvatno, a za koje nije poželjno koristiti ovaj način upravljanja otpadom. Primjera radi mliječni proizvodi nisu obuhvaćeni DRS konceptom koji se primjenjuje u Litvaniji, a sa druge strane flaše za jednokratnu upotrebu napravljene od PET-a su sastavni dio DRS šema u Škotskoj [66].

DRS zapravo predstavlja instrument politike EPR za prebacivanje odgovornosti upravljanja otpadom sa javnog sektora na proizvođače. Neki od uobičajnih instrumenata koji prate EPR politiku su naknade za unaprijed predviđeno odlaganje i kombinovanje tzv. „uzvodnih” poreza i nizvodnih subvencija kada je riječ o različitim tokovima otpada [66].

Nekoliko zemalja članica OECD-a je implementiralo ili razmatra korišćenje DRS-a za različite proizvode u kombinaciji sa zahtjevima za vraćanje proizvoda, npr. Španija i Francuska razmatraju korišćenje DRS-a za ambalaže za piće zajedno sa postojećim zahtjevom za vraćanje ambalaža i pakovanja putem EPR šema [66].

Dok EPR šeme mogu biti dobrovoljne, ili mogu uključivati inicijative za društveno odgovorno poslovanje, većina instrumenata politike EPR-a je obavezna i sadrži jasno definisane ciljeve

recikliranja ili sakupljanja otpada kako bi se što je moguće preciznije definisale odgovornosti proizvođača [66].

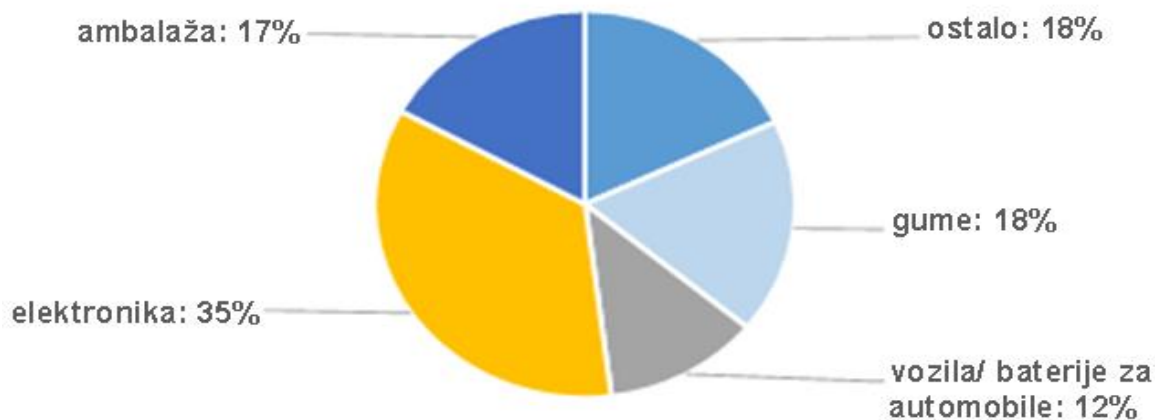
Kao što je ranije rečeno, DRS se najčešće koristi za specifične proizvode poput plastične ambalaže za piće i zahtijeva specifičnu infrastrukturu za sakupljanje kao što su sabirni punktovi u radnji [66].

Posljednje tri decenije karakteriše sve veća primjena EPR principa kao instrumenta za odgovorno upravljanje otpadom. Danas postoji više od 400 šema širom svijeta, u odnosu na 1990. godinu kada ih je bilo svega oko 30-ak. [66].

EPR šeme se primjenjuju za širok spektar proizvoda koji uključuje [66]:

- električno-elektronske proizvode
- vozila
- baterije
- gume
- ambalažni otpad.

Na slici 32 prikazana je procentualna zastupljenost EPR šema prema vrsti proizvoda širom svijeta [66].



**Slika 32.** Procentualna zastupljenost EPR šema širom svijeta za različite vrste proizvoda [66]

Kako sistem depozitnog vraćanja (DRS) proizvodima daje ekonomsku vrijednost, potrošači su motivisani za vraćanje proizvoda ili u ovom slučaju ambalaže u visokokvalitetnom stanju na sabirne punktove umjesto da isti odlažu zajedno sa miješanim komunalnim otpadom, na deponije ili u najgoroj solucija kao otpad u životnoj sredini [66].

Prema nekim istraživanjima iz 2020. godine procjenjuje se da trenutno 290 miliona ljudi u Evropi, Sjevernoj Americi i Australiji na ovaj ili onaj način implementira koncept depozitnog sistema vraćanja za plastični ambalažni otpad [66].

Osnovna svrha ovakvih sistema je poboljšanje stope sakupljanja proizvoda ili ambalaže na kraju životnog vijeka kao i poboljšanje kvaliteta prikupljenog materijala [66].

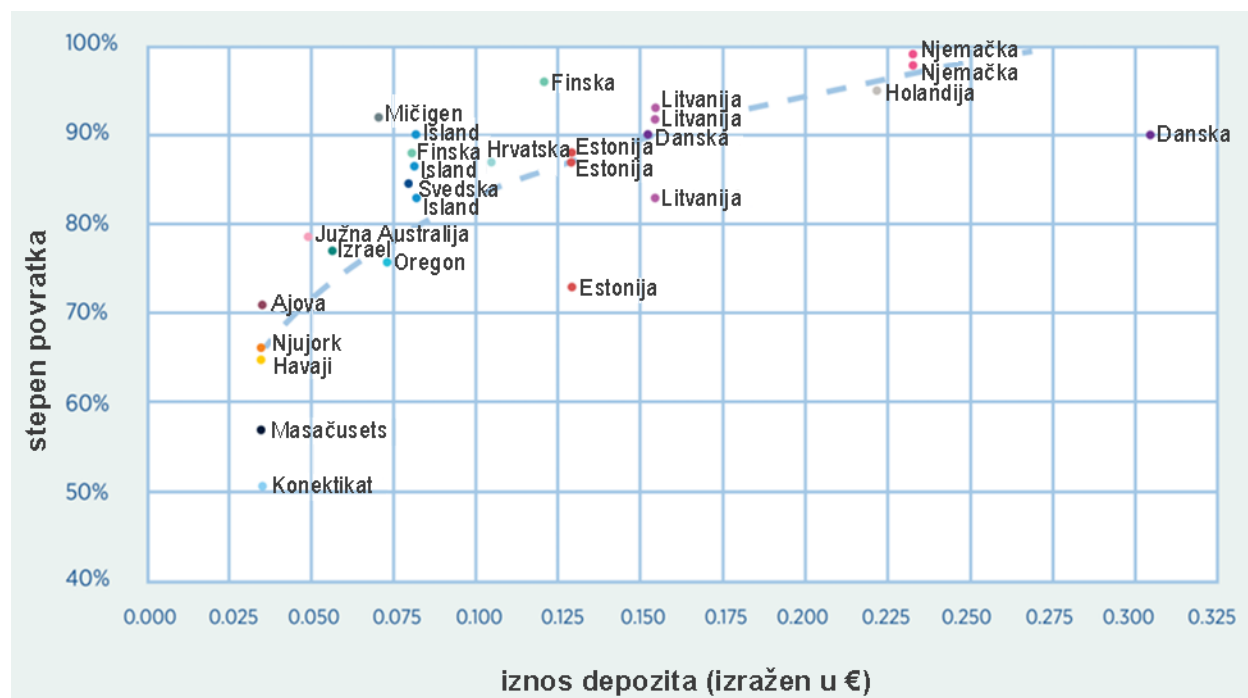
Osnovni ciljevi koju mogu da motivišu države za implementaciju ovog koncepta su [66]:

- podizanje svijesti građana o potrebi pravilne primarne selekcije
- prikupljanje opasnih materija kako bi se obezbijedio bezbjedan i ekološki prihvatljiv tretman istih po završetku životnog vijeka proizvoda
- povećanje stope reciklaže
- ponovna upotreba proizvoda.

Dokazi ukazuju da se DRS može koristiti kao efikasan mehanizam za prikupljanje ciljanog proizvoda ili otpadnog materijala. Zemlje koje su se odlučile na implementaciju ovakvog sistema za sakupljanje plastičnih ambalaža za piće mogu postići stope sakupljenog otpada koje prelaze 90%. Jasno je da iznos naknada za depozit podstiče potrošače da učestvuju u program i uzročno-posledično dovodi do većih stopa povrata [66].

Na slici 33 prikazana je stopa prikupljenog otpada u odnosu na minimalne vrijednosti depozita prilagođene paritetu kupovne moći. Može se zaključiti da veće minimalne naknade za depozite dovode do većih stopa povrata [66].

Stopu povrata TOMRA definiše kao procenat prodatih ambalaža za piće uz depozit, koji se vraćaju na reciklažu u zamjenu za povraćaj depozita [66].



**Slika 33.** Stope sakupljenog otpada u odnosu na minimalne vrijednosti depozita širom svijeta izraženim u evrima [66]



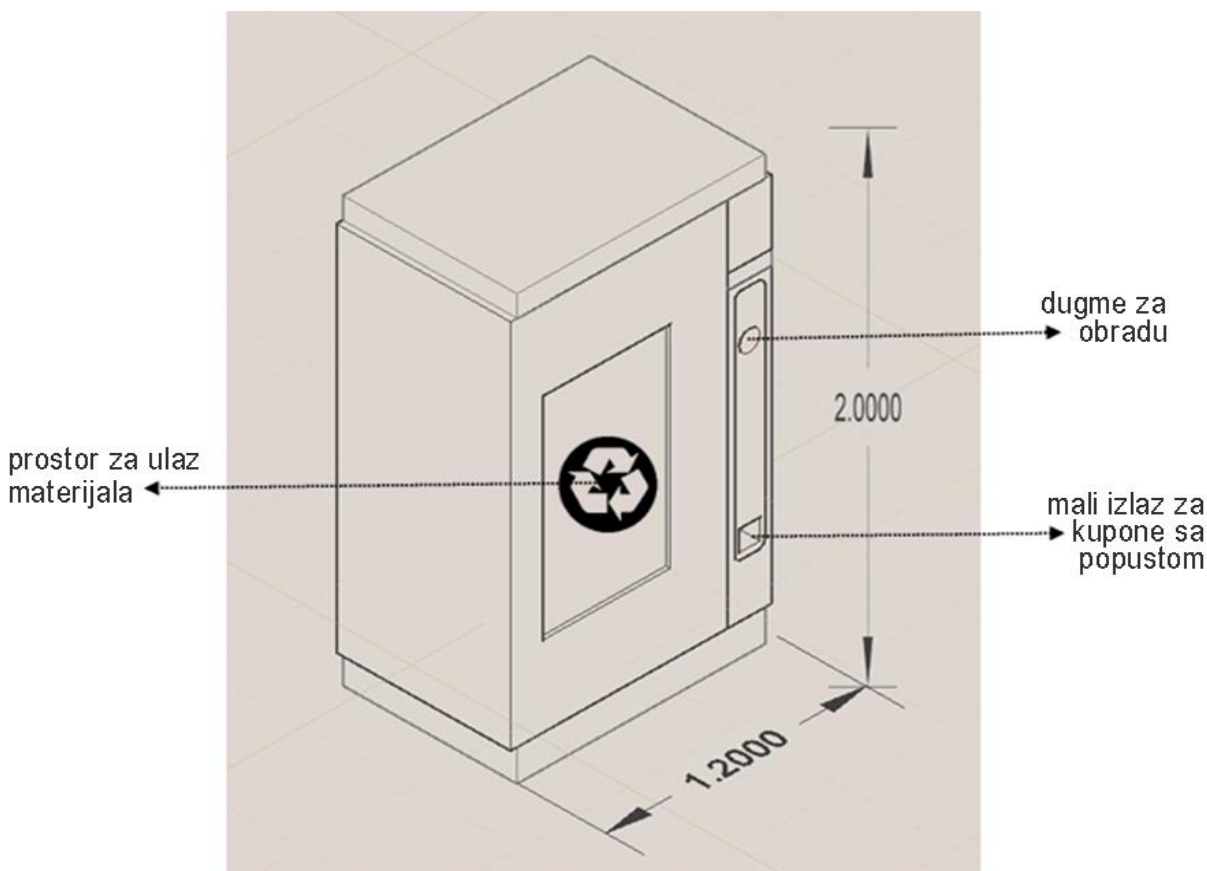
Visoke stope naplate koje se mogu postignuti pomoću DRS sistema generišu značajne koristi. Ove koristi mogu biti u obliku direktne ekonomske dobiti i prihoda (npr. povećanje prihoda od otpada), indirektno ekonomske dobiti za ostale aktere u privredi (npr. redukovana potreba za akcijama čišćenja otpada od strane javnih vlasti, ali i otvaranje novih zelenih radnih mjesta) kao i netržišne koristi (npr. čistija životna sredina) [66].

Kada je riječ o sistemima ponovne upotrebe, DRS može biti veoma interesantan jer proizvođačima štedi troškove proizvodnje nove ambalaže. Primjera radi PET boce za višekratnu upotrebu mogu se ponovo upotrebljavati do 25 ciklusa [66].

Istraživanja sprovedena u primorskim oblastima Sjedinjenih Američkih Država i Australije, a odnose se na morski otpad, pokazala su da je udio plastične ambalaže za piće, neadekvatno odloženih na plažama za 40% manji u državama koje primjenju DRS sistem [66].

Automati za povrat depozita zahtijevaju značajna kapitalna ulaganja, ali imaju veoma niske operativne troškove i povećavaju mogućnost daljinskog nadzora DRS podataka i generisanja automatizovanih izvještaja čime se smanjuje rizik od nepouzdanih podataka i krađe. U evropskim zemljama koje primjenjuju ovaj koncept za plastične boce za jednokratnu upotrebu, koristi se oko 620 automata za povrat depozita na million stanovnika [66].

Na slici 34 prikazan je uobičajni dizajn automata za povraćaj depozita [67].



**Slika 34.** Uobičajan dizajn automata za povraćaj depozita za plastičnu ambalažu [67]

Kada je riječ o Crnoj Gori i uspostavljanju koncepta proširene odgovornosti proizvođača za ambalažni otpad neophodna je istaknutija uloga u organizaciji ovakvog sistema od strane Fonda za zaštitu životne sredine (u nastavku Eko-fonda). Kao što je ranije rečeno nacrt novog Zakona o upravljanju otpadom koji je dobio zeleno svijetlo Evropske komisije uvodi nove članove zakona koji se odnose na sistem proširene odgovornosti proizvođača. U tom smislu članom 15 Program proširene odgovornosti proizvođača podrazumijeva obaveze za proizvođača koji na tržište Crne Gore stavlja ambalažu, plastične proizvode za jednokratnu upotrebu, kao i ribolovni alat koji sadrži plastiku [54].

Članom 63 ovog zakona po prvi put se kao opciona mjera prepoznaje depozitni sistem vraćanja otpadne ambalaže. Na ovaj način se ostavlja prostor za privrednog subjekta koji upravlja sistemom sakupljanja i obrade otpadne ambalaže da uspostavi depozitni povratni sistem koji bi se naplaćivao na mjestu prodaje proizvoda. Predviđeno je da depozit ne može biti veći od 30% od iznosa prodajne cijene proizvoda [54].

Naravno prije eventualnog uspostavljanja ovakvog sistema potrebno je izvršiti pažljivu analizu stepena zrelosti tržišta i opravdanosti primjene same EPR šeme. Da bi se ovaj model upravljanja otpadom mogao primijeniti u našoj zemlji, neophodno je da jednom po usvajanju zakona o upravljanju otpadom, bude definisan i usvojen pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu, podrazumjevano u sinergiji sa industrijom pića koja je nosilac obaveza. Kao primjer dobre prakse koji se može replicirati na nivou Crne Gore može poslužiti Hrvatska. U tom smislu povratna naknada bi se uplaćivala na račun Eko-fonda, a bila bi uračunata u novu cijenu proizvoda te na taj način poslužila kao depozit koji se po povratu ambalaže vraća korisniku.

Obzirom da je studijom o primjeni proširene odgovornosti proizvođača u Crnoj Gori, a koja se odnosi na ambalažni otpad, izrađenom od strane Privredne Komore Crne Gore i njenih partnera, kao jedan od optimalnih modela upravljanja ambalažnim otpadom predviđena kombinacija EPR-a i DRS-a u nastavku će biti prikazani neki od ključnih benefita, kao i finansijski aspekti primjene istih [58].

Uzevši u obzir modele korišćene u ovoj studiji, pojedinačne organizacije za sprovođenje EPR bi trebalo da recikliraju između 6.500 i 20.700 tona ambalaže godišnje tokom petogodišnjeg perioda, što sumarno predstavlja 68.650 tona [58].

Reciklažom oko 70.000 tona ambalažnog otpada postiže se ušteda u deponijskom prostoru u iznosu od 1.400.000 m<sup>3</sup>, a ujedno se smanjuje emisija CO<sub>2</sub> za oko 420.000 tona [58].

Sprovedena analiza u finansijskom smislu prati modele koji demonstriraju odnos između naknada za ambalažu i naknada na sličnim tržištima. Kako bi se ispunile ciljane stope reciklaže, organizacija za sprovođenje EPR-a bi trebala da tokom petogodišnjeg perioda povećava opseg organizovanog sakupljanja ambalaže iz domaćinstva, sa 30% populacije u prvoj godini do 50% do kraja pete godine. Ulaganje u transportna sredstva, predstavlja trošak onih preduzeća sa kojima je zaključen ugovor o saradnji, a procjene pokazuju da se taj iznos kreće od 700.000 € do 2,6 miliona eura u zavisnosti od toga da li je riječ o nabavci nove ili korišćene opreme [58].

## 10.2. Predlog postupka obrade plastičnog otpada za Primosku regiju Crne Gore

Na osnovu podataka dobijenih o količini otpadne plastike koja je trenutno uskladištena u Crnoj Gori, kao i izvršenih procjena o generisanim količinama u budućnosti, moguće je planirati tehnološku liniju za mehaničku reciklažu plastike koja bi dobrim dijelom pokrila zahtjeve za obradom plastičnog otpada generisanog tokom jedne kalendarske godine (pod uslovom da ne postoje druge mogućnosti tretmana poput hemijskog i termičkog tretmana otpadne plastike).

Ako uzmemo u obzir da bi projektovana tehnološka linija tretirala otpadnu plastiku u prosjeku 8 sati dnevno, koliko je trenutno prosječno radno vrijeme prema Zakonu o radu (40 sati nedeljno), a u jednom mjesecu ima u prosjeku 22 radna dana, dolazi se do podatka da bi se plastični otpad na mjesečnom nivou tretirao oko 176 sati. Iz ovoga proizilazi konstatacija da bi prosječan broj radnih sati mehaničkog postrojenja za obradu plastičnog otpada na godišnjem nivou iznosio 2.112 radnih sati.

### Formula za izračunavanje neophodnog kapaciteta postrojenja u 2023. godini:

$$K = \frac{M_0 + M_{23}}{N}$$

K- kapacitet postrojenja u 2023. godini

M<sub>0</sub>- postojeće količine plastičnog otpada

M<sub>23</sub>- procijenjene količine plastičnog otpada u 2023. godini

N – broj radnih sati na godišnjem nivou

$$K = \frac{\text{Postojeće količine plastičnog otpada} + \text{Procijenjene količine u 2023. godini}}{\text{Broj radnih sati na godišnjem nivou}}$$

$$K = \frac{67,692 \text{ tona} + 16.967,25 \text{ tona}}{2.112 \text{ h}} = 8,06 \text{ t/h}$$

### Formula za računanje potrebnog kapaciteta tehnološke linije u 2027. godini

$$K = \frac{\text{Procijenjene godišnje količine plastičnog otpada u 2027. godini}}{\text{Broj radnih sati na godišnjem nivou}}$$

$$K = \frac{17.495,85 \text{ tona}}{2.112 \text{ h}} = 8,28 \text{ t/h}$$

Na osnovu predviđenog broja radnih sati i izvršenih proračuna trenutnih i budućih količina otpadne plastike na Crnogorskom primorju, evidentno je da je potreban kapacitet tehnološke

linije za mehanički tretman plastike oko 8 tona po radnom satu. U strukturi otpadne plastike posebna pažnja kada je riječ o reciklaži usmjerena je na plastičnu ambalažu, odnosno polietilen tereftalat (PET). Austrijski gigant za proizvodnju mašina za reciklažu plastike EREMA je 2020. proizveo mašine za mehaničku reciklažu PET boca radnog kapaciteta 8 tona po satu koje su u tom momentu predstavljale mašine sa najvećim radnim kapacitetom koje je ova kompanija proizvela tokom svog bogatog 40-godišnjeg iskustva.

U tom smislu, jasno je da je riječ o ekstremno velikim postrojenjima koji zahtijevaju značajan radni prostor, konstantan protok materijala, veliki broj zaposlenih ali i značajna finansijska ulaganja. Uspostavljanjem sistema proširene odgovornosti proizvođača i depozitnog sistema naknada, očekuje se povećanje primarne selekcije plastike. S toga, se predlaže izgradnja postrojenja kapaciteta od 4 tone po radnom satu čime bi se do 2030. godine zadovoljile potrebe u stopi reciklaže plastične ambalaže od 22,5%, a u značajnoj mjeri dao zamajac da se do 2030. godine pripremi za ponovnu upotrebu i recikliranje najmanje 50% ukupne mase sakupljenog otpada (papir, metal, plastika i staklo). Sa ovakvim kapacitetom postrojenje bi teorijski bilo u mogućnosti obraditi 50% generisanog plastičnog otpada u 2023. godini, uz prethodno uskladištene količine.

Kada je riječ o prethodno procijenjenim količinama otpadne plastike zaključno sa 2027. godinom, jedno ovakvo postrojenje ima mogućnost obrade 50% otpadne plastike tokom narednih 5 godina.

Kako je prosječna težina jedne plastične boce oko 20 g, u jednom radnom satu bi ovo postrojenje obrađivalo čak oko 200 000 plastičnih boca. Količina plastičnog otpada koja bi se na dnevnom nivou mehanički obradila iznosila bi 32 tone, mjesečna količina 704 tone i godišnja 8.448 tona plastičnog otpada kao što je prikazano u tabeli 44.

**Tabela 44.** *Prosječni dnevni, mjesečni i godišnji kapacitet postrojenja za mehaničku reciklažu plastike*

<b>Postrojenje za mehaničku reciklažu plastičnog otpada (kapacitet 4 t/h)</b>	
Dnevni kapacitet	32 t
Mjesečni kapacitet	704 t
Godišnji kapacitet	8.448 t

Preostale količine plastike bi se u doglednoj budućnosti, uzevši u obzir visoku kalorijsku vrijednost mogle spaljivati u postrojenju za termički tretman plastike, koje bi bilo instalirano na

nekoj od lokacija koje zadovoljavaju tehničko-tehnološke uslove. Na ovaj način kombinovanjem mehaničkog i termičkog tretmana praktično bi se zaokružila priča o upravljanju i valorizaciji ove kategorije otpada.

Obzirom na predloženi kapacitet tehnološke linije, lokacija za izgradnju postrojenja bi mogla biti u okviru Regionalne deponije Možura koja se nalazi između Bara i Ulcinja, a na čijem deponijskom prostoru svoj komunalni otpad odlažu sve lokalne samouprave sa primorja, osim Herceg Novog. Izgradnjom ove sanitarne deponije nije kompletiran postupak upravljanja komunalnim otpadom te je ostavljen prostor da se na postojećoj lokaciji izgradi reciklažni centar sa saobraćajnicama, magacinima otvorenog i zatvorenog tipa i protočnim skladištima. Urbanističkim projektom je definisano da je za ove potrebe obezbijeđeno oko 1,5 ha površine, što je dovoljno za prethodno pomenuto postrojenje [68].

Postrojenje za mehaničku reciklažu plastike bi se moglo instalirati pored administrativne zgrade, a između puta za prolaz vozila i kolske vage, kao što je prikazano na slici 35 [68].



**Slika 35.** *Prostor predviđen za izgradnju tehnološke linije za mehaničku reciklažu plastike [68]*

Znajući da je životni vijek sanitarne deponije u značajnoj mjeri redukovan, i da je iskorišćeno oko 70% kapaciteta, ne treba pominjati značaj jednog ovakvog postrojenja u produženju životnog vijeka sanitarnih kada [68].

Za jedan ovakav projekat neophodno je da deponija ima izgrađen sistem za tretman procjednih voda koje nastaju pranjem plastike prije finalnog postupka granuliranja. Ovako nastale otpadne vode ne smiju biti direktno ispuštene u okruženje bez prethodnog tretmana. Prilikom izgradnje

deponije sistematskom analizom brojnih kriterijuma utvrđeno je da je reverzna osmoza (RO) najbolje dostupna tehnologija za prečišćavanje procjednih voda generisanih na deponiji Možura. Za ovaj projekat su potrebna značajna finansijska sredstva, koja su Studijom izvodljivosti procijenjena na cca 700.000 eura [68].

Sakupljanjem plastičnog otpada na nivou Crnogorskog primorja i njegovom distribucijom do postrojenja za mehaničku reciklažu plastike rukovodila bi prije svega komunalna preduzeća koja bi imala finansijsku korist od plasiranja visokokvalitetno primarno sortiranog plastičnog otpada na reciklažu.

Tehnološka linija za mehaničku reciklažu plastike bi funkcionisala po modelu savremenih postrojenja za mehaničku reciklažu plastike koji su opisani u prethodnom poglavlju, a dobijeni plastični granulati bi se koristili za proizvodnju istih ili sličnih proizvoda.

### **10.3. Upotrebljivost izdvojenih granulata dobijenih mehaničkom obradom plastike**

Da u Crnoj Gori postoje primjeri dobre prakse svjedoči slučaj industrijske simbioze između dvije kompanije Hemosan iz Bara i 3D Sobe iz Podgorice. Naime u eko-centru kompanije Hemosan se procesom mehaničke reciklaže prethodno sortiranog plastičnog otpada (poput recimo otpadnih čepova sa brodova ili gajbi sa plantaži za berbu grožđa) dobija plastični granulati koji se koristi kao ulazna sirovina u pogonu kompanije 3D Soba za proizvodnju potpuno novih proizvoda poput daske za klupe, kanti za otpadke, klupa, stolica, stolova, plastičnih stubića itd. Na ovaj način ne samo da se promovise koncept cirkularne ekonomije, već se zatvara jedan kompletan kružni ciklus u potpunosti usaglašen sa principima održivog razvoja.

Najčešće se vrši reciklaža HDPE plastike zbog njenih povoljnih fizičko-hemijskih karakteristika, velike tvrdoće, otpornosti na habanje, lakoće obrade i relativno niske tačke topljenja, ali i polipropilena koji se uglavnom sakuplja kroz organizovane akcije prikupljanja čepova od plastičnih boca u osnovnim školama širom teritorije Glavnog grada. Za proizvodnju novih plastičnih proizvoda vrši se miješanje ove dvije vrste plastike u odnosu 80% HDPE-a i 20% polipropilena. Ne manje bitna činjenica je da su ovi materijali bezbjedni za obradu i kasniju aplikaciju, i da ne emituju štetne supstance koje ugrožavaju životnu sredinu i zdravlje ljudi [69].

U okviru proizvodnog pogona kompanije 3D Soba nalazi se sledeća oprema [69]:

- ekstruderi
- topla presa
- CNC
- hladna presa.

Proizvodni proces prati sofisticirana linija u kojoj prvi korak podrazumijeva skladištenje mehanički reciklirane plastike veoma sitne granulacije, koju kompanija Hemosan distribuira u za to posebno namijenjenim „jumbo” vrećama. Ovako dopremljena sirovina, se skladišti u za to namijenjeni prostor, koji ispunjava sve uslove neophodne za očuvanje kvaliteta. Potom je neophodno sprovesti detaljnu provjeru čistoće prethodno pomenutih sirovina, jer je jako bitno da

je riječ o potpuno čistom granulatu, obzirom da eventualno prisutne metalne čestice mogu nanijeti štetu samom ekstruderu. Zatim se vrši punjenje sušilice, čiji je osnovni zadatak sušenje materijala u trajanju od 4-6 sati. Jednom kada je materijal potpuno suv, može se krenuti sa daljim postupcima obrade. Ovakva sirovina postaje spremna za proizvodnju visokokvalitetnih i ekološki prihvatljivih dasaka i ploča [69].

Na slici 36 prikazana je sitna granulacija plastične sirovine koja se koristi za proizvodnju.



**Slika 36.** HDPE plastični granulati koji se koriste kao osnovna sirovina za proizvodnju

Za proizvodnju dasaka i ploča koristi se ekstruder (slika 37) čiji su sastavni dijelovi: rezervoar za materijal, vijak za transport materijala, pogonski motor, kao i grijači sa senzorima čija je uloga topljenje plastičnih granulata [69].



**Slika 37.** Izgled ekstrudera koji se koristi za topljenje plastičnog granulata [69]

Kako bi se dobila kvalitetna ploča neophodne su dvije specijalne mašine i to: topla i hladna presa. Proces proizvodnje se sastoji od preciznog punjenja kalupa, prethodno definisanom

količinom plastike koju je potrebno ravnomjerno rasporediti. Kalup se zatim postavlja u toplu presu, na temperaturu od 190 °C. Ovaj proces traje oko jednog časa. Potom, je potrebno prebaciti kalup u hladnu presu, gdje se željeni proizvod hladi u period od 6-8 sati [69].

Da je sam proces proizvodnje u potpunosti u skladu sa principima hijerarhije upravljanja otpadom, najbolje govori činjenica da se ostaci i nusproizvodi iz procesa proizvodnje predaju kompaniji Hemosan na ponovnu obradu i granuliranje. Na ovaj način se potencijalni otpad ponovo vraća u proizvodni proces, jer je riječ o plastici koja se može reciklirati od 4-7 puta prije nego što dođe do trajnih oštećenja koje je čine neupotrebljivom.

Na narednim fotografijama se mogu vidjeti neki od novih proizvoda nastali obradom mehanički dobijenih granulata.



**Slika 38.** *Eko klupa „Tara” napravljena od reciklirane plastike*

Neke od brojnih prednosti ovako proizvedene klupe u odnosu na konvencionalne klupe od drveta uključuju: dugotrajnost, ovakva klupa ne truli i otporna je na atmosferske prilike, nije potrebno posebno održavanje u vidu lakiranja i farbanja, otporna je na destruktivne i vandalski nastrojene aktivnosti, a proizvodnjom jedne klupe 37,50 kilograma plastike ne završi na deponiji čime se postižu značajne uštede u deponijskom prostoru, a posebno treba naglasiti činjenicu da se čuvaju drveća od sječe.





**Slika 39.** Eko-stolovača „Lovćen”

Jedna ovakva stolica napravljena je od 100% reciklirane plastike iz Crne Gore. Za njenu proizvodnju iskorišćeno je 16,50 kilograma HDPE i PP granulata, a očekivani životni vijek ove stolovače je 10+ godina nakon čega je moguće njeno recikliranje.



**Slika 40.** Eko-korpa za otpatke sa umetkom „Galeb”

Neke od osnovnih prednosti ovakve korpe su originalan dizajn koji podrazumijeva upotrebu dekorativnih ploča kao i činjenica da na nju ne prijenjaju uobičajni destruktori poput farbi i žvakaćih guma.

## 11. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih analiza jasno je da primjena savremene metode mehaničke reciklaže plastičnog otpada ima prioritet u odnosu na hemijsku reciklažu, energetska iskorišćavanje njenog kalorijskog potencijala, ali i njeno deponovanje koje je najmanje poželjna opcija u hijerarhiji upravljanja otpadom, a trenutno predstavlja najčešću praksu postupanja sa ovom kategorijom otpada na Crnogorskom primorju.

Recikliranjem plastičnog otpada na ovaj način nastaje plastični granulat, koji se može koristiti za proizvodnju brojnih proizvoda, čime se čuvaju prirodni resursi (šume), energija ali i daje doprinos upotrebi ekološki podobnih i reciklabilnih materijala. Različite vrste plastike predstavljaju vrijedne sirovine za reciklažu. Tako da recimo osim uobičajnih PET, HDPE i PP, mehaničkom reciklažom električno-elektronskih uređaja u čijem sastavu dominira akrilonitril-butadien stiren (ABS) može se dobiti granulat koji se potom koristi za proizvodnju širokog spektra proizvoda koji imaju svakodnevnu primjenu poput: nivelatora za pločice, distancera za pice, ali i okvira za registarske tablice.

U zemljama Evropske Unije dominiraju dva koncepta upravljanja otpadnom plastikom. To su prije svega model proširene odgovornosti proizvođača (EPR) koji je jako bitan sa aspekta upravljanja ambalažnim otpadom i ostvarenja ambicioznih procenata u pogledu reciklaže ove kategorije otpada najprije do 2025, a onda i do 2030. godine. Zemlje članice kontinuirano rade na podizanju svijesti o potrebi unapređenja primarne selekcije otpada, od čega u krajnjem zavisi i kvalitet reciklabilnog materijala. U tom smislu kako bi se građani podstakli na odvojeno sakupljanje plastične ambalaže uveden je princip depozitnog sistema vraćanja, gdje građani za pravilno odloženu PET ambalažu, na nekom od punktova u okviru trgovinskih lanaca, dobijaju prethodno definisani novčani iznos kao stimulans.

Obradom dostavljenih podataka, prije svega od regionalne deponije Možura, a onda i pojedinih ovlašćenih sakupljača plastičnog otpada koji posluju na Crnogorskom primorju potput kompanije Hemosan i javnih komunalnih preduzeća, jasno je da koncept proširene odgovornosti proizvođača nije dao željene rezultate kada je riječ o ambalažnom otpadu. Stanje na terenu pokazuje, da velika količina plastičnog otpada završi na plažama Crnogorskog primorja, što u krajnjem slučaju implicira i kontaminaciju Jadranskog mora. Nacrtom novog zakona o upravljanju otpadom predviđeno je formiranje informacionog sistema proširene odgovornosti proizvođača kojim rukovodi Agencija za zaštitu životne sredine. Na ovaj način će se dobiti precizniji podaci o količini plasiranog, a onda i zbrinutog ambalažnog otpada kroz organizovan sistem sakupljanja otpada.

Posmatrajući procijenjene trenutne i buduće količine otpadne plastike na Crnogorskom primorju, može se zaključiti da je ovaj region relativno mali generator ove vrste otpada, te da se uvođenjem kombinovanog sistema proširene odgovornosti proizvođača i sistema depozitnih naknada stanje može značajno popraviti i osigurati postizanje željenih stopa reciklaže.

Predlogom mehaničkog postrojenja za reciklažu plastike, za čiju lokaciju je odabrana regionalna deponija Možura, kapaciteta obrade od 4 t/h, osigurala bi se reciklaža najmanje 50% ukupno generisanog plastičnog otpada, ali i osigurali traženi ciljevi reciklaže plastične ambalaže od 22,5%.

Uzevši u obzir trenutno stanje ovakvo postrojenje bi bilo više nego dovoljno, budući da je za maksimizaciju njegovih radnih kapaciteta potreban konstantan priliv adekvatno primarno selektovanog plastičnog otpada na čemu razumije se u ovom momentu treba raditi.

Ako bi se količine selektovane otpadne plastike u budućnosti (period od 10 godina) povećale do te mjere da predloženi kapacitet postrojenja ne zadovoljava realne potrebe, tretman mehaničkom reciklažom treba dopuniti postrojenjem za energetska iskorišćavanje plastike koje će se predvidjeti na lokaciji koja u potpunosti zadovoljava sve tehničko-tehnološke kriterijume.

Da bi sistem depozitnih naknada za plastičnu ambalažu u potpunosti zaživio, jednom po usvajanju novog zakona o upravljanju otpadom neophodno je usvojiti i pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu koji će bolje definisati bliže uslove primjene ovakvog modela upravljanja otpadom poput naknade koja je usklađena sa potrebama industrije pića, ali i samih građana. Rukovođenje jednim ovakvim sistemom, bi slično primjerima dobre prakse iz regiona (Hrvatska), bilo povjereno Eko-fondu koji bi imao ulogu posrednika između privrede i građana i osigurao njegovu uspješnu implementaciju.

Sprovedenje ekološko-edukativnih radionica sa djecom najmlađeg uzrasta je jedna od osnovnih mjera za podizanje svijesti građana koliko je važno pravilno upravljati plastičnim otpadom. Obezbeđivanje što više kontejnera za selektivno sakupljanje reciklabilnih frakcija komunalnog otpada je obaveza onih preduzeća koji su zaduženi za upravljanje otpadom na nivou lokalnih samouprava, budući da koncept suve i mokre frakcije nije dao zadovoljavajuće rezultate.

Zaključuje se da primjeri dobre prakse koji su dali rezultate na mikronivou, industrijskom simbiozom dvije kompanije, treba da podstaknu dalji razvoj upravljanja plastičnim otpadom na makronivou, odnosno na nivou cijele države. Plastični otpad treba posmatrati kao vrijednu sirovinu, koja ne samo da se može ponovno upotrebiti, već se kroz njenu reciklažu mogu ostvariti značajni finansijski prihodi. Pokretanjem postrojenja za mehaničku reciklažu plastike, stvaraju se uslovi za otvaranje novih zelenih radnih mjesta koji bi trebalo da posluže kao strateški cilj razvoja ekološke Crne Gore.

## LITERATURA

- [1] Tsuchimoto I.; Kajikawa Y. Recycling of Plastic Waste: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis. Sustainability 2022, 14, 16340. <https://doi.org/10.3390/su142416340>
- [2] Wen Z.G.; Xie Y.L.; Chen M.H.; Dinga C.D. China's plastic import ban increases prospects of environmental impact mitigation of plastic waste trade flow worldwide. Nat. Commun. 2021, 12, 425.
- [3] Badida M., Bosak M. a kol: Recyklacija a recyklačne tehnologije, Strojnicka fakulta, TU Košice, 2007. 623s., ISBN 978-80-8073-946-1
- [4] Adamić K. Glas društva plastičara i gumaraca Zagreb: Polimeri, polimeri v.1 str-1-44, Zagreb, Septembar 1980.
- [5] Vranjek M. Sintetični materiali dodatno gradivo, Višja strokovna šola –Lesarstvo , Oblikovanje materialov
- [6] Janović Z. Polimerizacija i polimeri, HDKI – Kemija u industriji, Zagreb, 1997 Croatica Chemica Acta, Vol. 71 No. 3, 1998.
- [7] Fišter N. završni rad: Postupci recikliranja PET boca, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin, 2016.
- [8] Marciuš F. K. Diplomski rad: Recikliranje PET ambalaže, Sveučilište Sjever, Koprivnica, lipanj 2021. godine
- [9] Strong A. Brent. Plastics: Materials and Processing, 3 rd Edition, Englewood Cliffs: New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 2006, 917 pages
- [10] Goodship V. Journal article: Plastic recycling, Science Progress (2007), 90(4), 245-268. doi:10.3184/003685007X228748
- [11] Trumić M.; Bogdanović G.; Trumić M. Stručni rad: Postupci reciklaže plastičnog otpada sa posebnim osvrtom na mehanički tretman, Reciklaža i održivi razvoj 5 (2012) 39-52, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Bor, 2012
- [12] Sivaramanan S. Plastics and strategies for recycling, waste management and pollution control, Central Environmental Authority Bataramulla, Sri Lanka, October 2014 doi: 10.13140/2.1.3419.1360
- [13] De La Mantia F. Handbook of plastics recycling, Rapra Technology, 2002.
- [14] EuRIC AISBL-Recycling: Bridging Circular Economy & Climate Policy, Plastic recycling factsheet, 2018
- [15] Nickolas J.; Themelis Lj. A. Identification and Assessment of Available Technologies for Materials and Energy Recovery, Report submitted to Flexible Packaging Association, New York City, October 25, 2010.

[16] The Society of the Plastics Industry (SPI), Different types of plastics and their classification, 1988

[17] Pravilnik o klasifikaciji otpada i katalogu otpada ("Službeni list Crne Gore", br. 059/13 od 26.12.2013. , 083/16 od 31.12.2016.)

[18] Zakon o upravljanju otpadom ("Službeni list Crne Gore, br. 064/11 od 29.12.2011., 039/16 od 29.06.2016.)

[19] Regionalna sanitarna deponija „Možura“, Podaci o količini deponovanog otpada za period 2018.-2022. godina, Bar (2023)

[20] Reciklažni centar Meljine, Podaci o prihvaćenim količinama otpada za period 2016.-2022. godina, Herceg Novi (2023)

[21] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Hemosan“, Godišnji izvještaj o sakupljenim količinama otpada za 2018. godinu, Bar, januar 2019. godine

[22] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Komunalno“ Tivat, Izvještaj o radu sa finansijskim izvještajem DOO „Komunalno" Tivat za 2018. godinu, Tivat, maj 2019. godine

[23] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Čistoća“, Izvještaj o radu za 2018. godinu, Herceg Novi, februar. 2019. godina

[24] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Hemosan“, Godišnji izvještaj o sakupljenim količinama otpada za 2019. godinu, Bar, januar 2020. godine

[25] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Komunalno“ Tivat, Izvještaj o radu sa finansijskim izvještajem DOO „Komunalno" Tivat za 2019. godinu, Tivat, maj 2020. godine

[26] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Čistoća“, Izvještaj o radu za 2019. godinu, Herceg Novi, februar. 2020. godina

[27] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Hemosan“, Godišnji izvještaj o sakupljenim količinama otpada za 2020. godinu, Bar, januar 2021. godine

[28] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Komunalno“ Tivat, Izvještaj o radu sa finansijskim izvještajem DOO „Komunalno" Tivat za 2020. godinu, Tivat, maj 2021. godine

[29] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Čistoća“, Izvještaj o radu za 2020. godinu, Herceg Novi, februar. 2021. godina

[30] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Hemosan“, Godišnji izvještaj o sakupljenim količinama otpada za 2021. godinu, Bar, januar 2022. godine

[31] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Komunalno“ Tivat, Izvještaj o radu sa finansijskim izvještajem DOO „Komunalno" Tivat za 2021. godinu, Tivat, maj 2022. godine

[32] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Čistoća“, Izvještaj o radu za 2021. godinu, Herceg Novi, februar. 2022. godina

- [33] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Komunalno“ Kotor, Godišnji izvještaj o realizaciji godišnjeg programa za 2021-u godinu, maj 2022. godina
- [34] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Hemosan“, Godišnji izvještaj o sakupljenim količinama otpada za 2022. godinu, Bar, januar 2023. godine
- [35] Društvo sa ograničenom odgovornošću „Komunalno“ Tivat, Izvještaj o radu sa finansijskim izvještajem DOO „Komunalno" Tivat za 2022. godinu, Tivat, maj 2023. godine
- [36] Ministarstvo ekologije, urbanizma i prostornog planiranja, Nacrt državnog plana upravljanja otpadom za Crnu Goru za period 2023.-2028., 2023
- [37] Pešević D. Upravljanje otpadom, Univerzitet u Banja Luci, Prirodno-Matematički fakultet, Banja Luka 2022.
- [38] Delva L.; Kets K. V.; Demets R.; Hubo S.; Mys N.; Meester S.; Ragaert K.; Kuzmanović M. Mechanical recycling of polymers for dummies, May 2019.
- [39] European Commission, A European strategy for plastics in a circular economy, January 2018.
- [40] Snijder L.; Nusselder S. Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland, mei 2019
- [41] Afvalfonds Verpakkingen, 2018. Monitoring Verpakkingen. Resultaten inzameling en recycling 2017., Leidschendam: Afvalfonds Verpakkingen.
- [42] Lobelle D.; Shen L.; Huet B. V.; Emmerik T. V.; Kaandorp M.; Iattoni G.; Cornelius P. B.; Lavender K.; Sebille E. V. Knowns and unknowns of plastic waste flows in the Netherlands, 2022
- [43] Ecco The Italian climate change think tank, La plastica in Italia vizio o virtu?, technical report Aprile 2022.
- [44] Ecco The Italian climate change think tank, Riduzione dei consumi e riciclo della plastica: 5 misure immediatamente attuabili, policy briefing settembre 2022.
- [45] Plastic Consult, Il riciclo delle materie plastiche: filiera e infrastrutture, Napoli, 3 ottobre 2020
- [46] Fundació ENT, Understanding illegal plastic waste shipments: a focus on Spain, Report November 2021
- [47] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Projekt „Unaprjeđenje podataka o otpadu od plastike u Republici Hrvatskoj“ (Projekt HRPWD), Otpad od plastike i sprječavanje nastanka otpada od plastike, 2023
- [48] Vučković R. Završni rad: Posebne kategorije otpada-plastični otpad, Veleučilište u Karlovcu, Odjel lovstva i zaštite prirode, Studij lovstva i zaštite prirode, Karlovac 2021.

- [49] Turkalj J. Završni rad: Održivo upravljanje polimernim otpadom, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2010
- [50] Zubac N. Diplomski rad: Gospodarenje plastičnim komunalnim otpadom u Republici Hrvatskoj do 2021. godine, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološki-naftni fakultet, Diplomski studij Geološko inženjerstvo, Zagreb, 2021.
- [51] Anić Vučinić A.; Vujević D.; Ptiček Siročić A.; Bede Z.; Špoljarić E.; Meljnak I. Mogućnosti materijalne uporabe ambalaže od plastike. U: XIII. međunarodni simpozij gospodarenje otpadom: zbornik radova, Zagreb, Hrvatska, 6.–7.11.2014. Zagreb: Geotehnički fakultet, str. 181-195.
- [52] Fundurulja D.; Anić Vučinić A.; Krišto L. Elaborat gospodarenja otpadom, Drava International d.o.o. Osijek za obavljanje djelatnosti sakupljanja, uporabe i druge obrade postupcima S, PP, R12, R13 i R3 za NEOPASNI otpad, Zagreb 2018.
- [53] Ptiček Siročić A.; Đurina M.; Špoljarić E. Oporaba pet ambalaže. Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2016.
- [54] Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma, Predlog zakona o upravljanju otpadom s izvještajem sa javne rasprave, 2023
- [55] MONSTAT- Uprava za statistiku Crne Gore, Stvoreni i obrađeni otpad tokom 2022. godine, Odsjek statistike životne sredine i šumarstva, Podgorica 2023.
- [56] Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma, Agencija za zaštitu životne sredine, Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2022. godinu, Podgorica, 2023. godina
- [57] Sjeverna zemlja, Analiza stanja u oblasti upravljanja otpadom u Crnoj Gori, Avgust 2016
- [58] Privredna Komora Crne Gore, Analiza stanja u oblasti upravljanja ambalažnim otpadom i studija o primjeni proširene odgovornosti proizvođača (EPR) u Crnoj Gori-ključne preporuke, Januar 2023.
- [59] Hopewell J.; Dvorak R.; Kosior E. Plastics recycling : challenges and opportunities, vol. 2007, pp. 2115–2126, 2009
- [60] Zafar S. Methods for Plastic Wastes Collection, 2016.
- [61] Wilson R. J.; Veasey T. J.; Squires D. M. The application of mineral processing techniques for the recovery of metal from post-consumer wastes, Miner. Eng., vol. 7, no. 8, pp. 975–984, 1994.
- [62] Riise B. L.; Allen L. E.; Biddle M. B.; Fisher M. M. Value Added Color Sorting of Recycled Plastic Flake from End-of- Life Electrical and Electronic Equipment, Electron. Environ., pp. 223–228, 2001
- [63] Shent H.; Pugh R. J.; Forssberg E. A review of plastics waste recycling and the flotation of plastics, vol. 25, pp. 85–109, 1999.

- [64] Yamashita H.; Nakano Y. Polyester: Properties, Preparation and Applications. Nova Science Publishers, 2008.
- [65] Welle F. Twenty years of PET bottle to bottle recycling—an overview, Resour. Conserv. Recycl., vol. 55, no. 11, pp. 865–875, 2011.
- [66] Laubinger F.; Brown A.; Dubois M.; Börkey P. OECD Environment Working Papers No. 208 Deposit-refund systems and the interplay with additional mandatory extended producer responsibility policies, doi: <https://dx.doi.org/10.1787/a80f4b26-en>
- [67] Shamsi S. O. A. The use of Reverse Vending Machine (RVM) for less plastic in Dubai Dubai, Rochester Institute of Technology, RIT – Dubai Dec 2021
- [68] Regionalna sanitarna deponija Možura, Program rada sa finansijskim planom DOO „Možura“ Bar za 2022. godinu, Bar 2021
- [69] Fin-ing Doo, Dokumentacija za odlučivanje o potrebi izrade elaborata o procjeni uticaja na životnu sredinu, Podgorica, oktobar 2023.