

# Gospodarenje plastičnim otpadom u Splitsko-dalmatinskoj županiji

---

**Bilokapić, Mia**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:601498>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-07**

*Repository / Repozitorij:*



[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Mia Bilokapić**

**Split, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Mia Bilokapić**

**Gospodarenje plastičnim otpadom u  
Splitsko – dalmatinskoj županiji**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

## **Gospodarenje plastičnim otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji**

### ***Sažetak:***

Predmet ovog rada je analiza trenutnog i planiranog sustava gospodarenja komunalnim otpadom na području Splitsko – dalmatinske županije. Analiziran je i opisan rad budućeg Centra za gospodarenje otpadom u Lećeveci te su definirani potencijalni problemi transporta. Opisani su načini gospodarenja otpadnom plastikom te su pomoću SWOT analize detektirane slabosti, snage, prijetnje i prilike ovakvog sustava.

### ***Ključne riječi:***

CGO, komunalni otpad, plastični otpad, gospodarenje otpadom

## **Plastic waste management in Split – Dalmatia County**

### ***Abstract:***

The subject of this paper is the analysis of the current and planned municipal waste management system in the Split - Dalmatia County. The work of the future Waste Management Center in Lećevica was analyzed and described, and potential transport problems were defined. Ways of waste plastic management are described, and the weaknesses, strengths, threats and opportunities of such a system are listed with the help of SWOT analysis.

### ***Keywords:***

CGO, municipal waste, plastic waste, waste management

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Mia Bilokapić

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083218294

KATEDRA: **Katedra za gospodarenje vodama i zaštita voda**

PREDMET: Gospodarenje komunalnim krutim otpadom

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Gospodarenje plastičnim otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji

Opis zadatka:

Za slučaj Splitsko – dalmatinske županije (SDŽ), potrebno je analizirati postojeći sustav gospodarenja komunalnim krutim otpadom kao i planirano unaprjeđenje sustava. Posebno, unutar postojećeg kao i planiranog sustava, potrebno je detaljno analizirati pristup gospodarenju frakcije plastičnog otpada. Na osnovu prikupljenih podataka za referentnu godinu 2018. najvećeg odlagališta otpada u županiji, potrebno je izvršiti analizu vremenske serije te na osnovu iste detektirati glavne probleme unutar postojećeg sustava. Nadalje, na osnovu prikupljenih prostornih podataka te zabilježenih količina prikupljenog otpada u SDŽ, potrebno je izvršiti analizu učinka planiranog sustava na okoliš, odrediti projekciju operativnih troškova sustava te detektirati glavne probleme kako unutar postojećeg sustava tako i unutar budućeg unaprjeđenja. Nadalje, potrebno je kroz tehno-ekonomsku analizu vrednovati dostupne tehnologije zbrinjavanja otpada te na temelju provedene SWOT analize planiranog sustava konkretizirati optimizacijske korake.

U Splitu, ožujak, 2022.

Voditelj Diplomskog rada:

Izv. prof.dr.sc. Ivo Andrić

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

Izv. prof.dr.sc. Ivo Andrić

***Zahvala***

*Zahvaljujem se svom mentoru izv. prof. dr. sc. Ivu Andriću na strpljenju, stručnoj pomoći i savjetima prilikom izrade diplomskog rada.*

*Najveće hvala roditeljima i bratu koji su mi omogućili školovanje i pružili beskrajnu ljubav i podršku tijekom studiranja.*

## SADRŽAJ

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | UVOD.....   | 9  |
| 2     | PREGLED OSNOVNIH OBILJEŽJA ŽUPANIJE .....   | 10 |
| 2.1   | Osnovna obilježja Splitsko – dalmatinske županije .....                               | 10 |
| 2.1.1 | Geografski položaj, opis i prirodna obilježja Županije.....                           | 10 |
| 2.1.2 | Klima.....  | 11 |
| 2.1.3 | Reljef i tlo.....   | 12 |
| 2.1.4 | Kopnene vode.....   | 12 |
| 2.2   | Društveno – ekonomske karakteristike .....  | 13 |
| 2.3   | Gospodarstvo.....   | 15 |
| 2.4   | Promet .....  | 16 |
| 3     | TRENTNI SUSTAV GKKO U SPLITSKO – DALMATINSKOJ ŽUPANIJI .....                          | 17 |
| 3.1   | Linarna i kružna ekonomija.....   | 17 |
| 3.2   | Politika gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj .....                             | 18 |
| 3.3   | Gospodarenje otpadom na području Splitsko – dalmatinske županije .....                | 20 |
| 3.4   | Procjena količina komunalnog otpada na području Splitsko – dalmatinske županije ..... | 23 |
| 3.5   | Komunalni otpad u vrijeme turističke sezone .....                                     | 27 |
| 3.6   | Odlagališta komunalnog otpada na području Splitsko – dalmatinske županije ....        | 30 |
| 3.6.1 | Odlagalište otpada za područje Vrgorca .....  | 31 |
| 3.6.2 | Odlagalište otpada na području otoka Šolta.....                                       | 31 |
| 3.6.3 | Odlagalište otpada na području Splita .....   | 32 |
| 3.6.4 | Odlagališta na području otoka Brača.....  | 32 |
| 3.6.5 | Odlagališta na području otoka Hvara.....  | 32 |
| 3.6.6 | Odlagališta na području otoka Visa .....  | 33 |
| 3.6.7 | Odlagalište na području Sinja i Vrlike.....   | 33 |
| 3.6.8 | Odlagališta na području Imotskog i Trogira .....                                      | 33 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.7   | Način skupljanja, obrade i zbrinjavanja otpada.....               | 35 |
| 3.8   | Reciklažna dvorišta.....  | 36 |
| 3.9   | Nepropisno odložen otpad.....                                     | 37 |
| 4     | PLANIRANI SUSTAV GKKO U SPLITSKO – DALMATINSKOJ ŽUPANIJI .....    | 38 |
| 4.1   | Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO).....                 | 40 |
| 4.2   | Centar za gospodarenje otpadom (CGO) .....                        | 42 |
| 4.3   | Pretovarne stanice .....  | 44 |
| 4.4   | Analiza transportnih puteva od pretovarnih stanica do CGO .....   | 53 |
| 4.4.1 | Transport otpada .....  | 53 |
| 4.4.2 | Prijevoz otpada kopnom.....                                       | 54 |
| 4.4.3 | Prijevoz otpada brodom s otoka .....                              | 60 |
| 4.4.4 | Sezonske varijacije količina otpada.....                          | 62 |
| 4.4.5 | Način skupljanja, obrade i zbrinjavanja otpada u CGO.....         | 62 |
| 4.5   | Mehaničko – biološke obrade otpada u CGO .....                    | 64 |
| 4.5.1 | Mehanička obrada otpada .....                                     | 67 |
| 4.5.2 | Biološka obrada otpada.....                                       | 70 |
| 4.6   | Mogućnosti primjene produkata iz MBO .....                        | 72 |
| 5     | PLASTIČNI OTPAD U SPLITSKO – DALMATINSKOJ ŽUPANIJI .....          | 73 |
| 5.1   | Vrste plastičnog otpada.....                                      | 74 |
| 5.2   | Direktiva o plastici za jednokratnu upotrebu .....                | 75 |
| 5.3   | Učinak plastike na okoliš .....                                   | 75 |
| 5.4   | Plastični otpad na području Splitsko – dalmatinske županije ..... | 77 |
| 5.5   | Analiza otpada s odlagališta Karepovac .....                      | 81 |
| 6     | NAČINI GOSPODARENJA PLASTIČNIM OTPADOM .....                      | 85 |
| 6.1   | Odvojeno prikupljanje plastike.....                               | 88 |
| 6.2   | Mehaničko recikliranje .....                                      | 88 |
| 6.3   | Termička obrada otpada.....                                       | 91 |



|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.3.1 | Spaljivanje otpada.....  | 91  |
| 6.3.2 | Spalionice.....  | 91  |
| 6.3.3 | Vrste spalionica .....   | 92  |
| 6.3.4 | Tercijarno recikliranje.....   | 93  |
| 7     | EKOLOŠKI UČINAK GOSPODARENJA PLASTIČNIM OTPADOM .....  | 98  |
| 7.1   | Problemi uzrokovani termičkom obradom otpada .....   | 98  |
| 7.2   | Utjecaj na atmosferu .....   | 99  |
| 7.2.1 | Ugljikov dioksid .....   | 99  |
| 7.2.2 | Metan .....  | 100 |
| 7.3   | Utjecaj na vodu.....   | 100 |
| 8     | ANALIZA SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM.....  | 101 |
| 8.1   | Pojam i značenje SWOT analize .....  | 101 |
| 8.2   | Primjena SWOT analize Centra za gospodarenje otpadom u Splitsko –<br>dalmatinskoj županiji ..... | 104 |
| 8.2.1 | Analiza mehaničkog recikliranja, kemijskog recikliranja i termičke obrade<br>otpada              | 107 |
| 8.2.2 | Analiza odlaganja otpada.....  | 110 |
| 8.3   | Analiza ekonomske isplativosti gradnje spalionica na otocima .....                               | 111 |
| 8.4   | Analiza ekonomske isplativosti transporta otpada .....   | 112 |
| 9     | ZAKLJUČAK.....   | 114 |
| 10    | LITERATURA .....   | 116 |

## 1 UVOD

U Republici Hrvatskoj, gospodarenje otpadom se rješava na županijskim razinama. U Splitsko – dalmatinskoj županiji, gospodarenje otpadom predstavlja veliki problem. Svakodnevno dolazi do nekontroliranog nakupljanja otpada na odlagalištima, a umjesto odlaganja, u svrhu smanjenja volumena, otpad bi mogao biti iskorišten na bolji način. Trenutno je, uz odlaganje na odlagalištima, dostupno i odvojeno sakupljanje otpada pomoću posebnih spremnika. Jedan od materijala koji se prikuplja odvojeno jest plastika.

Na području Splitsko – dalmatinske županije planira se izgradnja Centra za gospodarenje otpadom (CGO) u Lećevici koji bi omogućio bolji sustav zbrinjavanja otpada. Kada planirani CGO započne s radom, sva će se odlagališta sanirati i zatvoriti te će se dnevno sakupljeni otpad morati prevoziti u CGO. U Centru bi se otpad obrađivao mehaničko – biološkom obradom. Jedan od glavnih problema planiranog sustava jest transport otpada, s naglaskom na otoke.

Fracija plastike u miješanom komunalnom otpadu ima visok udio. Pravilan način iskorištavanja i recikliranja plastike pridonio bi zaštiti okoliša, a energetska iskorištavanje otpada riješilo bi potrebe za alternativnim izvorom energije.

U ovom radu prikazana je analiza trenutnog i planiranog sustava gospodarenja otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji te mogući načini gospodarenja otpadom plastikom iz komunalnog otpada.

## 2 PREGLED OSNOVNIH OBILJEŽJA ŽUPANIJE

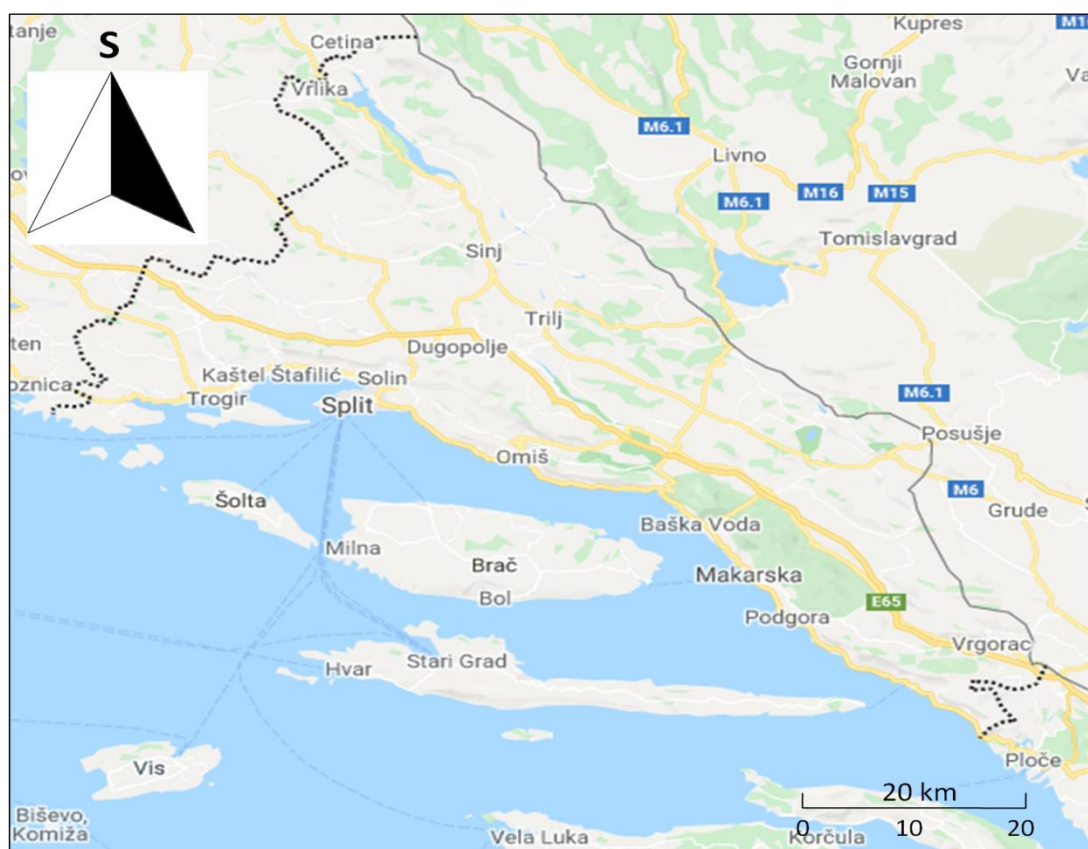
### 2.1 Osnovna obilježja Splitsko – dalmatinske županije

#### 2.1.1 Geografski položaj, opis i prirodna obilježja Županije

Splitsko - dalmatinska županija (SDŽ) geografski je smještena u središnjem dijelu južne Hrvatske. Predstavlja drugu po važnosti ustrojbenu jedinicu na području Republike Hrvatske (RH).

Trećina teritorija Splitsko - dalmatinske županije pripada kopnu s otocima, a ostatak moru. Cjelokupna površina Županije iznosi 14.106,28 km<sup>2</sup>, od toga njen kopneni dio s površinom otoka zauzima 32%, a morski dio 68% površine Županije. (Slika 1.) [1]

Splitsko – dalmatinska županija administrativno je podijeljena na 55 jedinica lokalne samouprave (JLS), od toga 16 gradova i 39 općina. Najmnogoljudnija je županija u Republici Hrvatskoj. [16]



Slika 1. Teritorij Splitsko – dalmatinske županije (izvor: Snazzy maps)

Na području Županije, temelji politike gospodarenja otpadom utvrđeni su Strategijom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, koja kao planski dokument propisuje smjernice, a Zakon o održivom gospodarenju otpadom kao provedbeni dokument Strategije utvrđuje mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš na način da se smanji količina otpada u nastanku i/ili proizvodnji te uređuje gospodarenje otpadom bez upotrebe rizičnih postupaka po ljudsko zdravlje i okoliš, uz korištenje vrijednih svojstava otpada uključujući red prvenstva gospodarenja otpadom, načela, ciljeve i način gospodarenja otpadom. [16]

Gospodarenje otpadom na području Splitsko – dalmatinske županije već dugi niz godina nije rješavano sustavno te se otpad većinom odlagao, a odlagališta na kojima je otpad odlagan do sada nisu zadovoljavala zakonske uvjete. S obzirom da je SDŽ jedna od najmnogoljudnijih Županija te ima naglašenu turističku djelatnost, potrebno je uspostaviti sustav gospodarenja otpadom koji će zadovoljiti kriterije, pogotovo u vrijeme turističke sezone, jer uz postojeće lokalno stanovništvo, broj turista dosegne i do 3,5 milijuna, što izravno utječe na proizvodnju komunalnog otpada kojeg je potrebno zbrinuti. Količine generiranog otpada su dovoljno visoke i van razdoblja sezone pa je vidljivo da je potrebno uspostaviti sustav koji će pridonijeti boljem gospodarenju otpadom.

### **2.1.2 Klima**

Zbog velike geografske i reljefne raznolikosti te samog utjecaja mora, na području Splitsko – dalmatinske županije prevladava više tipova klime, a to su mediteranska, submediteranska, kontinentalna i planinska.

Meditersku klimu vežemo za otočna i priobalna područja gdje su srednje godišnje temperature veće u usporedbi s temperaturama u zaobalju. Ljeta su iznimno topla, a temperature su čak i zimi većinom iznad 0°C te oborine nisu česta pojava. Što više idemo u zaobalni dio, to temperature više opadaju te se povećava ukupna količina oborina, a pojava snijega nije rijetkost kao što je na otocima i priobalnom području.

U ljetnim mjesecima, temperatura ne doseže višesatne maksimume (>30°C), ali visoke temperature tijekom većeg dijela godine nepovoljno utječu na sve oblike otvorenih sustava. Među otpadom koji se odlaže, nalazi se i organski komunalni otpad koji fermentira, a poznato je da je proces fermentacije u direktnoj vezi s vanjskim temperaturama koje mogu dovesti do razvoja neugodnih mirisa na lokacijama nesaniranih odlagališta otpada.

Također, treba napomenuti da zbog insolacije sunca dolazi do velikog zagrijavanja površinskog dijela tla, a na taj način dolazi i do zagrijavanja otpada što za rezultat ima već navedeni problem. [22]

Oborina je najmanje ljeti, a najviše u kasnu jesen. Splitsko – dalmatinska županija iznimno je vjetrovito područje, pogotovo obalni dio s lancem priobalnih planina.

Većina odlagališta na području Županije smještena su nekoliko kilometara od urbanizirane sredine, ali ipak nedovoljno za širenje neugodnih mirisa nošenih vjetrovima. Prilikom značajnijeg puhanja vjetra može doći do širenja neugodnih mirisa na području naseljenih lokacija, ovisno o smjeru vjetra koji u tom trenutku puše. S obzirom da se količine otpada na odlagalištima gomilaju, hrpa otpada postaje sve veća, a na taj način dolazi do odnošenja sve većeg broja čestica na većim udaljenostima, a samim tim i do sve većeg širenja neugodnih mirisa.

### **2.1.3 Reljef i tlo**

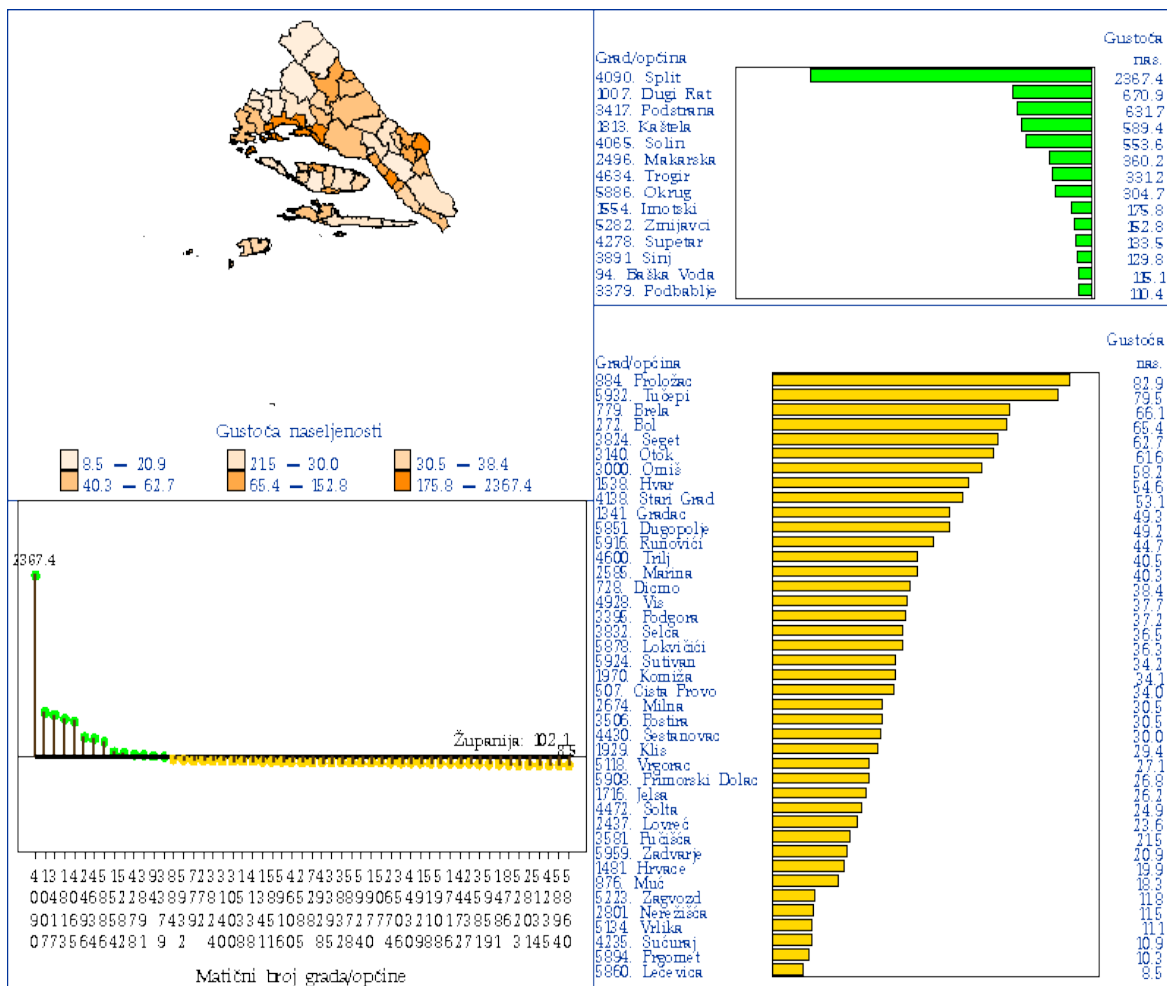
Splitsko – dalmatinsku županiju obilježava krški reljef. Pod pojmom krškog reljefa podrazumijeva se prevlast dolomita i vapnenčkih stijena. Spomenute stijene karakterizira velika pukotinska poroznost pa u skladu s tim predstavljaju veliko bogatstvo za Županiju u hidrološkom smislu. Prostorom Županije prevladavaju brdovita područja s nekoliko krških polja. [1]

### **2.1.4 Kopnene vode**

Republika Hrvatska se, gledano s hidrogeološkog aspekta, dijeli na dva sliva, a područje Splitsko – dalmatinske županije pripada Jadranskom slivu. Županija je podijeljena na dvanaest slivnih područja, plus otoci kao zasebne slivne cjeline. Jedna od glavnih karakteristika ovog područja je skupljanje vode u planinskim dijelovima te njihovo slijevanje sve do konačnog cilja, Jadranskog mora. Kroz krška polja, koja su karakterizirana slabijom propusnom podlogom, teku rijeke bogate vodom, a kao značajnije možemo istaknuti Cetinu, Jadro, Žrnovnicu, Vrljiku. S obzirom na ovakvo prirodno bogatstvo, potrebno je provesti djelotvoran plan gospodarenja otpadom koji će očuvati prirodne ljepote te zadržati, odnosno poboljšati stanje okoliša.

## 2.2 Društveno – ekonomske karakteristike

Stanovništvo je temeljni čimbenik društvenog, gospodarskog i kulturnog života i razvitka svake društvene zajednice. Prema podacima Statističkog ureda Europskih zajednica u 2019. godini na području Splitsko – dalmatinske županije zabilježeno je 447 723 stanovnika. (Slika 2.)

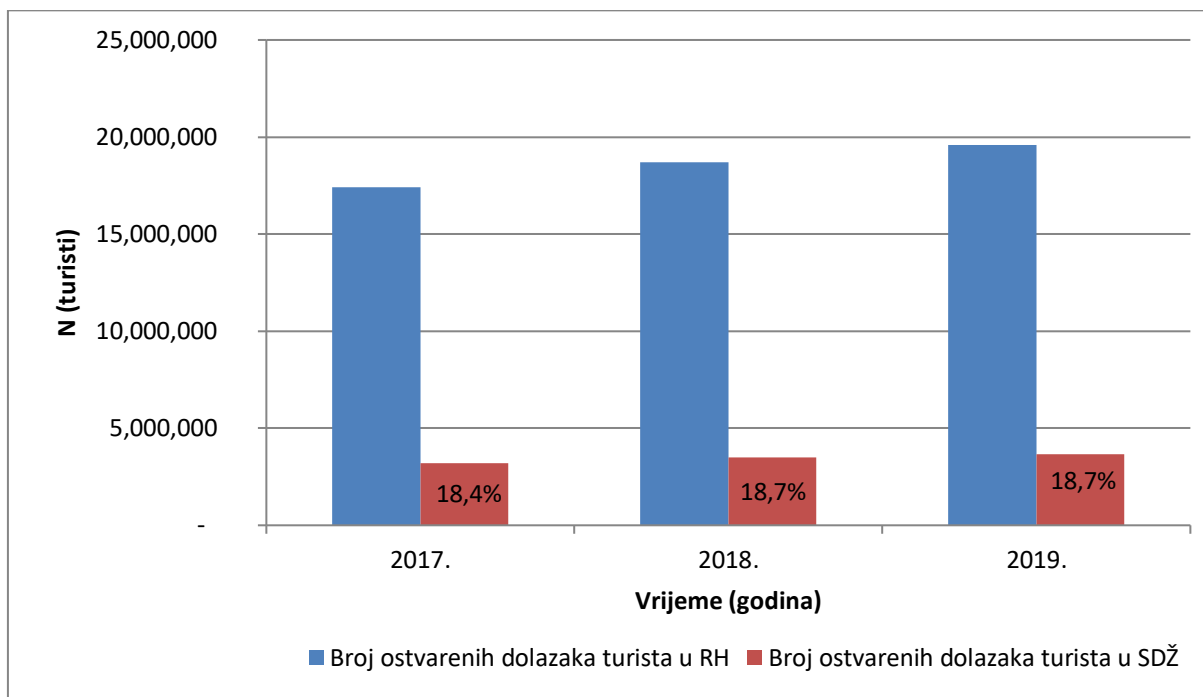


Slika 2. Gustoća naseljenosti pojedinih mjesta u Splitsko – dalmatinskoj županiji (Izvor: <https://www.dzs.hr/>)

Splitsko – dalmatinska županija ima izraženu turističku djelatnost, pa se u ljetnim mjesecima uz stanovnike koji čine Županiju, bilježi višestruko povećanje broja stanovnika koji se u tom periodu nalaze na području SDŽ. Zabilježeni broj dolazaka i noćenja bitan je u okviru gospodarenja komunalnim otpadom zbog povećanog opsega komunalnog otpada u vrijeme ljetne sezone te problema koji nastaju prilikom prijevoza otpada s otoka na kopno. Prilikom većih količina otpada, dolazi do nagomilavanja otpada te nastanka divljih odlagališta. Također, dolazi i do nastanka divljih odlagališta u blizini šetnica, bilo uz more

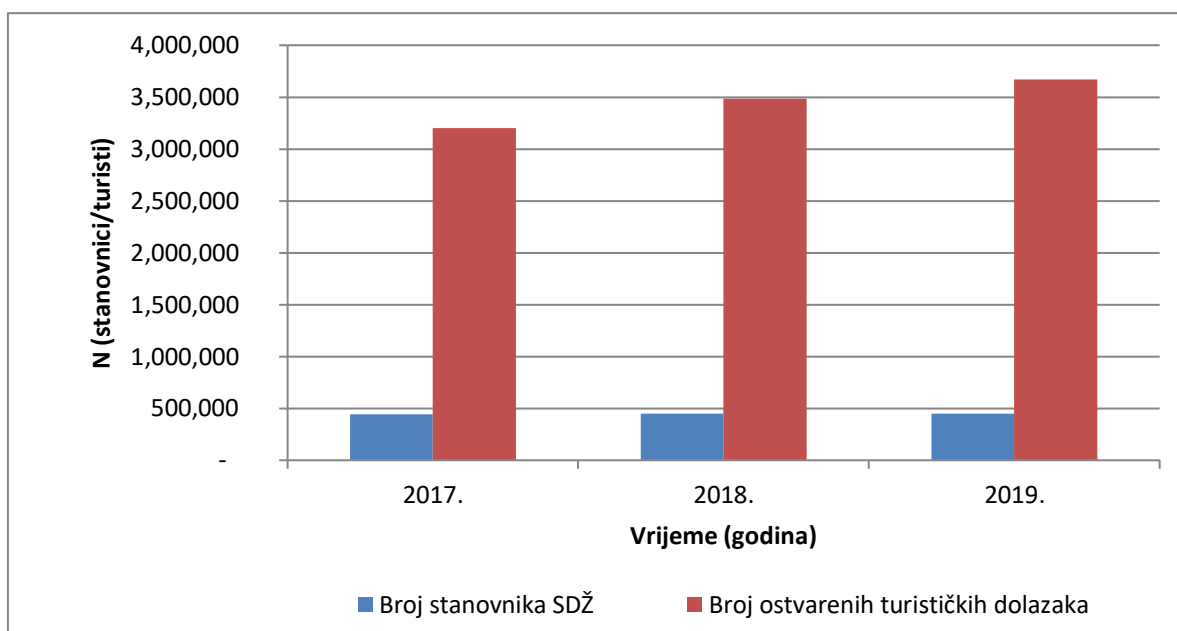
ili šetnica u prirodi, a samim tim dolazi do narušavanja prirodnog stanja, zdravlja stanovnika i okoliša.

Na slici 3. se može uočiti da tijekom sezone Splitsko – dalmatinsku županiju posjeti petina turista koja se odluči za boravak u Republici Hrvatskoj.



*Slika 3. Prikaz ostvarenih dolazaka turista u SDŽ u odnosu na brojukupno ostvarenih dolazaka u RH [5]*

Na slici 4. prikazan je odnos ostvarenog broja dolazaka turista između 2017. - 2019.godine i broja stanovnika u SDŽ. Broj turista iz godine u godinu raste, a u ljetnim mjesecima na području SDŽ broj stanovnika se višestruko poveća, a sukladno tom dolazi i do generiranja puno većih količina komunalnog otpada. Uzimajući u obzir navedeni problem, važno je istaknuti da se sustav gospodarenja otpadom jako sporo mijenja, te problemi koji se tokom godine jednim dijelom uspjevaju riješiti, u sezoni, zbog velikih količina otpada, ukazuju na neučinkovitost sustava.



Slika 4. Grafički prikaz odnosa broja stanovnika i turista u SDŽ u vrijeme turističke sezone [5]

### 2.3 Gospodarstvo

Gospodarstvo predstavlja ljudsku djelatnost koja je temeljni stup razvoja i ukupnog napretka države, a dijeli se na četiri sektora primarni, sekundarni, tercijarni i kvartarni. Gospodarski razvoj na području Splitsko – dalmatinske županije većinom se ostvaruje preko tercijarnog sektora, odnosno temeljne djelatnosti koje pridonose napretku su turizam, ugostiteljstvo, promet koji su izraženi u južnom dijelu. Na otocima dominantnu ulogu ima turizam u ljetnim mjesecima, koji uz sve pozitivne učinke, dovodi i do spomenutih problema s generiranjem otpada.

Industrija spada u sekundarnu djelatnost te je jedan od glavnih zagađivača okoliša, generira velike količine otpada i emisija tvari u zrak i vodu. Prilikom pregovora oko priključivanja Hrvatske Europskoj uniji, trebali su se zadovoljiti određeni uvjeti vezani za zaštitu okoliša te gospodarenje otpadom.



## 2.4 Promet

Promet predstavlja jednu od bitnijih stavki u svakodnevnom životu čovjeka koja omogućava migracije na dnevnoj bazi. Problem se javlja zbog iskorištavanja neobnovljivih izvora energije te onečišćavanja okoliša.

U Splitsko – dalmatinskoj županiji, aktualan je cestovni, pomorski i riječni, zračni i željeznički promet. Cestovni promet ima važnu ulogu jer povezuje ostale prometne sustave u cjelinu. Kada govorimo o kapacitetu prometnica, može se reći da županijske ceste ne zadovoljavaju potrebene uvjete. U vršnim satima, kada se odvijaju tranzitna putovanja, dolazi do stvaranja gužvi, pogotovo na dionicama kroz grad i naselja. U vrijeme turističke sezone dolazi do povećanja broja vozila u prometu, pogotovo prilikom smjene turista te se promet odvija usporeno, a do problema dolazi pogotovo na prilazima trajektnim i zračnim lukama te autobusnim kolodvorima. Da bi se rasteretio promet u vrijeme sezone, ali i svakodnevno, potrebno je reorganizirati promet ili uz postojeće izgraditi i dodatne trakove što je osobito bitno i za organizaciju gospodarenja otpadom. [1]

Prometna povezanost je jedna od bitnih stavki kada se govori o gospodarenju komunalnim krutim otpadom. Udaljenost pretovarnih stanica od Centra za gospodarenje otpadom Lećeveca, koji je spomenut u nastavku, izravno utječe na cijenu transporta otpada.

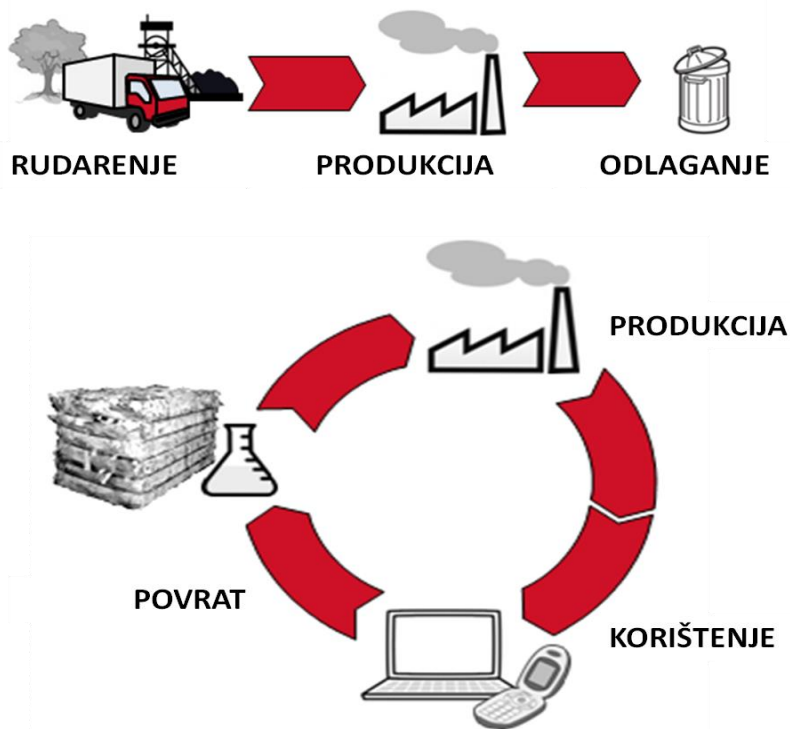
Pomorski promet je za Splitsko – dalmatinsku županiju od iznimnog značaja i ima veliku ulogu u gospodarstvu. Predstavlja glavnu poveznicu otoka s kopnom. U Splitu je smještena jedna od najvećih hrvatskih luka te se dijeli na teretnu, Sjevernu luku i putničku, Gradsku luku preko koje bi se vršio prijevoz otpada s otoka na kopno, odnosno do Centra za gospodarenje otpadom. Kao i kod cestovnog prometa, i u pomorskom prometu se javljaju potencijalni problemi ekološke prirode. [1]

### 3 TRENUTNI SUSTAV GKKO U SPLITSKO – DALMATINSKOJ ŽUPANIJI

#### 3.1 Linarna i kružna ekonomija

U prosincu 2014. godine u Europskom gospodarskom i socijalnom odboru (EGSO) vodila se rasprava vezana uz novi ekonomski model Europske Unije (EU) – kružnu ekonomiju.

Kružna ekonomija predstavlja strategiju prelaska s dosadašnjeg linearnog modela ekonomije na kružni model. Linearni model ekonomije temelji se na načelima „uzmi, izradi, konzumiraj, baci“ te se pokazao kao neučinkovit, odnosno ovakav sustav doveo je do generiranja više otpada, degradiranja okoliša, ubrzavanja klimatskih promjena, a i sam materijal i proizvodi gube vrijednost. Princip kružne ekonomije smanjuje količinu sveukupno nastalog otpada, a omogućuje uvođenje koncepta održivog razvoja, odnosno povezanosti gospodarskog razvoja i zaštite okoliša. Ključna područja djelovanja kružne ekonomije su: proizvodnja, potrošnja, gospodarenje otpadom i sekundarne sirovine. (Slika 5.)



Slika 5. Linearni vs. kružni model gospodarstva [2]

### 3.2 Politika gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj

Ulaskom u Europsku Uniju, Republika Hrvatska je prihvatila obaveze i zakone vezane uz gospodarenje otpadom. Jedan od ključnih ciljeva europske politike je iskorištavanje otpada i pretvaranje u resurs te smanjenje količina otpada.

Gospodarenje otpadom definirano je kao skup aktivnosti, odluka i mjera koje su usmjerene na:

- sprječavanje nastanka otpada, smanjivanje količine otpada i/ili njegovog štetnog utjecaja na okoliš
- obavljanje skupljanja, prijevoza, oporabe, zbrinjavanja i drugih djelatnosti u svezi s otpadom, te nadzor nad obavljanjem tih djelatnosti
- održavanje odlagališta nakon njihova zatvaranja.

Dokument kojim se određuje gospodarenje otpadom u Republici Hrvatskoj je Zakon o gospodarenju otpadom (ZOGO), (NN 94/13, 84/2021), a njim se definiraju mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš.

Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, gospodarenje otpadom temelji se i na uvažavanju načela zaštite okoliša propisanih zakonom kojim se uređuje zaštita okoliša i pravnom stečevinom Europske unije, načelima međunarodnog prava zaštite okoliša te znanstvenih spoznaja, najbolje svjetske prakse i pravila struke.

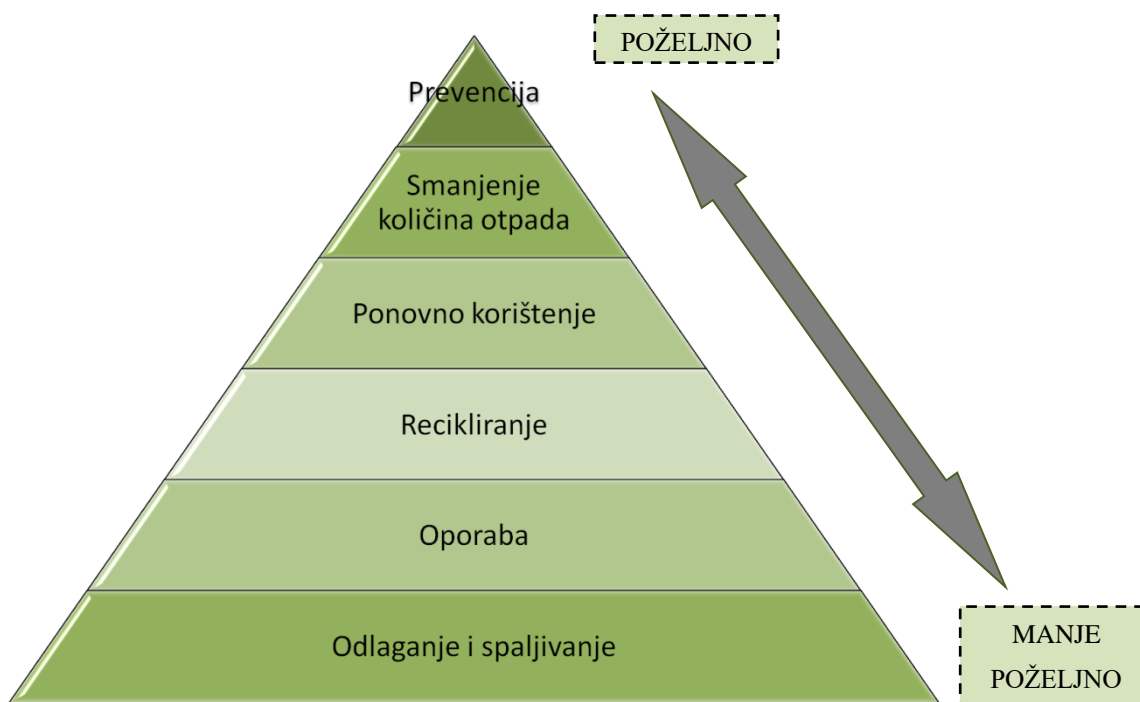
Također, jedan od bitnih dokumenata koji određuje dinamiku gospodarenja otpadom u RH je Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske i na temelju Strategije definiran je Plan gospodarenja otpadom. Tim dokumentom se teži zatvaranju kruga od izbjegavanja nastajanja otpada, smanjenja količina i štetnosti, reciklaže i oporabe (mehaničke, biološke i energetske) do iskorištavanja inertnog ostatka. Strategijom su definirane upravne strukture u sustavu gospodarenja otpadom i njihove najvažnije zadaće koje proizlaze iz zakonskih propisa.

Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine (PGO RH) stupio je na snagu 11. siječnja 2017. godine te sadrži:

- osnovne ciljeve gospodarenja otpadom;
- procjenu razvoja tijeka otpada, potrebe i način uspostave novih sustava i mreže građevina i uređaja za gospodarenje otpadom;

- kriterije za određivanje načelnih lokacija i potrebnih kapaciteta novih građevina i postrojenja;
- opće tehničke zahtjeve za građevine i postrojenja;
- organizacijske aspekte gospodarenja otpadom i raspodjelu odgovornosti između privatnih i javnih subjekata koji se bave gospodarenjem otpadom;
- mjere za provedbu plana;
- projekte važne za provedbu plana gospodarenja otpadom;
- plan sprječavanja nastanka otpada;
- financijska sredstva za provedbu mjera plana;
- procjenu korisnosti i prikladnosti uporabe ekonomskih instrumenata u gospodarenju otpadom uz nesmetano funkcioniranje unutarnjeg tržišta. [15]

U svrhu sprječavanja nastanka otpada te primjene propisa i politike gospodarenja otpadom primjenjuje se red prvenstva gospodarenja otpadom, a prikazana je na slici 6.



*Slika 6. Prikaz hijerarhije otpada*

Iz navedene hijerarhije može se uočiti da je prevencija najvažnija i ključna za pravilno gospodarenje otpadom i održivi rast i razvoj. Točka pet "odlaganje i spaljivanje" najmanje je poželjna i "nužno zlo" kojem stanovništvo mora po potrebi pribjeći. [32]

### 3.3 Gospodarenje otpadom na području Splitsko – dalmatinske županije

Na području Splitsko – dalmatinske županije sustav gospodarenja otpadom uređen je Zakonom o održivom gospodarenju otpadom, Strategijom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05), Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske gradskim i općinskim planovima gospodarenja otpadom.

Trenutni način zbrinjavanja komunalnog otpada određen je PGO. Plan predstavlja temeljni dokument za planiranje svih aktivnosti kojima je cilj uspješno gospodarenje otpadom na području pojedine JLS, a samim tim i na cjelokupnom području Splitsko – dalmatinske županije. PGO donosi gradsko, odnosno općinsko vijeće, uz prethodnu suglasnost upravnog tijela jedinice područne (regionalne) samouprave (JP(R)S) nadležnog za poslove zaštite okoliša, te mora biti u skladu sa Zakonom o gospodarenju otpadom. [15]

Sukladno propisima iz područja gospodarenja otpadom, županije su odgovorne za gospodarenje sa svim vrstama otpada osim opasnog otpada i termičke obrade otpada.

Županija kao JP(R)S dužna je:

- dokumentima prostornog uređenja utvrditi lokacije građevina i postrojenja za gospodarenje otpadom (uključujući i lokacije za gospodarenje građevnim otpadom i lokacije za odlaganje viška iskopa);
- osigurati provedbu mjera za gospodarenje opasnim otpadom i termičku obradu otpada koje propisuje Vlada RH;
- koordinirati provedbu mjera za odvojeno prikupljanje otpada;
- uspostaviti županijski (regionalni) centar za gospodarenje otpadom uz podršku JLS;
- sanirati i pomagati sanaciju i zatvaranje postojećih odlagališta sukladno PGO RH;
- prikupljati i dostavljati podatke o otpadu sukladno propisima;
- provoditi sustavnu edukaciju i informiranje.

Za područje Splitsko – dalmatinske županije, Registar onečišćavanja okoliša (ROO) vodi Upravni odjel za komunalne poslove, komunalnu infrastrukturu i zaštitu okoliša. Podaci koji se nalaze u ROO čine sastavni dio Informacijskog sustava zaštite okoliša RH koji sadržava podatke o izvorima, vrsti, količini, načinu i mjestu ispuštanja, prijenosa i odlaganja onečišćujućih tvari i otpada u okoliš koje nastaju u pojedinim djelatnostima tijekom godine. Dostavljeni podaci sadrže naziv i vrstu otpada. Također, ulaskom RH u

EU, putem Registra onečišćavanja okoliša osigurava se obaveza dostavljanja podataka o onečišćavanju okoliša.

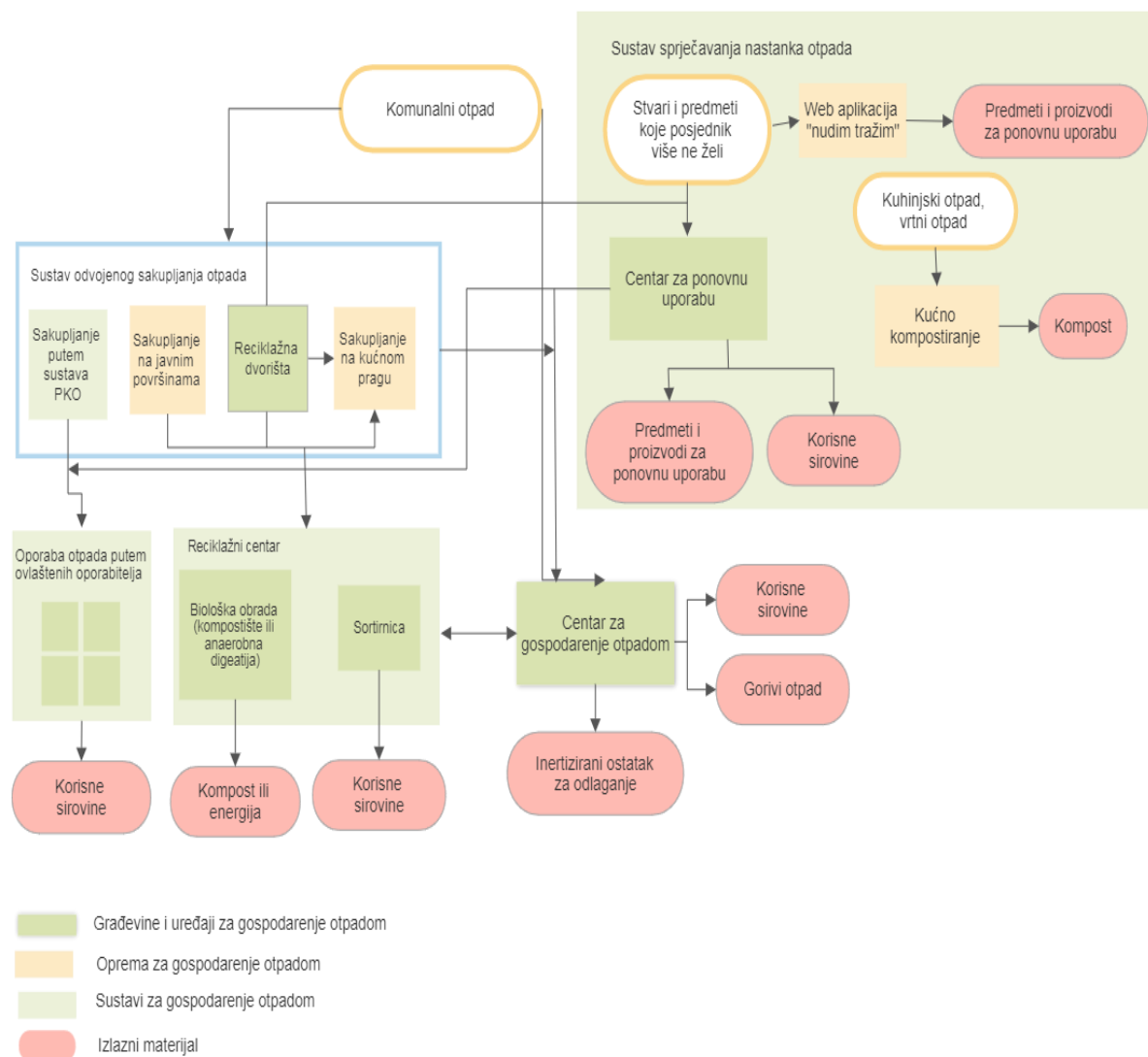
U skladu sa Zakonom o gospodarenju otpadom, pravne i fizičke osobe mogu, nakon ishoda odgođavajuće dozvole za gospodarenje otpadom, započeti obavljati djelatnost sakupljanja otpada postupkom sakupljanja otpada i interventnog sakupljanja otpada te djelatnost oporabe, zbrinjavanja ili druge obrade otpada. Upravni odbor Splitsko – dalmatinske županije izdaje dozvole za gospodarenje otpadom za djelatnost gospodarenja otpadom, osim za gospodarenje opasnim otpadom i termičke obrade neopasnog otpada koja je u nadležnosti MZOE. [1]

Niti jedna tvrtka na području Splitsko - dalmatinske županije nema dozvolu za spaljivanje kao ni za termičku obradu otpada, dok većina posjeduje dozvole za obradu, odlaganje, za pripremu prije oporabe, oporabu, skladištenje, skupljanje, a manji dio posjeduje dozvolu za biološku obradu otpada.

#### GOSPODARENJE KOMUNALNIM OTPADOM NA PODRUČJU SDŽ

Komunalni otpad predstavlja otpad koji je nastao u kućanstvu i proizvodnom/uslužnom sektoru ukoliko je prema sastavu sličan onom koji je nastao u kućanstvu. Kada se govori o gospodarenju komunalnim otpadom, govori se većinom o miješanom komunalnom otpadu, glomaznom komunalnom otpadu, biootpadu i zelenom otpadu, otpadu s ulica. Miješani komunalni otpad se prikuplja u za to predviđene kante koje se mogu naći na javnim površinama.

Prema PGO RH, do 2030. godine se očekuje blagi porast količina komunalnog otpada, a da bi se porast regulirao potrebno je uspostaviti sustav gospodarenja otpadom koji će poticati sprječavanje nastanka otpada, odvajanje otpada na mjestu nastanka i omogućavati provedbu ciljeva koji su postavljeni u spomenutim dokumentima. Sustav koji bi omogućio navedene ciljeve stavlja naglasak na ponovno korištenje, popravak, obnavljanje i recikliranje postojećih materijala.

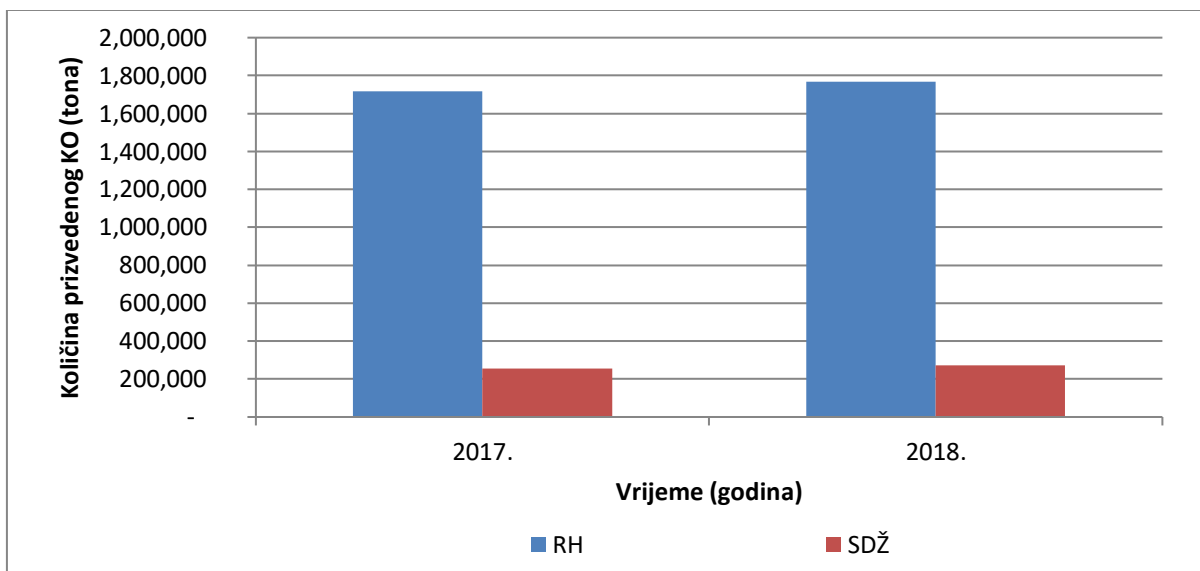


Slika 7. Shema sustava gospodarenja komunalnim otpadom [15]

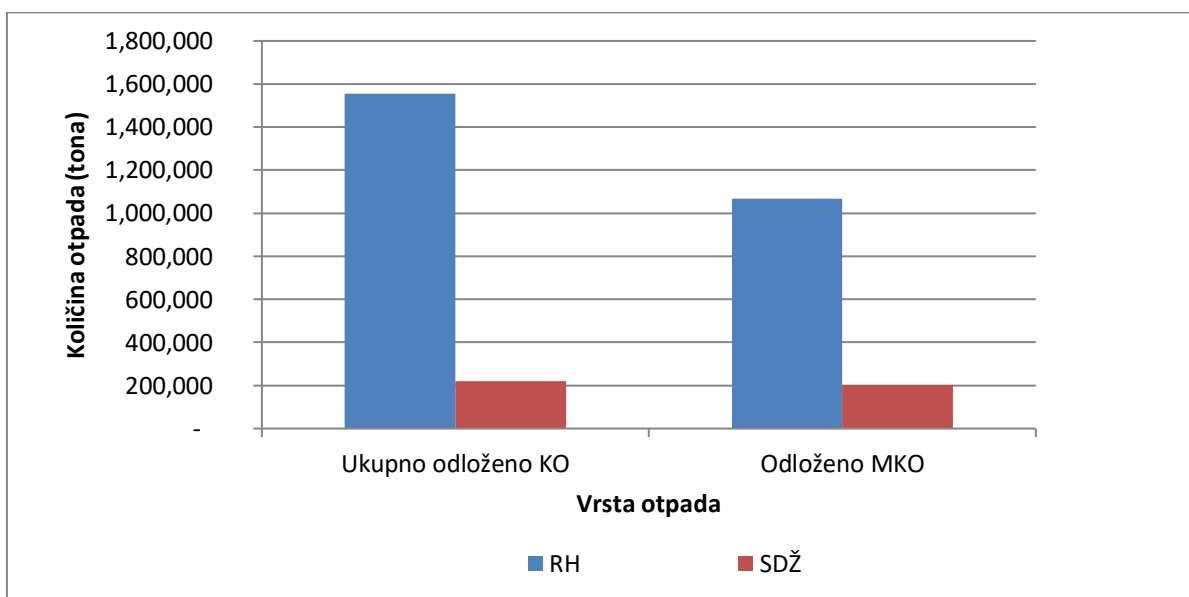
Na slici 7. prikazana je shema sustava gospodarenja komunalnim otpadom. Na području Splitsko – dalmatinske županije, komunalni otpad po gradovima i općinama skupljaju komunalna društva te ga odlažu na predviđena odlagališta komunalnog otpada. Na području SDŽ prijavljeno je 27 davatelja javne usluge prikupljanja komunalnog otpada i biorazgradivog komunalnog otpada te oni skupljaju otpad s područja 54 JLS. Prikupljeni otpad s područja JLS SDŽ, a koji je namijenjen odlaganju, odlaže se na 15 službenih odlagališta na području SDŽ.

### 3.4 Procjena količina komunalnog otpada na području Splitsko – dalmatinske županije

Količina sakupljenog otpada s područja Splitsko – dalmatinske županije se procjenjuje na osnovu kapaciteta kamiona koji dolaze na odlagalište ili pomoću vaga, ako su dostupne na odlagalištu.



Slika 8. Odnos ukupne količina proizvedenog komunalnog otpada na području SDŽ i RH u 2017. i 2018. godine [15]



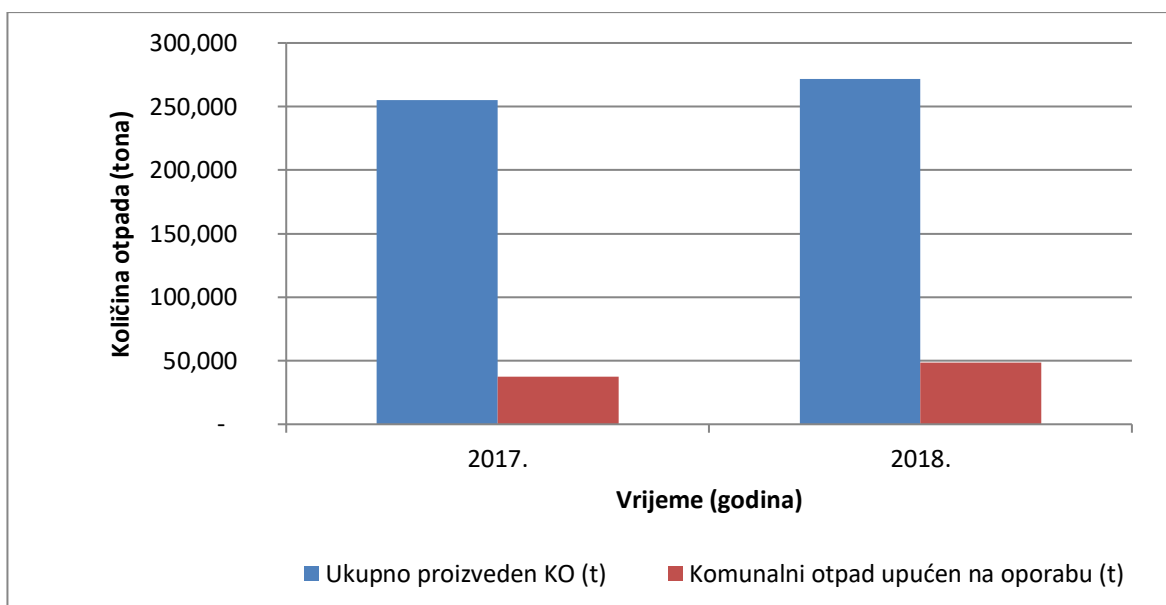
Slika 9. Odnos količina odloženog otpada na odlagališta na koja se odlagao komunalni otpad na području RH i SDŽ u 2018. godini [15]



Na slici 8. prikazan je odnos ukupnih količina proizvedenog komunalnog otpada na području SDŽ i RH u 2017. i 2018. godine, dok je na slici 9. prikazan odnos količina odloženog otpada na odlagališta na koja se odlagao komunalni otpad na području RH i SDŽ u 2018. godini.

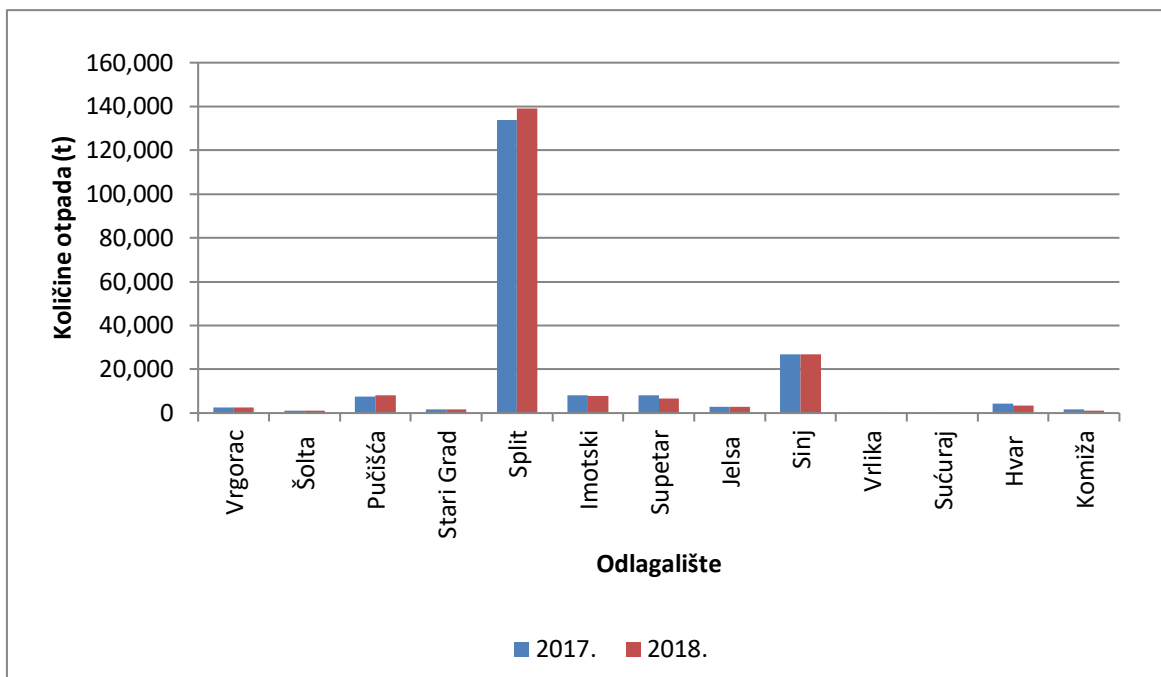
Udio ukupno odloženog otpada na odlagalištima na kojima se odlagao komunalni otpad u SDŽ u odnosu na RH iznosio je 14,19%, a uzimajući u obzir samo miješani komunalni otpad, taj udio iznosio je 18,9 %.

Na slici 10. prikazana je usporedba ukupno proizvedenog komunalnog otpada i komunalnog otpada upućenog na uporabu u 2017. i 2018. godini na području SDŽ.



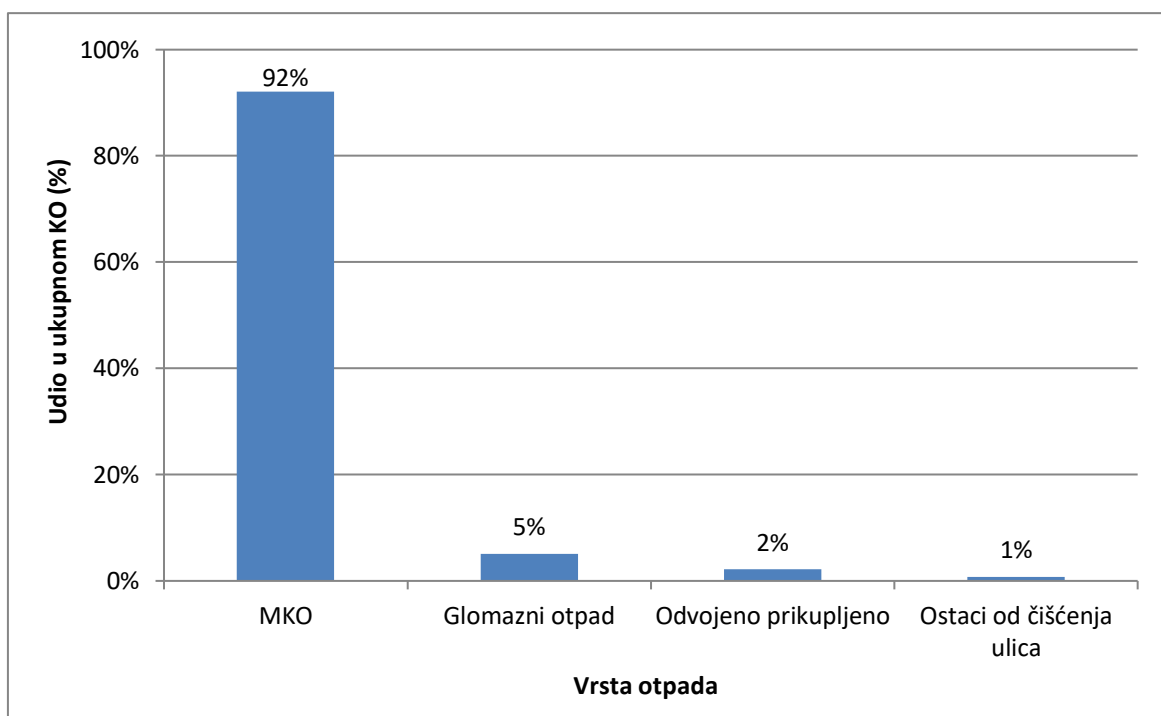
*Slika 10. Usporedba ukupno proizvedenog KO i KO upućenog na uporabu u 2017. i 2018. godini na području SDŽ [15]*

Direktno je na uporabu upućeno 448.072 t. Time je stopa uporabe komunalnog otpada u 2018. godini iznosila 25,3%, što je za 1,7% više nego u 2017. godini kada je ista iznosila 23,6 %. Stopa recikliranja komunalnog otpada iznosila je također 25,3% što je još uvijek niže od ciljanog udjela za 2020. godinu koji sukladno članku 55. ZOGO iznosi 50%.



*Slika 11. Grafički prikaz količina odloženog miješanog komunalnog otpada na području SDŽ u 2017. i 2018. godini [10]*

Iz grafičkih prikaza na slici 11. vidljiv je blagi porast količina miješanog komunalnog otpada koji se odlaže na odlagališta na području SDŽ u 2018. godini u odnosu na 2017. godinu. Valja napomenuti i da je SDŽ pri vrhu broja županija koja bilježi porast količine komunalnog otpada koji nastaje u vrijeme turističke sezone zbog porasta broja turističkih noćenja.



*Slika 12. Udio pojedinih vrsta otpada prikupljenih na području SDŽ tokom 2018. godine [15]*

JLS, osim prethodno navedenih obveza moraju zatvoriti sva neusklađena odlagališta te ista sanirati.

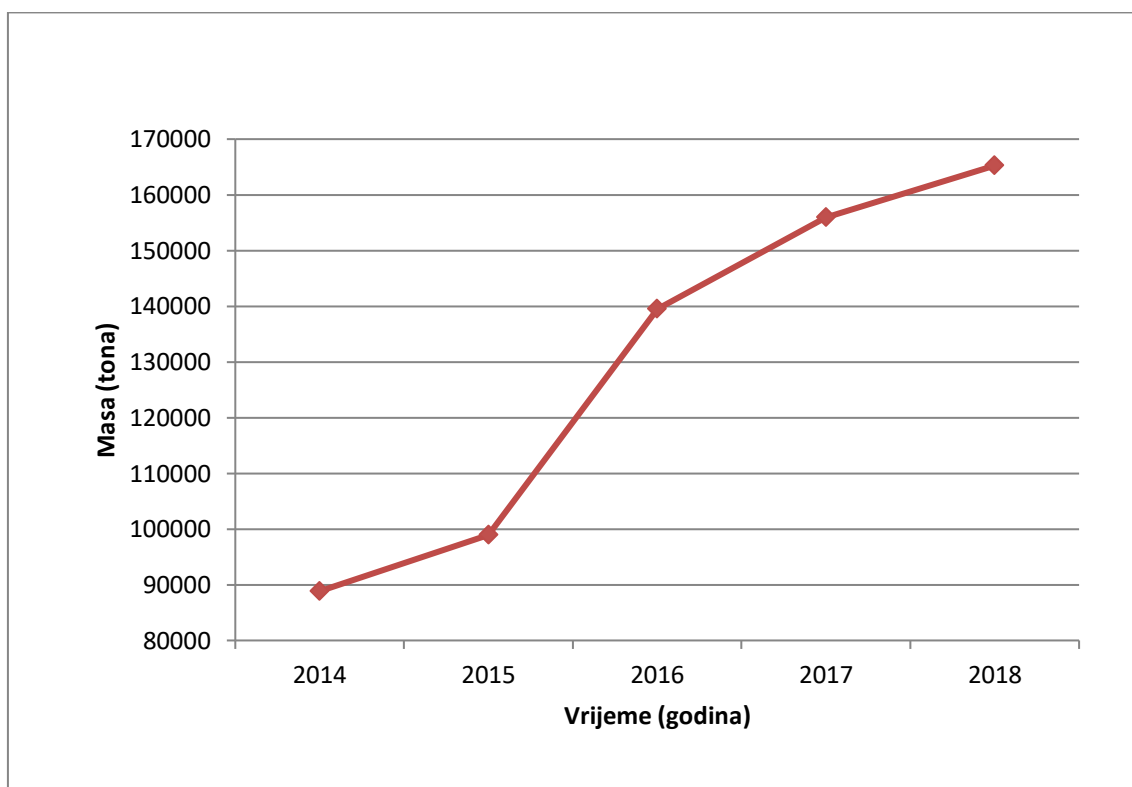
Postojeći sustav gospodarenja otpadom na području SDŽ može se ocijeniti kao ekološki neprimjeren i neodrživ, popraćen nedostatkom građevina za gospodarenje otpadom, s niskim udjelom recikliranja otpada izdvojenog iz komunalnog otpada i visokim udjelom komunalnog/biorazgradivog otpada koji se odlaže na neuređena odlagališta otpada. (Slika 12.)

Kako bi se u narednom razdoblju zaustavio trend rasta proizvedenog komunalnog otpada, povećao stupanj odvojenog prikupljanja i recikliranja te smanjio udio odloženog biorazgradivog otpada, nužno je u SDŽ, kao i u cijeloj RH, uspostaviti cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO) koji podrazumijeva provedbu mjera u skladu sa ZOGO i PGO RH 2017. - 2022. Te su mjere usmjerene na stvaranje uvjeta za odvajanje otpada na mjestu nastanka (primarna selekcija) i obradu otpada prije odlaganja, za što je potrebno izgraditi infrastrukturu za gospodarenje otpadom - od reciklažnih centara, reciklažnih dvorišta, postrojenja za obradu odvojeno sakupljenog biootpada, sortirnica otpada na lokalnoj razini, te izgradnju centra za gospodarenje otpadom na županijskoj razini.

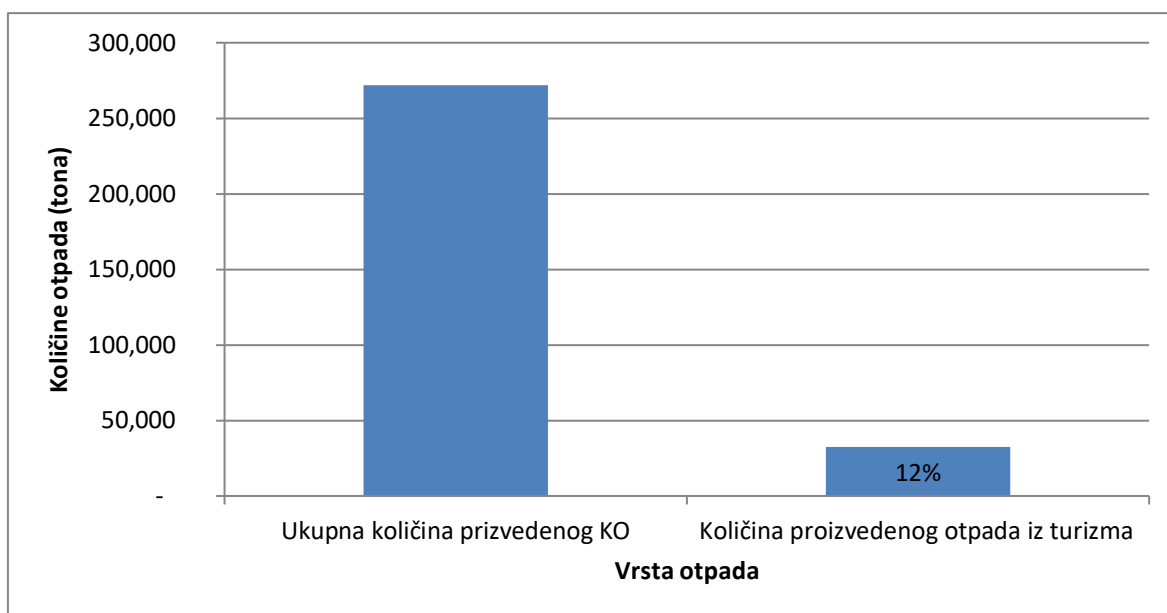
### 3.5 Komunalni otpad u vrijeme turističke sezone

U vrijeme turističke sezone povećava se broj turista, a s tim dolazi i do akumulacije većih količina otpada. To razdoblje posebno utječe na otpad koji se nalazi na otocima jer zbog većeg broja turista, dolazi do proizvodnje i bržeg nakupljanja većih količina otpada koje je potrebno prevesti nego u periodu van sezone, a češći odvoz otpada iziskuje i veće troškove. Taj otpad je potrebno zbrinuti na adekvatan način da nebi došlo do negativnih posljedica pogubnih za lokalne stanovnike i gospodarstvo.

U razdoblju između 2014. i 2018. godine, količine komunalnog krutog otpada koje su zabilježene u vrijeme turističke sezone, porasle su za čak 86%, a rezultat su porasta broja turističkih noćenja. Najveće količine otpada, što je i očekivano, bilježi i Splitsko – dalmatinska županija. (Slika 13.)



Slika 13. Grafički prikaz količina otpada za vrijeme turističke sezone u razdoblju između 2014. i 2018. godine u RH [15]



*Slika 14. Odnos količina proizvedenog komunalnog otpada i proizvedenog otpada za vrijeme turističke sezone u 2018. godini u SDŽ [15]*

Na slici 14. prikazan je odnos količina proizvedenog komunalnog otpada i proizvedenog otpada za vrijeme turističke sezone u 2018. godini u SDŽ.

U vrijeme turističke sezone na Hrvatskim otocima i općenito turističkim mjestima, kada se uspoređi zimski i ljetni period, može se primjetiti mnogostruko povećanje količina različitih vrsta otpada u ljetnim mjesecima. Zbog navedenih čimbenika, u ljetnim mjesecima potrebno je češće vršiti odvoz otpada, a raspored odvoza miješanog komunalnog otpada i za zimski i ljetni period naveden je u tablici 1.

Tablica 1. Raspored odvoza otpada s otoka (SDŽ) kroz godinu

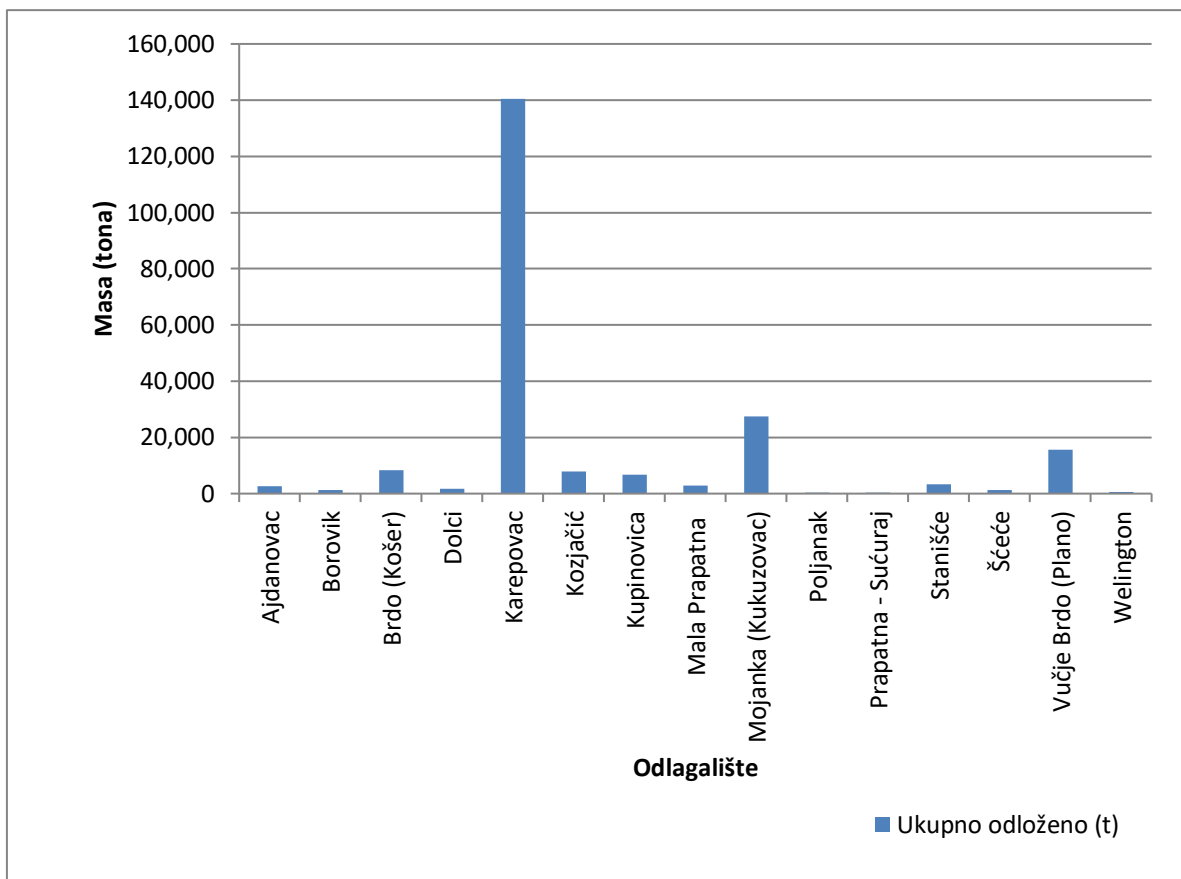
| Vrsta otpada             | Otok | Mjesto             | Raspored odvoza   |
|--------------------------|------|--------------------|---|
| Miješani komunalni otpad | Vis  | Grad Vis           | Odvoz MKO na području Grada Visa u vrijeme zimskih mjeseci vrši se tri puta tjedno i to ponedjeljkom, srijedom i petkom. Za vrijeme ljetnih mjeseci otpad se odvozi svaki dan i to dva puta.                                    |
|                          |      | Podselje           | Odvoz MKO s ovih područja za zimsko razdoblje vrši se jednom tjedno i to utorkom. Za vrijeme ljetnih mjeseci otpad se odvozi svaki dan osim nedjeljom.  |
|                          |      | Plisko polje       |   |
|                          |      | Marinje zemlje     |   |
|                          |      | Dračevo polje      |   |
|                          |      | Stončica           |   |
|                          |      | Milna              |   |
|                          |      | Podstražje         |   |
|                          |      | Rukavac            |   |
|                          | Brač | Supetar - Dolčić   | Odvoz MKO s navedena dva područja za zimsko razdoblje vrši se 2 puta tjedno i to srijedom i subotom. Za ljetno razdoblje s Dolčića se otpad odvozi ponedjeljkom, srijedom i petkom, a iz Centra utorkom, četvrtkom i nedjeljom. |
|                          |      | Supetar - Centar   |   |
|                          |      | Supetar - Pašike   | Odvoz MKO s navedena dva područja za zimsko razdoblje vrši se 2 puta tjedno i to utorkom i petkom. Za vrijeme ljetnog razdoblje otpad se odvozi utorkom, četvrtkom i nedjeljom.   |
|                          |      | Mirca              |   |
|                          |      | Splitska           | Odvoz MKO s navedena dva područja za zimsko razdoblje vrši se 2 puta tjedno i to ponedjeljkom i četvrtkom. Za ljetno razdoblje otpad se odvozi ponedjeljkom, srijedom i petkom.   |
|                          |      | Škrip              |   |
|                          | Hvar | Grad Hvar          | Odvoz MKO s navedenih područja u zimskom razdoblju se vrši ponedjeljkom i četvrtkom.  |
|                          |      | Prigradska naselja | Odvoz MKO s navedenih područja u zimskom razdoblju vrši se utorkom i petkom   |

### 3.6 Odlagališta komunalnog otpada na području Splitsko – dalmatinske županije

Skupljeni otpad s područja JLS Splitsko - dalmatinske županije, a koji je namijenjen odlaganju, odlaže se na 15 službenih odlagališta: Ajdanovac (Vrgorac), Borovik (Grohote), Brdo Košer (Gornji Humac), Dolci (Stari Grad), Karepovac (Split), Kozjačić (Vinjani Gornji), Kupinovica (Supetar), Mala Prapatna (Jelsa), Mojanka (Kukuzovac), Poljanak (Otišić), Prapatna (Sućuraj), Stanišće (Hvar), Šćeće (Komiža), Vučje Brdo – Plano (Plano), Wellington (Vis), izuzev otpada sakupljenog s područja Grada Makarske i Općine Gradac. Sakupljeni komunalni otpad s područja Grada Makarske odvozi se na lokaciju Zagon dok se otpad s područja općine Gradac odlaže na odlagalištu Lovornik u mjestu Bačina. [15] (Slika 15.)



Slika 15. Aktivna i zatvorena odlagališta otpada na području Splitsko – dalmatinske županije



Slika 16. Grafički prikaz količina odloženog otpada na odlagalištima u SDŽ za 2018. godinu [15]

Na grafičkom prikazu na slici 16. može se uočiti da se na odlagalištu otpada „Karepovac“ odlažu daleko najveće količine komunalnog otpada koje će se i detaljnije analizirati u dijelu rada.

### 3.6.1 Odlagalište otpada za područje Vrgorca

Odlagalište na području Vrgorca nosi naziv „Ajdanovac“ te se na njemu odlaže komunalni, neopasni proizvodni otpad, a za prekrivanje se koristi građevinski otpad. Odlagalište je ograđeno, no ne postoji donji brtveni sloj pa su procjedne vode nekontrolirano odlazile u podzemlje, nije se otplinjavao otpad i nije postojao sustav za odvodnju oborinskih voda. U veljači 2019. godine dolazi do eskalacije problema te je izrađen geodetski projekt za sanaciju i zatvaranje odlagališta neopasnog otpada „Ajdanovac“. [15]

### 3.6.2 Odlagalište otpada na području otoka Šolta

Općina Šolta planira izmjenu zahvata sanacije odlagališta otpada „Borovik“. Zahvatom je planirana sanacija i uređenje, nastavak odlaganja komunalnog otpada i naposljetku



zatvaranje odlagališta. Projekt je u 2. fazi sanacije, u tijeku je izgradnja gabionskog zida i nadstrešnice. [15]

### **3.6.3 Odlagalište otpada na području Splita**

Odlagalište otpada na području Splita naziva se „Karepovac“ te se na njemu, prema pravilu, odlaže komunalni i neopasni proizvodni otpad. „Karepovac“ je u proteklim godinama bio često spominjan te je predstavljao točku sukoba zbog nesusnih „mirisa“ koji su se širili gradom. Rad ovog odlagališta planiran je do otvaranja CGO „Lećevecica“ nakon čega bi trebalo uslijediti njegovo zatvaranje.

Za sanaciju odlagališta „Karepovac“ do sada je izrađena projektna dokumentacija i ishodoeno nekoliko dozvola. [15]

### **3.6.4 Odlagališta na području otoka Braća**

Odlaganje komunalnog otpada na otoku Braću vrši se na odlagalištu „Kupinovica“ te će se odlaganje vršiti na spomenutom mjestu sve do izgradnje CGO. U međuvremenu, do izgradnje, na „Kupinovici“ se provode mjere sanacije i uređenja te je do sada izrađena projektna dokumentacija, ishodoena je pravomoćna građevinska dozvola, izrađene su istražne bušotine te je ishodoeno Rješenje Ministarstva zaštite okoliša i prirode.

Osim odlagališta „Kupinovica“, na otoku Braću nalazi se i odlagalište „Brdo Košer“ u blizini Gornjeg Humca, a odlagalište ne posjeduje građevinsku, lokacijsku ni uporabnu dozvolu. Na njemu se vrši odlaganje komunalnog i glomaznog otpada. Lokacija odlagališta "Košer" je prostorno - planskim dokumentima predviđena kao lokacija centralnog odlagališta za otok Brać.

### **3.6.5 Odlagališta na području otoka Hvara**

Na području otoku Hvara nalaze se tri odlagališta otpada i to u blizini Grada Hvara, Jelse i Sućuraja. Odlagalište u blizini Starog Grada naziva „Dolci“, zatvoreno je u listopadu 2019. godine te je odlaganje miješanog komunalnog otpada preusmjereno na odlagalište „Stanišće“ koje se nalazi u Gradu Hvaru.

Na odlagalište „Stanišće“ odlaže se miješani komunalni otpad sakupljen na području Grada Hvara, a od postupaka vezanih za odlagališta provodi se ravanje, zbivanje i prekrivanje otpada. Na odlagalištu nedostaje sustav odvodnje procjednih voda, sustav otplinjavanja.

Važno je napomenuti da je na „Stanišću“ popunjen kapacitet prihvata, a uvjeti su za daljnje odlaganje neprihvatljivi pa je potrebno što prije provesti postupak sanacije da bi se moglo omogućiti daljnje odlaganje otpada do izgradnje CGO i pretovarne stanice koja bi se trebala nalaziti na području Starog Grada.

Odlagalište „Mala Prapatna“ na području Jelse u cijelosti je pod vlasništvom općine Jelsa koja je pristupila izradi projektne dokumentacije za glavni izvedbeni projekt sanacije odlagališta. Tijekom 2016. i 2017. godine pristupilo se izvođenju radova prve faze sanacije te je izvedena interna prometnica odlagališta i podupirući gabionski zid unutar kojeg su formirani bazeni za procjednu i ocjednu vodu. Također, izveden je i oborinski kanal i dio ograde odlagališta. S obzirom da je otvaranje Centra za gospodarenje otpadom ponovno bilo odgođeno, a 2015. godine je bilo planirano zatvaranje odlagališta, bilo je potrebno izraditi dodatne dokumente vezane za sanaciju.

### **3.6.6 Odlagališta na području otoka Visa**

Odlagalište „Šćeće“ koje se nalazi u Komiži, zatvoreno je u listopadu 2019., ali je njegova sanacija nastavljena sukladno projektu sanacije. Nakon zatvaranja, otpad s odlagališta „Šćeće“ preusmjeren je na odlagalište „Wellington“ na području grada Visa na kojem se odlaže neopasni otpad s područja cijelog otoka.

### **3.6.7 Odlagalište na području Sinja i Vrlike**

Odlagalište otpada na području Sinja nosi naziv „Mojanka“ te prihvaća otpad s većeg dijela Cetinske krajine. Na „Mojanku“ se odlaže proizvodni i miješani komunalni otpad. Odlagalište obuhvaća postojeće odlagalište na koje se odlagao i trenutno se odlaže otpad, koje je predviđeno za sanaciju i zatvaranje, te planirano proširenje koje još nije izvedeno. U 2018. godini je ishoda Građevinska dozvola i izrađen je izvedbeni projekt proširenja, sanacije i zatvaranja odlagališta. [7]

„Poljanak“ se nalazi na području Grada Vrlike te je 2021. godine dobilo dozvolu za gospodarenje otpadom. Dozvolom se dopušta na navedenoj lokaciji obavljati djelatnost sakupljanja otpada, interventnog sakupljanja i zbrinjavanja otpada odlaganjem u ili na tlo.

### **3.6.8 Odlagališta na području Imotskog i Trogira**

Zbrinjavanje otpada na području Imotskog vrši se na odlagalištu „Kozjačić“ koje se nalazi u Vinjanima Gornjim. Ciljevi uređenja odlagališta „Kozjačić“ su sanacija postojećeg

odlagališta i prenamjena u pretovarnu stanicu - od trenutka priključenja Imotske krajine u integralni sustav gospodarenja otpadom Splitsko-dalmatinske županije predviđena je sanacija neusklađenog odlagališta prekrivanjem brtvenim slojem kako bi se spriječilo daljnje ispiranje odlagališta oborinskim vodama.

Sanacija odlagališta otpada „Vučje brdo“, na području Trogira, je u tijeku te će po završetku iste biti dozvoljeno odlaganje otpada do popunjavanja kapaciteta. Predmetno odlagalište ima dovoljan kapacitet za prijem otpada, po potrebi, iz ostalih dijelova županije, te može primiti otpad iz drugih dijelova županije. Po popunjavanju kapaciteta za odlaganje, otpad će se s odlagališta „Vučje brdo“ preusmjeriti na odlagalište „Karepovac“.

### 3.7 Način skupljanja, obrade i zbrinjavanja otpada

Jedan od način savjesnog sakupljanja otpada jest odvojeno sakupljanje sekundarnih sirovina pomoću kontejnera postavljenih na javnim površinama. Na ovakav način, kontejnerima na javnim površinama, odvojeno se sakuplja plastični i metalni otpad te staklo i papir. Praksa u Hrvatskoj pokazuje da je uvođenje reciklažnih dvorišta, u kojima građani besplatno mogu odložiti sve komponente ako su isortirane, ekonomsko - ekološki isplativa. Svrha odvojenog sakupljanja otpada je odvajanje korisnih i štetnih komponenti miješanog komunalnog otpada, što ima veliki ekonomski i ekološki značaj iskorištavanjem vrijednih svojstava određenih komponenti otpada i očuvanjem prirodnih resursa. Izdvajanjem navedenih komponenti, kao i štetnih i opasnih tvari – prije miješanja s ostatkom komunalnog otpada, poboljšavaju se karakteristike reciklirajućeg otpada za materijalno iskorištavanje, kao i biorazgradivog otpada iz kuhinja, čišćenja vrtova zbog smanjenja smetajućih primjesa u stabiliziranom kompostu. (Slika 17.) [15]



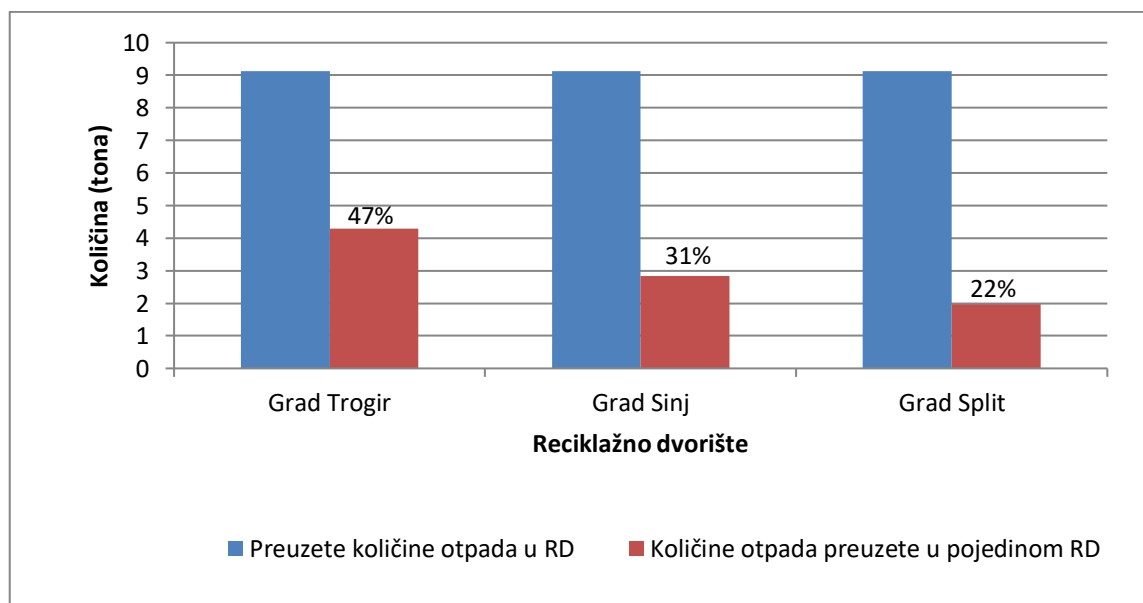
*Slika 17. Posude za odvojeno prikupljanje otpada*

### 3.8 Reciklažna dvorišta

Reciklažno dvorište (RD) predstavlja ograđeni prostor koji je pod nadzorom, a namijenjen je odvojenom prikupljanju i privremenom skladištenju manjih količina posebnih vrsta otpada. Reciklažno dvorište za građevinski otpad je građevina namijenjena razvrstavanju, mehaničkoj obradi i privremenom skladištenju građevinskog otpada.

ZOGO-om je propisana obveza JLS da osiguraju uspostavu minimalnog broja reciklažnih dvorišta (RD) ili mobilnih jedinica (MRD) ovisno o broju stanovnika. Sukladno ZOGO-u, JLS koja ima 3.000 stanovnika ili manje, a nije osigurala funkcioniranje RD, dužna je osigurati funkcioniranje istog putem MRD. JLS koja ima više od 3.000 stanovnika dužna je osigurati funkcioniranje najmanje jednog RD i još po jedno na svakih idućih 25.000 stanovnika na svojem području. JLS koja ima više od 100.000 stanovnika dužna je osigurati funkcioniranje najmanje četiri RD i još po jedno na svakih idućih 30.000 stanovnika na svojem području. Sukladno navedenom Zakonu, ukupno 55 općina i gradova s područja Splitsko - dalmatinske županije obvezne su osigurati minimalno 29 MRD i 33 RD. [15]

Na temelju analiziranih podataka iz izvješća JLS za 2018. godinu, može se ustanoviti da je zakonom propisan minimalan broj RD/MRD na području Županije do 2019. godine zadovoljilo svega 8 JLS: gradovi Komiza i Vrlika te općine Baška Voda, Brela, Postira, Prgomet, Sućuraj i Šestanovac.



Slika 18. Količine prikupljenog otpada u reciklažnim dvorištima na području SDŽ [15]

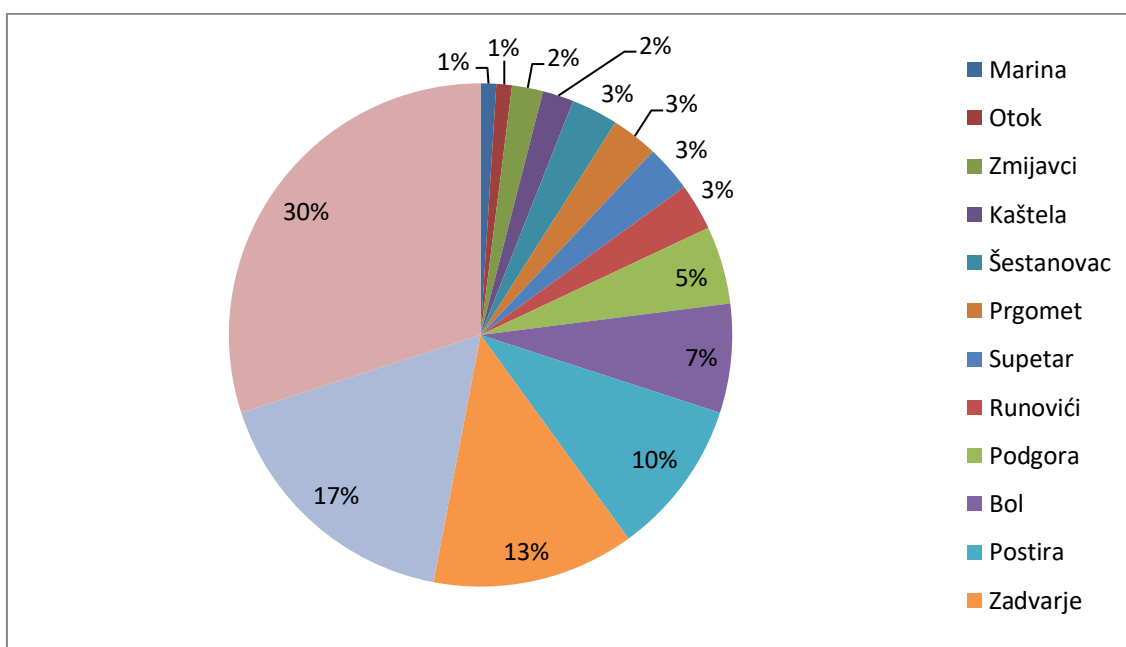
Na području Grada Trogira, Sinja i Splita prikupljeno je najviše otpada u RD. (Slika 18.)

Od ukupno preuzetog otpada prikupljeno je najviše glomaznog otpada, zatim papira i kartona, odbačene električne i elektroničke opreme koja sadrži opasne komponente i cigle, dok su ostale vrste otpada činile 1% ili manje udjela u ukupno preuzetoj količini otpada na reciklažna dvorišta.

Prema posljednjim dostupnim službenim podacima ukupni broj uspostavljenih reciklažnih dvorišta, uključujući i mobilne jedinice, na području SDŽ, nije zadovoljavajuć.

### 3.9 Npropisno odložen otpad

Na području Splitsko – dalmatinske županije 2019. godine, prijavljene su ukupno 204 lokacije na kojima se nalazio npropisno odbačen otpad od kojih je 75 lokacija sanirano, 33 lokacije su djelomično sanirane, 3 su ponovno aktivne nakon sanacije te 93 lokacije nisu sanirane. Procjenjuje se da je na divljim odlagalištima npropisno odbačeno 294.650,00 m<sup>3</sup> otpada. Najveća količina nesaniranog npropisno odbačenog otpada nalazi se na području gradova Vrgorac (23%) i Omiš (18%) te općina Zadvarje (17%) i Bol (13%). Za sprječavanje nastanka, a ujedno i uklanjanja npropisno odloženog otpada nadležne su službe za komunalni red JLS. (Slika19.) [15]



Slika 19. Udjeli količina nesaniranog npropisno odbačenog otpada na području SDŽ za 2018. godinu [15]

## 4 PLANIRANI SUSTAV GKKO U SPLITSKO – DALMATINSKOJ ŽUPANIJI

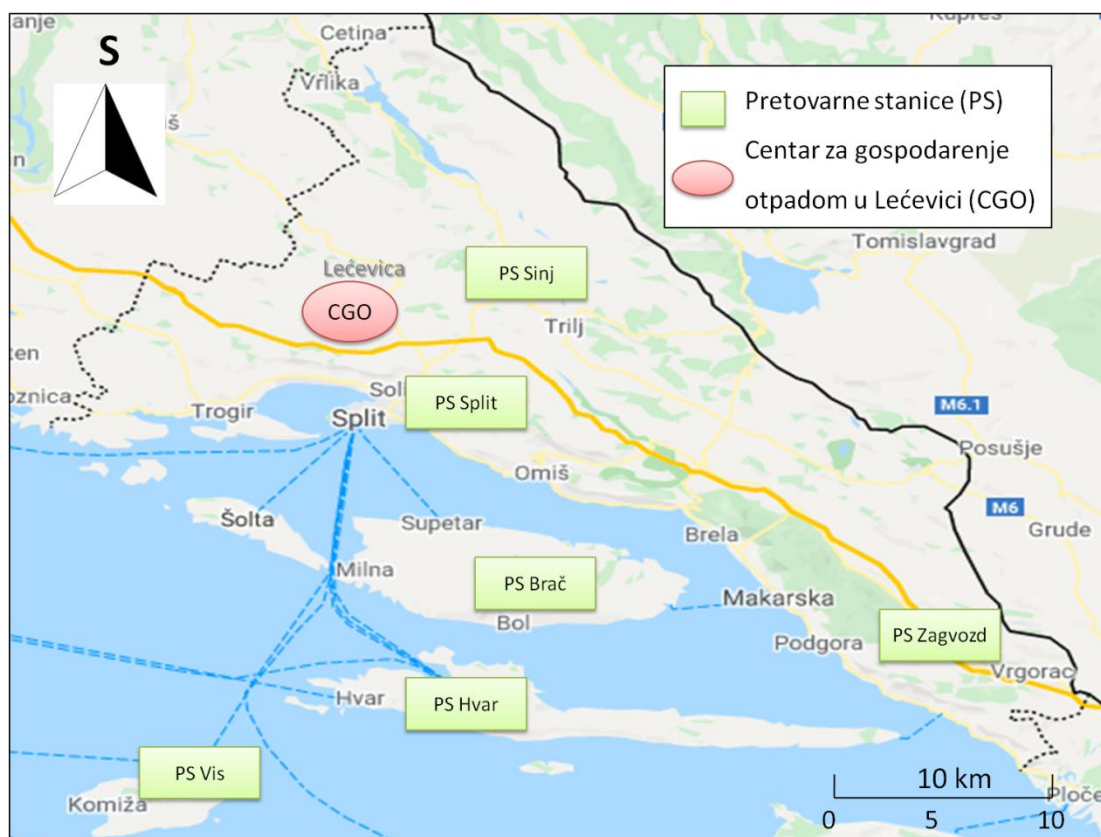
Gospodarenje otpadom treba planirati i provesti prema Strategiji gospodarenja otpadom RH na sljedeći način:

- postupno organizirati županijske, odnosno regionalne centre za gospodarenje otpadom, uz postupnu sanaciju i zatvaranje većine postojećih odlagališta
- zabraniti odlaganje otpada na otocima, te izgraditi pretovarne stanice za prijevoz otpada u centre na kopnu
- zaštititi podzemne vode na krškom području od eventualnog prodora procjednih voda iz odlagališta i drugih građevina
- spriječiti ispuštanja otpada u more, jezera, rijeke i potoke
- izgraditi centar za gospodarenje opasnim otpadom s mrežom sabirališta
- kontrolirati prioritetne tokove otpada
- omogućiti maksimalno sudjelovanje domaće industrije, opreme i usluga u projektima gospodarenja otpadom
- omogućiti angažman stranih partnera i kapitala na temelju nezavisnih studija opravdanosti, kao i potporu zajedničkim ulaganjima na osnovi javnog i privatnog partnerstva
- jačati postojeću organizaciju gospodarenja otpadom, te uspostaviti međuresornu koordinacije za gospodarenje otpadom
- provoditi stalnu edukaciju javnosti, stručnjaka i upravnih struktura.

U sustavu gospodarenja otpadom JLS moraju izgraditi komunalnu infrastrukturu – reciklažna dvorišta, sortirnice, kompostane, reciklažne centre, dodijeliti korisnicima posude za odvojeno sakupljanje otpada, te provoditi kontinuiranu edukaciju stanovništva, kao i sve ostalo što je potrebno da bi se otpad koji predstavlja korisnu sirovinu odvojio na mjestu nastanka te uputio na recikliranje. Provedba spomenutih mjera u JLS treba rezultirati odvajanjem više od 60 % otpada na mjestu nastanka. Prema izračunima u Studiji izvedivosti, od početno proizvedenih prosječno 228.000 t/god u promatranom razdoblju od 25 godina, nakon odvojenog odlaganja u razne posude i korištenjem infrastrukture za gospodarenje otpadom na lokalnoj razini, kao miješani komunalni otpad trebalo bi biti sakupljeno ne više od 110.000 t/god. Tek će se taj dio otpada, koji se iz bilo kojeg razloga

ne odvoji kao pojedina vrsta otpada (gdje nema posuda, infrastrukture, edukacije i dr.), nego se odloži u posudu za „miješani komunalni otpad“, dovoziti u Centar za gospodarenje otpadom (CGO) radi obrade prije odlaganja.

Na području Splitsko – dalmatinske županije planirana je izgradnja Regionalnog centra za gospodarenje otpadom (RCGO) te bi Centar bio jedan od glavnih temelja za uspostavljanje cjelovitog sustava gospodarenja otpadom (CSGO) u Županiji. Kada dođe do otvaranja RCGO, planira se saniranje i zatvaranje svih odlagališta otpada u Županiji, a otpad koji bude skupljen na dnevnoj bazi bit će preusmjeren u Centar. Otpad sakupljen u obližnjim JLS izravno će u Centar dovoziti ovlaštteni prijevoznici, dok će se otpad iz pretovarnih stanica Split, Sinj, Zagvozd, Hvar, Brač i Vis prevoziti vozilima koja pripadaju Regionalnom centru čistog okoliša d.o.o. (Slika 20.)



Slika 20. Lokacije pretovarnih stanica i Centra za gospodarenje otpadom u Lećevice



#### 4.1 Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO)

Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom se temelji na odvojenom sakupljanju otpada pogodnom za uporabu na mjestu nastanka u JLS te na obradi preostalog neodvojenog otpada, miješanog komunalnog otpada u Centru za gospodarenje otpadom.

Uspostava CSGO je usmjerena na:

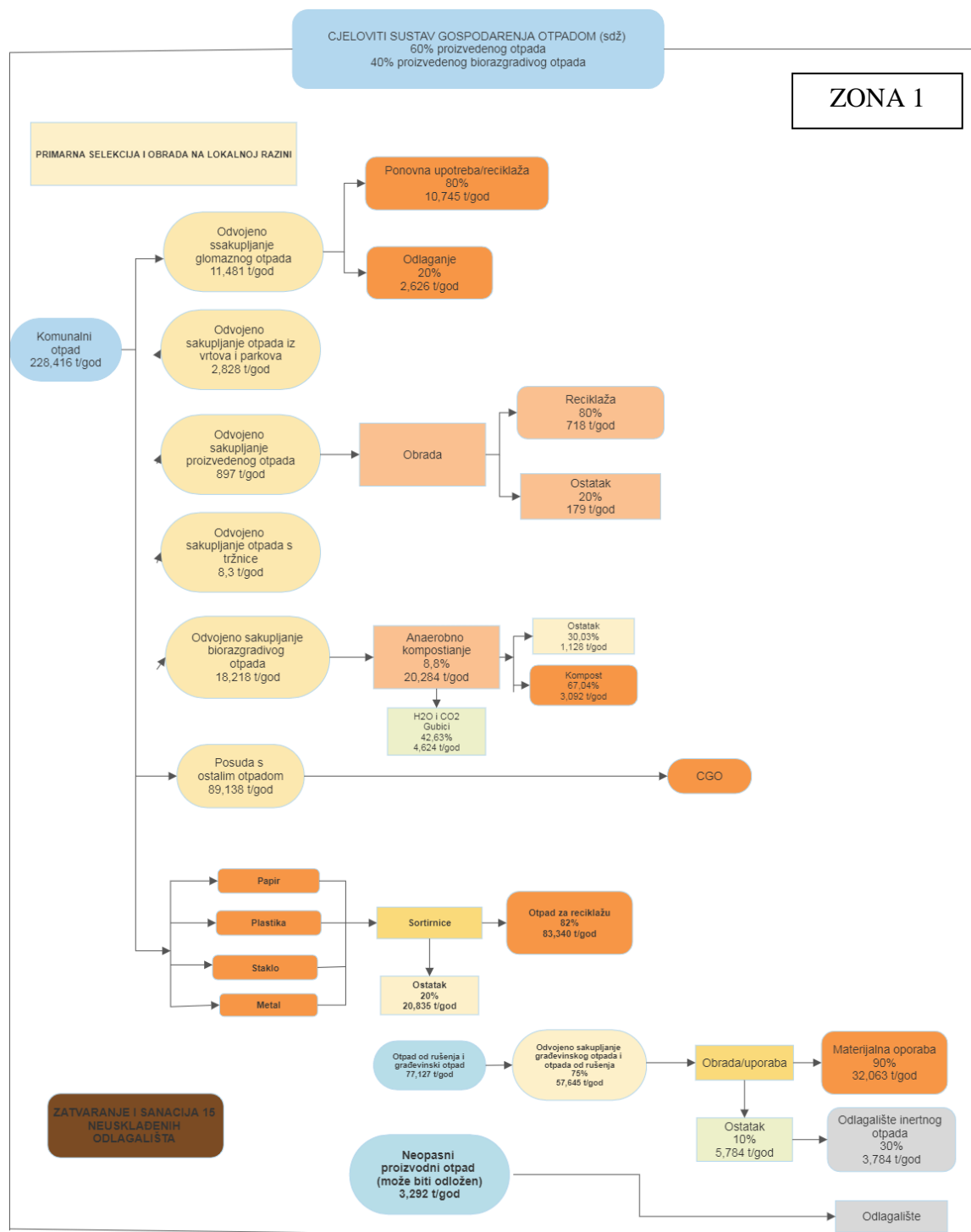
- smanjenje negativnog utjecaja na okoliš i ljudsko zdravlje uzrokovanog nastankom i neadekvatnim gospodarenjem otpadom,
- smanjenje negativnog društvenog i ekonomskog utjecaja i maksimizacija društvenih i ekonomskih mogućnosti,
- usklađivanje s pravnim zahtjevima, ciljevima, principima i politikama Europske Unije i nacionalnim pravnim i regulatornim okvirima.

Razmatranje različitih varijanti projektnih rješenja baziranih na prikupljenim ulaznim podacima o količini, tokovima i sastavu otpada i uočenim trendovima u okviru Studije izvedivosti za uspostavu cjelovitog i održivog sustava gospodarenja otpadom u Splitsko-dalmatinskoj županiji (Brodarski institut d.o.o., Procurator Vastitatis d.o.o., Enviroplan S.A., 2018.), pokazalo je opravdanost i ekonomsku održivost CSGO u SDŽ.

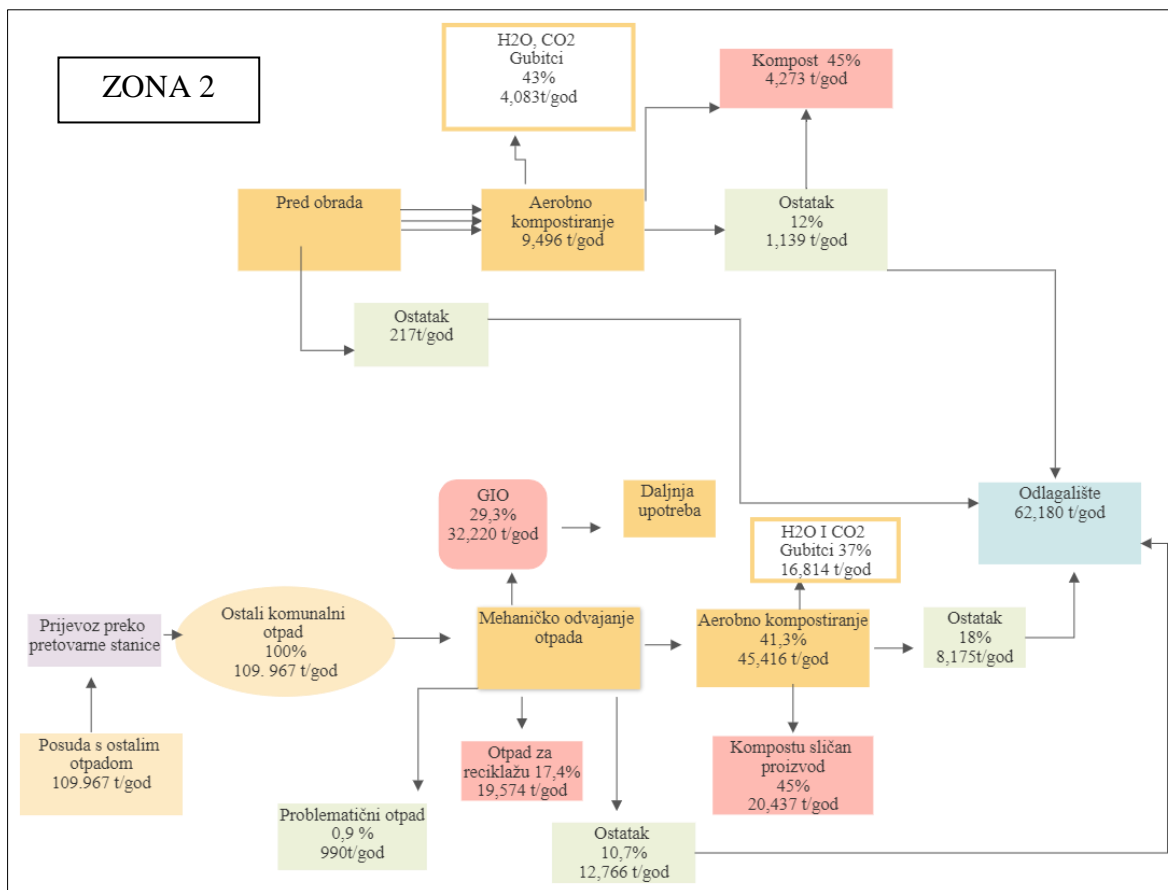
Kvalitetan sustav predviđa odvojeno sakupljanje tri toka otpada nastalog u domaćinstvima:

- papira, stakla, **plastike** i metala na mjestu nastanka (zeleni otoci, reciklažna dvorišta)
- biorazgradivog otpada iz kuhinje, vrtova, parkova, s tržnica
- miješanog komunalnog otpada, uz izdvajanje posebnog otpada, tekstila, izdvajanje i obradu glomaznog otpada, građevnog otpada i biootpada.

Na slikama 21. i 22. prikazana je predložena shema gospodarenja otpadom u SDŽ.



Slika 21. Predložena shema gospodarenja otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji, zona 1 (Izvor: Studija izvodivosti, 2014.)



Slika 22. Predložena shema gospodarenja otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji, zona 2 (Izvor: Studija izvodivosti, 2014.)

## 4.2 Centar za gospodarenje otpadom (CGO)

Centar za gospodarenje otpadom je sklop međusobno funkcionalno i tehnološki povezanih građevina i uređaja za obradu komunalnog otpada. CGO zajedno sa 6 pretovarnih stanica predstavlja infrastrukturu za gospodarenje otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji, odnosno sastavne dijelove cjelovitog sustava za gospodarenje otpadom koji se mora uspostaviti na županijskoj razini. Dio otpada nastao u blizini dopremat će se izravno u CGO, dok će se otpad iz udaljenih dijelova SDŽ pretovarivati u pretovarnim stanicama.

Djelatnost i poslove vezane za Centar za gospodarenje otpadom obavlja trgovačko društvo odnosno Regionalni centar čistog okoliša d.o.o. u stopostotnom vlasništvu Županije kao jedinice područne (regionalne) samouprave.

Lokacija CGO u SDŽ planirana je otprilike 1 km sjeverozapadno od naselja Kladnjice u Općini Lećevica, sjeverno od trase autoceste Zagreb - Split, a u neposrednoj blizini lokalne

ceste Lećevice – Unešić. Planirani zahvat je udaljen više od 500 m od naseljenog područja gdje ljudi stalno borave, te obuhvaća površinu od 25 ha.

U CGO će se prikupljati, obrađivati i odlagati otpad koji nastane na području SDŽ, uključujući:

- komunalni otpad,
- neopasni otpad,
- proizvodni otpad,
- građevni otpad.

Manje količine opasnog otpada, izdvojene iz komunalnog otpada, a koje su neizbježni produkt života i rada ljudi, u CGO će se privremeno skladištiti i redovno predavati na daljnje postupanje ovlaštenoj i specijaliziranoj tvrtki za prikupljanje i obradu pojedine vrste opasnog otpada.

CGO u SDŽ sa svojim osnovnim dijelovima treba zadovoljiti potrebe obrade i odlaganja otpada na ekološki prihvatljiv i ekonomski održiv način, a tako uspostavljeni CGO u Županiji će zadovoljavati potrebe oko 10,6% populacije RH.

Na odlagalištima u sklopu CGO odvijat će se odlaganje neopasnih produkata obrade otpada iz MKO i odvojeno sakupljenog biootpada, komunalnog otpada mehanički obrađenog izvan ili u Centru te neopasnog proizvedenog otpada.

U Centru će se provoditi mehaničko – biološka obrada (MBO) miješanog komunalnog otpada, izdvajanje otpada koji je pogodan za materijalnu i energetske uporabu, odlaganje neiskoristivih frakcija otpada, obrada i odlaganje neiskoristivog dijela obrađenog građevinskog otpada te odlaganje razvrstanog otpada u reciklažnom dvorištu, a u skladu s tim planirano je da se CGO sastoji od zona prikazanih na slici 23. [8]



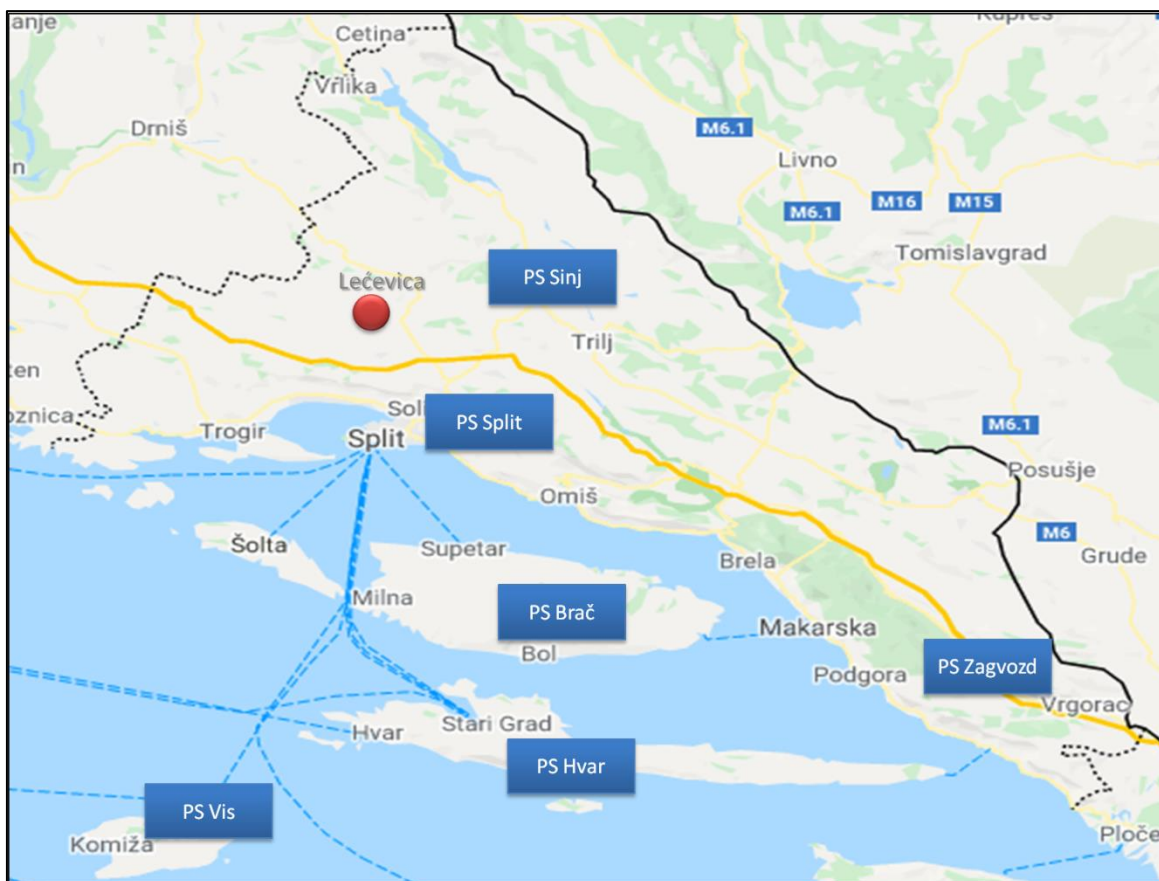
Slika 23. Podjela CGO-a na zone [8]

Uspostavljanjem CGO za potrebe cijele SDŽ i uključivanjem svih JLS u predviđeni sustav, stvorit će se uvjeti za sanaciju i zatvaranje svih postojećih neusklađenih odlagališta na tom području. Gospodarenje otpadom u SDŽ će tako biti u potpunosti usklađeno sa zahtjevima Direktiva EU u području gospodarenja otpadom, odnosno sa ZOGO.

### 4.3 Pretovarne stanice

U skladu sa Zakonom o održivom gospodarenju otpadom, pretovarna stanica (transfer stanica) je građevina za privremeno skladištenje, pripremu i pretovar otpada namijenjenog prijevozu prema mjestu njegove uporabe ili zbrinjavanja, odnosno u CGO.

Prema planu, kada CGO bude izgrađen, kao temeljno mjesto zbrinjavanja otpada na području Županije, dovožit će se otpad iz 6 pretovarnih stanica: PS Vis, PS Brač, PS Hvar, PS Split, PS Zagvozd, PS Sinj. (Slika 24.)



Slika 24. Pretovarne stanice na području SDŽ

Otpad sakupljen u JLS u blizini CGO-a dovozi se izravno u CGO putem ovlaštenog sakupljača ili prijevoznika, dok će se otpad iz pretovarnih stanica prevoziti vozilima koja pripadaju Centru za gospodarenje otpadom.

Otpad će se u pretovarne stanice dovoziti relativno malim vozilima kojima se obavlja i sakupljanje otpada, a onda pretovarati u veće kontejnere ili na veća vozila i voziti se u CGO. Glavna karakteristika pretovara je ostvarenje ušteda u troškovima prijevoza otpada i radnog vremena lokalnih sakupljača otpada.

U pretovarnim stanicama svako vozilo će se vagati te evidentirati količina, vrsta i porijeklo zaprimljenog otpada, a podaci će se registrirati i automatski prenositi u CGO. Predajom otpada u pretovarnu stanicu ili izravno u CGO, nastaje obveza obračuna usluga CGO-a korisnicima usluga obrade otpada u CGO-u, a to su komunalne tvrtke koje dovoze otpad.

S obzirom na ograničen kapacitet prihvata postrojenja u CGO, za svaku JLS izračunata je maksimalna količina miješanog komunalnog otpada koji može nastati kada se primijene propisane stope izdvajanja otpada za ponovnu upotrebu i recikliranje. Dobivena

maksimalna izračunata godišnja količina otpada iz svih JLS predstavlja godišnju prihvatljivu količinu miješanog komunalnog otpada za obradu u CGO.

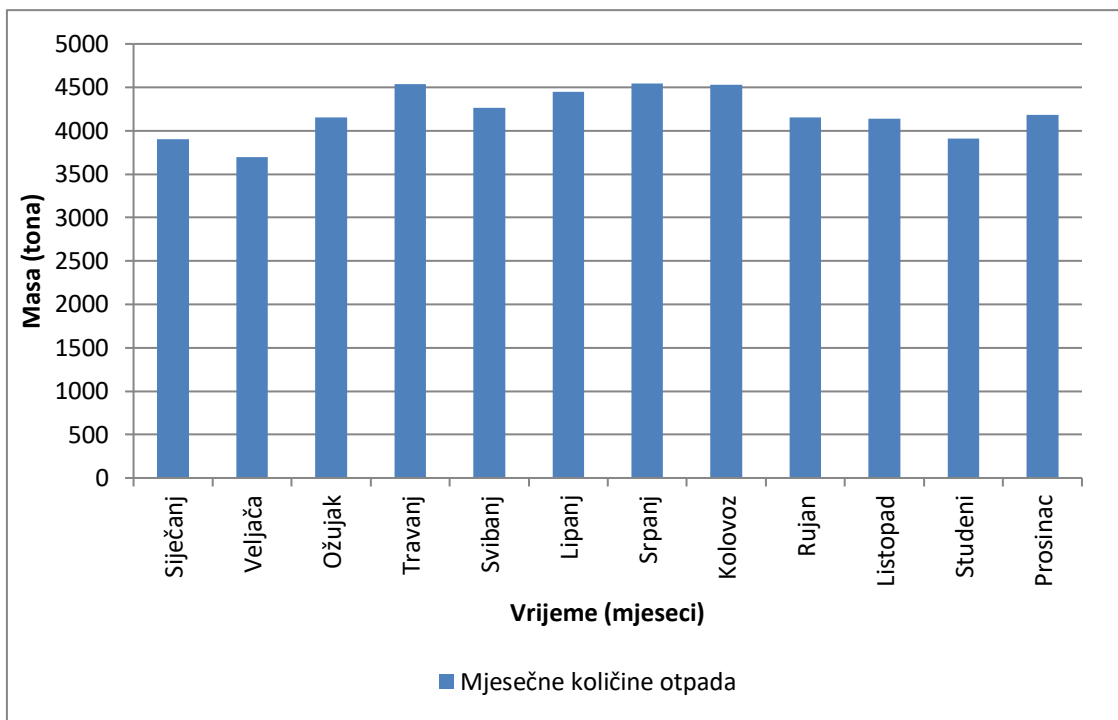
S obzirom na to da je izračunata maksimalna količina miješanog komunalnog otpada koja će nastajati u JLS nakon propisanog odvajanja otpada na mjestu nastanka, jasno je definiran i godišnji kapacitet svake PS u tonama godišnje. (Tablica 2.)

Tablica 2. Pregled prihvatljivih količina miješanog komunalnog otpada po JLS [8]

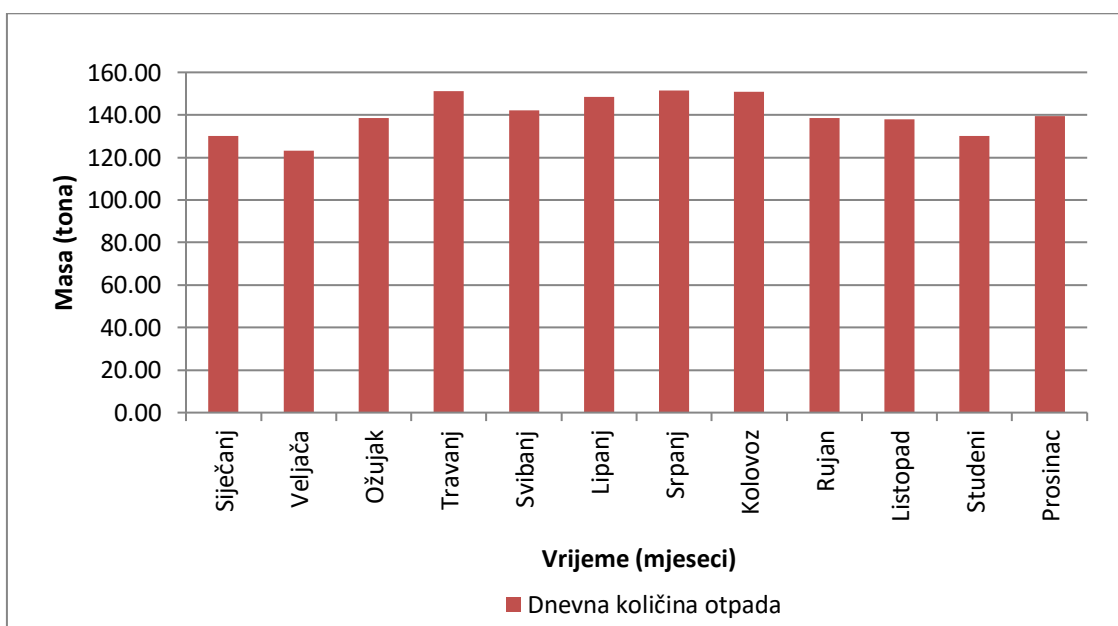
| PS broj              | Lokacija PS | Broj JLS (područja sakupljanja otpad) | Kapacitet PS (t/god) |
|----------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------|
| 1                    | Split       | 11                                    | 49,088               |
| 2                    | Sinj        | 6                                     | 12,441               |
| 3                    | Zagvozd     | 16                                    | 10,883               |
| 4                    | Brač        | 8                                     | 3,739                |
| 5                    | Vis         | 2                                     | 1,367                |
| 6                    | Hvar        | 4                                     | 4,336                |
| <b>Izravno u CGO</b> |             | 8                                     | 7,334                |

Na temelju dnevnih količina otpada, određuje se ritam dovoza i odvoza otpada u pretovarne stanice. U odnosu na zimski period kada se količine otpada kreću u sličnim granicama, u ljetnim mjesecima dolazi do značajnog odstupanja što se može uočiti na grafovima, a rezultat toga je već spomenut povećan broj turista u vrijeme turističke sezone.

Na slikama 25. – 36. prikazane su dnevne i mjesečne količine MKO u pretovarnim stanicama Split, Sinj, Zagvozd, Brač, Hvar, Vis.



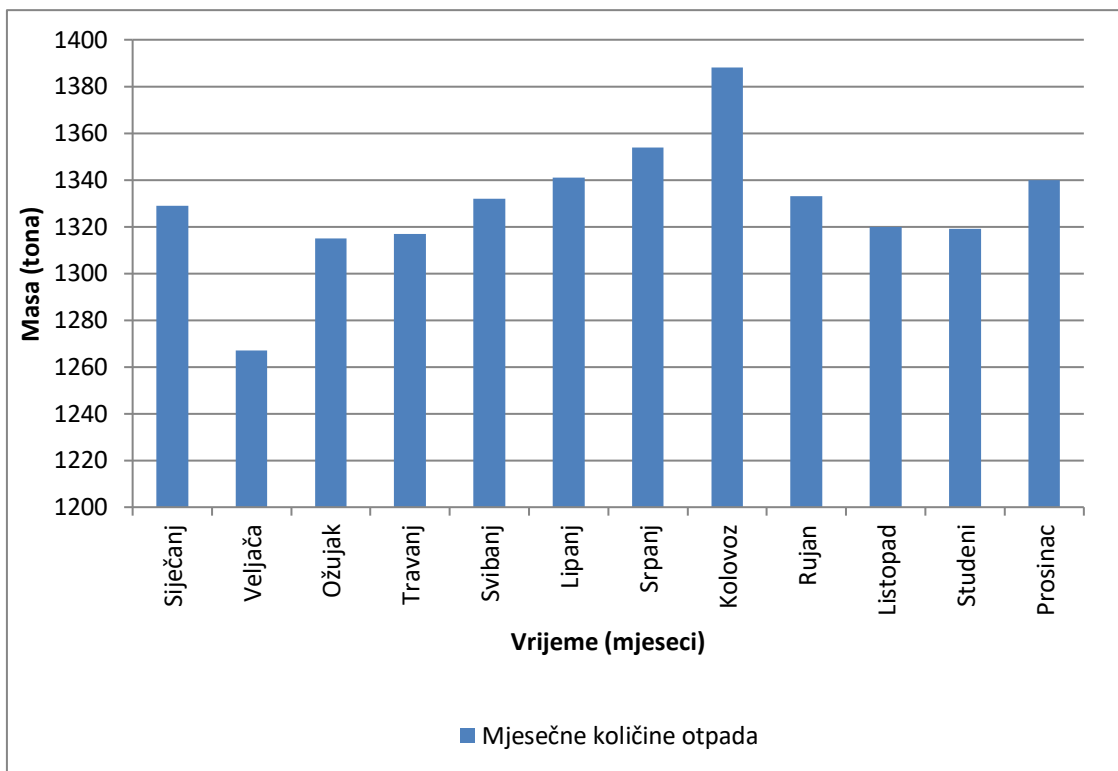
Slika 25. Mjesečne količine MKO u pretovarnoj stanici Split [8]



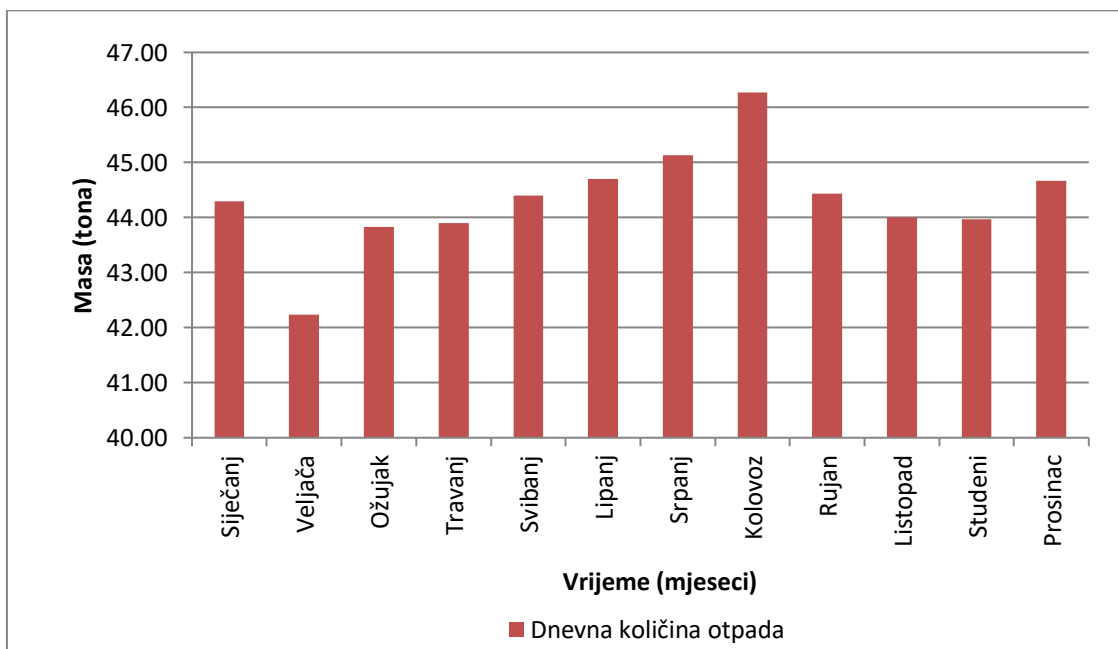
Slika 26. Dnevne količine MKO u pretovarnoj stanici Split [8]

Zbog visokih količina otpada u pretovarnoj stanici Split, odvoz i dovoz otpada vrši se i do 10 puta dnevno.

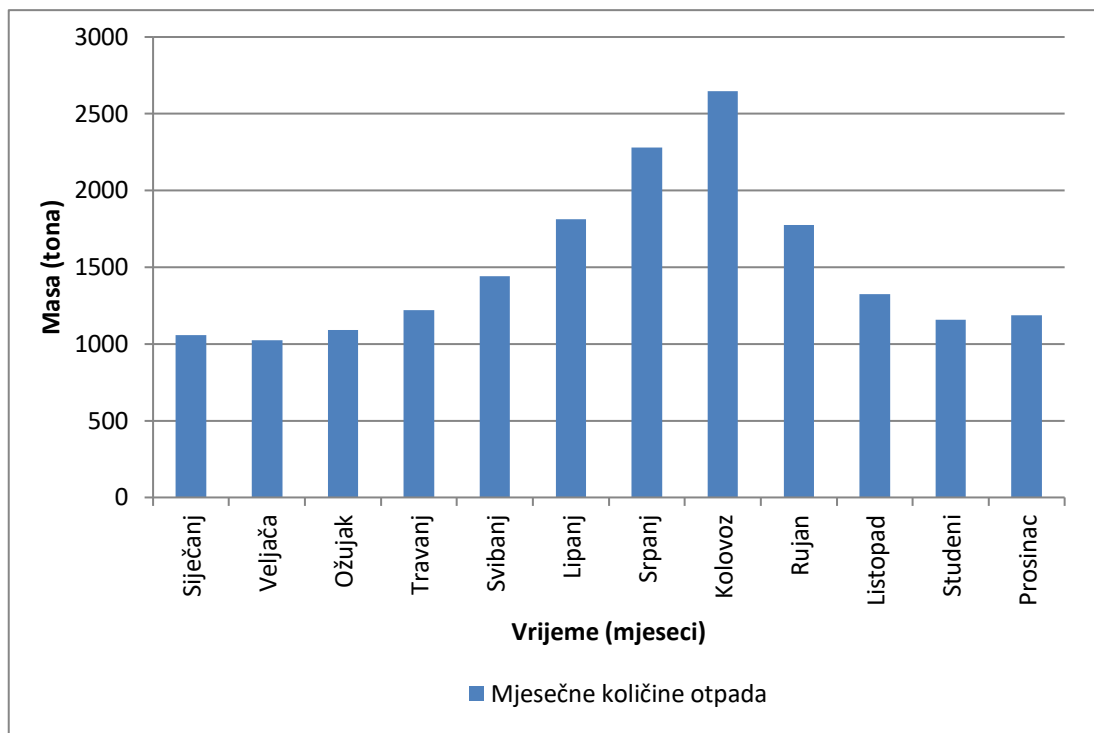




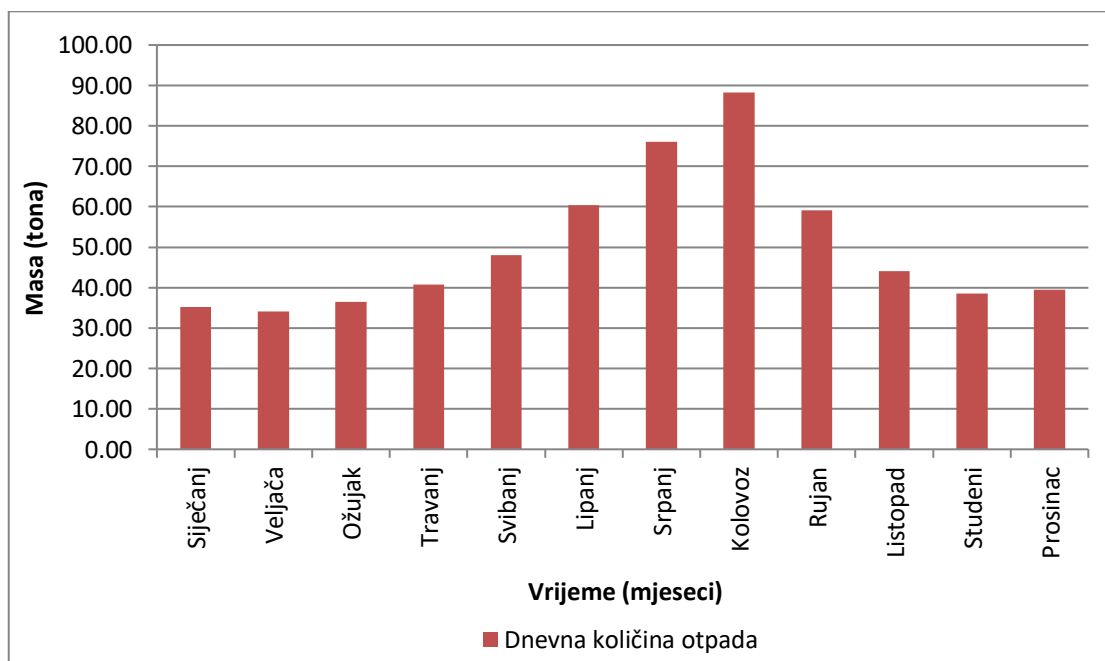
Slika 27. Mjesečne količine MKO u pretovarnoj stanici Sinj [8]



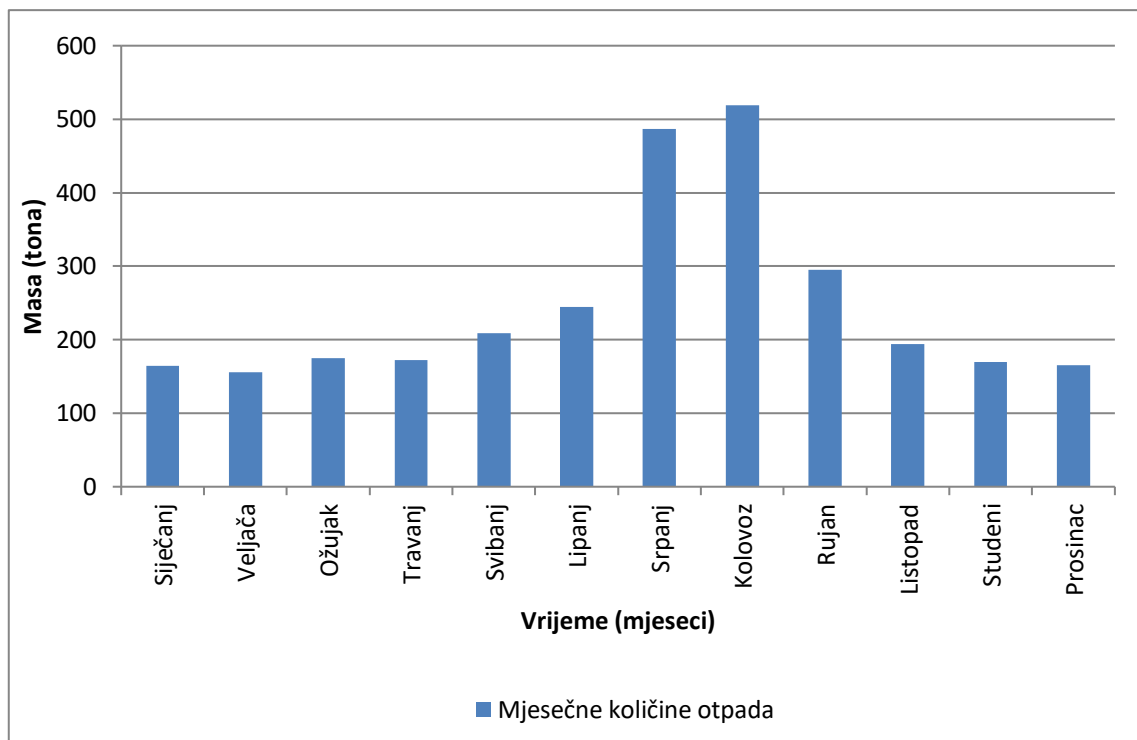
Slika 28. Dnevne količine MKO u pretovarnoj stanici Sinj [8]



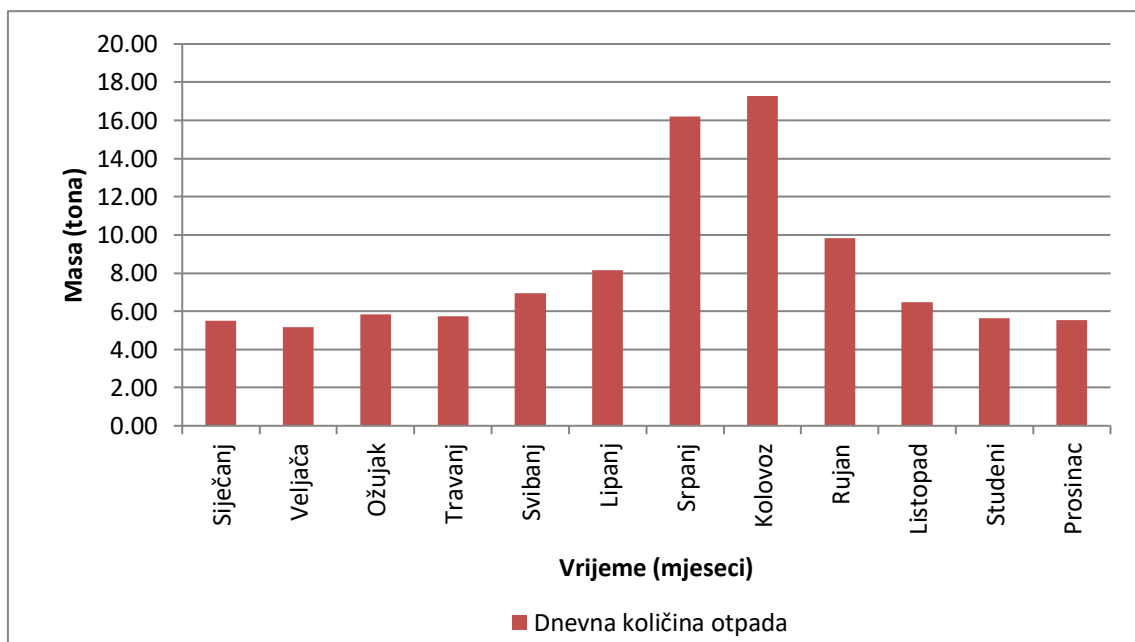
Slika 29. Mjesečne količine MKO u pretovarnoj stanici Zagvozd [8]



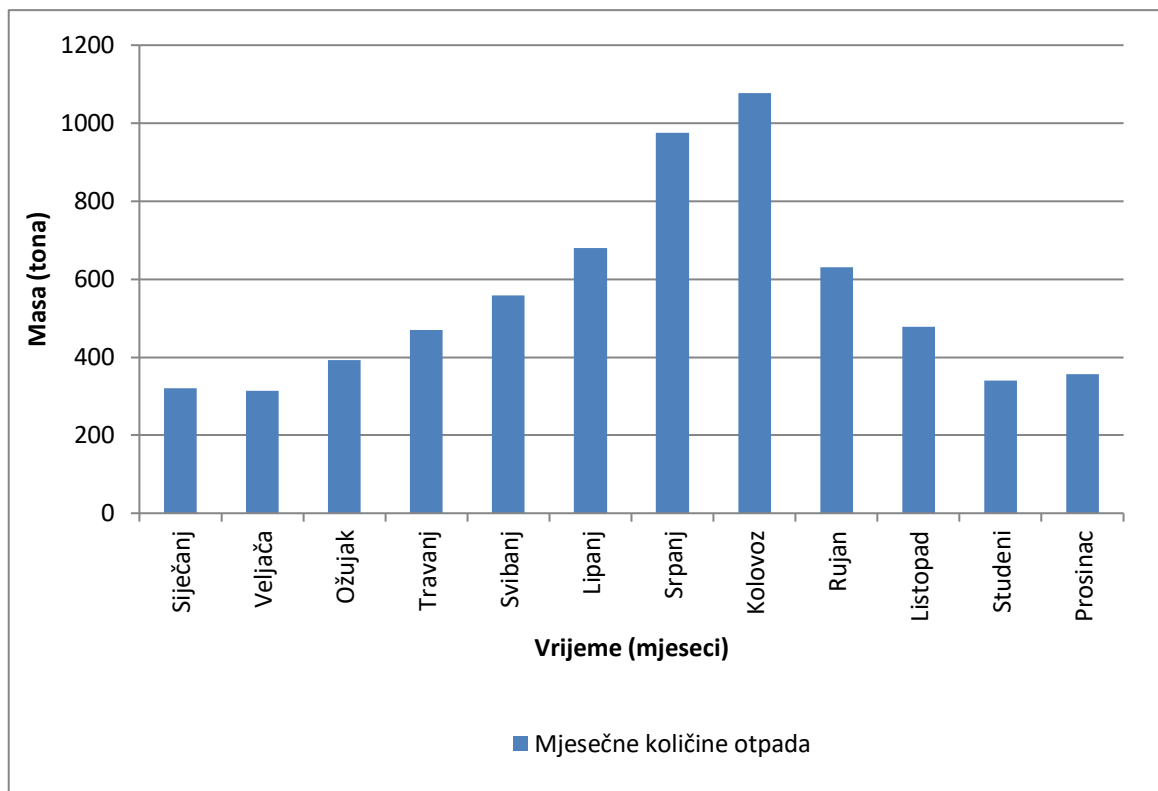
Slika 30. Dnevne količine MKO u pretovarnoj stanici Zagvozd [8]



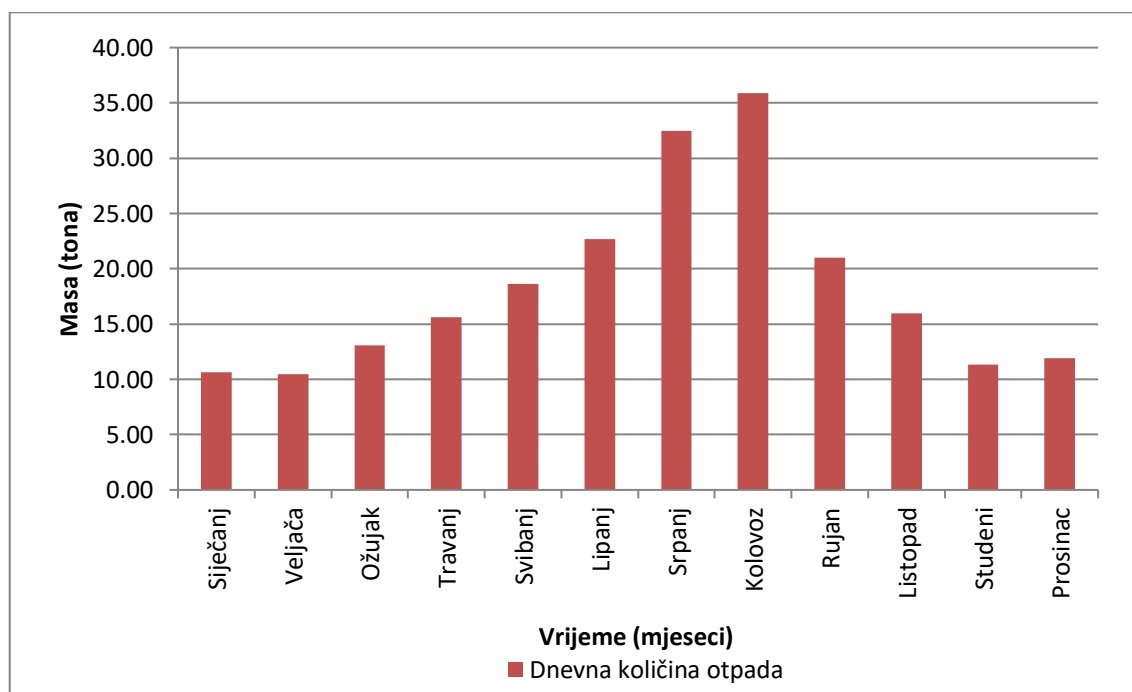
Slika 31. Mjesečne količine MKO u pretovarnoj stanici Vis [8]



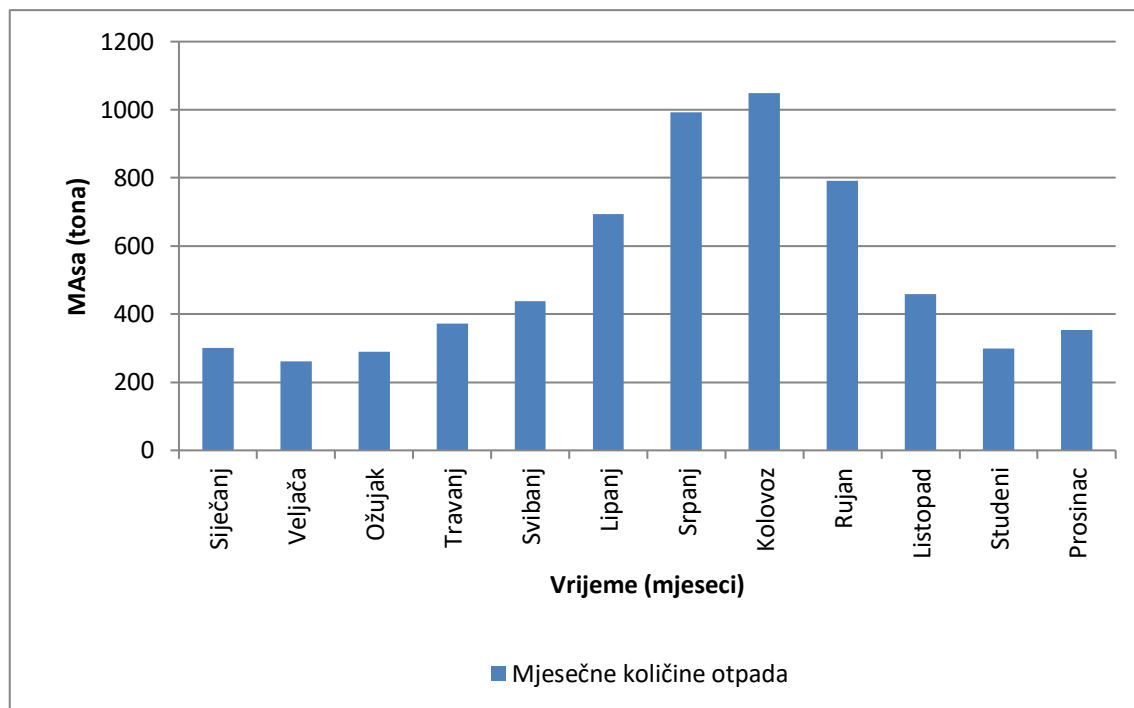
Slika 32. Dnevne količine MKO u pretovarnoj stanici Vis [8]



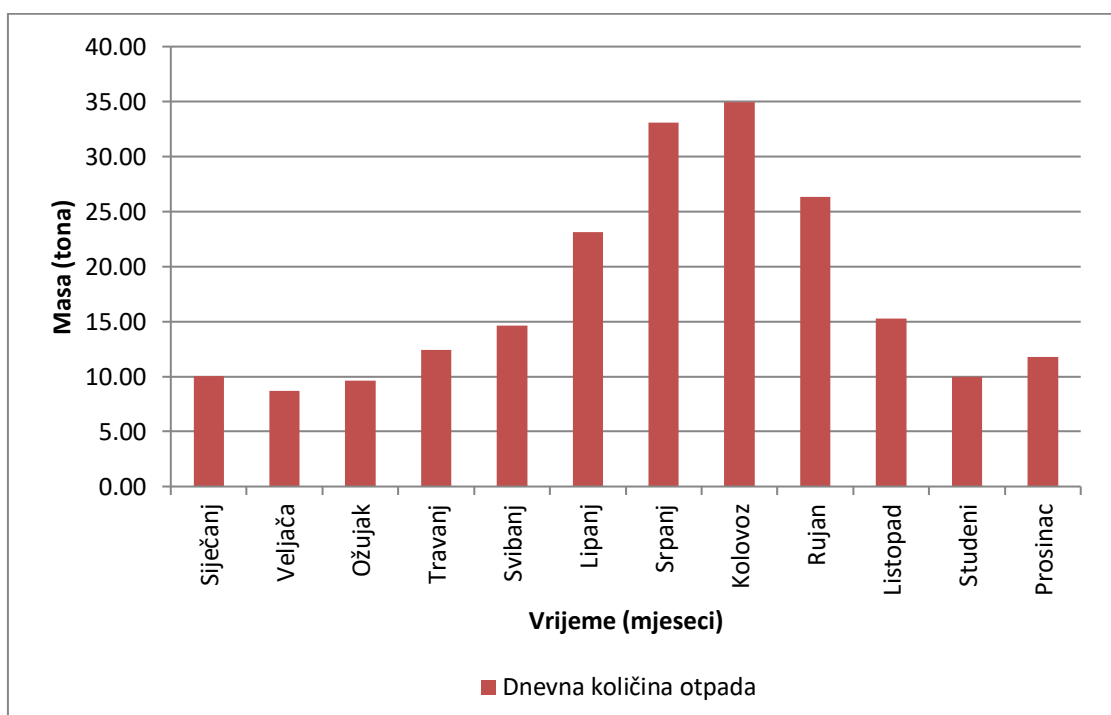
Slika 33. Mjesečne količine MKO u pretovarnoj stanici Brač [8]



Slika 34. Dnevne količine MKO u pretovarnoj stanici Brač [8]



Slika 35. Mjesečne količine MKO u pretovarnoj stanici Hvar [8]



Slika 36. Dnevne količine MKO u pretovarnoj stanici Hvar [8]

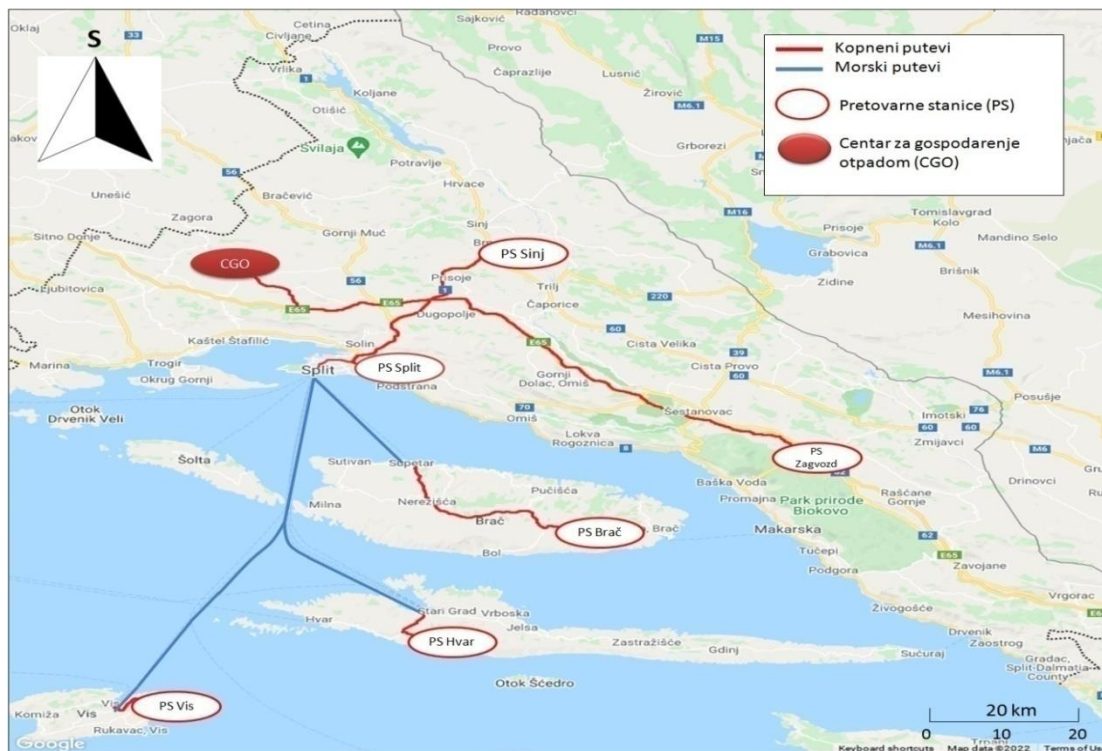
## 4.4 Analiza transportnih puteva od pretovarnih stanica do CGO

### 4.4.1 Transport otpada

Prijevoz otpada od definiranih lokacija pretovarnih stanica do CGO obavljat će se putem postojeće prometne mreže. Izbjegavat će se prolazak kamiona s otpadom kroz središta gradova i naselja, a prednost će imati korištenje cesta visoke razine uslužnosti, odnosno autoceste i državne ceste. Prijevoz otpada s otoka obavljat će se brodom preko Gradske luke Split te Gata Svetog Jurja u Kaštel Sućurcu. (Slika 37., Tablica 3.) [26]

Tablica 3. Udaljenost pretovarnih stanica i Centra za gospodarenje otpadom u Lećeveci

| Broj PS | Lokacija | Udaljenost PS i CGO | Ruta         |
|---------|----------|---------------------|--------------|
| 1       | Split    | 44 km               | kopnno       |
| 2       | Zagvozd  | 84 km               | kopno        |
| 3       | Sinj     | 42 km               | kopno        |
| 4       | Brač     | 107 km              | more + kopno |
| 5       | Hvar     | 96 km               | more + kopno |
| 6       | Vis      | 106 km              | more + kopno |



Slika 37. Prikaz kopnenih i morskih puteva do CGO

#### 4.4.2 Prijevoz otpada kopnom

Uzimajući u obzir količinu otpada i troškove transporta od PS do CGO, može se predvidjeti da će troškovi prijevoza biti jako visoki. Da bi se smanjili troškovi prijevoza koliko je to moguće, jedan od prijedloga je korištenje maksimalno dopuštene cestovne bruto nosivosti vozila od 40 tona jer će ona omogućiti prijevoz najveće neto mase otpada (t). Potrebno je razmotriti transportne rute kojima će biti optimalno prevoziti ovakvu vrstu i količinu tereta, ali u ovisnosti o sezonskim uvjetima, karakteristikama cesta i konfiguraciji terena, svemu što će utjecati na sigurnost prijevoza te potrošnju goriva, guma. [26]

Postoji više prihvatljivih ruta koje vode od PS do CGO i one su analizirane prema sljedećim transportnim parametrima:

1. duljina puta u kilometrima (km),
2. vrijeme prijevoza u satima (h, min),
3. utrošak goriva (prijeđeni put x cijena),
4. cestarina.

Tablica 4. Cijene goriva koje bi se koristilo za transport

|                       | Cijena, uključen PDV(€)   | Izvor podataka, studeni 2021. |
|-----------------------|---|-------------------------------|
| <b>Gorivo - dizel</b> | 1,52  | Cjenik Ina                    |
| <b>Gorivo - plin</b>  | 0,78  | Cjenik Ina                    |
| <b>Cestarina</b>      | <a href="https://www.hac.hr/hr/cestarina/cjenik">https://www.hac.hr/hr/cestarina/cjenik</a> | Cjenik HAK                    |

Pri izboru optimalnog pogonskog goriva u obzir se uzimala cijena goriva, tehničke specifikacije kamiona, maksimalna nosivost te konfiguracija terena i stanje samih prometnica. Prometnice koje su korištene većinom pripadaju najvišoj kategoriji te su na nekim dijelovima vrlo zahtjevne zbog same lokacije CGO koji je smješten na nadmorskoj visini od oko 470 metara pa su dijelovi trase strmi, a ceste uske i zavojite. Slična je situacija i s prometnicama koje vode do pretovarnih stanica. Prosječnu potrošnju goriva je, zbog specifičnih uvjeta vožnje na pojedinim dionicama teško precizirati pa ista može varirati i do 10 l/100 km pošto prosječna potrošnja ovisi o terenu, teretu, vozaču i uvjetima na cesti. S obzirom na to da će se prijevoz odvijati uz lokalno zahtjevne uvjete koje uključuju uzbrdice, nizbrdice i zavojite dijelove te činjenici da će tegljači određeni dio vremena raditi na mjestu za vrijeme ukrcavanja tereta, očekuje se povećana potrošnja

goriva. Također, utvrđeno je da je plin, iako cijenom pristupačniji, lošije rješenje jer tegljač koji prevozi teret od 40 tona ne može postići zadovoljavajuću snagu motora. Zbog toga plin kao gorivo bi doveo do puno većih toškova od očekivanih. Uzimajući u obzir sve analizirane činjenice, kao najpovoljnije pogonsko gorivo odabrano je dizel gorivo. (Tablica 4.) [26]

#### PRETOVARNA STANICA SPLIT

Pretovarna stanica Split planira se na području Grada Splita, u blizini granice s Gradom Solinom, a lokacija se nalazi u blizini odlagališta otpada Karepovac.

Pretovarna stanica smještena je u blizini postojeće prometnice (istočna strana). Na mjestu postojeće prometnice planira se izgradnja nove četvertračne prometnice u sklopu koje će se izvesti i novi priključak na pretovarnu stanicu, a izgradnja je planirana zbog tegljača velike nosivosti za koje je potreban adekvatniji pristup. Ta prometnica je trasirana od samog ulaza na pretovarnu stanicu do spoja na D1. Osim ovog priključka, na južnom dijelu se spaja i na obodnu prometnicu odlagališta Karepovac. (Tablica 5.) [26]

Tablica 5. Analiza rute PS Split – CGO

| Opis prijevozne rute                                       | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h) 1 smjer | Trošak puta (€)     |                        |                 |
|--|-------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
|  |                   |                          | Gorivo (€) 2 smjera | Cestarina (€) 2 smjera | UKUPNO 2 smjera |
| <b>Zbora N. Garde-D1-A1 (izlaz Vučevica)-ŽC6115-ŽC6098</b> | 44                | 0:53                     | 46,82               | 5,85                   | 52,67           |

Kao najbrža i optimalna, odabrana je ruta koja ide preko Autoceste A1. Ostale rute su odbačene za kamione nosivosti 40 t kao manje adekvatne, a u obzir je uzeta i česta poledica tijekom zime na npr. dionici Klis – Konjsko. [26]

#### PRETOVARNA STANICA SINJ

Pretovarna stanica Sinj planira se na području Općine Sinj unutar obuhvata gospodarske zone Kukuzovac, i to u njenom sjevernom dijelu. Lokacija se nalazi cca 5.1 km južno od Grada Sinja te cca 7.7 km sjeverozapadno od grada Trilja. Predmetna lokacija nalazi se uz



planirane prometnice '16b' i '4b' gospodarske zone. Spojena je na prometnicu '16b'. (Tablica 6.)

Tablica 6. Analiza rute PS Sinj – CGO

| Opis prijevozne rute  | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h)<br>1 smjer | Trošak puta (€)        |                           |                    |
|---|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
|   |                   |                             | Gorivo (€)<br>2 smjera | Cestarina (€)<br>2 smjera | UKUPNO<br>2 smjera |
| <b>Od odlagališta Mojanka ulaz do D1 do ulaz A1 do izlaz A1 Vučevica na ŽC 6115 do ŽC 6098 do Kladnjice</b> | 42                | 0:54                        | 44,69                  | 5,85                      | 50,54              |

#### PRETOVARNA STANICA ZAGVOZD

Pretovarna stanica Zagvozd planirana je na području Općine Zagvozd, a planirana lokacija za izgradnju u Općini Zagvozd nalazi se u sjeverozapadnom dijelu buduće poslovne zone Golo Brdo. Lokacija se nalazi otprilike 3,2 km jugozapadno od naselja Zagvozd te 10,8 km sjeveroistočno od Grada Imotskog uz državnu cestu Zagvozd - Imotski, koju je potrebno prilagoditi da bi se omogućio priključak do PS. (Tablica 7.) [26]

Tablica 7. Analiza rute PS Zagvozd – CGO

| Opis prijevozne rute   | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h)<br>1 smjer | Trošak puta (€)        |                           |                    |
|--|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
|  |                   |                             | Gorivo (€)<br>2 smjera | Cestarina (€)<br>2 smjera | UKUPNO<br>2 smjera |
| <b>Od lokacije PS Zagvozd Golo brdo do A1 do izlaz Vučevica do 6115 do 6098 do Kladnjice</b> | 84                | 1:15                        | 89,38                  | 26,06                     | 115,44             |

#### PRETOVARNA STANICA VIS

Pretovarna stanica Vis planira se na području Općine Vis na otoku Visu. Lokacija se nalazi otprilike 1,6 km jugozapadno od Grada Visa, a planirana je u sklopu sanacije odlagališta

Wellington na Visu. Oblik i površina čestice za izgradnju PS VIS od 2.987 m<sup>2</sup> određeni su idejnim i glavnim projektom sanacije odlagališta neopasnog otpada Wellington u Visu. Osim navedenog oblika i veličine PS koji su navedeni u projektu sanacije odlagališta, ništa drugo nije definirano. (Tablica 8.) [26]

Tablica 8. Analiza rute PS Vis – Luka Vis

| Opis prijevozne rute                              | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h)<br>1 smjer | Trošak puta (€)        |                           |                    |
|---|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
|   |                   |                             | Gorivo (€)<br>2 smjera | Cestarina (€)<br>2 smjera | UKUPNO<br>2 smjera |
| <b>Nerazvrstana cesta-LC6213-DC117-Dubrovačka</b> | 3,28              | 00:07                       | 3,49                   | /                         | 3,49               |

U tablici 8. se nalazi analiza rute od PS Vis do trajektne luke Vis, dok se analiza ostatka rute koji uključuje prijevoz otpada brodom nalazi u poglavlju 4.4.3.

#### PRETOVARNA STANICA HVAR

Izgradnja pretovarne stanice za otoku Hvar u Starom Gradu je predviđena na lokaciji Tusto brdo. Sama lokacija udaljena je 3 km od grada Stari Grad. Pretovarna stanica se priključuje s pristupnom cestom koja će biti isprojektirana u sklopu ovog projekta kao dio iste parcele, na županijsku cestu ŽC6252. Udaljenost lokacije od luke u Starom Gradu je oko 2,4 km. (Tablica 9.)

Tablica 9. Analiza rute PS Hvar – Luka Stari Grad

| Opis prijevozne rute | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h)<br>1 smjer | Trošak puta (€)        |                           |                    |
|----------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
|                      |                   |                             | Gorivo (€)<br>2 smjera | Cestarina (€)<br>2 smjera | UKUPNO<br>2 smjera |
| <b>ŽC6252 – D116</b> | 2,4               | 00:05                       | 2,55                   | /                         | 2,55               |

U tablici 9. se nalazi analiza rute od PS Hvar do luke Stari Grad, dok se analiza ostatka rute koji uključuje prijevoz otpada brodom nalazi u poglavlju 4.4.3.

PRETOVARNA STANICA BRAČ

Izgradnja pretovarna stanica za otok Brač u Pučišćima na lokaciji Gornji Humac predviđena je prostorno - planskom dokumentacijom općine Pučišća i SDŽ. Sama lokacija udaljena je oko 32 km od grada Supetra, a oko 85 km od ŽCGO Lećevica (kopnenim i morskim putem). Nalazi se u blizini postojećeg odlagališta otpada. Pretovarna stanica Brač ima pristup na planiranu spojnu cestu od državne ceste D113 do planirane pretovarne stanice za koju sada postoji idejni projekt. [26]

Tablica 10. Analiza rute PS Brač – Luka Supetar

| Opis prijevozne rute | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h)<br>1 smjer | Trošak puta (€)        |                           |                    |
|----------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
|                      |                   |                             | Gorivo (€)<br>2 smjera | Cestarina (€)<br>2 smjera | UKUPNO<br>2 smjera |
| <b>D113</b>          | 19,4              | 00:27                       | 20,64                  | /                         | 20,64              |

U tablici 10. se nalazi analiza rute od PS Brač do luke Supetar, dok je analiza ostatka rute koji uključuje prijevoz otpada brodom u poglavlju 4.4.3

PRIJEVOZ OTPADA KOJI STIŽE S OTOKA DO CGO U LEĆEVICI

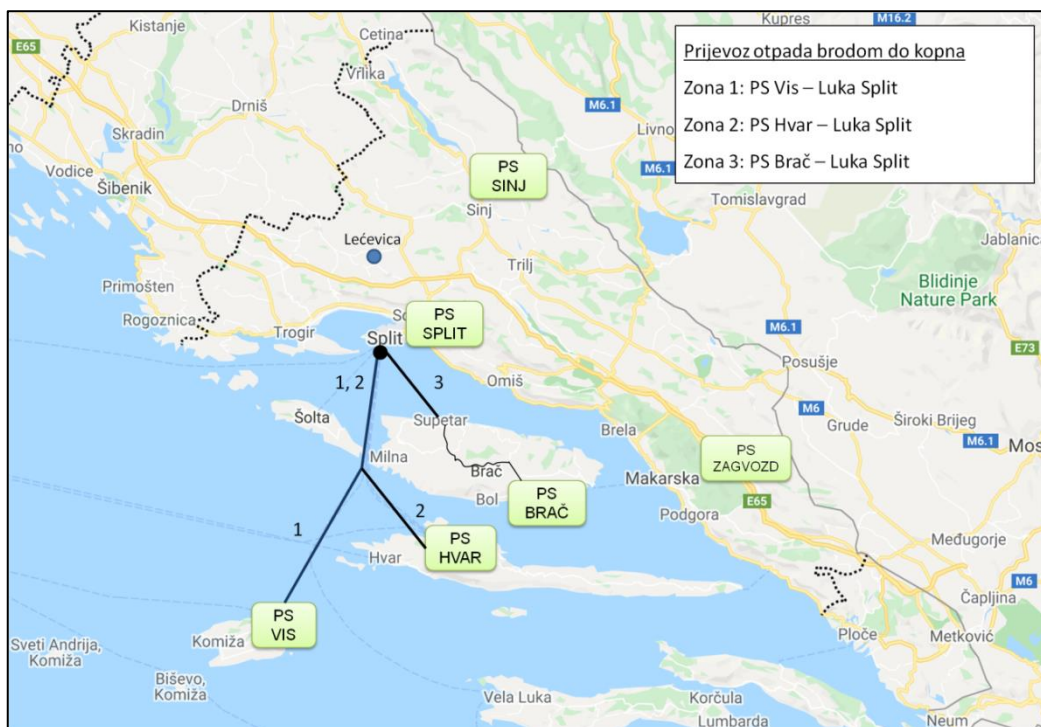
Otpad koji se doprema s otoka prevozi se brodom do Trajektne luke Split i Gata Svetog Jurja u Kaštel Sućurcu, otkud se dalje tegljačem prevozi do Centra za gospodarenje otpadom u Lećevici. U priloženim tablicama nalazi se analiza optimalnih ruta za prijevoz otpada do Lećevice. (Tablica 11.) [26]

Tablica 11. Prikaz optimalnih ruta za prijevoz otpada pristiglog brodom na kopno

| Opis prijevozne rute  | Duljina puta (km) | Vrijeme puta (h)<br>1 smjer | Trošak puta (€)        |                           |                    |
|---|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
|   |                   |                             | Gorivo (€)<br>2 smjera | Cestarina (€)<br>2 smjera | UKUPNO<br>2 smjera |
| <b>ŽC6137 - Putaljski Put - D8 - D1 - A1 - ŽC6115 - ŽC6098</b>  | 49                | 00:56                       | 52,14                  | 5,85                      | 57,99              |
| <b>Trajektna luka Split - Poljička cesta - D8 - D1 - ulazA1 Dugopolje - izlaz A1Vučevica - ŽC6115 - ŽC6098 do Kladnjica</b> | 48,8              | 00:54                       | 51,92                  | 5,85                      | 57,77              |

#### 4.4.3 Prijevoz otpada brodom s otoka

Dio ukupnog otpada koji se dostavlja u CGO potrebno je dnevno prevesti s tri otoka, a to su Brač, Hvar i Vis. U tu svrhu, pored kopnenog, potrebno je koristiti i morski promet, odnosno prijevoz brodom. (Slika 38.)



Slika 38. Prika ruta kojima se prevozi otpad s otoka do kopna

Prijevoz otpada brodom s otoka na kopno moguće je obavljati na dva načina:

1. Redovnom linijom prijevoznika Jadrolinija (društvo za linijski pomorski prijevoz putnika i tereta) po uhodanom plovidbenom redu
2. Angažiranjem zasebnog broda koji će otpad prevoziti prema stvarnim dnevnim potrebama u sezoni i izvan nje

Angažiranjem zasebnog broda postoji mogućnost korištenja vlastitog broda ili mogućnost najma broda u količini utvrđenoj prema stvarnim potrebama. Ovakva opcija nudi fleksibilnije uvjete prijevoza otpada, a to je naročito važno ljeti zbog značajnog povećanja količina otpada i potrebe učestalije zamjene prazno za puno. Osim prilagodljivosti dnevnog radnog vremena broda potrebama županijske komunalne tvrtke koja obavlja prijevoz otpada, bitno je i zadržavanje na poslovima prekrcanja kamiona s broda na kopno i obrnuto. Prijevozna oprema po bruto nosivosti od 40 tona i gabaritima sklopa vozila (do 18

m x 2,3 m) uklapa se u mogućnosti trajekata Jadrolinije. Za posebnu prijevoznu liniju u ponudi su brodovi bruto nosivosti 180 tona koji mogu odjednom zaprimiti neto 4 x 20 tona = 80 tona otpada u poluprikolicama ili kontejnerima. Ako se kao prijevozna oprema koristi poluprikolica, onda se ne predviđa prijevoz tegljača zbog uštede prostora na brodu u korist tereta nego njihov rad na obalama – iskrcaj i ukrcaj poluprikolica i odvoz na odredišta, ali i zbog racionalizacije ukupno potrebnog broja tegljača u sustavu.

Faktor koji se treba uključiti u analizi prijevoza otpada s otoka je vrijeme potrebno za zamjenu pune prijevozne opreme praznom, koja mora biti usklađena s dnevnim dinamikom istovara sakupljenog otpada. Jedan od ograničavajućih čimbenika koji bi mogao utjecati na organizaciju radnog vremena i lokalnih sakupljača i prijevoznika otpada do ŽCGO jest plovidbeni red Jadrolinije, pogotovo u vrijeme ljetne sezone.

U svakom slučaju razmatranje troškova prijevoza otpada s otoka mora biti stalno aktualno kako bi se u određenim razdobljima određivale optimalne opcije ili kombinacije opcija. (Tablica 12. i 13.) [26]

Tablica 12. Udaljenost i vrijeme potrebno za prijevoz brodom za dva smjera

|                | More (km), 2 smjera                   |  |
|----------------|---------------------------------------|--|
|                | <i>Gat Sv. Jurja,<br/>2 smjera, h</i> | <i>Gradska luka Split,<br/>2 smjera, h</i> |
| <b>Supetar</b> | 82 km, 2,5h                           | 62 km, 1h 45 min                           |
| <b>Pučišća</b> | 82 km, 4h 40 min                      | -  |
| <b>Hvar</b>    | 106 km, 6h                            | 86 km, 4h                                  |
| <b>Vis</b>     | 132 km, 7,5h                          | 120 km, 6,5h                               |

#### 4.4.3.1 *Prijevoz otpada brodom s otoka na kopno redovnom linijom prijevoznika Jadrolinija*

Tablica 13. Cjenik Jadrolinije vrijeme i van sezone

|                | Cjenik Jadrolinija, kn/t bruto nosivosti kamiona |               |
|----------------|--|---------------|
|                | 1.6. - 30.9.                                     | 1.10. - 31.5. |
| <b>PS BRAČ</b> | 60   | 50            |
| <b>PS HVAR</b> | 86   | 72            |
| <b>PS VIS</b>  | 105  | 88            |

Tablica 14. Pregled cijena povratne plovidbe vozila bruto nosivosti 40 t

| Pojedinačna povratna plovidba<br>na relaciji    | SPLIT-<br>SUPETAR-<br>SPLIT | SPLIT SPLIT-<br>STARI GRAD-<br>SPLIT | SPLIT-VIS- SPLIT |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|------------------|
|   | €                           | €                                    | €                |
| <b>JADROLINIJA OD 30. 05. - 28.09.</b>          | 632,00                      | 905,00                               | 1.105,00         |
| <b>JADROLINIJA OD 1.10. 2013-<br/>1.6.2014.</b> | 526,00                      | 750,00                               | 926,00           |

Prijevozne tarife nisu iste u vrijeme ljetnih i zimskih mjeseci. Ljeti su prijevozne tarife skuplje, a uz samu činjenicu da su tarife skuplje ide i to da je ljeti potreban češći odvoz otpada pa dolazi do velikog porasta cijena. Za vozila sa sjedištem na otocima obračunava se pola tarife, a primjenu ove mogućnosti treba razmotriti i u slučaju prijevoza otpada iz PS u CGO. (Tablica 14.)

#### 4.4.4 Sezonske varijacije količina otpada

U vrijeme turističke sezone povećava se broj turista, a s tim dolazi i do akumulacije većih količina otpada. To znači da će se na otocima proizvesti i skupiti veće količine komunalnog otpada nego u zimskom periodu koje je potrebno zbrinuti na adekvatan način do njegovog prijevoza u CGO. Također, treba uzeti u obzir da je za prikupljanje većih količina otpada van sezone potrebno duže vremena pa se transport otpada do CGO neće vršiti istom dinamikom kao u vrijeme sezone.

Za vrijeme ljetnih mjeseci, zbog sezonskih odstupanja u količinama otpada, kao jedna od mogućnosti privremenog skladištenja za povremeno veće količine otpada navodi se skladištenje u pretovarnim stanicama.

#### 4.4.5 Način skupljanja, obrade i zbrinjavanja otpada u CGO

Već prisutan način odvojenog skupljanja otpada nastavio bi se i u budućnosti jer se pokazao kao efikasan te ekonomski i ekološki prihvatljiv. Nakon prikupljanja otpada u pretovarnim stanicama, otpad se dalje prevozi u Centar za gospodarenje otpadom u Lećeveci. U Centru je predviđena predobrada samo komunalnog i proizvodnog otpada koji posjeduje karakteristike slične komunalnom. Navedene vrste otpada namijenjene su

mehaničko - biološkoj obradi otpada, a izlazni materijal će se djelomično skladišti na lokaciji, dok će se preostali dio odlagati na uređenom sanitarnom odlagalištu.



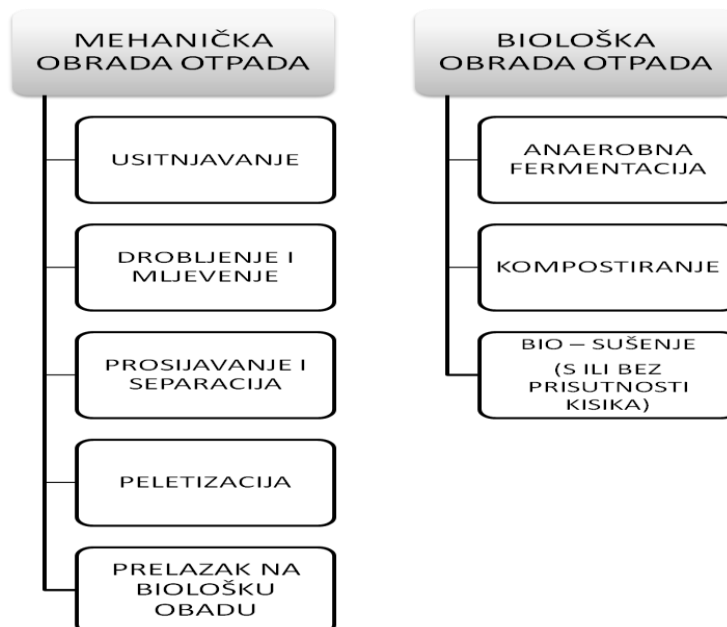
#### 4.5 Mehaničko – biološke obrade otpadau CGO

Tehnologiji mehaničko – biološke obrade (MBO) otpada prethodi predobrada koja predstavlja skup aktivnosti na kvalitativnom izdvajanju potencijalno korisnih, sekundarnih sirovina ili štetnih komponenti komunalnog otpada u svrhu smanjenja rizika za okoliš te zdravlje ljudi, kao i komponenti koje po svojim ukupnim svojstvima mogu predstavljati problem za odabranu tehnologiju obrade.

Ulazni materijal u postrojenju za MBO obradu otpada jest miješani komunalni otpad koji je preostao nakon odvajanja na mjestu nastanka i dio zaprimljenje količine neopasnog proizvedenog otpada. Pri prijemu u postrojenje, ovaj se otpad ubacuje u namjenske prostore za prihvata.

Tehnologija MBO otpada u osnovi obuhvaća dva procesa, a to su mehanička i biološka obrada otpada i prikazana je na slici 39.

- Mehanička obrada otpada – usitnjavanje i peletizacija, drobljenje i mljevenje te prosijavanje, ali i druge metode mehaničke separacije zaprimljenog otpadnog materijala.
- Biološka obrada otpada – postupaka biosušenja, biostabilizacije te aerobne (kompostiranje) ili anaerobne razgradnje.

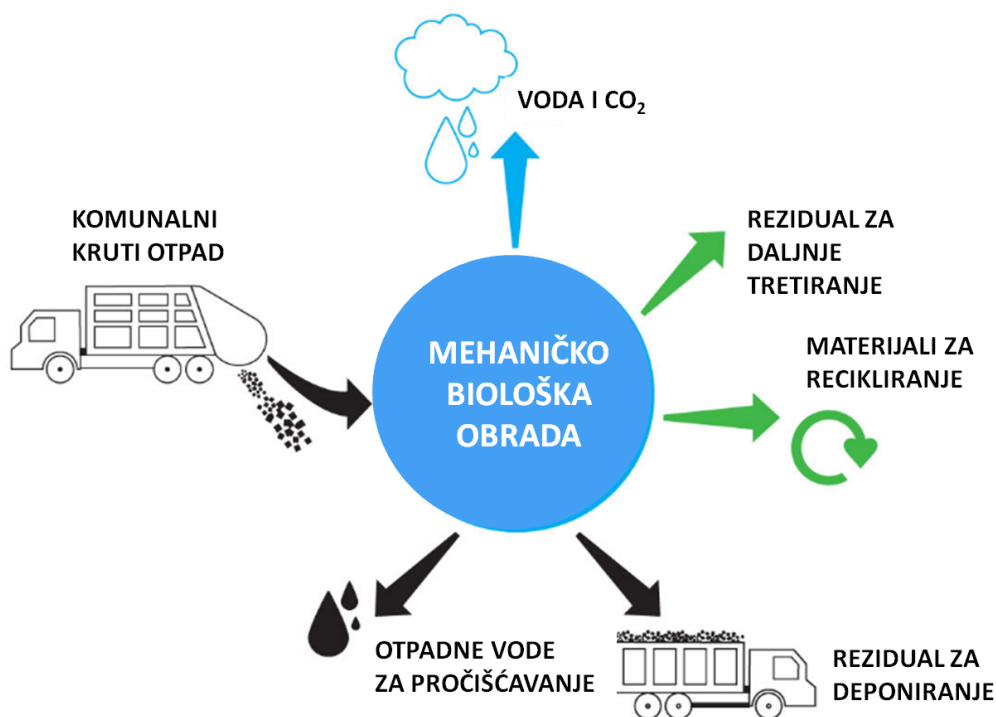


Slika 39. Proces mehaničke i biološke obrade otpada

Izlazni produkti MBO postrojenja jesu biostabilat, čisti kompost, gorivo iz otpada, otpad pogodan za materijalnu oporabu, isparena voda i CO<sub>2</sub>, otpadna tehnološka voda.

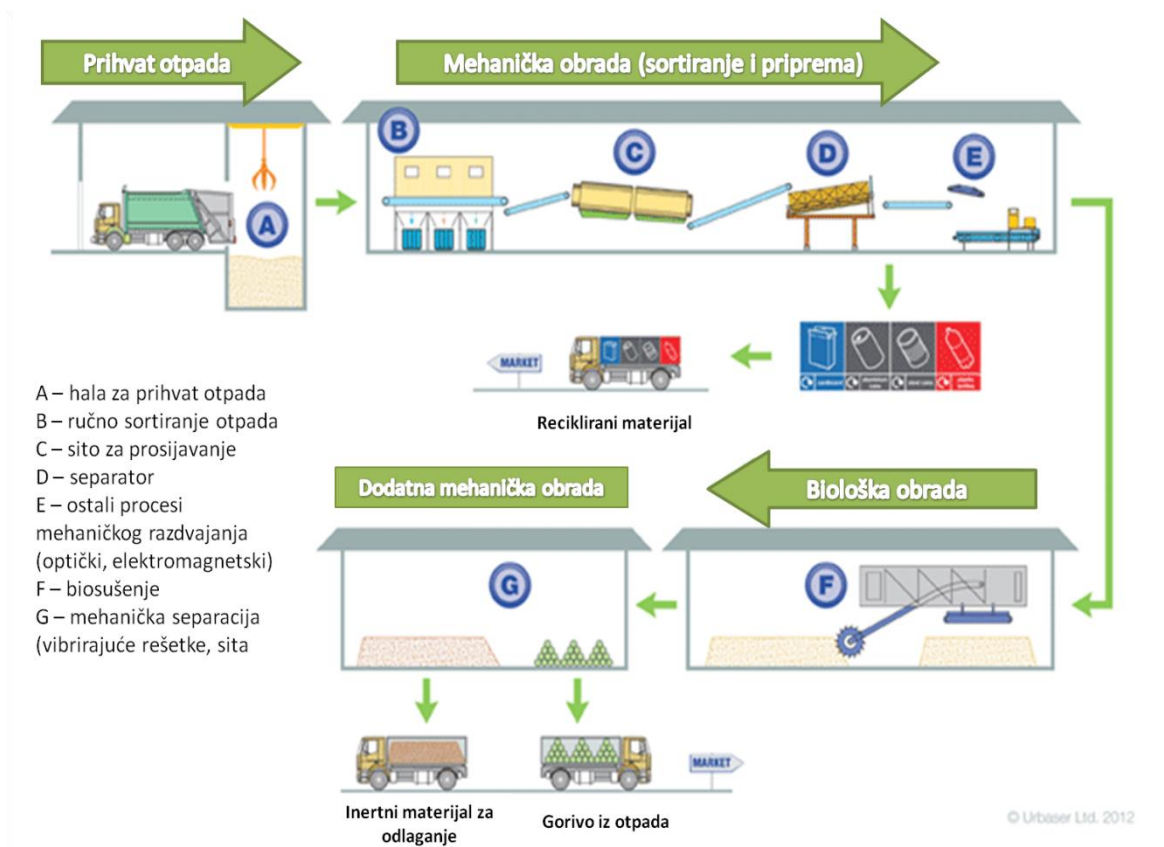
Ciljevi mehaničko – biološke obrade otpada su:

- maksimiziranje količine obnovljenih sirovina (staklo, metali, plastika, papir i dr.)
- proizvodnja krutog goriva iz otpada (GIO)
- proizvodnja biostabiliziranog materijala („biostabilata“), odnosno proizvoda sličnog kompostu (CLO) za odlaganje proizvodnja komposta
- proizvodnja materijala pogodnog za proizvodnju odlagališnog plina u svrhu proizvodnje električne energije i/ili topline [31]



Slika 40. Mehaničko – biološka obrada otpada [2]

Za proces mehaničko – biološke obrade otpada potrebno je izgraditi dva postrojenja i to postrojenje za mehaničku obradu otpada te postrojenje za biološku obradu otpada. Svrha rada postrojenja za mehaničko – biološku obradu miješanog komunalnog otpada je povrat raznih vrsta otpada iz sastava MKO-a pogodnih za reciklažu i energetske oporabu koje se odvijaju van CGO-a te biorazgradive komponente koja se podvrgava procesu biološke stabilizacije u CGO-u prije odlaganja na odlagališta u CGO-u. (Slika 40.,41.) [8]



Slika 41. Shema procesa mehaničko – biološke obrade otpada [6]



**LEGENDA:**

- M – mehanička obrada
- B1 – intenzivna biološka obrada
- B2 – završno dozrijevanje
- K – kontejnerska stanica (pretovarsna stanica sekundarnih sirovina)
- G – građevinski otpad
- ODLAGALIŠTE – prostor za bale i dozreli kompost

Slika 42. Shema organizacije CGO u Lećevici [8]

#### 4.5.1 Mehanička obrada otpada

U zoni 3 nalazi se zona za mehaničku obradu otpada koja sadrži postrojenje za mehaničku obradu otpada, odnosno sortirnicu, vrećasti filter za otprašivanje, skladište materijala za recikliranje i goriva iz otpada, plato za dizel agregate.

Postrojenje će se izvesti kao montažna građevina u kojoj će najveći dio površine zauzeti prostor za prihvrat MKO te prostor za mehaničku obradu – automatizirano sortiranje MKO gdje će se smjestiti pokretne trake i separatori za odvajanje raznih vrsta otpada.

Prostor za prihvrat otpada (bunker) mora biti dizajniran tako da se omogući jednostavan istovar vozila i otprema otpada na obradu, dovoljno prostora za zaprimanje otpada bez daljnjeg procesiranja do 3 dana, pristup za uklanjanje neodgovarajućeg otpada i njegovo privremeno odlaganje, spriječi rasipanje otpada u okoliš te eliminira rizik od kontaminacije tla i podzemnih voda tijekom boravka otpada na tom području.

Građevina je namijenjena skladištenju materijala izdvojenih sortiranjem iz miješanog komunalnog otpada koji su pogodni za materijalnu (papir, plastika, staklo, metali) i energetske uporabu (gorivo iz otpada, GIO). Dimenzionirana je tako da može primiti prosječnu 22-dnevnu količinu sortiranog materijala. Papir, razne vrste plastike, GIO, željezo i aluminij se skladište u obliku prešanih bala, dok se staklo skladišti u kontejnerima do 30 m<sup>3</sup>.

Mehaničkom obradom otpada se iz mješanog komunalnog otpada izdvajaju razne vrste otpada pogodne za materijalnu uporabu (reciklažu), kao što su plastika, metali, staklo, gorivo iz otpada.

Dimenzioniranje sustava mehaničke obrade MKO je provedeno prema prosječnoj godišnjoj količini MKO koja će se zaprimati u Centru, a pri analiziranju količina evidentirane su neujednačenosti proizvodnje otpada tijekom godine, odnosno u vrijeme turističke sezone dolazi do značajnog porasta pa se priproračunu dnevnog kapaciteta mora osigurati mogućnost procesuiranja dnevne količine otpada koja nastaje u najopterećenijem mjesecu, a to je kolovoz te se zbog toga uvećava faktor sigurnosti od 25% za prosječan dnevni kapacitet.

Prema Studiji izvodivosti, očekivani rad postrojenja za mehaničku obradu bit će 250 dana godišnje.

Očekivano prosječno dnevno opterećenje postrojenja za mehaničku obradu iznosi:

$$109.967 \text{ t/god} / 250 = 440 \text{ t / dan}$$

dok ono u ljetnom razdoblju iznosi:

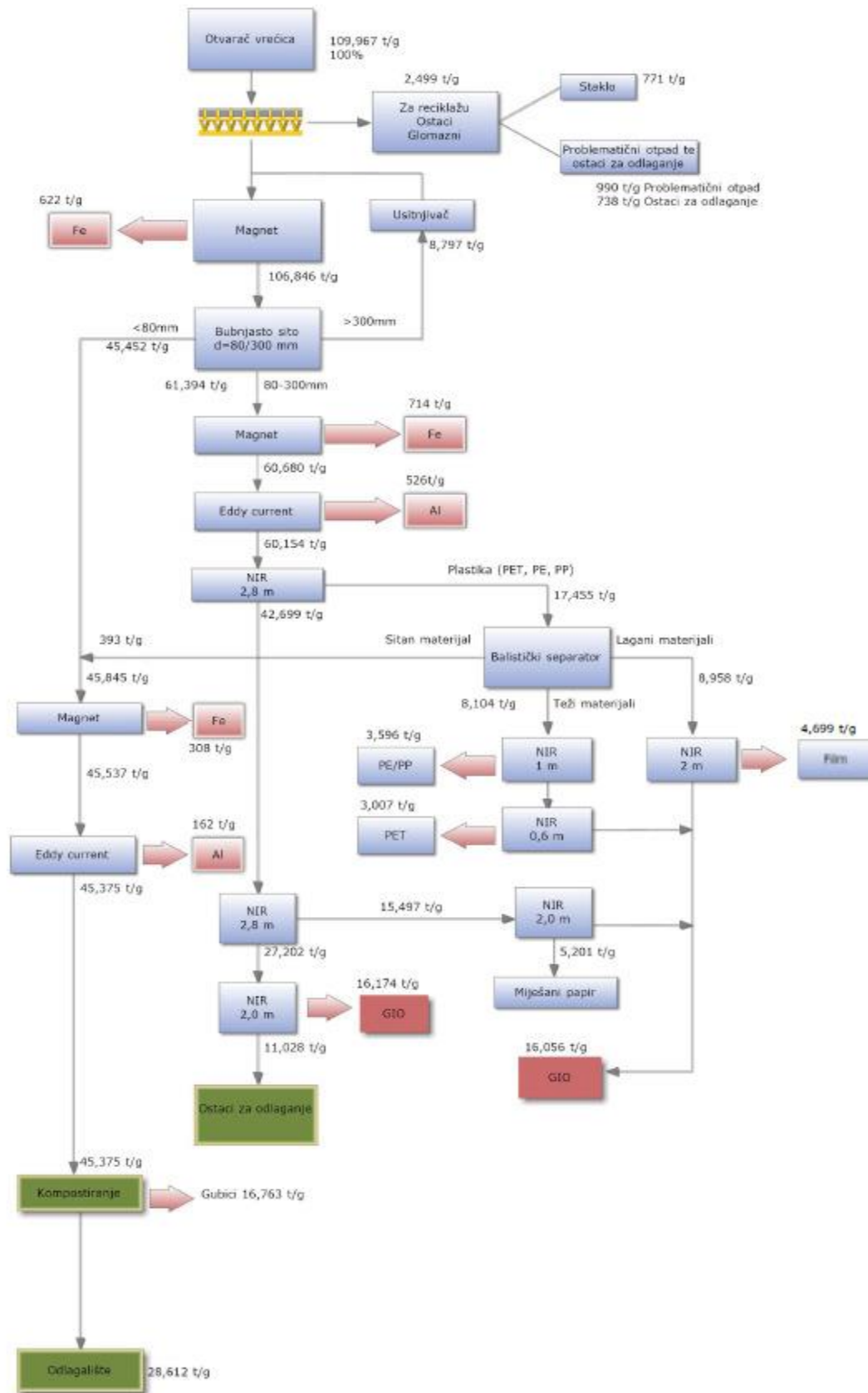
$$440 \text{ t/dan} \times 1,25 = 550 \text{ t/dan}$$

Za sortiranje se predviđaju dvije paralelne procesne linije jednakog kapaciteta, pa dnevni kapacitet jedne linije za najvećeg opterećenja iznosi:

$$550 \text{ t/dan} : 2 = 275 \text{ t/dan}$$

a prosječno:  $109.967 \text{ t/god} / 250 / 12 \text{ h} = 18,33 \text{ t/h}$  odnosno 20 t/dan svaka linija.

Na slici 43. nalazi se predložena konfiguracija sortirnice - postrojenja za mehaničku obradu MKO-a u Centru za gospodarenje otpadom u Lećevici.



Slika 43. Predložena konfiguracija sortirnice - postrojenja za mehaničku obradu MKO-a

(Izvor: Studija izvodivosti)

#### 4.5.2 Biološka obrada otpada

Cilj biološke obrade otpada je dobiti produkt koji je stabiliziran i neaktivan, te koji se može odlagati na odlagalište (CLO) ili koristiti kao humus u slučaju obrade odvojeno sakupljenog biootpada.

Potencijalno najveći problem na odlagalištima otpada predstavlja biološko razgradiva komponenta komunalnog otpada jer je vrlo reaktivna. Pomoću MBO postupka ova komponenta se rješava u kontroliranim uvjetima i u značajno kraćem vremenu, a uz sve to uz značajno smanjenje mase otpada koju je potrebno zbrinuti. [21]

Postrojenje za biološku obradu otpada nalazi se u zoni 4, a obuhvaća postrojenje za prvu fazu biološke obrade, biofilter, vodeni pročišćivač zraka, postrojenje za drugu fazu biološke obrade, prostor za prihvati i predobradu prethodno odvojeno sakupljenog biootpada te prostor za završnu obradu komposta te njegovo skladištenje.

U bio postrojenju će se obrađivati dvije vrste biorazgradivog materijala, a to su:

- biorazgradivi otpad koji je izdvojen tijekom sortiranja u postrojenju za mehaničku obradu MKO – frakcija manja od 80 mm koja će se preraditi u proizvod koji je sličan kompostu i kasnije odložiti na odlagališta
- biootpad prethodno odvojen na mjestu nastanka (otpad iz vrta ili tržnice, kuhinjski biootpad, otpad s javnih površina) i odvojeno dovezen u CGO koji će se preraditi u kompost i dalje slati na tržište te koristiti u poljoprivredi ili hortikulturi.

Obje vrste materijala obrađivat će se istovjetnom, aerobnom metodom – kompostiranjem kroz dvije uzastopne faze:

- Faza intenzivne razgradnje u zatvorenim komorama – trajanje 25 dana
- Faza dozrijevanja u vanjskom natkrivenom prostoru – trajanje 42 dana

Tijekom ovoga procesa aerobni mikroorganizmi, kao što su bakterije i gljivice, razrađuju kompleksne organske spojeve na jednostavnije supstance te proizvode ugljikov dioksid, vodu, minerale i stabiliziranu organsku tvar. Kada ulaznu sirovinu čini odvojeno sakupljen biorazgradivi otpada iz kuhinja, vrtova i parkova tada se proizvod aerobne obrade otpada (kompostiranja) naziva kompost. Kada ulaznu sirovinu za aerobnu obradu čini biorazgradivi otpad izdvojen u postpuku mehaničke obrade MKO, tada se proizvod označava kao “sličan kompostu”. Razliku između ove dvije vrste komposta čini njihova

čistoća i upotrebljivost kao materijala za oplemenjivanje poljoprivrednih tla. U nastavku teksta koristit će se isti naziv za obradu obje vrste otpada, kompostiranje. Proces proizvodi toplinu koja uništava patogene (mikroorganizmi koji uzrokuju bolesti) te sjeme korova. Čim se prikladni materijal umiješa u hrpu prikladnog sastava, radom mikroorganizama započinje proces kompostiranja. Tijekom ove aktivne (intenzivne) faze, potrošnja kisika i stvaranje topline su na najvišim razinama. Nakon toga započinje period njege, u kojem se materijal puno sporije kompostira. Razgradnja organskog materijala nastavlja se dok mikroorganizmi ne potroše sve lako dostupne hranjive tvari te se većina ugljika prevede u ugljični dioksid. Prije nego li dođe do toga, završetak kompostiranja određuje se prema čimbenicima kao što su C:N omjer, potrošnja kisika, temperatura i miris. Faktori koji utječu na proces kompostiranja su omjer hranjivih tvari, prvenstveno ugljika i dušika, sadržaj vlage, koncentracija kisika, pH, aktivna površina, temperatura i vrijeme zadržavanja. [31]

#### Postrojenje za prvu fazu biološke obrade otpada

U postrojenju se nalazi niz instalacijskih sustava:

- za prisilno aeriranje kompostnih hrpa;
- za ventilaciju – odvodnju otpadnog zraka;
- za vlaženje kompostnih hrpa: recirkulacijom ocjedne vode i svježom - tehnološkom ilivodovodnom vodom;
- za odvodnju onečišćene vode prema uređaju za obradu otpadnih voda.

Komore omogućavaju kontrolu temperature, vlažnosti i količine kisika tijekom procesa kompostiranja osiguranjem potrebnih instalacija. Za prisilnu aeraciju se izvode perforacije u podu koje istovremeno služe za drenažu ocjednih voda. Onečišćeni zrak se izvodi ventilacijskim sustavom na pročišćavanje, dok se ocjedna voda recirkulira u isti proces sve do zasićenja, kada se zamjenjuje tehnološkom vodom.

#### Postrojenje za drugu fazu biološke obrade otpada

Postrojenje za dozrijevanje proizvoda koji je sličan kompostui komposta izgradit će se u središnjem dijelu obuhvata zahvata. Dozrijevanje će se odvijati na otvorenom, na platou koji je natkriven nadstrešnicom, a na njemu će se formirati hrpe određenog oblika i dimenzija pripremljene za strojnu obradu jednom tjedno. Dodatno vlaženje kompostnih hrpa mora se omogućiti spojem na vodovod čistih voda i voda za tehnološke procese za



slučaj kompostu sličnog proizvoda, a čiste vodovodne vode u slučaju komposta. Postrojenje će sadržavati i halu za doradu komposta u kojem će se nalaziti sito i pokretne trake te skladište komposta.

Pravilnim tehnikama kompaktiranja komposta (od 1,2 do 1,5 t/m<sup>3</sup>) i prešanjem krupne frakcije otpada (oko 0,5 t/m<sup>3</sup>), postiže se prostorno minimalna potrebna površina za odlaganje stabiliziranog komposta i uskladištavanje sprešane krupne frakcije koju je moguće energetske iskoristiti.

#### 4.6 Mogućnosti primjene produkata iz MBO

Nakon završetka obrade u Centru za gospodarenje otpadom, ovlaštenim ugovorno povezanim tvrtkama isporučit će se materijali pogodni za ponovno korištenje (plastika, papir, staklo), kompost, gorivo iz otpada.

Mogućnosti primjene produkata iz MBO procesa:

**Kompost** → poboljšanje kvalitete zemljišta

**Gorivo iz otpada** → sekundarno gorivo u termoelektranama/za industrijske energane, za spalionice otpada

**Bioplin** → proizvodnja električne energije i topline, miješanje sa zemnim plinom, proizvodnja plina za promet i industriju

**Ostatak za odlaganje** → odlaganje na odlagalištima, biostabiliziran ostatak prikladan za odlaganje na odlagalištima

## **5 PLASTIČNI OTPAD U SPLITSKO – DALMATINSKOJ ŽUPANIJI**

Plastika (poliplasti, plastične mase) predstavlja skupinu materijala na osnovi organskih polimera koji se mogu ljevati ili oblikovati na više načina, obično pri povišenim temperaturama i tlakovima. Plastika kao materijal je jako praktična i jeftina roba te se može pronaći svakodnevno na tržištu u različitim oblicima, no može negativno utjecati na gospodarstvo. Upravo zbog svoje ekonomske prihvatljivosti i brze izrade dolazi do nepromišljene upotrebe plastike te do problema nagomilavanja. Otpadna plastika predstavlja veliki problem u svijetu jer završava u morima i oceanima te onečišćuje okoliš pa se može reći da na takav način postupno ugrožava živote i sam opstanak našega planeta. Da bi se smanjilo nagomilavanje otpadne plastike, nastoji se educirati građane te probuditi svijest o odvajanju plastike, recikliranju, a miješana plastika se može iskoristiti kao izvor energije, odnosno pogodna je za termičku oporabu. Ako se uspoređi recikliranje i termička obrada otpada, recikliranje predstavlja povoljniju opciju.







Skladištenje plastike nije dobra opcija jer s vremenom dolazi do ispuštanja kemijskih spojeva te može doći do stvaranja efekta staklenika. [12]

## 5.1 Vrste plastičnog otpada

Postoji nekoliko vrsta plastike, a naznačene su u tablici 14.

Kada govorimo o plastičnom otpadu, na ambalažama se uvijek nalazi oznaka koja predstavlja rješenje za lakše odvajanje plastike prema vrsti kojoj pripada i koja se može reciklirati. U priloženoj tablici 15. nalaze se simboli za označavanje plastike koja ima mogućnost recikliranja.

Tablica 15. Oznake odedenih vrsta plastike

| MATERIJAL | OZNAKA  |
|-----------|---|
| PET       |    |
| HDPE      |  |
| PVC       |  |
| LDPE      |  |
| PP        |  |
| PS        |  |

## **5.2 Direktiva o plastici za jednokratnu upotrebu**

Početak srpnja 2021. godine, unutar EU, na snagu je stupila Direktiva o plastici za jednokratnu upotrebu iz 2019. Direktivom se zahtjeva prelazak s plastike za jednokratnu upotrebu na praktičniji materijal koji će se moći iskoristiti više puta, a Republika Hrvatska kao članica EU dužna je provesti navedeni zahtjev.

U skladu s politikom Europske unije o otpadu, zemlje članice su dužne poduzeti određene mjere kako bi se smanjila potrošnja određenih plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu za koje ne postoji alternativa. Potrebno je pratiti potrošnju takvih proizvoda i poduzetih mjera te izvještavati Europsku komisiju o postignutom napretku. Direktivom se zahtjeva ambiciozno i trajno kvantitativno smanjenje potrošnje tih proizvoda do 2026. (u odnosu na početnu vrijednost 2022.).

Direktiva ne zabranjuje upotrebu svih vrsta jednokratne plastike, ali sadrži određene zahtjeve za odvojeno skupljanje i dizajn plastičnih boca. PET ambalaža i dalje ostaje u prodaji, ali je postavljen cilj koji navodi da do 2029. godine postotak prikupljenih boca za recikliranje treba iznositi 90%, dok boce trebaju biti izrađene od barem 25% recikliranog materijala do 2025. godine te 30% do 2030. [27]

## **5.3 Učinak plastike na okoliš**

Plastični materijali imaju veliku ulogu u gospodarstvu. Pravilan način iskorištavanja i recikliranja plastike mogao bi uvelike pridonijeti povećanju radnih mjesta u sektoru plastike. U Europi, ukupna plastična proizvodnja dosegla je 58 milijuna tona. Predviđa se da će se do 2050. godine, na svjetskoj razini, proizvodnja udvostručiti. Upravo zbog eksponencijalnog povećanja proizvodnje, dolazi i do gomilanja plastičnog otpada koji ima potencijal za recikliranje, no taj potencijal je većinom zanemaren što se može uočiti iz činjenice da potražnja za recikliranom plastikom danas iznosi tek oko 6% ukupne potražnje za plastikom na području Europe.

Otpadna plastika koja se može pronaći i na najosjetljivijim dijelovima našeg Planeta, poput oceana, predstavlja veliki ekološki problem. Smatra se da godišnje u jezerima i oceanima u prosjeku završi oko 8 milijuna tona plastičnog otpada, dok se u EU te brojke kreću između 150 000 i 500 000 tona.

U Jadranskom moru završavaju velike količine otpada koje svakodnevno generiraju stanovnici RH, a u vrijeme turističke sezone te se količine povećaju čak šest puta.

Ispuštanjem štetnih spojeva u mora i oceane, dolazi do uništavanja živog svijeta unutar njega što povlači dodatan niz loših utjecaja na ekosvijet. Najveći problem predstavlja mikroplastika koja zbog svoje male strukture lako završava u organizmima životinja i na taj način dolazi do trovanja. Također, mikroplastika zbog svojih malih dimenzija može izbjeći obradu u uređaju za pročišćavanje otpadnih voda te tako putem efluenta ponovno završiti u okolišu. Ukupno se procjenjuje da se u EU-u svake godine ispusti od 75 000 do 300 000 tona mikroplastike u okoliš, no praćenje količine je otežano zbog izravnog ulaska u okoliš.

Na slici 44. je prikazan proces nakupljanja plastike u morima i oceanima.



Slika 44. Proces nakupljanja plastike u oceanima

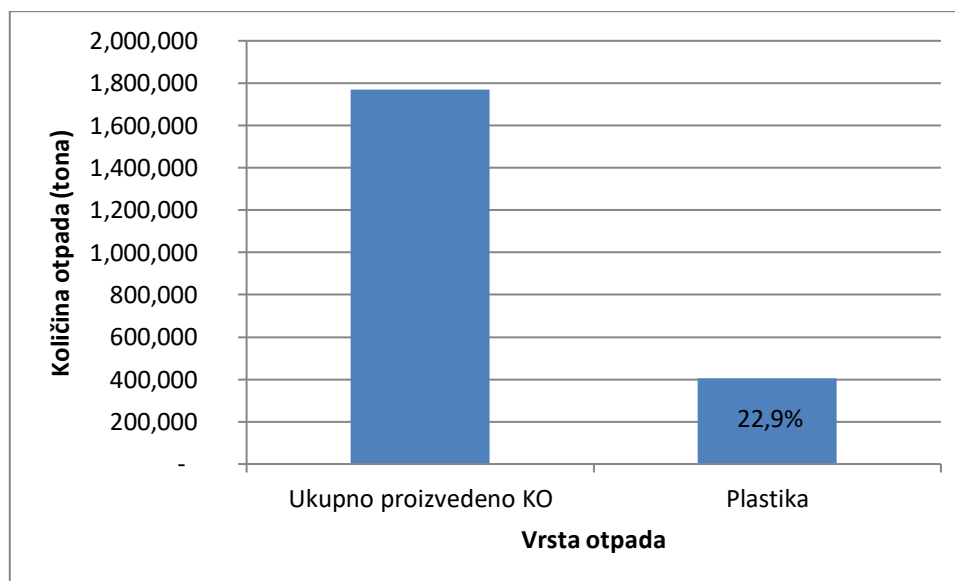
#### 5.4 Plastični otpad na području Splitsko – dalmatinske županije

Na području Republike Hrvatske, kao i Splitsko – dalmatinske županije još uvijek nije dovoljno razvijena svijest o otpadnoj plastici i njenom ponovnom iskorištavanju. Educiranjem građana na temu recikliranja i sortiranja otpadne plastike može se postići postepeno buđenje svijesti i poticaj na odgovorno ponašanje.

Na slici 45. prikazan je udio plastičnog otpada u ukupno proizvedenom KO u RH u 2018. godini.

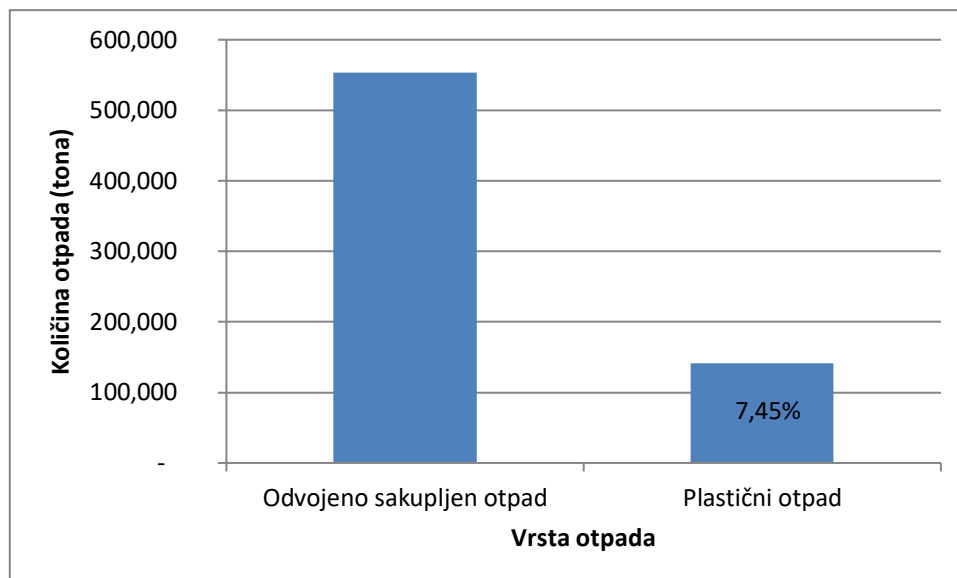
Hrvatska je prije desetak godina strategijski odredila odvojeno prikupljanje plastike te je 2013. prema Zakonu o gospodarenju otpadom uređeno obvezno odvojeno prikupljanje otpadne plastike na području općina i gradova. (Slika 46.)

Zbog neizbježnih pravnih procesa, aktivnije odvojeno prikupljanje otpadne plastike počinje tek u 2019. godini kada je omogućena nabavka posuda za odvojeno prikupljanje komunalnog otpada.



Slika 45. Udio plastičnog otpada u ukupno proizvedenom KO u RH u 2018. godini [1]

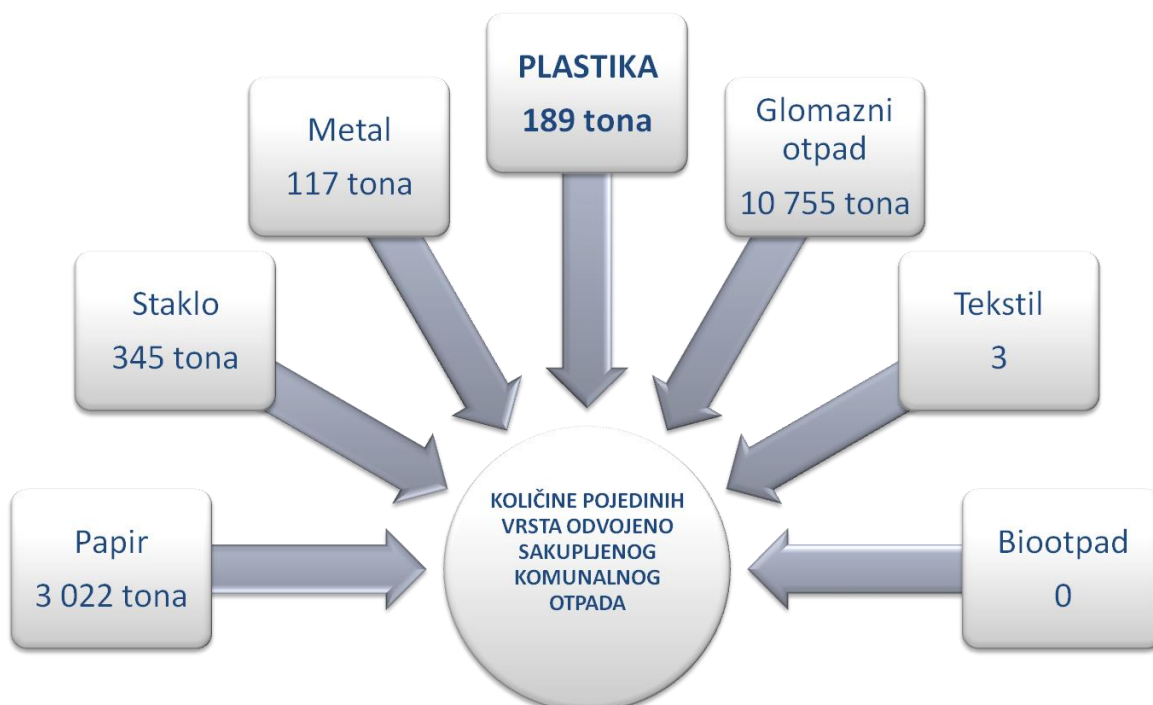
Od navedenih količina oko 15% plastičnog otpada se reciklira, a 75% se još uvijek odlaže.



Slika 46. Udio plastičnog otpada u odvojeno sakupljenom otpadu u SDŽ za 2018. godinu

[1]

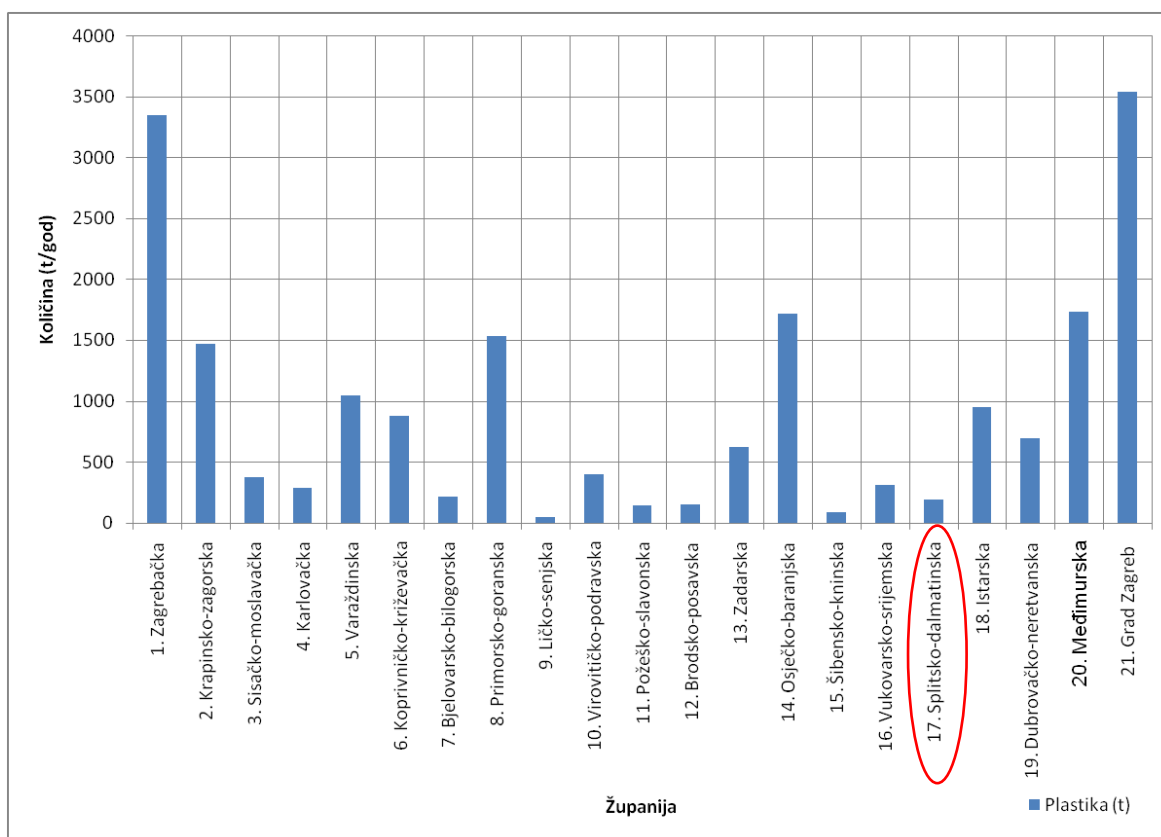
Na slici 47. prikazane su količine pojedinih vrsta odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u reciklažnim dvorištima na području SDŽ u 2018. godini.



Slika 47. Količine pojedinih vrsta odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u reciklažnim dvorištima na području SDŽ u 2018.godini [1]

Republika Hrvatska prema direktivi EU do 2035. godine treba pronaći rješenje koje se tiče odvajanja i recikliranja otpada. Postavljeni cilj glasi da 65% mase komunalnog otpada treba biti oporabljeno recikliranjem i pripremom za ponovno korištenje do 2035.godine. Do 2029. godine, radi recikliranja otpadnih plastičnih masa za jednokratnu upotrebu, odvojeno se treba skupiti 90% plastičnih boca, zajedno s čepovima i poklopcima, koje su stavljene na tržište u godini.

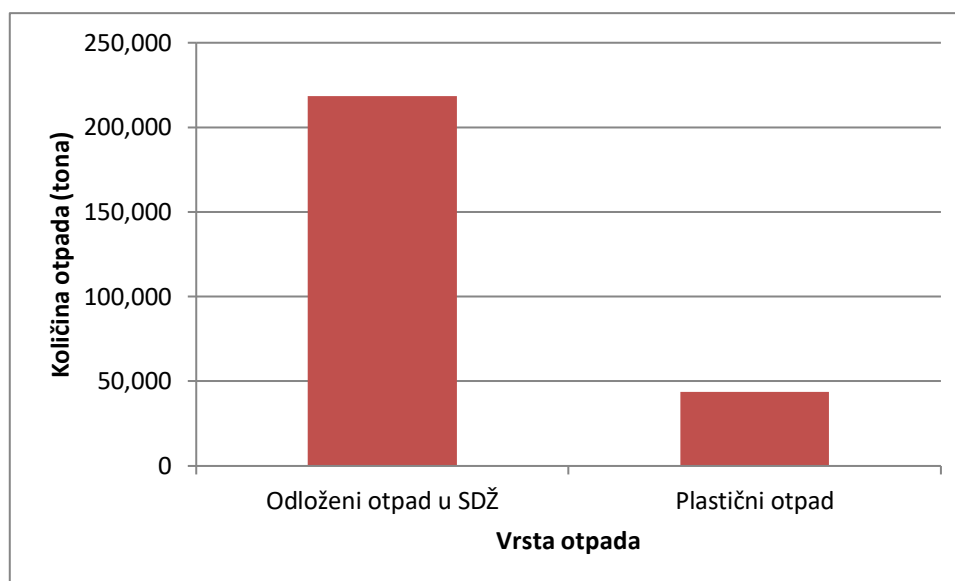
Na slici 48. prikazane su količine plastike unutar odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u 2018. godini po županijama.



Slika 48. Količine plastike unutar odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u 2018. godini po županijama [15]

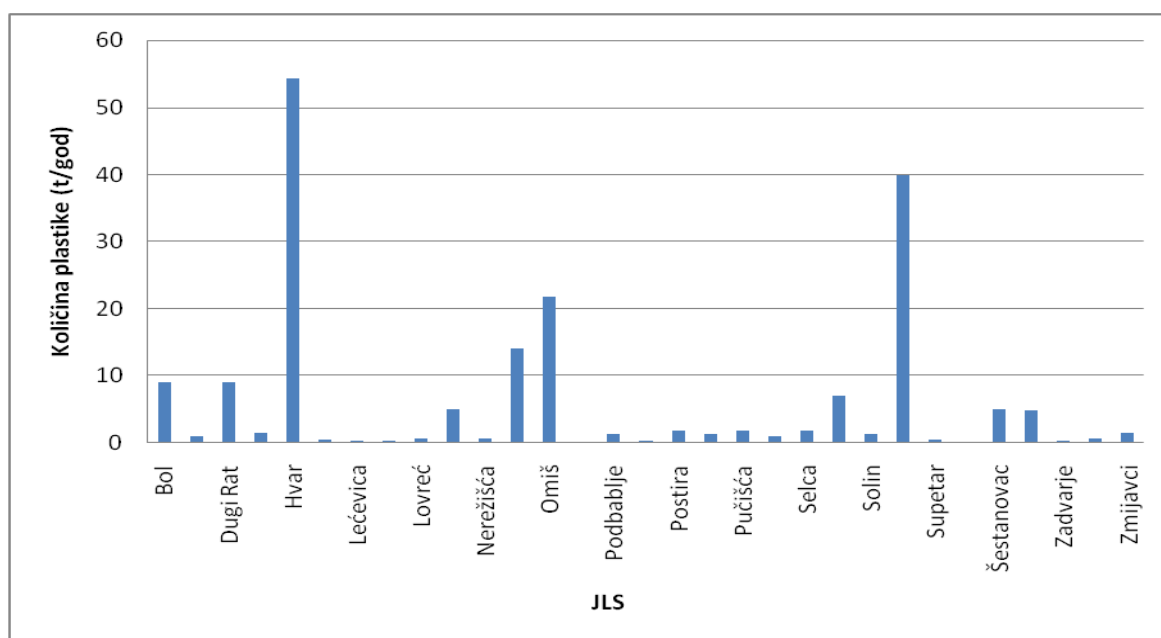
Ako gledamo samo područje Splitsko - dalmatinske županije, od ukupnog komunalnog otpada možemo odvojiti 20% plastičnog otpada.





Slika 49. Udio plastičnog otpada unutar odloženog otpada na području SDŽ u 2018. godini [15]

Ukupna količina komunalnog otpada odloženoga u 2018. godini u Splitsko – dalmatinskoj županiji iznosila je 218.385 tona, a više od 20% toga otpada činila je plastika, što iznosi približno 44.000 tona ukupnoga plastičnog otpada na području samo jedne županije. (Slika 49.) [15]



Slika 50. Količina plastike iz komunalnog otpada u 2018. godini, po JLS, područje Splitsko – dalmatinske županije [15]

Na području Županije, udio plastike unutar odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u 2018. godini iznosio je 3%. Na slici 50. prikazana je količina plastike iz komunalnog otpada u 2018. godini, po JLS za područje Splitsko – dalmatinske županije.

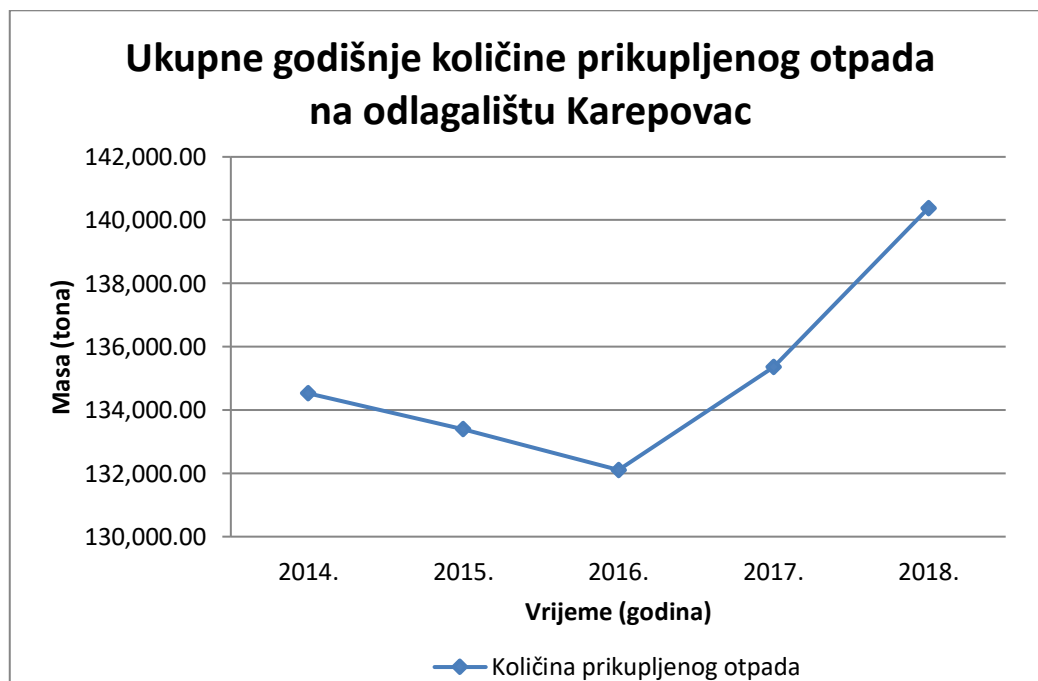
### 5.5 Analiza otpada s odlagališta Karepovac

Odlagalište otpada Karepovac služi kao odlagalište otpada još od 1964. godine te se na njega odlaže otpad s područja Splitsko – dalmatinske županije, Solina, Splita, Kaštela, Omiša, Tučepa, Podgore.

Organizirano sakupljeni komunalni i proizvodni neopasni otpad svakodnevno se dovozi na odlagalište i odlaže na prostoru za odlaganje. Dovezeni otpad nakon istresanja na otvoreno radno polje se razastire, sabija i dnevno prekriva slojem inertnog materijala, kako bi se smanjila infiltracija oborinske vode, neugodni mirisi i osigurala stabilnost tijela odlagališta. [9]

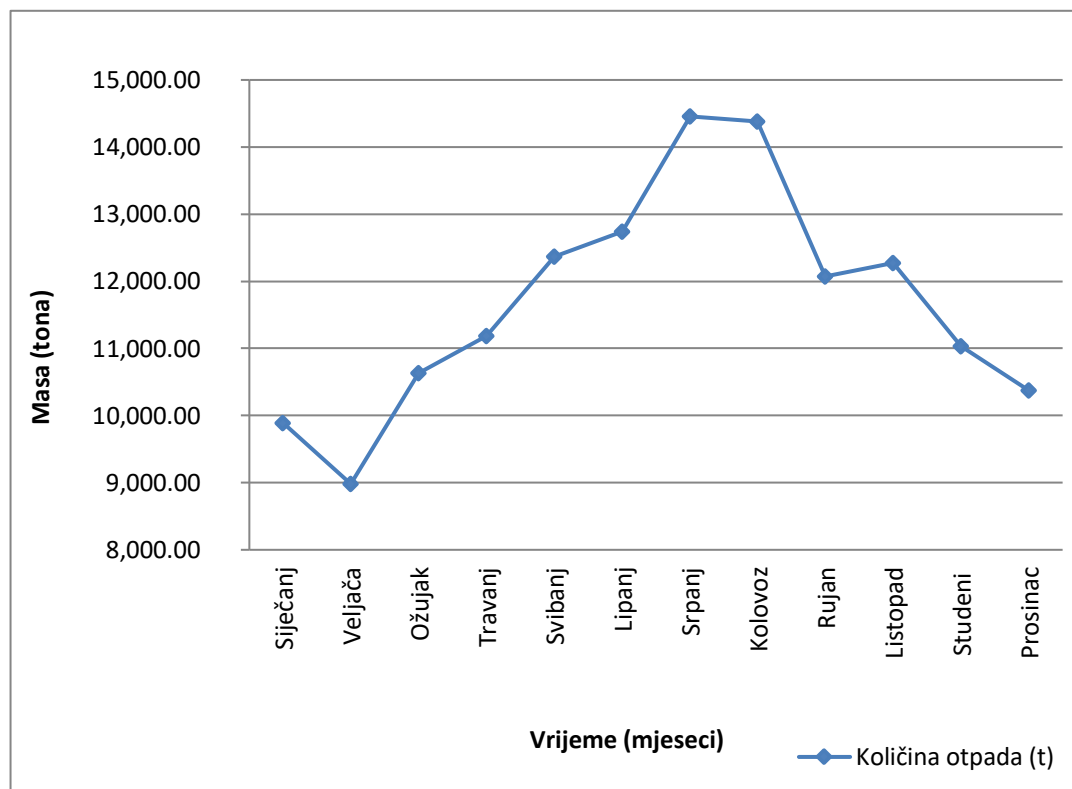
Tokom godina, odlaganje otpada vršilo se nekontrolirano pa je s vremenom bila potrebna sanacija te preslagivanje otpada u svrhu stvaranja novih slobodnih površina za prihvata.

U budućnosti, otpad s Karepovca bit će preusmjeren u centar u Lećeveci.



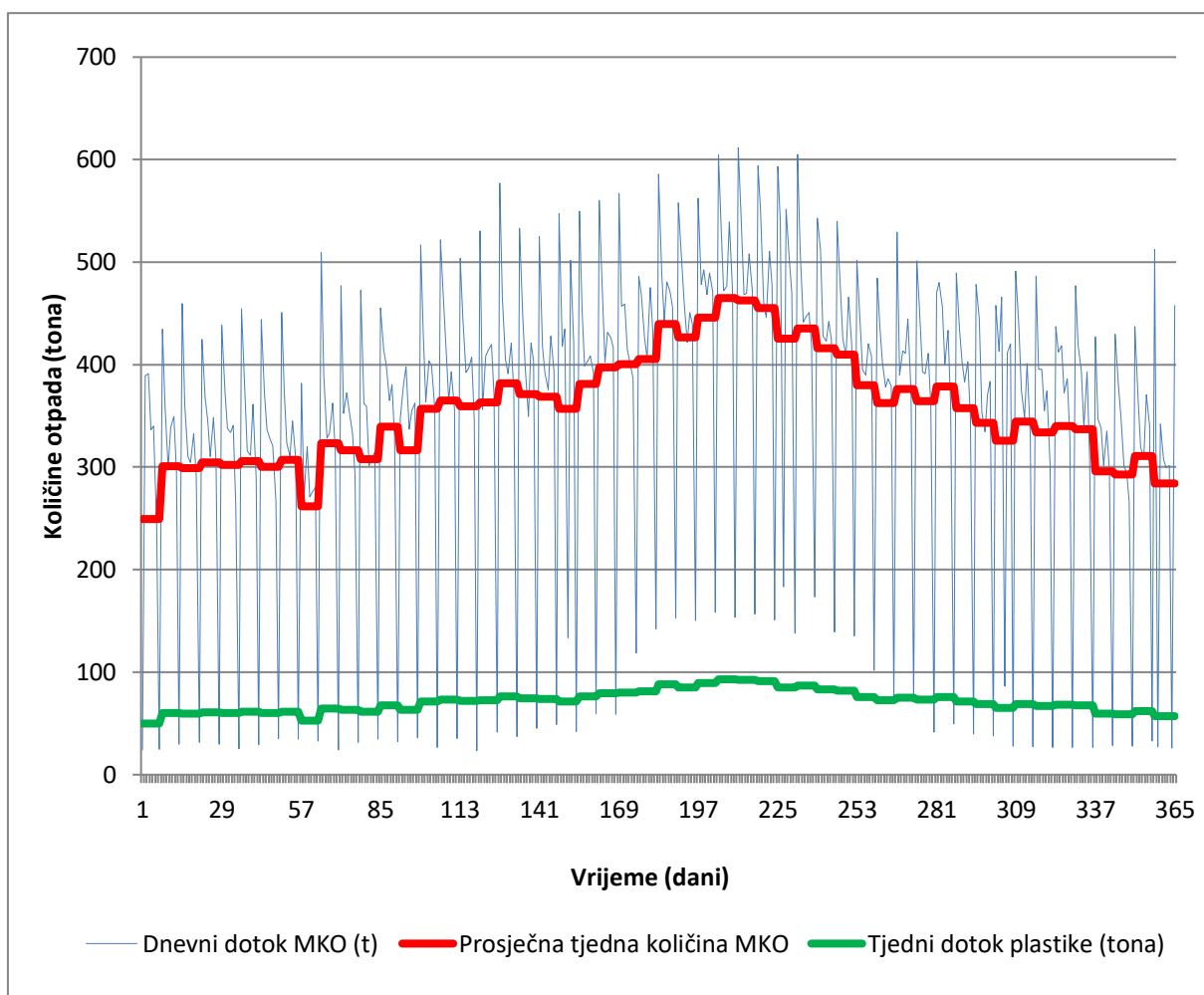
Slika 51. Grafički prikaz ukupnih godišnjih količina prikupljenog otpada na odlagalištu Karepovac (Izvor: Baza podataka za Karepovac za 2018. godinu)

Iz priloženog dijagrama na slici 51. može se uočiti porast ukupne godišnje količine prikupljenog otpada u periodu od 2014. do 2018. godine na odlagalištu Karepovac. Pobljiže će se proučiti količina otpada generirana prema mjesecima kroz 2018. godine.



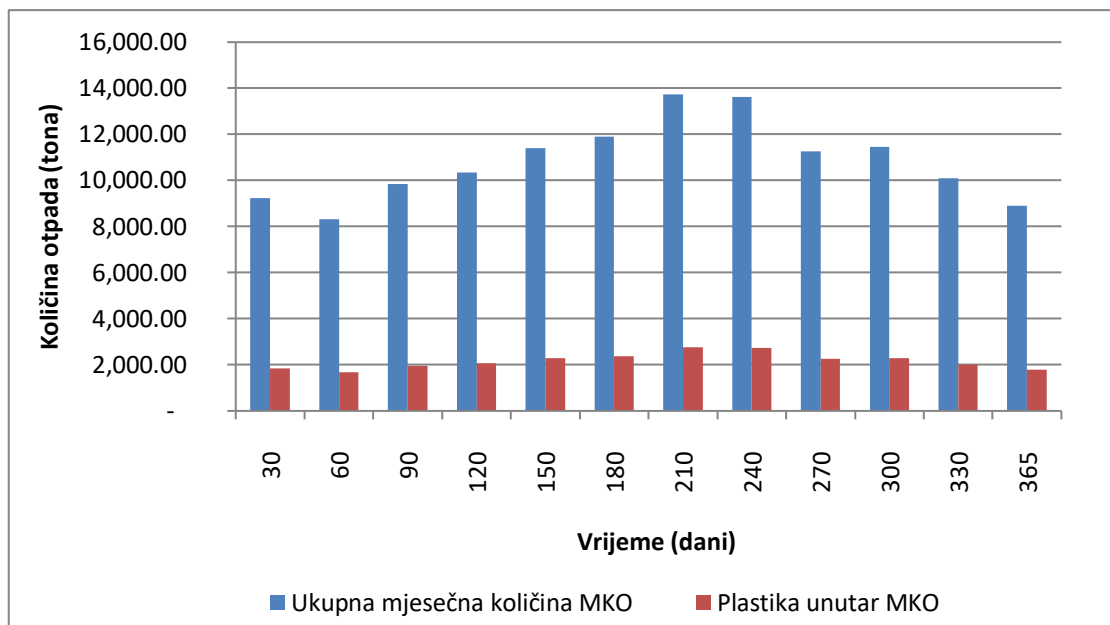
Slika 52. Grafički prikaz količine odloženog otpada po mjesecima na odlagalištu Karepovac za 2018. godinu (Izvor: Baza podataka za Karepovac za 2018. godinu)

Iz priloženog dijagrama na slici 52. može se uočiti da se najveće količine prikupljenog otpada generiraju u razdoblju mjeseca srpnja i kolovoza što znači da povećan broj turista u vrijeme turističke sezone pridonosi i povećanim količinama otpada. Može se reći da je broj stanovnika u korelaciji s ukupnim količinama otpada. Otpad koji se akumulira u tom razdoblju, ali i općenito tokom godine, potrebno je zbrinuti na adekvatan način da ne bi došlo do problema širenja neugodnih mirisa ili onečišćenja zraka zbog anaerobnih procesa koji se odvijaju na odlagalištu.



*Slika 53. Grafički prikaz dotoka MKOte plastike unutar MKO na odlagalište Karepovac kroz 2018. godinu*

Na slici 53. prikazan je dotok miješanog komunalnog otpada kroz 2018. godinu, a njegova količina iznosi 130 133,77 tona te je vidljivo da su količine dotoka najveće u mjesecima kada turistička sezona doživljava svoj vrhunac. S grafičkog prikaza se može uočiti da su prosječne tjedne količine MKO kao i plastike najveće krajem srpnja i početkom kolovoza. U ukupnoj količini miješanog komunalnog otpada na području Splitsko – dalmatinske županije, na odlagalištu Karepovac, plastika ima udio od 20%.



Slika 54. Grafički prikaz mjesečnih količina plastike u miješanom komunalnom otpadu kroz 2018. godinu

Prema grafičkom prikazu na slici 54., vidljivo je da je u skladu i sa samim dotokom miješanog komunalnog otpada, dotok plastike najveći kroz srpanj i kolovoz. Minimalan dotok plastike ostvaren je 1.siječnja 2018. godine kada je njegova količina iznosila 23,30 tona, dok je maksimalan dotok ostvaren u vrijeme turističke sezone, točnije 30.srpnja 2018. godine. Vidljivo je da su razlike u maksimalnom i minimalom dotoku jako velike pa je potrebno pronaći rješenje za sprječavanje nakupljanja i odlaganja tolikih količina plastike u vrijeme sezone. U nastavku su navedeni potencijalni načini gospodarenja otpadnom plastikom koji bi umanjili njeno odlaganje.

## 6 NAČINI GOSPODARENJA PLASTIČNIM OTPADOM

Plastični otpad sadrži mnogo različitih vrsta polimernih materijala koje je teško odvojiti. Ova vrsta otpada ima posebnu važnost prilikom zbrinjavanja jer se polazne komponente za njegovu sintezu dobivaju iz nafte, koja predstavlja neobnovljiv izvor energije i stoga zahtjeva racionalno trošenje.

Do prije nekoliko godina, plastični otpad iz zemalja EU-a izvezio se u istočne zemlje, a samo se manji dio zbrinjavao na adekvatan način uporabom i ponovnom upotrebom kao sirovina. Potrebno je pronaći rješenje koje će omogućiti što bolje iskorištavanje velikih količina otpadne plastike u Republici Hrvatskoj da ne dolazi do dodatnog nagomilavanja na postojeće.

Kod gospodarenja polimernim otpadom treba se odabrati optimalan tretman, ekonomski isplativ, s najnižim stupnjem rizika za ljudsko zdravlje i okoliš. Pri tome se treba uzeti u obzir i hijerarhija gospodarenja otpadom koju je propisala Europska direktiva o otpadu. [17]

U svrhu povećanja uporabe i smanjenja onečišćenja okoliša otpadnom plastikom u Republici Hrvatskoj primjenjuju se odredbe Pravilnika o ambalaži i ambalažnom otpadu („Narodne novine“ Broj: 97/05, 115/05, 81/08, 31/09, 38/10, 10/11), čime je odvojeno skupljanje PET ambalaže drastično poraslo jer time građani dobivaju naknadu od 0,5 kn po boci temeljem propisa donesenih 2005. godine, ali ostala ambalaža koja ne spada u PET ambalažu i koja se koristi za jednokratnu uporabu i dalje se neodgovarajuće zbrinjava. [3]

Oporaba je postupak kojim se iskorištava materijal koji je završio na otpadu. Pri tome su moguća dva načina uporabe, a to su materijalna i energijska. [24]

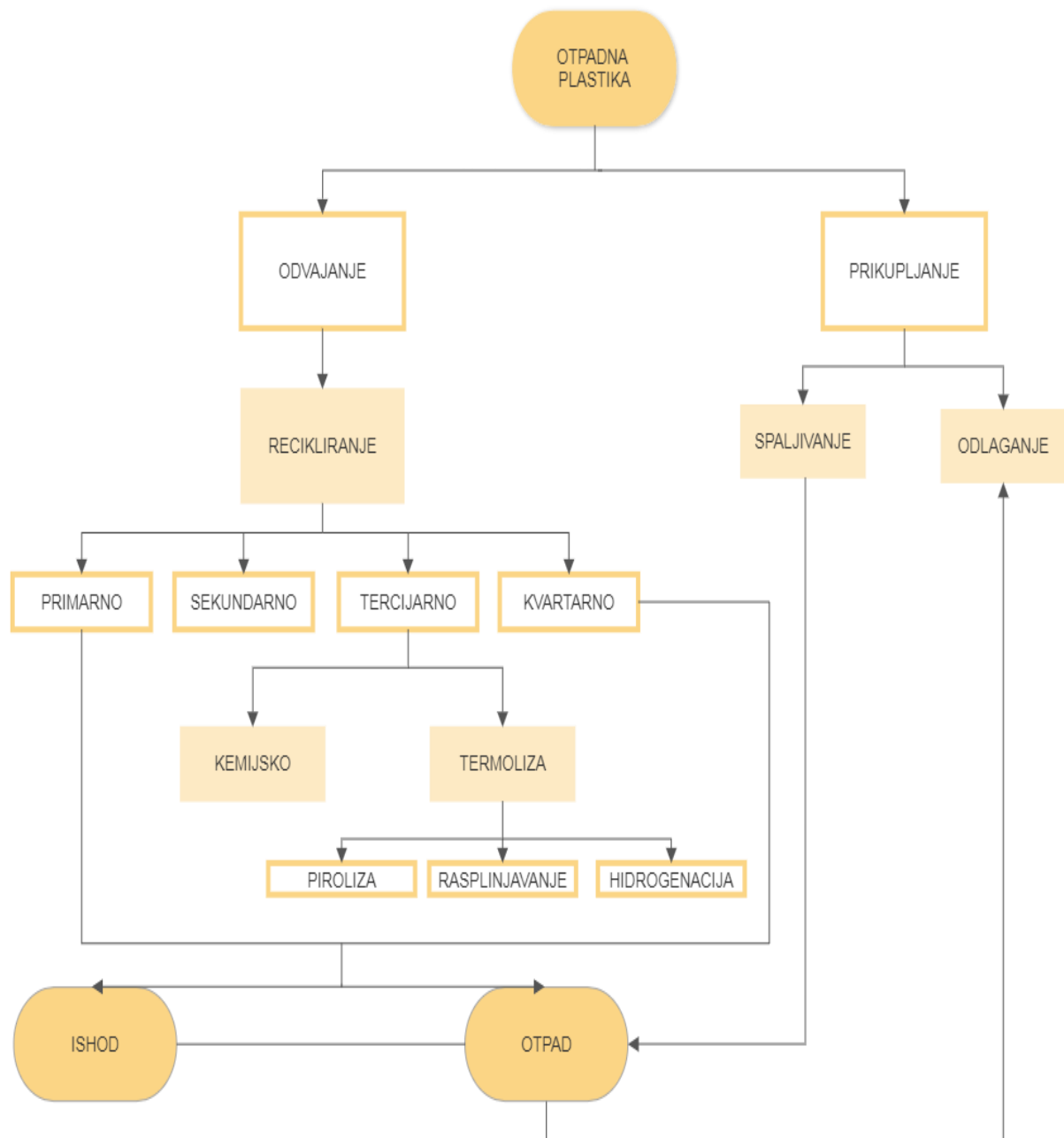
Tijekom vremena, tehnologija uporabe plastike je postupno napredovala te danas postoji nekoliko načina pomoću kojih se plastika može ponovno iskorištavati. Jedan od prihvatljivih načina uporabe plastike je materijalna uporaba, odnosno recikliranje pri čemu konačan recikliran proizvod ima svojstva gotovo identična izvornom proizvodu. Drugi način uporabe je energijska u kojoj otpad predstavlja komponentu goriva.

Postoji nekoliko postupaka koja nude rješenje za smanjivanje otpada na odlagalištima, a to su:

- 1) mehaničko recikliranje – reciklira se otpada za koji se zna otkud dolazi, odvajanje polimera, razvrstavanje iz mješanog otpada i daljnja prerada,
- 2) kemijsko recikliranje – depolimerizacija na monomere ili djelomična degradacija na druge vrijedne sirovine,
- 3) energijska uporaba - učinkovit način za smanjenje volumena organskog materijala spaljivanjem

Kao jedno od rješenja za problem otpadne plastike u Republici Hrvatskoj, predlaže se uvođenje mehaničko – biološko – termičke obrade otpada (MBO – Te tehnologija) koja je već spomenuta u prethodnim poglavljima.

Na slici 55. prikazana je tok proces gospodarenja otpadnom plastikom.



Slika 55. Prikaz toka procesa gospodarenja otpadnom plastikom [8]



## 6.1 Odvojeno prikupljanje plastike

U Splitsko – dalmatinskoj županiji unutar miješanog komunalnog otpada koji se odlaže na odlagalištima nalaze se još uvijek visoki udjeli plastičnog otpada, koje je potrebno umanjiti, a da bi se udio umanjio i omogućilo bolje upravljanje plastičnim otpadom potrebno je vršiti odvojeno prikupljanje otpada. Plastična ambalaža se skuplja u žutim spremnicima i zelenim otocima postavljenim na javnim površinama, te u reciklažnim dvorištima, a odlaže se zajedno s metalnom te ambalažom za piće ili hranu. Ambalaže trebaju biti čiste, bez prekomjernog onečišćenja, ulja ili masti, te moraju biti u skladu s pravilima recikliranja lokalne regije.

Za proizvodnju 1 kg PET-a (materijal iz kojeg su izrađene boce za napitke) treba utrošiti 1,9 kg nafte.

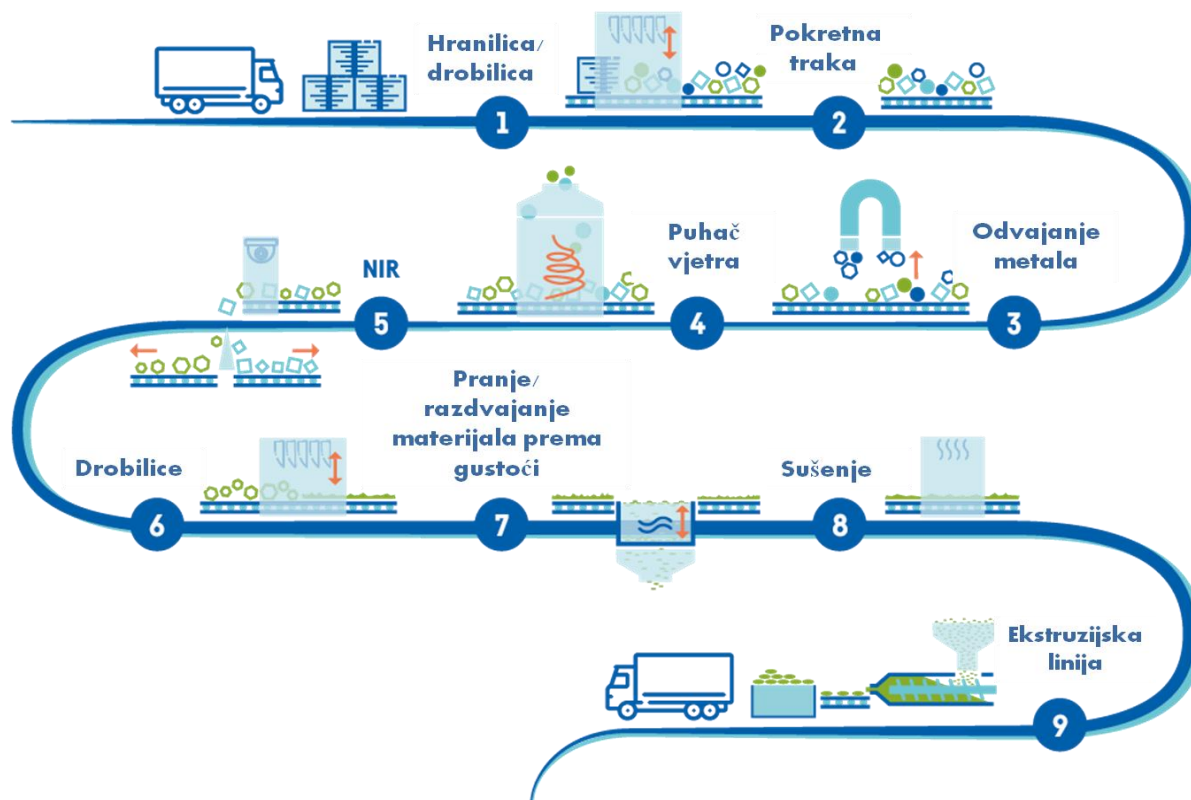


*Slika 56. Spremnik za prikupljanje otpadne plastike [2]*

U žute spremnike se ne smije odlagati plastična ambalaža s bilo kakvim ostacima, a pogotovo od jestivog otpadnog ulja, motornog ulja, boja i lakova, sredstava za čišćenje na bazi lužina poput sredstava za čišćenje štednjaka i pećnica, kemijskih sredstava za čišćenje podova, namještaja i sl. (Slika 56.) [2]

## 6.2 Mehaničko recikliranje

Mehaničko recikliranje je najtradicionalniji način recikliranja na svijetu te predstavlja postupak prikupljanja plastičnih ostataka, pranja, taljenja i pretvaranja otpada u sirovinu za novi proizvodni proces plastične transformacije kao što je prikazano na slici 59. Mehaničko recikliranje može se podijeliti na dvije vrste, a to su primarno i sekundarno recikliranje. (Slika 57.)



Slika 57. Proces mehaničkog recikliranja plastike [17]

Za mehaničko recikliranje je idealna čista plastika iste vrste i prihvatljiva je s obzirom na ekološke i ekonomske zahtjeve. Troškovi postupaka sakupljanja, sortiranja, transporta i recikliranja mogu se eventualno nadmašiti potencijalnim prihodima od prodaje recyklata na tržištu.

Primarno recikliranje predstavlja mehanički proces u kojem se reciklira otpadni plastični materijal kako bi se proizveo plastični materijal koji ima istu funkcionalnu namjenu i sastav izvorne otpadne plastike. Prednost ovog procesa je u tome što je jednostavan i relativno jeftin. Međutim, proces ne može prihvatiti višestruki čvrsti plastični otpad za recikliranje zbog nečistoća pa kao takav nije često primjenjivan. Svakom daljnjom obradom u ovom postupku, dolazi do nastanka proizvoda lošije kvalitete zbog skraćivanja molekula polimera, ali ovaj način je i dalje jedan od optimalnijih rješenja za plastični otpad preusjeren s odlagališta ili spalionica. Procjenjuje se da se plastika može reciklirati jedan do dva puta prije nego dođe do smanjenja kvalitete materijala.

Kako bi se dodatno povećala učinkovitost procesa, izvode se sljedeći koraci:

- Otpad se odvaja na temelju određenih smola. Kasnije se temeljito isperu.

- Dobra svojstva taljenja otpadneplastike omogućuju ponovno ekstruziju u obliku peleta, te se stoga kombinira s izvornom smolom kako bi se dobili bolji izlazni proizvodi.

Izrada plastičnih boca od mješavine recikliranog PET-a isvježeg PET primjer je ovog procesa.

Plastična boca nakon potrošnje može biti mehanički obrađena kako bi se stvorila nova plastična boca. Novonastala boca ima skoro identična svojstva kao i originalna boca.

Sekundarno recikliranje plastike odnosi se na preradu plastičnog otpada u sekundarnu sirovinu ili proizvode bez značajne promjene kemijske strukture materijala. U principu, sve vrste termoplastike mogu se mehanički reciklirati pa čak i bez umanjenja kvalitete ili malim umanjnjem. Trenutno je to gotovo jedini oblik recikliranja u Europi, koji predstavlja više od 99% recikliranih količina.

Kod sekundarne reciklaže, materijal se može ponovno upotrijebiti na drugačiji način nego što mu je u početku bila namijena. Prilikom mehaničkog recikliranja proizvodi se granulat, prah od otpadne plastike ili guma te se dalje upotrebljava za proizvodnju novih proizvoda. Ovako se sprječava nakupljanje recikliranog materijala na odlagalištima.

Primjer takvog sekundarnog recikliranja su plastične boce koje se pretvaraju u poliester, proizvodnja podnih pločica od miješanih poliolefina.

Plastika i otpad koji sadrži plastiku koji se ne može održivo mehanički reciklirati prema potrebnim standardima s ekonomske i ekološke perspektive, pruža vrijedan resurs za druga rješenja uporabe kao što su recikliranje sirovine i uporaba energije kako bi se povećala uporaba ugrađene energije i resursa.

Plastični peleti su nusprodukt ovog procesa i mogu se koristiti za proizvodnju novog materijala:

- vreća za smeće,
- podova,
- crijeva,
- ambalaže za neprehranu,
- dijelova automobila. [16]

### **6.3 Termička obrada otpada**

Termička obrada otpada (TOO) je ubrzana kemijsko - fizikalna razgradnja pod utjecajem topline, u pravilu uz proizvodnju električne i toplinske energije. Danas se u svijetu termički obradi do 70%, a u razvijenim zemljama i do 90% ukupno obrađenog otpada.

#### **6.3.1 Spaljivanje otpada**

Spaljivanje predstavlja proces termičke obrade otpada koja uključuje izgaranje organskih tvari u otpadnim materijalima, njihovu pretvorbu u krutu komponentu (pepeo), plinovitu komponentu (dimni plinovi) te na kraju u energiju.

Plastika ima visoku kalorijsku vrijednost i ta se energija može ponovno iskoristavati na razne načine. Ovaj proces pridonosi smanjenju udjela hlapljivih organskih materijala iz otpadne plastike. Iako se iz otpadne plastike može dobiti energija, postoji nedostatak koji ograničava korištenje ovog postupka, a to je onečišćenje okoliša koje nastaje prilikom spaljivanja jer spaljivanje plastičnog otpada rezultira emisijom onečišćujućih tvari poput CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>. Energija koja nastaje spaljivanjem otpadne plastike je mnogo niža nego energija koja se može sačuvati drugim procesima recikliranja. [19]

Spaljivanjem se vrši smanjivanje volumena otpada za 95% što bi za područje Republike Hrvatske moglo biti od iznimne važnosti i predstavljati jedno od rješenja smanjivanja količina otpada, no s obzirom da prilikom termičkih procesa dolazi do ispuštanja štetnih plinova u atmosferu, dovodi se u pitanje učinkovitost obrade.

S obzirom na porez koji je EU uvela za nerekiclriranu plastiku, potrebno je što prije krenuti u razradu plana kako na adekvatan način iskoristiti potencijal nerekiclriranog plastičnog otpada po županijama. Jedan od prijedloga je energetska uporaba otpada.

Komunalni i industrijski otpad nakon spaljivanja daju 30 - 50% pepela. Spaljivanje omogućuje kompletno izgaranje otpada čiji je najčešći sastav vrlo različit jer on ovisi o vrsti materijala koji se spaljuje. Otpadni materijali mogu biti od vlažnog smeća iz domaćinstva, plastike, različitog ambalažnog materijala.

#### **6.3.2 Spalionice**

Spaljivanje otpada obavlja se u spalionicama, a to je svaka nepokretna ili pokretna tehnička jedinica u kojoj se spaljuje otpad i iskorištava toplina proizvedena izgaranjem. To

uključuje oksidacijsko spaljivanje otpada, kao i druge termičke procese, poput pirolize, rasplinjavanja ili plazma procesa, sve dok se rezultirajući produkti tih obrada nakon toga spaljuju.

Spalionice bi trebale biti izvedene tako da im je prilikom rada omogućen pristup zraka u kontroliranim količinama. Temperature se kreću od 850 °C pa naviše da izgaranje bude što potpunije i brže pri čemu nastaju minimalne količine dima kao nusprodukta procesa. Svi dimni plinovi moraju na temperaturi od 850°C provesti barem dvije sekunde, a ako se spaljuje opasni otpad na temperaturi od 110°C. Kao produkt spaljivanja nastaje električna energija.

Plastika ima visoku kalorijsku vrijednost, preko 8000 kcal/kg. To je i do tri puta veća vrijednost od kalorijske vrijednosti komunalnog krutog otpada. Njena energetska vrijednost procjenjuje se na 1,8 MWh/t, a KKO tek 0,6MWh/t. Količina od 345 000 tona otpada na godinu mogla bi proizvesti oko 620 000 MWh električne energije. [12]

### **6.3.3 Vrste spalionica**

Postoji nekoliko vrsta spalionica, a razlikujemo velike spalionice za komunalne sustave te manje spalionice. U manje spalionice ubrajamo spalionice industrijskog otpada, spalionice medicinskog otpada, spalionice animalnog otpada.

Moderne spalionice ovakvog tipa su dvokomorne spalionice, kod kojih se otpad spaljuje u primarnoj komori pod kontroliranim uvjetima, a dimni plin se provodi u sekundarnu komoru gdje se zadržava određeno vrijeme na vrlo visokim temperaturama kako bi se komponente dimnog plina razložile. Ovakve spalionice mogu biti mobilne, s opremom za neovisan rad na terenu (opremljene vlastitim izvorom energije) ili stacionarne. [28]

Spalionice se mogu koristiti za proizvodnju električne energije što bi uvelike smanjilo količine otpada te poboljšalo sliku na odlagalištima na godišnjim razinama u RH. Navedeni primjer iskorištavanja spalionica i proizvodnja električne energije mogli bi predstavljati praktično rješenje za smanjivanje količina otpada na području Splitsko – dalmatinske županije, ali i cijele Republike Hrvatske. S obzirom da se u RH problem vezan za komunalni otpad rješava na razini županija, bilo bi potrebno određeno vrijeme da se izgrade spalionice unutar svake županije jer iziskuju velika financijska sredstva potrebna za izgradnju. Potrebno je pronaći zadovoljavajuće rješenje da bi se izbjeglo plaćanje penala EU, preusmjerile financije te omogućila izgradnja potrebnih objekata za spaljivanje.

### 6.3.4 Tercijarno recikliranje

Kemijsko ili tercijarno recikliranje predstavlja tehnološki proces koji mijenja kemijsku strukturu plastičnog otpada, pretvarajući polimerne materijale u manje molekule, kapljevine i plinove, spremne za upotrebu u novim kemijskim reakcijama. Ove se kemikalije mogu koristiti za stvaranje novih materijala.

Otpadna plastika koja se reciklira procesom termolize, može se podvrgnuti daljnjim procesima kao što su piroliza, rasplinjavanje i hidrogenacija.

Produkti dobiveni kemijskim procesom mogu se kategorizirati kao heterogeni i homogeni produkti.

Procesi poput pirolize i rasplinjavanja razgrađuju plastični otpad na proizvodnju sinteznog plina, kao i drugih tekućih i polutekućih proizvoda. Osim toga, razvijaju se novi procesi depolimerizacije uz pretvaranje nekih vrsta plastike natrag u monomere za proizvodnju netaknute plastike.

Kemijsko recikliranje je komplementarna tehnologija koja može pomoći u preusmjeravanju određenog plastičnog otpada s odlagališta koji se ne može održivo reciklirati mehaničkim postupcima. Primjeri prikladnih tokova za recikliranje sirovine uključuju laminiranu i kompozitnu plastiku, miješane plastike niske kvalitete i onečišćenu plastiku.

Najčešći primjer recikliranja sirovine u Europi trenutno je upotreba plastičnog otpada u visokim pećina, gdje se plastika rasplinjava u sintetički plin i zamjenjuje koks, ugljen ili prirodni plin koji djeluje kao redukcijsko sredstvo za pretvaranje željezne rude i drugih oksidiranih metala u čiste.

Druge tehnologije su u razvoju, ali još nisu dostupne u industrijskim razmjerima.

Produkti ovog postupka mogu se koristiti kao gorivo što je i dokazano. Tehnologija koja stoji iza uspjeha je proces depolimerizacije koji rezultira visokom profitabilnošću i održivim industrijskim programom, osiguravajući visoku stopu proizvodnje uz minimalne količine otpada.

Neke od tehnologija kemijskog recikliranja su:

- Piroliza

- Rasplinjavanje
- Spaljivanje plazmom
- Hidroliza
- Hidriranje
- Recikliranje otpadom

Najčešće se provodi postupak pirolize, rasplinjavanja i spaljivanje plazmom jer mogu zbrinuti najveće količine otpada te je postupak obrade financijski najpristupačniji.

#### **6.3.4.1 Piroliza**

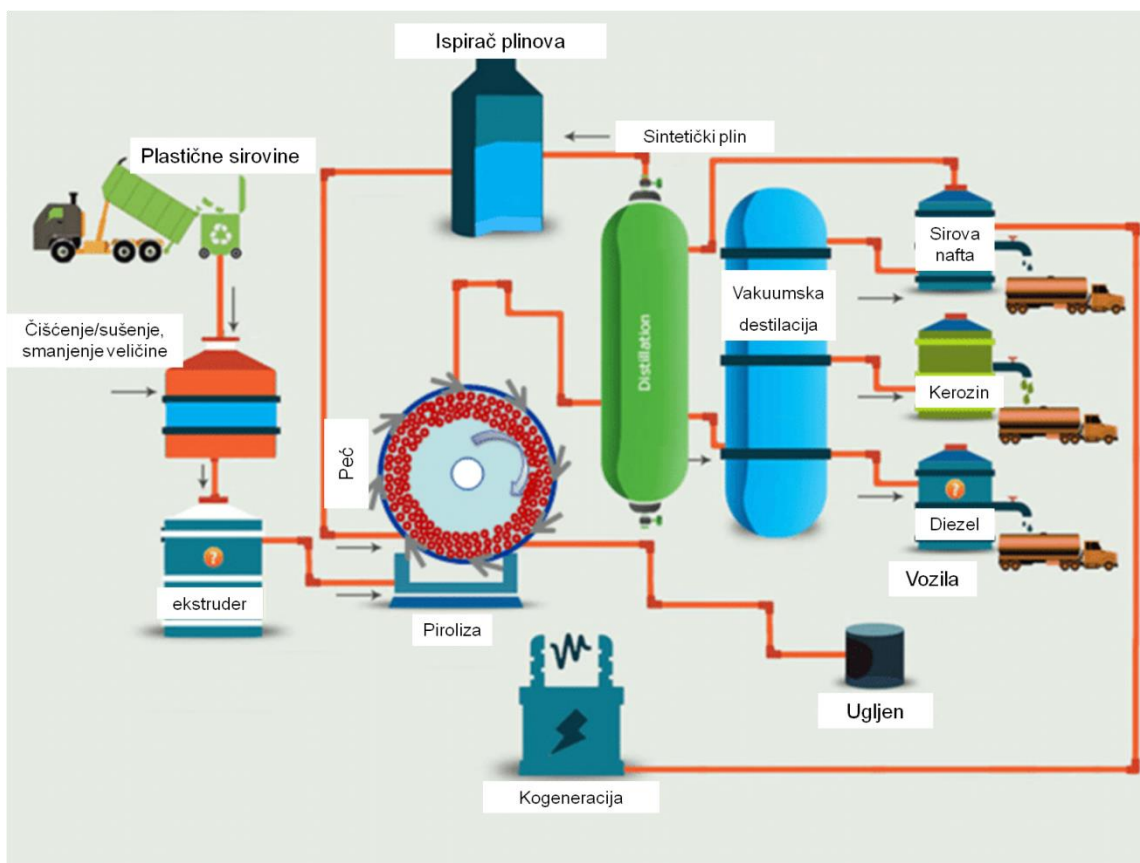
Piroliza jest toplinska razgradnja koja uključuje degradaciju polimernih materijala zagrijavanjem u odsutnosti kisika (obično u atmosferi ispunjenoj dušikom). Pri visokim temperaturama, ovisno o vrsti polimera, dolazi do raskidanja lanca makromolekula. (Slika 58.)

Korištenjem procesa destilacije, pare ugljikovodika mogu se zatim pretvoriti u proizvode u rasponu od teškog voska i ulja do lakih ulja i plina. Plinovita frakcija sadržava metan, ugljikov dioksid, vodik, a pirolitički plin ima kalorijsku vrijednost 10 – 20 MJ/m<sup>3</sup>.

U procesu pirolize plastični otpad razgrađuje se na visokoj temperaturi uz prisutnost katalizatora, pri čemu nastaju sintetski plin i drugi vrijedni nusproizvodi. Nusproizvodi dobiveni postupkom pirolize mogu se koristiti kao gorivo ili sirovina za druge petrokemijske procese, na primjer, u rafineriji ili drugoj kemijskoj industriji (npr. proizvodnja amonijaka, metanola ili etanola), uz vrlo mali utjecaj na okoliš. Neplastični materijal ostaje na dnu komore. Međusobni udjeli raznih vrsta otpada koje se podvrgavanju postupku termičke obrade moraju biti određeni tako da tijekom postupka daju što više električne energije.

Produkti pirolize se mogu preraditi istim postupkom kao i ulje. Koriste se konvencionalne tehnologije rafiniranja za proizvodnju građevnih blokova za polimere. Alternativno, mogu se koristiti izravno kao gorivo.

Uz iskoristivost postrojenja za pirolizu od 80%, procijenjeno je da se otprilike od 1 tone otpadne plastike može dobiti 4,34 barela sirove nafte, a to bi za Republiku Hrvatsku značilo 1 497 300 barela na godinu, a cijena te količine barela iznosila bi približno 396 milijuna kuna. [29]



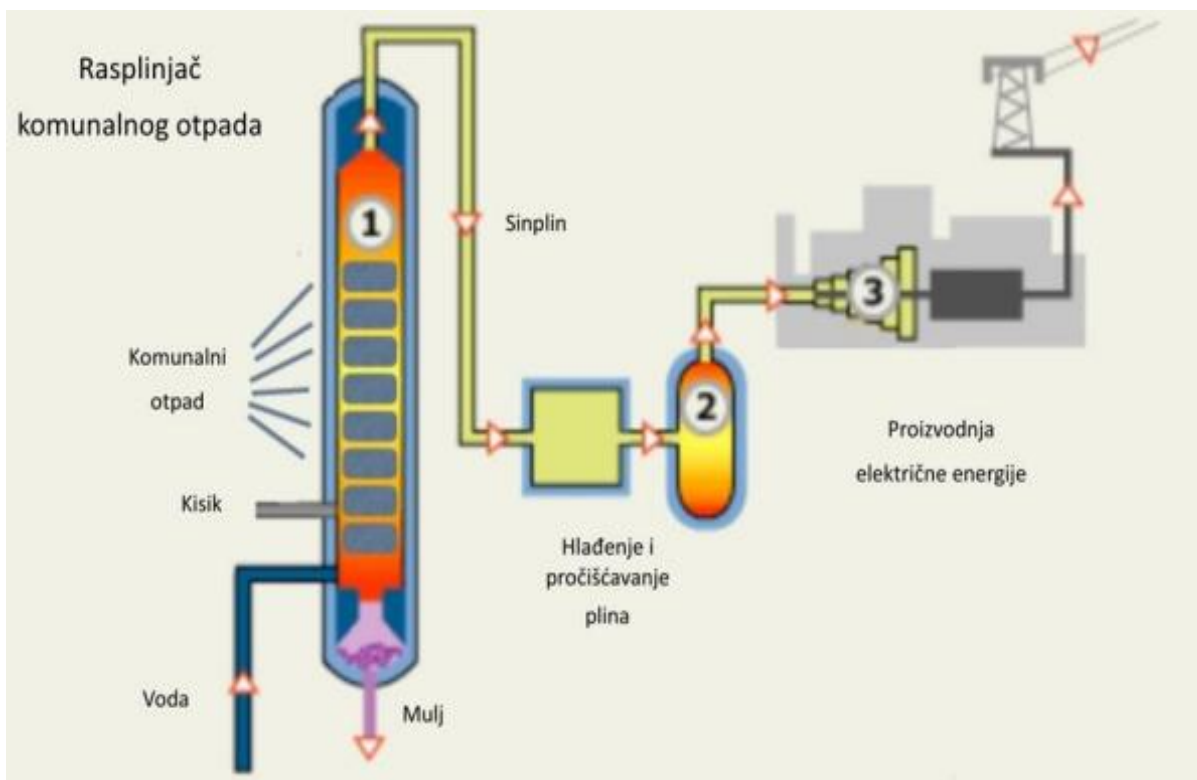
Slika 58. Proces pirolize [29]

#### 6.3.4.2 Rasplinjavanje

Rasplinjavanje je sličan postupak kao i piroliza, a razlika leži samo u krajnjem produktu. Predstavlja postupak nepotpunog sagorijevanja goriva, koje bi u ovom slučaju bilo komunalni otpad, a dobiva se sintetski plin. U reaktore se ubacuje otpad te slijedi proces rasplinjavanja. Visoke temperature uzrokuju razlaganje organskih molekula i tako se stvara sintetski plin. Pri visokoj temperaturi od  $1000^{\circ}\text{C}$  plin napušta reaktor te mu je potrebno sniziti temperaturu za  $400^{\circ}\text{C}$  da ne dođe do nastanka novih spojeva. Kako se plin hladi, stvara se vodena para koja se usmjerava prema parnoj turbini te uz pomoć generatora dolazi do stvaranja električne energije. (Slika 59.) [3]

U tom procesu, dolazi do nastanka jednog zapaljivog plina koji se sastoji od ugljikovog monoksida, vodika i metana i sadrži ugljikohidrate u tragovima poput etana i etena, vode, dušika i različitih onečišćenja (pepeo, katrana). Ukoliko se koristi zrak kao plin za rasplinjavanje, dolazi do nastajanja plina koji ima kalorijsku vrijednost od  $10\text{-}15\text{ MJ/m}^3$ .





Slika 59. Shema postrojenja za rasplinjavanje otpada [30]

Produkti ova dva postupka, pirolize i rasplinjavanja su krute čestice koje uključuju ugljik i metale. [30]

Početni korak procesa rasplinjavanja, kada govorimo o gospodarenju otpadom, jest sakupljanje i priprema otpada. U procesu može sudjelovati otpad koji sadrži dovoljnu ogrijevnu moć, kao što je plastika koja je jako kaloričan agens, koja će rezultirati nastankom sintetskog plina.

Miješani komunalni otpad sadrži veći udio organske materije, koja stvara različite plinovite produkte u uvjetima kada je otpad odložen, zbijen i pokriven na odlagalištima. Anaerobne bakterije djeluju u uvjetima bez kisika te tako dolazi do razlaganja organskih tvari i proizvodnje ugljikovog dioksida i metana. Ugljikov dioksid, koji je topiv u vodi, prilikom padanja oborina, otići će izvan odlagališta putem prirodnih procesa, dok će metan, koji nije toliko topiv u vodi, a ujedno je i lakši od zraka, nastojati „otići“ s odlagališta otpada, no energetska postrojenja čija je uloga rješavanje problema metana, će ga skupiti i spaliti u energetske svrhe.

Najveće količine rastaljenog metala i troske nastaju prilikom rasplinjavanja otpada koji sadrži veći udio anorganskih sirovina, a na taj način dolazi do proizvodnje manjih količina

sintetskog plina. U ovom slučaju, prednost troske jest ta da nije kemijski reaktivna i da se može lako koristiti u daljnjoj obradi, obično kao građevinski materijal. Otpad nije nužno potrebno usitnjavati prije obrade, ali usitnjavanjem se osigurava bolji prijenos topline i brže odvijanje postupka rasplinjavanja. Otpad se dovodi komunalnim vozilima te se istresa u reaktor koji je sličan visokim pećima te započinje proces rasplinjavanja.

Rasplinjavanje nije toliko raširen postupak u termičkoj obradi otpada, ali s vremenom je javnost sve više zainteresirana za takav način obrade jer sadrži konstruktivno rješenje za problem otpada, a to je njegov produkt, energija.

## 7 EKOLOŠKI UČINAK GOSPODARENJA PLASTIČNIM OTPADOM

### 7.1 Problemi uzrokovani termičkom obradom otpada

Spaljivanjem otpada na jedan se način štiti okoliš od nakupljanja i zagađivanja otpadom, no s druge strane pri sagorijevanju nastaju plinovi štetni za okoliš. Plinovi koji nastaju tijekom sagorijevanja otpada, a sadržani su u dimu su metan, ugljikov dioksid, solna kiselina. Ovi plinovi mogu uzrokovati ekološku katastrofu te dovesti do kiselih kiša. Također, može doći do nastanka efekta staklenika, no navedeni efekt ima veću mogućnost nastanka i za vrijeme odlaganja otpada kada u anaerobnim uvjetima dolazi do razvijanja metana koji ima jako visok staklenički potencijal. Nakon pojave kiselih kiša 80ih godina, bilo je potrebno pronaći rješenje kako bi se spriječila ponovna katastrofa i zaštitio okoliš. Problem je riješen uvođenjem vapnenih četki i elektrostatskih taložnika u dimnjake uređaja za spaljivanje i njihova uloga je neutralizacija kiselosti plinova koje sadržava dim.

Ukoliko bi komunalni otpad bio odložen na odlagalište otpada jedna tona komunalnog otpada bi proizvela 62 m<sup>3</sup> metana putem anaerobne razgradnje biorazgradivog otpada. Treba uzeti u obzir da spalionice otpada zbog proizvodnje električne i toplinske energije smanjuju potrebu za proizvodnjom električne i toplinske energije iz drugih postrojenja koja mogu ispuštati visoke emisije CO<sub>2</sub>.

Što se tiče mehaničko – biološke obrade komunalnog otpada, tijekom razdoblja razgradnje otpada kompostiranjem, može doći do razvoja neugodnih mirisa. Postoje tehnološka rješenja koja eliminiraju ili smanjuvaju neugodne mirise, a jedan od njih je preusmjeravanje procesnog plina na filtere prije ispuštanja u atmosferu. Problem je što se često ne može odrediti kvaliteta ulazne sirovine za kompostiranje pa samim tim se ne mogu odrediti ni vrste spojeva koje će nastati i to se posebno ističe kod komunalnog otpada kada se pokušava smanjiti neugodan miris pomoću agensa, ali ti agensi djeluju na druge potencijalne spojeve.

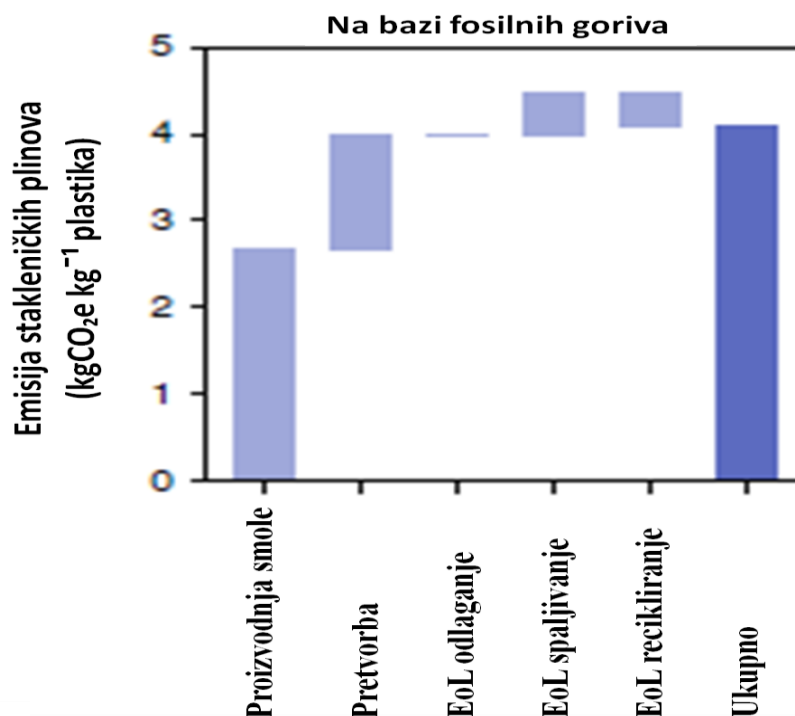
## 7.2 Utjecaj na atmosferu

### 7.2.1 Ugljikov dioksid

Staklenički plinovi su plinovi koji izazivaju efekt staklenika u atmosferi, odnosno zadržavaju toplinu. Iz godine u godinu, razina stakleničkih plinova u atmosferi raste i uzrokuje probleme poput klimatskih promjena, podizanje razine mora, porast temperatura, povećanja upotrebe plastike.

2018 .godine, prema Biltenu o stakleničkim plinovima Svjetske meteorološke organizacije, prosječna globalna koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi iznosila je 407,8 dijelova na milijun, što predstavlja porast u odnosu na 2017. godinu.

Problem s ugljikovim dioksidom je njegovo dugo zadržavanje u atmosferi koje može potrajati stoljećima i povezano je s ljudskim djelovanjem, a u oceanima se može zadržati još i duže. Od ukupne emisije, ljudskim djelovanje u razdoblju između 2009. i 2018. godine, akumulirano je oko 44% CO<sub>2</sub> u atmosferu, 22% u oceanima i 29% na kopno, dok neraspoređeni proračunski udio iznosi 5%. [23]



Slika 60. Emisije stakleničkih plinova prema trenutnom scenariju [23]

Na slici 60. prikazane su emisije stakleničkih plinova prema trenutnom scenariju.

Komunalni otpad sadrži sličan maseni udio ugljika kao i ugljični dioksid. Izgaranjem jedne tone komunalnog otpada nastaje jedna tona CO<sub>2</sub>. Ukoliko bi komunalni otpad bio odložen na odlagalište otpada, jedna tona komunalnog otpada bi proizvela 62 m<sup>3</sup> metana putem anaerobne razgradnje biorazgradivog otpada. Kako je potencijal globalnog zatopljenja metana 21, a masa 1 m<sup>3</sup> metan pri temperaturi od 25°C 40,7 kg, to je jednako 0,854 tona CO<sub>2</sub> (što je manje od jedne tone dobivene izgaranjem). Treba uzeti u obzir da spalionice otpada zbog proizvodnje električne i toplinske energije smanjuju potrebu za proizvodnjom električne i toplinske energije iz drugih postrojenja koja mogu ispuštati visoke emisije CO<sub>2</sub>. [28]

Osim porasta CO<sub>2</sub>, zabilježen je porast metana i dušikovog oksida.

### **7.2.2 Metan**

Metan (CH<sub>4</sub>) je drugi po važnosti staklenički plin koji se dugo zadržava u atmosferi, a forsiranje zračenjem doprinosi s oko 17 %. Oko 40 % metana emitira se u atmosferu iz prirodnih izvora kao što su močvare i termiti, a oko 60 % potječe od ljudskih djelatnosti kao što su iskorištavanje fosilnih goriva, odlagališta otpada i izgaranje biomase. [25]

Na odlagalištima se nalazi biorazgradivi otpad koji u procesu raspada stvara metan koji se ispušta u atmosferu. Na taj način dolazi do povećanja koncentracije metana u atmosferi što može uzrokovati velike ekološke katastrofe, poput globalnog zatopljenja. Ovo je jedan od razloga zbog kojeg je potrebno na odlagalištima smanjiti udio biorazgradivog otpada.

## **7.3 Utjecaj na vodu**

Prije ispuštanja voda iz Centra za gospodarenje otpadom u Lećevici, potrebno ih je pročistiti te tek onda ispustiti u okoliš da bi se isti zaštitio od negativnih utjecaja.

Vode koje će se iz Cetra za gospodarenje otpadom u Lećevici ispuštati u okoliš bit će čiste oborinske vode ili oborinske vode s prometnicama pročišćene na separatoru ulja i masti i kroz infiltracijske jarke, tako da neće utjecati na kvalitetu postojećeg vodnog tijela. Vode koje će se ispuštati u kanalizacijski sustav izvan područja zahvata bit će prethodno pročišćene u uređaju za pročišćavanje otpadnih voda do razina koje su propisane Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/13, 43/14, 27/15, 3/16).

## 8 ANALIZA SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM

### 8.1 Pojam i značenje SWOT analize

SWOT analiza je jedna od metoda analize eksterne i interne okoline poduzeća koja se provodi samostalno ili pak kao sinteza izvedenih specifičnih analiza eksterne i interne okoline. (Slika 61.)

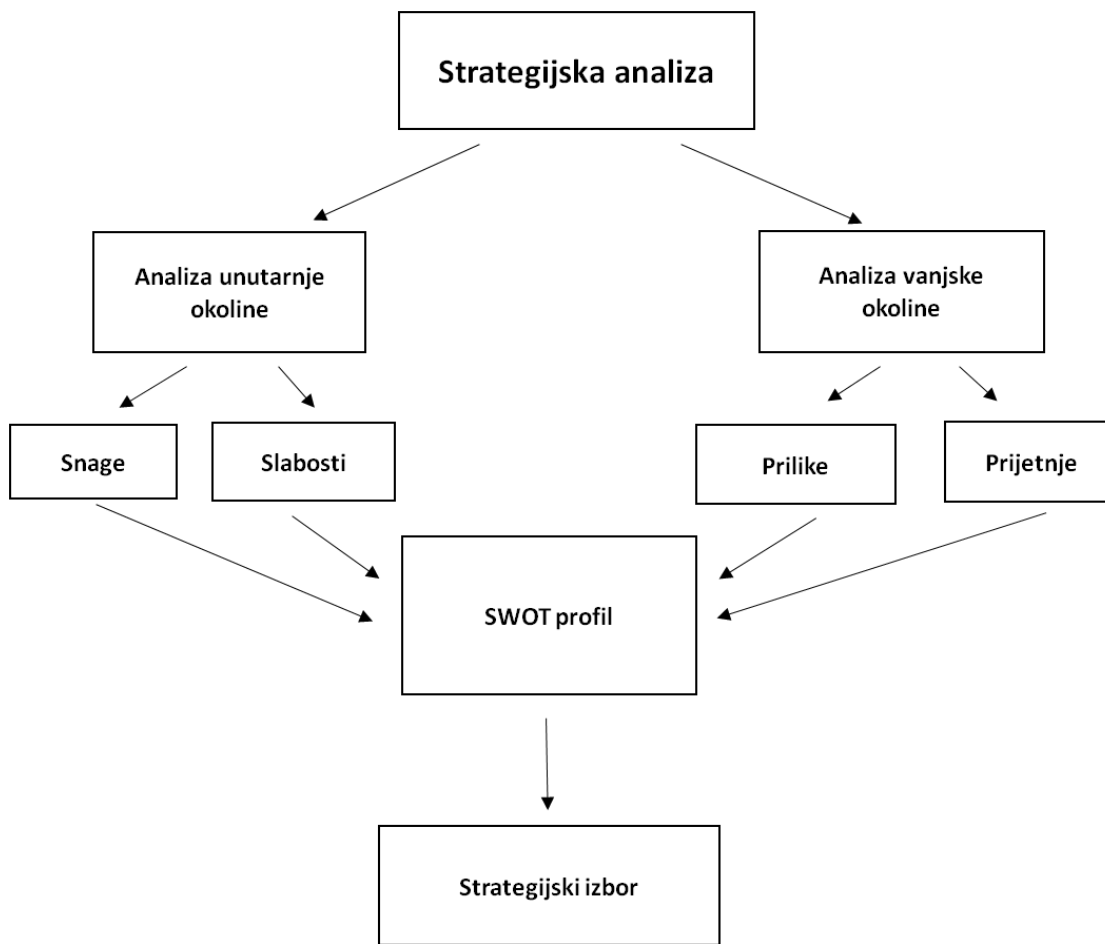
Može se smatrati situacijskom analizom vezanom uz spoznavanje trenutačne pozicije neprofitne organizacije, no njezina je namjena i smisao utvrđivanje perspektiva za budućedjelovanje. Primjenom SWOT analize mogu se utvrditi karakteristike položaja u kojem se organizacija trenutačno nalazi, ali i usmjeravati i predviđati budući položaj. Popularnost i široka prihvaćenost SWOT analize u velikoj mjeri proizlazi iz njezine jednostavnosti i niskih troškova primjene. [14]

Primjenjivati se može:

- kod pojedinaca i organizacija (bez obzira na karakteristike),
- na svim organizacijskim razinama (ako je neprofitna organizacija hijerarhijski ustrojena),
- u svim fazama životnog vijeka pojedinca, organizacije, poduzeća, aktivnosti, programa.

SWOT analiza polazi od toga da poduzeće egzistira u danim uvjetima okoline. Egzistirajući u takvim uvjetima, ono mora sagledati opasnosti i povoljne prilike te slabosti i prednosti. Uz pomoć takvog sagledavanja odabrat će i odgovarajuću strategiju koja će mu omogućiti da iskoristi svoje prednosti i povoljne prilike u okolini. Upravo u tu svrhu poduzeće ima na raspolaganju više metoda od kojih je najpoznatija, a ujedno i najpopularnija SWOT analiza.

SWOT analiza razvijena je kao sredstvo sustavne analize odnosa internih prednosti (S – Strengths) i slabosti (W – Weaknesses), te eksternih povoljnih prilika (O – Opportunities) i prijetnji (T – Threats). SWOT analiza je jednostavna i snažna tehnika za analiziranje snaga i slabosti, prilika i prijetnji s kojima se suočava organizacija i koji joj pomaže da se usmjeri na svoje snage, minimizira prijetnje i kroz kvalitetnu strategiju najbolje upotrijebi prilike koje su joj dostupne kako bi osigurala konkurentsku prednost. [14]



Slika 61. Analiza strategijske situacije [18]

**Snage** - organizacijski čimbenici koji organizaciju čine konkurentnijom na tržištu od drugih organizacija. To je resursna prednost koja organizaciju čini superiornom u zadovoljavanju zahtjeva tržišta i potrošača i time joj daje prednost u odnosu na druge sudionike. Snage nastaju iz posjedovanja jedinstvenih resursa i kompetencija koje posjeduje organizacija, načina njihove uporabe i upravljanja u svrhu postizanja ciljeva. One se moraju analizirati i utvrđivati u odnosu na konkurente i sposobnost zadovoljavanja zahtjeva, odnosno uključivati i vanjsku i unutarnju perspektivu promatranja.

**Slabosti** - ograničavanja ili nedostaci u jednom ili više područja organizacije, njezinim resursima i kompetencijama koji je sprječavaju u postizanju dobrih rezultata u odnosu na konkurente i umanjuju sposobnost uspješnog konkuriranja.

**Prilike** - glavne, povoljne situacije u okolini organizacije koje joj omogućavaju da pojača svoju konkurentsku poziciju i prednost. Trendovi i promjene u okolini izvor su prilika organizacija.

**Prijetnje** - nepovoljne situacije u okolini organizacije koje postavljaju zapreke za temeljnu poziciju organizacije i potencijalno ugrožavaju njezinu sposobnost konkuriranja. To mogu biti nepovoljni trendovi, promjene, novi konkurenti i sve što potencijalno može štetiti organizaciji.

Navedene su specifičnosti i bit uporabe SWOT-a, a to je razlučiti što je ključno za poduzeće u vremenu analize na način da se prepoznaju strateški čimbenici okruženja upravo tog subjekta. U SWOT analizi važno je, osim čimbenika koje je moguće kvantificirati, zabilježiti i one čimbenike koji se ne mogu kvantificirati, a mogu biti samo spomenuti kao kvantificirana izjava ili uvjerenje. [18]

Cilj upravljanja sustavom zbrinjavanja otpada i plastičnog otpada je imati održivi sustav obrade i zbrinjavanja, što znači da treba pronaći rješenje koje ispunjava zahtjeve ekonomske isplativosti, ekološke prihvatljivosti i socijalne prikladnosti. Svaki od prethodno navedenih načina gospodarenja komunalnim otpadom i plastičnim otpadom ima svoje prednosti i nedostatke u odnosu na okoliš, ekonomiju, resurse koji se koriste u obradi te stanovnike koji koriste jedan od sustava. U nastavku su prikazane prednosti i nedostaci pojedinog sustava.



## **8.2 Primjena SWOT analize Centra za gospodarenje otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji**

Centar za gospodarenje otpadom na području Splitsko – dalmatinske županije djelomično bi riješio problem nagomilavanja odloženog otpada pomoću MBO tehnologije, a trenutna odlagališta otpada bi se sanirala i zatvorila. Na taj način bi se zadovoljili uvjeti koje je potrebno ispuniti prema Direktivi. U tablici se nalaze prednosti i nedostaci CGO.

U tablici 16. u nastavku prikazana je SWOT analiza Centra za gospodarenje otpadom.

Tablica 16. SWOT analiza Centra za gospodarenje otpadom

| <b>SNAGE</b>   | <b>SLABOSTI</b>   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izgradnjom CGO smanjio bi se volumen odloženog otpada na području SDŽ</li> <li>• Redovit odvoz otpada s područja JLS, gradova i otoka</li> <li>• Zabrana odlaganja otpada na otocima</li> <li>• Sakupljeni otpad bi se obrađivao te iskorištavao u nove svrhe</li> <li>• Sanacija postojećih odlagališta otpada koja utječu na okoliš te zdravlje lokalnog stanovništva</li> <li>• Odvojenim sakupljanjem te obradom organskog otpada smanjuje se onečišćenje zraka stakleničkim plinovima</li> <li>• Maksimizacija količine obnovljivih sirovina</li> <li>• Proizvodnja visoko kvalitetnog goriva iz otpada definiranih svojstava</li> <li>• Proizvodnja krutog goriva iz otpada</li> <li>• Proizvodnja biostabiliziranog materijala koji se može odlagati</li> <li>• Proizvodnja bioplina za proizvodnju topline i/ili električne energije</li> <li>• Smanjenje stakleničkih plinova</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Udaljenost pretovarnih stanica od centra</li> <li>• Transport – skup sustav</li> <li>• Ograničena količina otpada koji se može obraditi – nedovoljan kapacitet u odnosu na količine otpada koje se trenutno generiraju</li> <li>• Sezonska neravnomjernost – višestruko povećanje otpada</li> <li>• Potreban češći odvoz otpada u vrijeme sezone</li> <li>• Usklađivanje radnog vremena osoba zaduženih za prijevoz otpada s radom PS i CGO</li> <li>• Vlažnost materijala</li> <li>• Utjecaj na procjedne vode, a samim tim i na okoliš</li> <li>• Skupa priprema materijala za obradu</li> </ul> |
| <b>PRIJETENJE</b>  | <b>PRILIKE</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individualna odgovornost korisnika</li> <li>• Divlja odlagališta</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decentralizacija sustava prikupljanja i upravljanja otpadom</li> <li>• Primjena inovativnih tehnologija</li> </ul>   |

Kao glavni čimbenik za poboljšanje CGO navodi se decentralizacija sustava, koja se prvenstveno odnosi na otoke u Splitsko – dalmatinskoj županiji. S obzirom na udaljenost otoka troškovi transporta otpada su relativno visoki. To se posebno ističe u turističkoj sezoni kada se na otocima generira veća količina komunalnog otpada. U odnosu na ostali dio godine, količina generiranog komunalnog otpada na otocima u ljetnim mjesecima je gotovo za 50% veća nego u zimskim mjesecima.

Problem oko predloženog rješenja gradnje MBO postrojenja, što se tiče Republike Hrvatske, leži u činjenici da je potrebno izgraditi MBO – Te centara točno onoliko koliko je i županija (zbog načina zbrinjavanja otpada po županijama u RH), a za takav projekt potrebna je velika financijska potpora. [2]

### **8.2.1 Analiza mehaničkog recikliranja, kemijskog recikliranja i termičke obrade otpada**

Mehaničko recikliranje plastike ima niz prednosti, a neke od njih jesu niža cijena ulaganja, konvencionalna oprema, jednostavnost procesa koji se odvijaju, a u usporedbi s kemijskim recikliranjem ima jako nizak utjecaj na okoliš. Tijekom mehaničkog recikliranja plastike ne dolazi do oslobađanja onečišćujućih tvari jer se voda koja se koristi za čišćenje, u slučaju da se ponovno ne koristi, prethodno obradi da bi se bacila. No, kad se u obzir uzmu postupci kojima je potrebno sirovinu pripremiti za obradu, postupak postaje skup te se koraci svode na najnužnije prije obrade.

Mehaničkim recikliranjem moguće je smanjiti:

- količinu čvrstog otpada na odlagalištima
- pritisak na okoliš za stvaranje sirovina
- emisiju stakleničkih plinova i zagađivača u vodenim tijelima.

Na društveno ekonomskom polju, mehanička reciklaža omogućuje stvaranje radnih mjesta i ponovnu upotrebu sirovina.

Glavni nedostaci mehaničkog recikliranja plastike jesu smanjenje viskoznosti zbog toplinske i hidrolitičke degradacije. Višestrukim recikliranjem gubi se kvaliteta prizvoda.

U tablici 17. prikazane su prednosti i mane kemijskog recikliranja, dok su u tablici 18. prikazane prednosti i mane mehaničkog recikliranja.

Tablica 17. Prednosti i nedostaci kemijskog recikliranja

| <b>PREDNOSTI</b>  | <b>NEDOSTATCI</b>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje otpada koji se odlaže na odlagalištima</li> <li>• Minimiziranje novih resursa koji se koriste za stvaranje kemikalija</li> <li>• Mogućnost obrade heterogenog i onečišćenog plastičnog otpada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Troši najviše energije</li> <li>• Negativan ekološki utjecaj pri proizvodnji novih materijala</li> </ul> |

Tablica 18. Prednosti i nedostaci mehaničkog recikliranja plastike

| <b>PREDNOSTI</b>  | <b>NEDOSTATCI</b>  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niža cijena ulaganja u postrojenja</li> <li>• Konvencionalna oprema</li> <li>• Jednostavan proces recikliranja</li> <li>• Nizak utjecaj na okoliš</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gubitak kvalitete proizvoda</li> <li>• Smanjenje viskoznosti proizvoda</li> </ul> |

Tablica 19. SWOT analiza termičke obrade otpada

| <b>SNAGE</b>   | <b>SLABOSTI</b>   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veliko smanjenje volumena odlagališta ostataka obrade</li> <li>• Smanjenje reaktivnosti otpada</li> <li>• Manje štetni utjecaji na okoliš u odnosu na odlaganja neobrađenog otpada i biološku obradu</li> <li>• Povoljno za otpad s visokim kaloričnim vrijednostima poput plastike</li> <li>• Jedinice s kontinuiranim dovozom materijala</li> <li>• Korištenje energije za zagrijavanje ili proizvodnju električne energije</li> <li>• Proces bez značajnije buke ili mirisa</li> <li>• Potrebna mala površina prostora</li> <li>• Može se locirati blizu izvora otpada čist</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visoki investicijski troškovi i troškovi rada spalionica</li> <li>• Manje povoljno za vlažan otpad i manje kaloričan otpad</li> <li>• Zbog vlažnosti otpada često se za izgaranje mora koristiti dodatno gorivo</li> <li>• Transport je jako skup ako su spalionice smještene daleko od naselja</li> <li>• Potreban stručan kadar za upravljanje postrojenjem</li> <li>• Energetsko iskorištavanje manje nego pri recikliranju organske tvari</li> <li>• Ukupna produktivnost mala za postrojenja s malim kapacitetom</li> </ul> |
| <b>PRIJEDNE</b>  | <b>PRIJETNJE</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogućnost prodaje proizvedene energije → kompenzacija visokih ulaganja</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opasnost radi plinova</li> <li>• Problem s toksičnim metalima u pepelu i emisijama toksičnih plinova</li> </ul>  |

Jedan od glavnih razloga primjene termičke obrade jest nedostatak površina za izgradnju odlagališta i umanjeње troškova transporta (ako se postrojenja grade u naselju ili u njegovoj blizini). Primjenjuje se za obradu miješanog komunalnog otpada, za spaljivanje materijala koji nastaje biološkom obradom otpada te za cijelom miješani otpad odnosno miješani ostatak primarne selekcije na mjestu nastajanja ili u pretovarnim stanicama. Spalionice će imati veću ulogu u gušće naseljenim mjestima. Strategijama EU predviđa se bitno smanjenje korištenja odlagališta. (Tablica 19.)

Tablica 20. Prednosti i nedostaci pirolize/rasplinjavanja

| PREDNOSTI   | NEDOSTATCI   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proizvode plin i ulje koji se mogu koristiti za razne namjene</li> <li>• Kontrola emisije plinova je daleko jednostavnija i jeftinija nego u slučaju spalionica</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje energetske učinkovitosti ako je otpad značajnije vlažan</li> <li>• Velika viskoznost ulja može stvarati problem kod spremanja i transporta</li> </ul> |

Rasplinjavanje nije još toliko raširen postupak u termičkoj obradi miješanog komunalnog otpada zato što je za njegovu primjenu potrebno gorivo razmjerno homogenog sastava što dovodi do toga da je komunalni otpad potrebno prethodno predobraditi. Takav postupak iziskuje veliku financijsku potporu. Postoje postrojenja manjih površina u kojima je rasplinjavanje upotrebljeno za obradu visoko energetskog materijala poput plastičnog otpada. (Tablica 20.) [11]

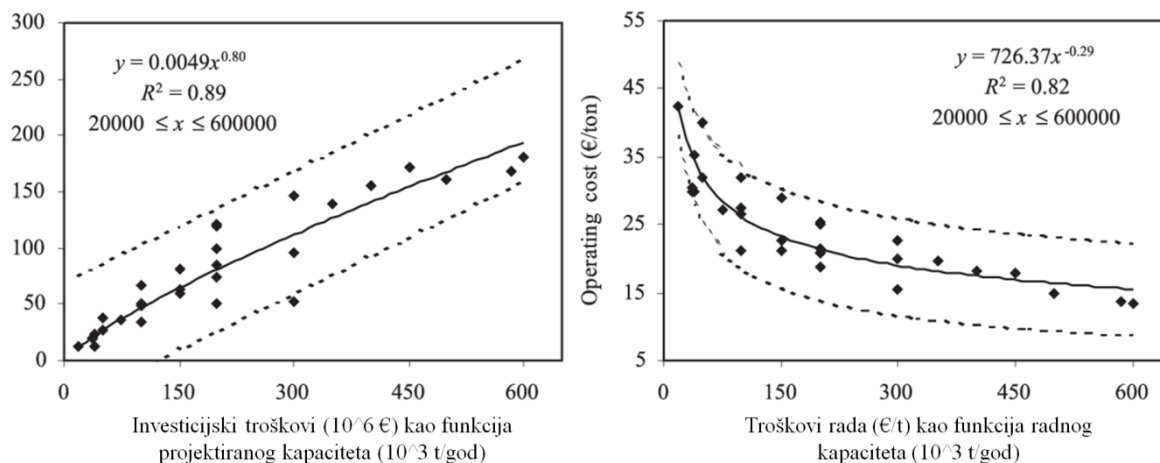
### 8.2.2 Analiza odlaganja otpada

Na području Županije nalazi se nekoliko odlagališta koja su formirana u vrijeme kada propisi o pravilnom zbrinjavanju otpada nisu postojali u današnjem obliku, pa određena odlagališta nemaju aktivne mjere zaštite koje su potrebne da bi se zaštitio okoliš i lokacije na kojima se isti nalaze. Prema Planu o gospodarenju otpada, kada se izgradi Centra za gospodarenje otpadom u Lećevici riješili bi se postojeći problemi vezani za otpad.

Na temelju opisanih odlagališta iz poglavlja 3.6 može se ustanoviti da većina ima isti problem, a to je potreba za sanacijom zbog neadekvatnih uvjeta i problem procijednih voda. S obzirom da se na odlagališta odlaže komunalni otpad u kojem se nalazi i potencijalno najveći problem na odlagalištima otpada, a to je biološko razgradiva komponenta koja je vrlo reaktivna, potrebno je uspostaviti sustav koji će obuhvatiti zbrinjavanje biootpada na praktičan način, a to bi na području SDŽ bio Centar za gospodarenje otpadom koji bi pomoću MBO-a omogućio najbolji način zbrinjavanja biootpada.

### 8.3 Analiza ekonomske isplativosti gradnje spalionica na otocima

Obrada otpada korištenjem energije vrlo je skupa investicija i pogonski pa se zbog toga zajednički trebaju sagledati troškovi transporta i obrade. Troškovi gradnje i investicije povećavaju se usporedno s povećanjem kapaciteta postrojenja, ali je prirast cijene sve manji što je kapacitet veći. Povećanjem kapaciteta postrojenja smanjuju se jedinični troškovi rada. [11]



Slika 62. Funkcije troškova za postrojenje otpad u energiju – spalionice (Izvor: K: Tsilemou, D. Panagiotakopoulos, 2006.)

Prema grafičkim prikazima na slici 62. može se ustanoviti da je u konačnici jeftinije građenje postrojenja velikih kapaciteta. Stvarni trošak odabira ove tehnologije zbrinjavanja otpada dobiva se tek kada se u obzir uzmu i troškovi transporta, odnosno lokacija postrojenja. Ukupni su troškovi najmanji ako su postrojenja u blizini mjesta s kojih se otpad odvozi.

S obzirom da bi se na otocima, ukoliko bi došlo do gradnje, gradile spalionice manjih kapaciteta, može se ustanoviti da se na otocima na području Splitsko – dalmatinske županije ne isplati graditi spalionice jer bi dovele do velikih troškova.

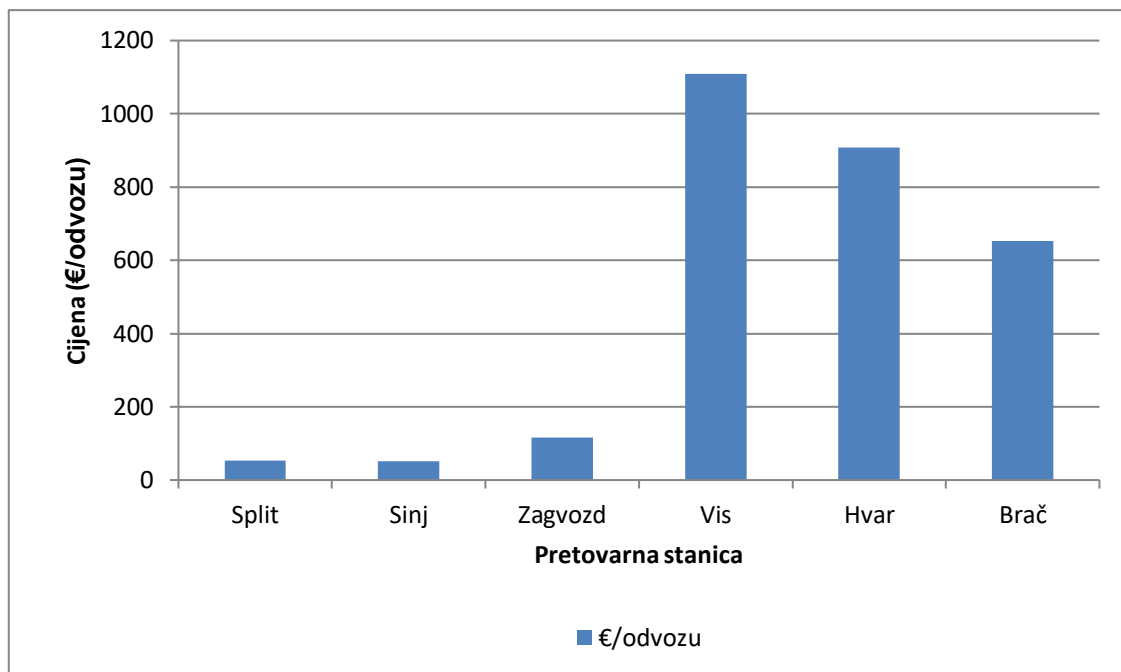


#### **8.4 Analiza ekonomske isplativosti transporta otpada**

Primjena tehnologije termičke obrade otpada stvara transportne troškove, no u manjoj mjeri nego što je to slučaj kod ostalih tehnologija zbrinjavanja otpada, a to je posljedica činjenice da se moderne spalionice, uslijed visokih ekoloških standarda koje moraju zadovoljiti u smislu zaštite od onečišćenja okoliša, mogu smjestiti unutar područja nastajanja otpada. Spalionice su smještene unutar urbanih sredina ili na njihovom samom rubu, što značajno umanjuje transportne udaljenosti unutar sustava.

Kada govorimo o sustavu gospodarenja otpadom u Splitako – dalmatinskoj županiji, transport otpada od pretovarnih stanica do Centra za gospodarenje otpadom u Lećevici je jako skup. Na cijenu prijevoza otpada utječe puno faktora, a to su cijena goriva koja se neprestano mijenja, prometnice, točnije autocesta za koju je potrebno platiti cestarinu, udaljenosti pretovarnih stanica od CGO. Kada je riječ o prijevozu otpada, najveće komplikacije se javljaju pri prijevozu otpada s otoka. Treba naglasiti da u vrijeme turističke sezone dolazi do velikih neravnomjernosti u količinama generiranog otpada pa je potreban češće odvoz otpada, a pogotovo s otoka. Postoje alternative prijevoza otpada s otoka, jedna od njih je prijevoz otpada redovnom linijom Jadrolinije, a druga iznajmljivanje broda. Obe mogućnosti iziskuju velika ulaganja. Razlika u cijenama u odnosu prijevoza s otoka i kopna može se uočiti sa slike 63. na kojoj je prikazan odnos cijene transporta otpada u vozilu nosivosti 40 tona od pretovarnih stanica do CGO.

Prijevozne tarife nisu iste u vrijeme ljetnih i zimskih mjeseci. Ljeti su prijevozne tarife skuplje, a uz samu činjenicu da su tarife skuplje ide i to da je ljeti potreban češći odvoz otpada pa dolazi do velikog porasta cijena. Za vozila sa sjedištem na otocima obračunava se pola tarife, a primjenu ove mogućnosti treba razmotriti i u slučaju prijevoza otpada iz PS u CGO.



Slika 63. Prikaz odnosa cijene transporta otpada u vozilu nosivosti 40 tona od pretovarnih stanica do CGO [4]

## 9 ZAKLJUČAK

Cilj gospodarenja otpadom jest smanjenje utjecaja na okoliš i iskorištavanje mogućnosti otpada kroz uporabu ili odvajanje sirovina koje se mogu upotrijebiti.

Trenutni sustav gospodarenja komunalnim otpadom na području Splitsko – dalmatinske županije može se ocijeniti kao neodrživ i ekološki neprihvatljiv. Jedan od glavnih problema predstavljaju odlagališta otpada koja je potrebno što prije sanirati da bi se zaštitio okoliš te zdravlje građana te nedostatak reciklažnih dvorišta gdje bi građani mogli svrhovito odložiti otpad. U vrijeme sezone, pogotovo na otocima, dolazi do akumulacije velikih količina otpada koje je potrebno zbrinuti.

Navedeni problemi mogli bi se riješiti planiranim sustavom gospodarenja otpadom, odnosno gradnjom Centra za gospodarenje otpadom u Lećeveci, koji bi sadržavao MBO postrojenja. Planiranim sustavom bi se smanjio volumen otpada koji se odlaže te bi se povećala njegova iskoristivost. Problem predstavlja cijena transporta zbog udaljenosti pretovarnih stanica od CGO.

Gospodarenje otpadom plastikom predstavlja ozbiljan problem zbog velikog ubrzanog nagomilavanja i štetnog utjecaja na okoliš, ali plastični otpad predstavlja vrijednu sirovinu koja uporabom može pomoći u gospodarskom i ekonomskom razvoju.

U ovom radu, kao potencijalno rješenje za zaustavljanje trenda rasta plastičnog otpada predstavljeno je nekoliko metoda gospodarenja otpadom plastikom, a to su odvojeno sakupljanje, mehaničko i kemijsko recikliranje te termička obrada otpada.

Na području Splitsko – dalmatinske županije, unutar miješanog komunalnog otpada se nađe oko 20% plastičnog otpada koji se odlaže, a gradnjom MBO postrojenja, takav otpad bi dobio svrhu. U SDŽ zastupljeno je odlaganje plastike u spremnike za miješani komunalni otpad iako je dostupno odvojeno prikupljanje koje predstavlja puno bolje rješenje zbog mogućnosti recikliranja.

Postoje bolji načini iskorištavanja plastike umjesto odlaganja na odlagalištima, koja pri tom nepovoljno utječe na okoliš jer nakon nekog vremena dolazi do ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu. Prilikom odlaganja, plastika ostaje tek zatrpani otpadni materijal.

Gradnja MBO – Te centara predstavlja financijski veliku investicija za Hrvatsku i Splitsko – dalmatinsku županiju, ali pametnim planiranjem izgradnje dovela bi i do smanjenja velikih količina komunalnog otpada, otvaranja novih radnih mjesta te bi se izbjeglo plaćanje poreza EU zbog nerekiclrane plastike.

SWOT analizom prikazane su prednosti i mane pojedinih metoda gospodarenja plastičnim otpadom, te je ustanovljeno da uporaba pirolizom i rasplinjavanjem predstavlja učinkovitu i održivu tehnologiju gospodarenja otpadnom plastikom. Pirolizom plastičnog otpada se dobiva sintetski plin te nusproizvodi koji se mogu iskorištavati kao gorivo, a imaju minimalan utjecaj na okoliš. Tako bi se umjesto nagomilavanja i odlaganja zapravo stvorila svrha plastičnog otpada.

U svijetu je spaljivanje otpada metoda koja se koristi često, ali prilikom izgradnje postrojenja za spaljivanje, potrebno je analizirati i ekonomsku isplativost. Gradnja spalionica na otocima u SDŽ nije optimalno rješenje jer bi izgradnjamanjih postrojenja zahtjevala velika ulaganja. Transport otpada s otoka također iziskuje visoku cijenu, no ipak je isplativije prevest otpada do CGO nego graditi pojedina postrojenja.

Potrebno je educirati stanovnike Hrvatske, kao i svijeta o pozitivnim učincima plastike, probuditi svijest o odvajanju, mogućnostima recikliranja te njenoj upotrebi kao gorivu za proizvodnju energije. Na taj način bi se smanjio volumen otpada koji se odlaže te povećala stopa iskoristivosti otpadne plastike.

## 10 LITERATURA

- [1] 16. Izvješće o stanju okoliša u Splitsko – dalmatinskoj županiji za razdoblje 2008. – 2011.godine, (2012.)
- [2] Andrić, I., Kružna ekonomija u gospodarenju otpadom – izazovi i perspektive, (2021.)
- [3] Bogdan, B., Energetska uporaba komunalnog otpada postupkom rasplinjavanja, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, (listopad, 2010.)
- [4] Brodarski institut, Analiza transportnih putova i pretovarnih stanica za prijevoz otpada iz gradova i općina u Splitsko – dalmatinskoj županiji u Županijski Centar za gospodarenje otpadom u Općini Lećeveica, (rujan 2014.)
- [5] Dolasci i noćenja turista u 2019., DZS (2020.)
- [6] Đurđević, D., Energetsko iskorištavanje otpada, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, (lipanj, 2015.)
- [7] EKONERG - Institut za energetiku i zaštitu okoliša, STRUČNA PODLOGA ZAHTJEVA ZA ISHOĐENJE OKOLIŠNE DOZVOLE ZA ODLAGALIŠTE OTPADA MOJANKA (2017.)
- [8] Idejni projekt, Centar za gospodarenje otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji, Geoprojekt d.d., (kolovoz, 2017.)
- [9] IPZ UNIPROJEKT TERRA, Sanacija i zatvaranje odlagališta otpada „Karepovac“, (2018.)
- [10] Izvješće o komunalnom otpadu za 2017. godinu, MZOE, (2018.)
- [11] Margeta, J., Upravljanje krutim komunalnim otpadom, FGAG Split, (2017.)
- [12] Miličić, J., Gospodarenje otpadnom plastikom, (2020.)
- [13] Oreščanin, V., Procjedne vode odlagališta otpada – kemijski sastav, toksični učinci i metode pročišćavanja, Hrvatske vode, (2014.)
- [14] Petrović, V., SWOT analiza, (studeni, 2019.)

[15] Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine na području Splitsko-dalmatinske županije i objedinjena izvješća jedinica lokalne samouprave (2019.)

[16] Prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije

[17] Radetić, E., Zbrinjavanje polimernog otpada, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, (2016.)

[18] Sikavica, P., Bahtijarević-Šiber, F., Pološki –Vokić, N., Temelji menadžmenta, (2008.)

[19] Sikdar, S., Siddaiah, A., Menezes, P.L., Department of Mechanical Engineering, University of Nevada, (2020.)

[20] Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2011., (2011.)

[21] Studija o utjecaju na okoliš Centar za gospodarenje otpadom Splitsko – dalmatinske županije u Lećevici, IPZ Uniprojekt MCF, (rujan, 2006.)

[22] Mikulčić, P., Analiza životnog ciklusa odlagališta Karepovac, (2016.)

[23] Suh, S., Zheng, J., Strategies to reduce the global carbon footprint of plastic, (svibanj, 2019.)

[24] Turkalj, J., Održivo upravljanje polimernim otpadom, (2010.)

[25] WMO, The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2018, (2019.)

## **INTERNETSKE VEZE**

[26] Analiza transportnih putova i pretovarnih stanica za prijevoz otpada iz gradova i općina u Splitsko – dalmatinskoj županiji u Županijski Centar za gospodarenje otpadom u Općini Lećevica, (rujan 2014.) - <https://rcco.hr/centar-gospodarenje-otpadom/>

[27] Europska strategija za plastiku u kružnom gospodarstvu, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=RO>

[28] Vrste spalionica, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Spalionice\\_otpada](https://hr.wikipedia.org/wiki/Spalionice_otpada)

[29] Rasplinjavanje, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Rasplinjavanje#cite\\_note-4](https://hr.wikipedia.org/wiki/Rasplinjavanje#cite_note-4)

[30] Plazma rasplinjavanje, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Plazma\\_rasplinjavanje](https://hr.wikipedia.org/wiki/Plazma_rasplinjavanje)

[31] Postrojenje za mehaničko – biološku obradu otpada, <https://rcco.hr/postrojenje-za-mehanicke-biološku-obradu-otpada/>

[32] Tomašić, A., Primjena načela kružnog gospodarstva na plastičnu ambalažu, (2018.)  
<https://repository.ffri.uniri.hr/islandora/object/ffri%3A1300/datastream/PDF/view>