

# Ekološki prihvatljiv način gospodarenja komunalnim otpadom

---

**Barabaš, Kristijan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:015020>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-04**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

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

**KRISTIJAN BARABAŠ**

**EKOLOŠKI PRIHVATLJIV NAČIN GOSPODARENJA KOMUNALNIM  
OTPADOM**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac,2016.**



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

**KRISTIJAN BARABAŠ**

**EKOLOŠKI PRIHVATLJIV NAČIN GOSPODARENJA KOMUNALNIM  
OTPADOM**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor: mr.sc. Hrvoje Buljan, pred.**

**Karlovac,2016.**

## **ZAHVALE**

Zahvaljujem se mentoru mr.sc. Hrvoje Buljan dipl.ing.kem.tehn. za izradu ovog završnog rada.

Zahvaljujem se obitelji, kolegama i prijateljima, a posebice majci Marini za potporu, razumijevanje i podršku tijekom protekle tri godine studija i izrade ovoga rada.

|

## **SAŽETAK:**

Potreba za odgovarajućim gospodarenjem otpada nastala je urbanizacijom i povećanjem ljudske populacije. Svakodnevno ljudska vrsta proizvodi sve veće količine, sve složenijeg i sve opasnijeg otpada. Na našoj planeti postoji velik broj različitih vrsta, ali otpad proizvodi samo jedna - čovjek. U ovom radu razrađen je način provođenja gospodarenja komunalnim otpadom u Europskoj Uniji i Republici Hrvatskoj, koji je ekološki najprihvatljiviji način gospodarenja komunalnim otpadom i otpadom općenito, koja su načela kojih se trebamo pridržavati kako bismo odgovorno gospodarili otpadom i koje načine obrade otpada koristimo u obradi komunalnog otpada. Kao primjer Europske politike gospodarenja komunalnim otpadom obrađen je Njemački sustav koji svake godine sve više napreduje i primjer je kako se ispravno gospodari komunalnim otpadom. Eko otok Krk obrađen je kao primjer ekološki zasnovanog sustava gospodarenja komunalnim otpadom nazvanim „od vrata do vrata“ u koji je uključena cjelokupna populacija otoka. Takav sustav zadovoljava stroge europske ciljeve o recikliranju otpada. Ne samo da je uveden ekološki zasnovan sustav prikupljanja otpada, nego otok Krk ima projekt postajanja energetske samoodrživog otoka. Osim korištenja sunčeve energije i energije vjetra, energija se proizvodi pomoću biootpada i otpadnih voda. To omogućava financijske uštede, smanjene energetske troškove, profit prodajom energije i stvaranje novih radnih mjesta.

**Ključne riječi:** otpad, komunalni otpad, Eko otok Krk, Europska unija, Republika Hrvatska

## **ABSTRACT:**

The need for proper waste management arose with urbanization and with the growth of the human population. Everyday the human race produces larger quantities, of more complex and dangerous waste. On our planet exists a large number of different species, but waste is generated only by one of them – human. In this final thesis it is explained how municipal waste is managed in the European Union and in the Republic of Croatia, what is the most ecologically acceptable municipal waste management and waste in general, what are the principles we need to follow to responsibly manage waste and what methods we use in waste processing. The German municipal

waste management system is an example of the European municipal waste management politic, and is an example of how to properly manage waste. Eko island of Krk is an example of ecologically acceptable municipal waste management called „door to door“ that includes the islands whole population. This type of system satisfies strict European waste recycling goals. Not only that the island is using an ecologically based municipal waste management system, the island has an energetically self-sustaining project. In addition to using solar and wind power, energy is being produced by using bio waste and waste waters. It allows financial savings, lower energy costs, profit by selling energy and creates job opportunities.

**Keywords:** waste, municipal waste, Eko island of Krk, European Union, Republic of Croatia

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OTPAD</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 Povijest otpada</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2 Podjela otpada</b> .....	<b>5</b>
2.2.1. Prema mjestu nastanka .....	5
2.2.1.1. Komunalni otpad .....	5
2.2.1.2. Proizvodni otpad .....	8
2.2.1.3. Posebne kategorije otpada .....	9
2.2.2. Prema svojstvima .....	11
2.2.2.1. Inertni otpad .....	11
2.2.2.2. Opasni otpad .....	12
2.2.2.3. Neopasni otpad .....	12
<b>3. GOSPODARENJE OTPADOM</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1. Načela gospodarenja otpadom</b> .....	<b>14</b>
3.1.1. Načelo „onečišćivač plaća“ .....	15
3.1.2. Načelo „odgovornosti proizvođača“ .....	15
3.1.3. Načelo blizine uporabe i/ili zbrinjavanja otpada .....	16
<b>4. GOSPODARENJE KOMUNALNIM OTPADOM U EU</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1. Legislativa u Europskoj Uniji</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2 Njemački sustav gospodarenja komunalnim otpadom</b> .....	<b>22</b>
4.2.1. Berlin .....	25
<b>4.3. Načini obrade komunalnog otpada</b> .....	<b>26</b>
4.3.1 Mehaničko-biološka obrada otpada (MBO) .....	26
4.3.2. Toplinska obrada otpada .....	28
4.3.2.1. Spaljivanje .....	29
4.3.2.2. Piroliza .....	30
4.3.2.3. Rasplinjavanje .....	30
4.3.3. Fizikalno-kemijska obrada otpada .....	32
<b>5. GOSPODARENJE KOMUNALNIM OTPADOM U RH</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1. Legislativa u Republici Hrvatskoj</b> .....	<b>36</b>
<b>5.2. Eko otok Krk</b> .....	<b>42</b>



5.2.1. Razlozi uvođenja novog sustava .....	44
5.2.2. Načini odvajanja otpada .....	45
5.2.2.1. Kante u domaćinstvu .....	45
5.2.2.2. Kante na ulici.....	46
5.2.2.3. Reciklažna dvorišta – POSAM (posebno sabirno mjesto otpada).....	47
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>48</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>50</b>

## POPIS PRILOGA

### **Popis slika:**

Slika 1: Red prvenstva gospodarenja otpadom (Izvor: <a href="http://www.bikarac.hr">http://www.bikarac.hr</a> ).....	14
Slika 2: Spremnici za odvojeno prikupljanje otpada u Njemačkoj (Zeleni – papir, Crveni – staklo, Žuti – plastična ambalaža, Plavi – Ostali otpad) (Izvor: <a href="http://www.dw.com/">http://www.dw.com/</a> ).....	22
Slika 3: Beč – spalionica otpada (Izvor: <a href="http://putopisi.net">http://putopisi.net</a> ).....	29
Slika 4: Usporedba MBO-a, spaljivanja i rasplinjavanja u struji plazme (Izvor: (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012)).....	32
Slika 5: Najveća dopuštena masa otpada koja se godišnje smije odlagati na svim neusklađenim odlagalištima (Izvor: ANONYMOUS, 2015).....	41
Slika 6: Najveća količina biorazgradivog komunalnog otpada koja se godišnje smije odlagati na odlagalištima otpada u RH u odnosu na masu biorazgradivog komunalnog otpada proizvedenog u 1997. godini do kraja 2020. godine (Izvor: ANONYMOUS, 2015).....	41
Slika 7: Udio odvojeno prikupljenog otpada kroz godine (Izvor: <a href="http://www.ekootokkrk.hr">http://www.ekootokkrk.hr</a> ).....	44
Slika 8: Set kanti na ulici (Izvor: <a href="http://www.ekootokkrk.hr">http://www.ekootokkrk.hr</a> ).....	46
Slika 9: Lokacije reciklažnih dvorišta na otoku Krku (Izvor: <a href="http://www.ekootokkrk.hr/">http://www.ekootokkrk.hr/</a> ).....	47

### **Popis grafikona:**

Grafikon 1: Prosječni sastav komunalnog otpada u RH 2015. godine (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	6
Grafikon 2: Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH za razdoblje od 1995. – 2014. godine (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	33
Grafikon 3: Obuhvat stanovništva organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada u RH (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	34
Grafikon 4: Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 2010. do 2014. (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	34
Grafikon 5: Količine komunalnog otpada upućenog na oporabu u razdoblju od 2010. do 2014., RH (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	35

Grafikon 6: Udio komunalnog otpada upućenog na uporabu u razdoblju od 2010. do 2014., RH (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	35
Grafikon 7: Ukupno proizvedene i oporabljene količine komunalnog biootpada u razdoblju od 2012. do 2014. (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu).....	36

### **Popis tablica:**

Tablica 1: Proizvedene količine komunalnog otpada u državama Europske unije u odabranim godinama (kilogram po stanovniku). (Prevedeno prema: <a href="http://ec.europa.eu/eurostat">http://ec.europa.eu/eurostat</a> ) .....	17
Tablica 2: Upravljanje otpadom u EU (2013. god.), kg/po stanovniku (Prevedeno prema: <a href="http://ec.europa.eu/eurostat">http://ec.europa.eu/eurostat</a> ) .....	18
Tablica 3: Postrojenja obrade otpada u Njemačkoj (Prevedeno prema: <a href="http://www.wtert.eu">http://www.wtert.eu</a> ).....	24
Tablica 4: Mogućnosti uporabe izlaznih produkata iz MBO procesa (Izvor: LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).....	27
Tablica 5: Broj spalionica u nekim zemljama EU (Izvor: ETEROVIĆ, 2015).....	29
Tablica 6: Kvantitativni ciljevi za sakupljanje i obradu određenih vrsta otpada odnosno iskorištavanje njihovih vrijednih svojstava (Izvor: Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2015-2021) .....	39
Tablica 7: Ciljevi odvojenog sakupljanja električnog i elektroničkog otpada (Izvor: Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2015-2021).....	40

# 1. UVOD

Otpad nastaje u svim područjima ljudske djelatnosti, od svakodnevnog života u kućanstvima do otpada koji nastaje u uslužnim i proizvodnim djelatnostima. Velik broj otpadnih tvari ljudi ne kontrolirano odbacuju u okoliš gdje se one jako sporo razgrađuju. Nakupinama biološki slabo razgradivih dijelova odbačenog otpada štetno utječemo na životinjski i biljni svijet. Čovjek je kroz godine postao svjestan činjenice da je i on dio biosfere i zahvaljujući napretku tehnologije borba protiv otpada postaje uspješnija.

Komunalni otpad je u Republici Hrvatskoj (RH) već duže vrijeme značajan problem zbog lošeg odnosno neodrživog gospodarenja kojim se komunalni otpad uglavnom odlaže na neuređenim odlagalištima i tako štetno utječe na čovjekovo zdravlje i okoliš. Gospodari se tako da se miješa i odlaže otpad, izbjegavajući time iskorištavanje vrijednih svojstava i tako stvarajući razne štetne utjecaje na okoliš. Za komunalni otpad brinu se komunalne službe u čijoj je nadležnosti redovito prikupljanje i zbrinjavanje komunalnog otpada. Pregledom postojećeg stanje gospodarenja otpadom te u trenutnim i budućim količinama, kao i sastavom otpada, jasna je potreba za rješenjem cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, precizno definiranje komunalnog otpada od mjesta njegova nastanka do mjesta konačnog zbrinjavanja. Krajnji cilj je izmjena sadašnjeg načina zbrinjavanja otpada tako da se postigne održivo gospodarenje u najvećoj mogućoj praktičnoj mjeri. Usklađivanje sa propisima za gospodarenje otpadom u Europskoj Uniji (EU) trebalo bi doći do poboljšanja u gospodarenja otpadom Republike Hrvatske. Cilj ovog rada je objasniti ekološki prihvatljiv način gospodarenja komunalnim otpadom na postojećim primjerima u Europskoj Uniji i Republici Hrvatskoj. Pod ekološki prihvatljiv način gospodarenja podrazumijeva se onaj koji ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i provodi se bez postupaka koji štetno utječu na okoliš. Kao primjer takvog gospodarenja komunalnim otpadom u EU obrađen je Njemački sustav gospodarenja komunalnim otpadom odnosno gospodarenje komunalnim otpadom njemačkog glavnog grada Berlina. Kao primjer ekološki prihvatljivog načina gospodarenja komunalnim otpadom u RH obrađen je sustav gospodarenja komunalnim otpadom otoka Krka. U radu su obrađena načela na kojima se temelji gospodarenje otpadom i obrađeni su načini obrade komunalnog otpada.

## **2. OTPAD**

Kako kroz povijest tako i danas o otpadu pogrešno se kao sinonimi koriste pojmovi otpad i smeće. Smeće je općeniti pojam za sve ono što je odbačeno i nepotrebno, ali ne razvrstano odnosno pomiješano. Navedeno upućuje da je smeće također vrsta otpada, i to nerazvrstani otpad te kao takav ima najmanju vrijednost. Otpad također znači nešto odbačeno, nešto što trenutnom vlasniku više nije potrebno, ali to želi odložiti ili zbrinuti na za to određena mjesta, odnosno prodati, ako je prerada otpada moguća. Otpad je razvrstan i iskoristiv te se često uz njega veže termin „sekundarna sirovina“. Pod otpad se smatraju svi materijalni ostatci sirovina, poluproizvoda i proizvoda koji su za posjednika suvišni i beskorisni, ali koji još uvijek imaju određenu uporabnu vrijednost i teorijski i praktično se još mogu upotrijebiti. Za razliku od otpada, smeće ima vrlo malu uporabnu vrijednost i bavljenje njime ne znači niti teorijsku dobit (HERCEG, 2013).

Otpad je po definiciji svaka tvar ili predmet određen kategorijama otpada, koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti (KIPSON, 2005).

Svi mi svakodnevno proizvodimo otpad u vidu preostale hrane nakon jela, ambalaže koju odbacujemo nakon korištenja nekog proizvoda, stare novine i časopisi koje odbacujemo nakon čitanja, itd. Pošto smo proizvođači otpada znači da smo i posjednici otpada te moramo snositi odgovornost u procesu njegova nastanka i zbrinjavanja.

Otpad se razvrstava prema Katalogu otpada u kojem je otpad razvrstan prema svojstvima i mjestu nastanka. Katalog otpada propisan je Pravilnikom o katalogu otpada koji se objavljuje u narodnim novinama. Vrste otpada označene su šesteroznamenkastim brojevima kojima se identificira djelatnost koja stvara taj otpad. Katalog otpada usklađen je s europskim popisom otpada.

### **2.1 Povijest otpada**

Problemi s otpadom prisutni su od početka čovječanstva. Priroda također proizvodi otpad, ali ona njime više-manje uspješno gospodari. Prije osam do deset tisuća godina prije nove ere,

ljudi su znali da vlastiti otpad treba odvesti dalje od mjesta boravka. To je dokazano arheološkim iskopinama školjki, kostiju životinja, te ostacima glinenog kuhinjskog posuđa. Pronađeni staroegipatski deponiji otpada, stari tri do četiri tisuće godina, ukazuju na to da je i ta civilizacija uredno zbrinjavala otpad izvan mjesta življenja (KUFRIN i sur., 2015).

U antičko doba velik broj europskih i azijskih gradova imao je organizirane načine prikupljanja otpada. Prikupljali su otpad u glinenim posudama te su ga odvozili dalje od mjesta boravka i odlagali na posebna mjesta. U nekim gradovima prikupljale su se fekalije i otpad na takav način da su se odlagale u iskopane jame, koje su se povremeno praznile i čistile. Neki gradovi imali su i propise o čišćenju prometnica, i sakupljanju otpada na javnim površinama. Različiti literaturni izvori spominju različite narode i mjesta na kojima se skupljao otpad, pa su tako Indijanska plemena odlagala kosti životinja koje su im služile za ishranu, a Kinezi su kompostirali zeleni otpad. U gradu Knososu na otoku Kreti utvrđeno je postojanje prvog organiziranog odlagališta otpada nedaleko zidina grada u velikim prirodnim nepropusnim udubljenjima, a u Ateni je oko 2500. godina prije Krista izgrađeno prvo odlagalište otpada, te je organiziran sustav prikupljanja i odvoza otpada.

U srednjem vijeku ljudi su ne odgovorno otpad odlagali na ulice i to ne samo otpad iz kućanstava koji danas nazivamo komunalni otpad, nego i pepeo, fekalije i gnojiva pa čak i uginule životinje. Kao posljedica odlaganja otpada na ulice pojavile su se velike epidemije različitih zaraznih bolesti (kuga, kolera, itd.). Kada su ljudi shvatili da takav ne odgovoran način odnošenja prema otpadu uzrokuje različite bolesti počeli su tražiti načine kako bi na što manje štetan način gospodarili stvorenim otpadom. U Hrvatskoj se u to vrijeme otpad u gradovima bacao na ulice, pa čak i kroz prozore kuća pa je vlast uvela propise o čistoći.

Krajem 19-og. stoljeća započinje gradnja postrojenja za zbrinjavanje otpada, kao alternativa odlaganju otpada. U Engleskoj je 1876. godine izgrađena prva spalionica otpada, a zatim je 1893. godine izgrađena spalionica otpada u Hamburgu (Njemačka). Spalionica u Hamburgu imala je mogućnost uporabe energije za grijanje. Zanimljivo je da je u početku ta spalionica imala poteškoće te je došlo do njene rekonstrukcije. Građena je na temelju engleskih iskustava, a pokazalo se je da je njemački otpad bio drugačiji. Tada je prvi put dokazano da svako postrojenje treba biti projektirano temeljem poznavanja otpada (KUFRIN i sur., 2015). Prva peć za spaljivanje otpada proradila je 1905. gradu Rijeci. Služila je za spaljivanje kućnog otpada, a

proizvodila je struju nominalne snage 102 KW. Sve do 1950. godine smeće se odvozilo zaprežnom konjskom vučom. Od te godine uveden je kamionski prijevoz. U razdoblju od 50-tih do 1980. godina karakteristična je potpuna nebriga za otpad. Bitno je bilo pronaći lokaciju što udaljeniju od naselja (napušteni iskopi, vrtače, rupe i grabe) gdje se otpad samo istresao. Prvi projekt koji se bavio zbrinjavanjem otpada izrađen je 1969. godine pod nazivom „Spaljivanje smeća“ u Poreču. Nije postojalo nikakvo zakonodavstvo koje regulira područje zbrinjavanja otpada. Skupljanje i odvoz otpada bilo je slabo razvijeno i obuhvaćalo je samo širi centar velikih gradova. Tek 80-tih se državni organi aktivno uključuju u rješavanje problema, ali nije donesen niti jedan zakon koji se direktno odnosi na otpad. Izgrađeno je nekoliko novih odlagališta sa svima potrebnim dozvolama (Sisak, Garešnica, Slavonski Brod, Požega, Ivanić Grad ) i pokrenuti su radovi na sanaciji drugih velikih odlagališta (Koprivnica, Osijek, Krapina, Pula, Split, Virovitica, Velika Gorica) (IVKOVIĆ, 2012).

Premda se o zaštiti okoliša govorilo već šezdesetih godina prošlog stoljeća, 1970. godina smatra se prvom godinom razdoblja koje povjesničari nazivaju „dekadom okoliša“ (engl. environmental decade). Rimski klub (asocijacija stručnjaka iz više zemalja sa sjedištem u Rimu, koji istražuju ekološke probleme) je 1972. godine u izvješću „Granice rasta“ upozorio je na eksponencijalni rast proizvodnje i nepoznate granice onečišćenja okoliša (kapacitet okoliša). Iste godine je u Stockholmu održana konferencija UN-a o čovjekovu okolišu. Nastavno je tek 1987. godine Svjetska komisija za okoliš i razvoj (takozvana Komisija Bruntland, koja je nazivana po norveškoj premijerki H. Bruntland) objavila je dokument „Naša zajednička budućnost“ u kojem se ukazuje na potrebu održivog razvitka. U lipnju 1992. godine u Rio de Janeiru, polazeći od izvješća Komisije Bruntland, održana je pod UN-a Konferencija o okolišu uz učešće 179 zemalja. Gospodarstvenici konačno poimaju da je jedna od zadaća, ne samo da se industrijski proizvodi prihvate i troše, nego da se i posljedice sve veće proizvodnje drže pod kontrolom (KUFRIN i sur., 2015).

U suvremeno doba otpad je vrijedan resurs zbog mogućnosti korištenja kao izvora energije (električna energija, toplinska) ali i iskorištavanja kao sekundarne sirovine (razni metali). Koriste se različiti načini obrade otpada kao što je mehaničko-biološka obrada (MBO), fizikalno-kemijska i toplinske obrade otpada (spaljivanje, prioliza, rasplinjavanje). Prema podacima Agencije za zaštitu okoliša (AZO) od ukupno 310 evidentiranih lokacija odlagališta

otpada početkom 2015. godine aktivno je bilo 141 odlagalište, dok su preostala zatvorena ili u postupku sanacije i zatvaranja. Prvo uređenje smetlišta dovršeno je 2003. godine, Prudinec u Jakuševcu (Zagreb). Ulaskom u Europsku Uniju, Rrepublika Hrvatska je dužna provesti unaprjeđenja infrastrukture ali i cjelokupnog sustava gospodarenja otpadom, kako bi smanjila štetne utjecaje otpada na čovjekovo zdravlje i okoliš.

## **2.2 Podjela otpada**

U ovom radu korištena je osnovna podjela otpada, ovisno o mjestu nastanka i prema njegovim svojstvima. Podjela je i predložena u nastavku.

### 2.2.1. Prema mjestu nastanka

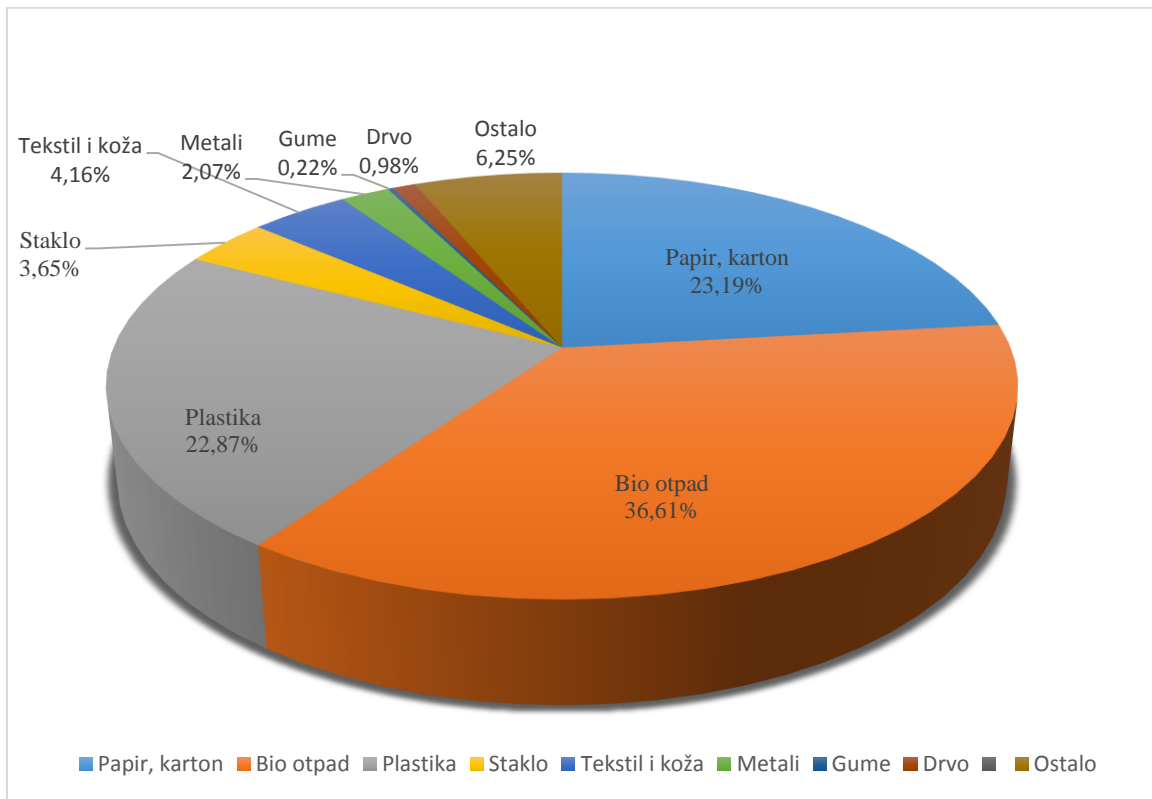
#### *2.2.1.1. Komunalni otpad*

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom komunalni otpad možemo definirati kao otpad koji je nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstava, a ne uključuje proizvodni otpad i otpad iz poljoprivrede i šumarstva.

Komunalni otpad je kruti otpad koji nastaje u stambenim naseljima, a uključuje smeće iz domaćinstava, industrije i obrtništva, vrtni i tržišni otpad, razni komadni otpad, građevinski otpad, ostatke od obrade komunalnih otpadnih voda (PRELEC, 2012).

Biorazgradivi komunalni otpad prema Zakonu o održivom gospodarenju je otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, osim proizvodnog otpada i otpada iz poljoprivrede, šumarstva, a koji u svom sastavu sadrži biološki razgradiv otpad. Biorazgradivi komunalni otpad odnosno zeleni otpad se redovito prikuplja i zbrinjava u nadležnosti komunalnih službi. Ovaj otpad proizvode svi stanovnici i oni su odgovorni za pravilno postupanje. Pravilno postupanje uključuje odlaganje otpada u zelene vreće, smeđe kante ili izravno dovoženje otpada na kompostišta.





Grafikon 1: Prosječni sastav komunalnog otpada u RH 2015. godine (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)

#### Sastav komunalnog otpada:

a) Papir i karton – pod papir i karton spadaju uredski papir, karton, papirnate vrećice, papir za zamatanje, papirnate i kartonske ambalaže ali i različite publikacije kao što su časopisi, novine, katalozi, bilježnice, knjige. Papir i karton možemo reciklirati odnosno ponovno koristiti i tako smanjiti sječu šuma i smanjiti zagađenje okoliša. Odlaze se u plave spremnike koji se nalaze na javnim mjestima.

b) Bio otpad – je otpad pretežito kuhinjski otpad tj. ostaci hrane (ljuske od jaja, vrećice od čaja, ostaci voća i povrća), vrtni i zeleni otpad (cvijeće, granje, lišće, trava). Kompostiranjem ili biološkom razgradnjom bio otpada možemo dobiti humus koji se koristi kao gnojivo za zemlju. Bio otpad se skuplja pomoću smeđih spremnika na javnim površinama.

c) Plastika - plastične vrećice, boce i ostala plastična ambalaža prehrambenih i drugih proizvoda, plastični tanjuri, čaše, kutije za lijekove, posude i plastični pribor te ostali plastični proizvodi.

### 1. PET- Poli (Etilen-Tereftalat)

Najraširenija vrsta plastike koja se uglavnom koristi za boce za vodu, sokove, posude za prehrambene proizvode i ostalu ambalažu. Reciklira se da bi se proizvela poliesterna vlakna, flastera, mekih boca za pića, termo-izolacionih ploča.

### 2. PE – HD - Polietilen visoke gustoće

Koristi se za boce za mlijeko, sokove, jogurt, vodu, deterđente i druge kemijske preparate. Reciklira se da bi se proizvele boce, kutije za namirnice, kante za recikliranje, poljoprivredne cijevi, šalice, plastično drvo.

### 3. PVC - Poli (Vinil-Klorid)

Koristi se za boce za deterđente, šampone i druge Kemijske preparate, kablove i drugi građevinski materijal. Reciklira se da bi se proizvele cijevi, ograde i boce koje se ne koriste u prehrani.

### 4. PE – LD - Polietilen niske gustoće

Koristi se za fleksibilne boce, vrećice za kruh, smrznutu hranu. Reciklira se da bi se proizvele plastične vrećice, razni kontejneri, razne boce, cijevi i razna laboratorijska oprema.

5. PP - Polipropilen - Koristi se za boce za jogurt, sirupe, kečap, medicinske boce, zatvarače za boce. Reciklira se u razne dijelove za vozila i industrijska vlakna.

6. PS – Polistiren - Koristi se za čvršću ambalažu, tanjure, čaše, kutije za lijekove. Reciklira se u raznu uredsku opremu, igračke, videokasete i kutije, izolacijske ploče, ugostiteljska pomagala i proširene polistirenske proizvode.

7. Ostali višeslojni (laminirani) materijali - Ostala plastika: akrilik, polikarbonat, najlon, fiberglas, poliaktid. Ostali plastični proizvodi koji nisu navedeni u gornjem popisu (ANONYMOUS, 2016a).

Plastika se reciklira tako da se odlaže u žute spremnike na javnim površinama. Njenim recikliranjem možemo proizvesti nove, iste ili različite proizvode.

d) Staklo – je otpad koji se u potpunosti može reciklirati. Pod stakleni otpad svrstavamo boce, staklenke, prozorsko i automobilsko staklo, kristalno i optičko staklo, armirano staklo,

laboratorijsko staklo, žarulje i fluorescentne svjetiljke. Na određenim javnim mjestima postoje crni spremnici u koje se stakleni otpad može odložiti.

e) Tekstil i Koža – stara i iznošena odjeća, ručnici, posteljine, zavjese, šeširi, kape ili krpene igračke, ubrusi, otpad iz kožarske, krznarske i tekstilne industrije. Ovakav otpad može se zbrinjavati na reciklažnim dvorištima. Staru odjeću, odjeću koju smo prerasli ili odjeću koja nam više nije potrebna možemo donirati ustanovama poput Crvenog križa ili Caritasa.

f) Metali – su proizvodi primarnih sirovina (rude). Pod metalni otpad spadaju proizvodi od aluminijske, željeza (čelika) i bakra. Također i razna metalna ambalaža, čepovi, aluminijske limenke, folije, čelične konzerve prehrambenih proizvoda, spremnici za sprejeve (dezodoransi, antiperspiranti, insekticidi, repelenti, itd.). Metal možemo reciklirati u reciklažnim centrima ili ga možemo odnijeti na otkup u otkupne stanice.

g) Gume - guma osobnih automobila, autobusa, teretnih automobila, radnih strojeva, radnih vozila i traktora, zrakoplova i drugih letjelica te slični odgovarajući proizvod koje posjednik radi oštećenja, istrošenosti, isteka roka trajanja ili drugih uzroka ne može ili ne želi upotrebljavati te je zbog toga odbacuje ili namjerava odbaciti (ANONYMOUS, 2016b).

Gume možemo sakupljati putem sakupljača otpadnih guma koji imaju ugovor sa Fondom za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Sakupljači ne naplaćuju preuzimanje otpadnih guma. Otpadne gume mogu biti predane i u reciklažnim dvorištima ali se ne smiju odlagati na odlagališta. Mogu se predati i vulkanizeru. Otpadne gume ne smiju se odlagati na odlagališta. Posjednici otpadne gume mogu predati u reciklažno dvorište, vulkanizeru prilikom zamjene guma.

h) Drvo – razni drveni otpad, slama

i) Ostalo – pelene, vrećice od usisavača, različiti sitni kompozitni predmeti (istrošeni upaljači, igračke,...), keramika i porculan, opušci, gume za žvakanje (DOBROVIĆ i sur., 2013).

#### *2.2.1.2. Proizvodni otpad*

Otpad koji nastaje u proizvodnom procesu u industriji, obrtu i drugim procesima, a po sastavu i svojstvima se razlikuje od komunalnog otpad. Proizvodnim otpadom se ne smatraju

ostaci iz proizvodnog procesa koji se koriste u proizvodnom procesu istog proizvođača (SOFLIĆ i BRNARDIĆ, 2015).

Prema zakonu o održivom gospodarenju proizvodnim otpadom se smatra otpad koji nastaje u proizvodnom procesu u industriji, obrtu i drugim procesima, osim ostataka iz proizvodnog procesa koji se koriste u proizvodnom procesu istog proizvođača.

Proizvodni otpad čine:

- građevinski otpad
- proizvodno-rudarski otpad
- poljoprivredni i šumarski otpad
- opasni otpad (ANONYMOUS (2016c).

### *2.2.1.3. Posebne kategorije otpada*

1. Otpadne baterije i akumulatori - sakupljamo odvojeno od komunalnog otpada i drugih vrsta otpada zato jer one sadrže različite opasne tj. toksične tvari poput teških metala. Zbog svojih opasnih svojstava po čovjeka i okoliš spadaju u skupinu opasnog otpada. Gospodarenje otpadnim baterijama i akumulatorima propisano je u Pravilniku o gospodarenju otpadnim baterijama.

2. Ambalaža i ambalažni otpad – su svi oni proizvodi koji nam služe za zaštitu, prijevoz, isporučivanje, rukovanje bez obzira od kojeg je materijala sačinjena (plastika, staklo, karton, drvo, papir). Ambalaža može biti povratna i ambalaža za recikliranje ovisno o znaku koji se nalazi na ambalaži. Ovisno o materijalu od kojeg je izrađena ambalažu možemo odlagati u predviđene spremnike koji su u tekstu prethodno navedeni.

3. Otpadna ulja – otpadno ulje je svako ulje (biljno, životinjsko mineralno, sintetičko, industrijsko izolacijsko i/ili termičko ulje) koje više nije za uporabu kojoj je prvobitno bilo namijenjeno. Razlikujemo otpadna jestiva i otpadna maziva ulja.

Pod otpadna jestiva ulja koja su bio razgradiva i čine neopasan otpad, svrstavaju se sva ulja koja nastaju obavljanjem ugostiteljske i turističke djelatnosti, industriji, obrtu, zdravstvenoj

djelatnosti, javnoj upravi i drugim sličnim djelatnostima u kojima se priprema više od 20 obroka dnevno. Vrijedna su sirovina za proizvodnju bio dizela.

Otpadna maziva ulja su opasni otpad jer jedna litra ulja zagadi milijun litara vode, odnosno trajno onečisti tlo jer najvećim dijelom nisu biološki razgradiva. Vrijedna su sirovina jer se mogu regenerirati i služiti kao sirovina za proizvodnju svježih mazivih ulja, odnosno postupkom materijalne oporabe iz njih dobiti estere za proizvodnju sapuna, sredstava za pranje i slično. Otpadna maziva ulja vrijedan su energent u energetskim i proizvodnim postrojenjima instalirane snage uređaja veće ili jednake 3 MW, jer se takvom oporabom sprječava onečišćenje okoliša.

Gospodarenje otpadnim uljima obuhvaća postupke sakupljanja, predobrade/kondicioniranja i njihovu regeneraciju ili materijalnu oporabu odnosno korištenje u energetske svrhe (ANONYMOUS, 2016a).

4. Električni i elektronički otpad (EE otpad) - spada u posebne kategorije otpada (PKO). Sadržava vrijedne metalne i nemetalne sirovine koje se dobiju materijalnom oporabom (recikliranjem), a mogu se koristiti i u energetske svrhe. Izdvajaju se i dijelovi koji se koriste za ponovnu uporabu.

Kategorije električne i elektroničke opreme:

- veliki kućanski uređaji
- mali kućanski uređaji
- oprema informatičke tehnike (IT) i oprema za telekomunikacije
- oprema široke potrošnje i fotonaponske ploče
- rasvjetna oprema
- električni i elektronički alati (osim velikih nepokretnih industrijskih alata)
- igračke, oprema za razonodu i sportska oprema
- medicinski proizvodi (osim svih implantiranih i inficiranih proizvoda)
- instrumenti za praćenje i kontrolu
- automatski samoposlužni uređaji (ANONYMOUS, 2016a).

5. Otpadna vozila – su vozila na kojima su nastala razna oštećenja (hrđe, štete na automobilu nastale prometnim nesreća, itd.), dotrajalosti vozila ili nekih drugih razloga zbog kojih ih

posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadna vozila se smatraju opasnim otpad pa se moraju rastaviti i odvojiti njihovi opasni dijelovi. Opasnost po okoliš i zdravlje predstavlja nekontrolirano curenje tekućina iz otpadnih vozila stoga se moraju zbrinjavati prema propisanim propisima.

6. Otpadne gume – pravilnikom o Gospodarenju otpadnim gumama definirano je što se smatra otpadnim gumama. To su gume osobnih automobila, autobusa, teretnih automobila, radnih strojeva, radnih vozila i traktora, zrakoplova i drugih letjelica te slični odgovarajući proizvod koje posjednik radi oštećenja, istrošenosti, isteka roka trajanja ili drugih uzroka ne može ili ne želi upotrebljavati te je zbog toga odbacuje ili namjerava odbaciti. Cilj pravilnika je uspostaviti sustava skupljanja otpadnih guma radi oporabe u materijalne i energetske svrhe i zaštite okoliša.

Osim za navedene kategorije otpada, doneseni su i pravilnici kojima se detaljnije regulira gospodarenje nekim drugim otpadima poput građevnog otpada, otpada koji sadrži azbest, medicinskog otpada, otpada koji sadrži poliklorirane bifenile i poliklorirane terfenile (PCB i PCT), otpad od istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina, mulja iz uređaja za pročišćivanje otpadnih voda koji se koristi u poljoprivredi, otpada iz proizvodnje titanovog dioksida te otpadnog tekstila i obuće (SOFLIĆ i BRNARDIĆ, 2015).

## 2.2.2. Prema svojstvima

### 2.2.2.1. Inertni otpad

Inertni otpad je otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama, a određen je Zakonom o otpadu. Inertni otpad se ne otapa, kemijski ne reagira i nije zapaljiv, ne razgrađuje se biološkim putem niti stvara opasne tvari po okoliš i zdravlje ljudi u kontaktu s bilo kojim spojevima. Inertni otpadi imaju minimalan stupanj ispuštanja onečišćujućih i ekotoksičnih tvari, ne ugrožava zrak i površinske i podzemne vode (ANONYMOUS, 2016c).

#### *2.2.2.2. Opasni otpad*

Opasni otpad sadrži tvari koje imaju jedno od ovih svojstava: eksplozivnost, reaktivnost, zapaljivost, nagrizanje, nadražljivost, štetnost, toksičnost, infektivnost, kancerogenost, mutagenost, teratogenost, ekotoksičnost i svojstvo ispuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom. Problematične tvari su opasni otpad koji nastaje u kućanstvu. Te tvari u ukupnom kućnom otpadu sudjeluju od 2 do 5 masenih postotaka. Međutim, zbog velikog sadržaja štetnih tvari izravno ugrožavaju zdravlje ljudi i životinja te predstavljaju opasnost za okoliš. Kako bi se izbjegle te opasnosti potrebno je u svakom kućanstvu problematične tvari odvojeno prikupljati i zatim predati u reciklažna dvorišta ili na točno određena mjesta za prikupljanje opasnog otpada (MILANOVIĆ i sur., 2002).

#### *2.2.2.3. Neopasni otpad*

Neopasni otpad je otpad koji nema neku od značajki opasnog otpada, odnosno nema ni jedno od 14 svojstava nabrojanih u Aneksu III Direktive o otpadu. Čini ga otpad iz poljodjelske, vrtlarske, lovačke, ribarske i primarne proizvodnje, vodenih kultura, pripremanja hrane i pića. Prema podacima Eurostata, EU je 2008. godine generirala oko 2858 milijuna tona neopasnog otpada. Kućni otpad i otpad koje ja sastavom sličan kućnom otpadu (a koji u praksi generiraju komercijalna i javna tijela) predstavlja oko 7,7% ukupnog neopasnog otpada. Rudarstvo i vađenje kamena stvaraju 25% neopasnog otpada. Proizvodna industrija generirala je 2006. godine oko 12% neopasnog otpada (HERCEG, 2013).

### 3. GOSPODARENJE OTPADOM

Gospodarenje otpadom se smatra kao skup aktivnosti, odluka i mjera kojima se želi spriječiti nastajanje otpada, smanjiti količina otpada i njegovog štetnog djelovanja na okoliš. Ono također obuhvaća djelatnosti sakupljanja, prijevoza, uporabe, zbrinjavanja, skrb za zatvorena odlagališta i ostalih djelatnosti vezanih za otpad te nadzor tih djelatnosti.

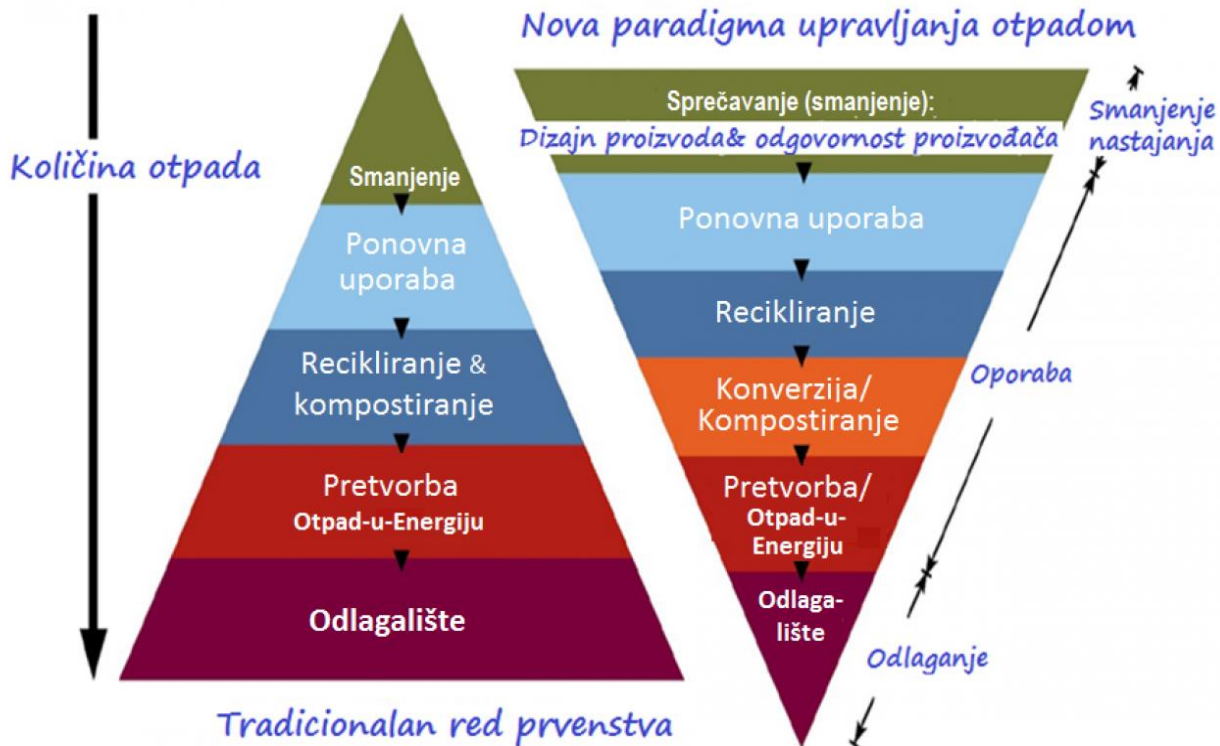
Gospodarenje otpadom provodi se na način koji ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i koji ne dovodi do štetnih utjecaja na okoliš, a osobito kako bi se izbjeglo sljedeće:

1. rizik od onečišćenja mora, voda, tla i zraka te ugrožavanja biološke raznolikosti,
2. pojava neugode uzorkovane bukom i/ili mirisom,
3. štetan utjecaj na područja kulturno-povijesnih, estetskih i prirodnih vrijednosti te drugih vrijednosti koje su od posebnog interesa
4. nastajanje eksplozije ili požara (NARODNE NOVINE, 2013): ZAKON O ODRŽIVOM GOSPODARENJU.

Gospodarenje otpadom predstavlja jedno od prioritarnih pitanja u vezi s okolišem na raznim institucionalnim razinama. Zakonodavstvo o otpadu spadalo je među prve pravne akte Europske unije (EU) povezane s okolišem koji su definirali zajednička načela kako bi se okoliš zaštitio od neodgovarajućeg zbrinjavanja otpada (MEDVEN, 2009).

Suvremene tehnike jamče gotovo potpuno iskorištenje otpada, ali samo uz uvjet razumnog i odgovornog postupanja s otpadom. Na taj se način mogu osigurati veliki pozitivni ekološki prinosi (efekti), a ujedno smanjiti troškovi postupanja s otpadom. Ono što ne smijemo izgubiti iz vida u našem svakodnevnom životu jest to da će svaki novo nabavljeni uporabni predmet jednom postati otpad (računalo, mobitel, igračka, odjeća, obuća automobil...). Stoga je razumno i potrebno već kod nabavke proizvoda voditi računa o mogućnostima postupanja s otpadom. Ovaj je pristup naročito važan u inženjerskoj praksi jer se izborom i dizajnom procesa, opreme, instrumentacije, sirovina ..., može direktno utjecati na svojstva i količine nastalog otpada (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).





Slika 1: Red prvenstva gospodarenja otpadom (Izvor: <http://www.bikarac.hr>)

### 3.1. Načela gospodarenja otpadom

Kako bismo pravilno gospodarili otpadom moramo se pridržavati načela gospodarenja otpadom. Poznavanjem načela možemo djelovati kako bismo spriječili nastajanje otpada, smanjili količine otpada i njegovog štetnog utjecaja na ljudsko zdravlje i okoliš odnosno kako bismo ostvarili ciljeve gospodarenja otpadom. Različite literature spominju različita načela gospodarenja otpadom ali prednost se daje načelima:

1. „načelo onečišćivač plaća“
2. „načelo odgovornosti proizvođača“
3. „načelo blizine uporabe i/ili zbrinjavanja otpada“

Prema Zakonu o otpadu, sve aktivnosti, odluke i mjere u gospodarenju otpadom moraju biti utemeljene na uvažavanju načela zaštite okoliša, uređenih posebnim propisom, poštovanju

načela međunarodnog prava zaštite okoliša, uvažavanju znanstvenih spoznaja i najbolje svjetske prakse (DRMIĆ, 2012).

### 3.1.1. Načelo „onečišćivač plaća“

Načelo „onečišćivač plaća“ (polluter pays) kao ekonomsko načelo usvojilo je 1972. Vijeće Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD), a poslije je razvijeno u glavnim preporukama OECD-a. To načelo detaljnije je razrađeno u Deklaraciji o zaštiti okoliša u Republici Hrvatskoj iz 1992. U hrvatski pravni sustav uvedeno je po uzoru na suvremena zakonodavna rješenja drugih europskih zemalja, a ujedno se primjenjuje i pri obračunavanju troškova gospodarenja otpadom (DRMIĆ, 2012).

Prema ovom načelu troškove gospodarenja otpadom treba snositi izvorni proizvođač otpada, odnosno sadašnji ili prijašnji posjednik otpada. Proizvođač i posjednik otpada trebaju gospodariti otpadom na način koji jamči visoku razinu zaštite okoliša i zdravlja ljudi (HERCEG, 2013).

Proizvođači moraju prihvatiti odgovornost za proizvod već prilikom dizajniranja svojih proizvoda kako bi se smanjio njegov cjeloživotni ciklus utjecaja na okoliš. Oni moraju ograničiti onečišćenje okoliša i snositi troškove za sve poduzete mjere u smislu zaštite okoliša (kao, primjerice, mjere za smanjenje zagađivača okoliša) (DRMIĆ, 2012).

### 3.1.2. Načelo „odgovornosti proizvođača“

Načelo odgovornosti proizvođača zasniva se na načelu “onečišćivač plaća”, a njime se proizvođača određene robe fizički ili financijski smatra odgovornim za čitav životni ciklus te robe i ambalažu u koju je roba pakirana, i onda kad potrošač više ne koristi tu robu. Kad se proizvođače smatra odgovornim za trošak uporabe i odlaganja njihovih proizvoda, povećava se vjerojatnost da će dizajnirati ekonomičnije proizvode koje je lakše rastaviti i ponovno koristiti, kao i reciklirati (MEDVEN, 2009).

Prema Zakonu o otpadu proizvođač otpada je svaka osoba čijom aktivnošću nastaje otpad (izvorni proizvođač) i/ili koja prethodnom obradom, miješanjem ili drugim postupkom, mijenja sastav ili svojstva otpada. Posjednika otpada smatramo proizvođačem otpada ili pravnu ili fizičku osobu koja ga posjeduje.

Nešto šire određivanje tog pojma daje Baselska konvencija o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju, gdje pojam „proizvođač“ obuhvaća bilo koju osobu čijom djelatnošću nastaju opasni otpad ili druge vrste otpada ili, ako ta osoba nije poznata, osobu koja nadzire taj otpad (čl. 2. t. 18.) (DRMIĆ, 2012).

### 3.1.3. Načelo blizine uporabe i/ili zbrinjavanja otpada

Pravilnikom o gospodarenju otpada iz 2014. godine određeni su postupci uporabe i zbrinjavanja otpada i druge obrade otpada u hrvatskom sustavu gospodarenja otpadom. Uvjet je posjedovanje uređaja odnosno opreme za obradu otpada. Oporaba otpada je zapravo postupak kojim se otpad obrađuje radi iskorištavanja u materijalne i energetske svrhe.

Otpad čija se vrijedna svojstva mogu iskoristiti ne mora se uporabiti: (1) ako su troškovi uporabe tog otpada nerazmjerno veći od troškova njegova zbrinjavanja ili (2) ako se zbrinjavanjem otpada manje opterećuje okoliš nego njegovom uporabom, a osobito s obzirom na emisije tvari i energije u zrak, more, vodu i tlo, korištenje prirodnih izvora, energiju koju treba potrošiti ili koju je moguće obnoviti te opasne tvari sadržane u otpadu proizvedenom prilikom uporabe otpada (DRMIĆ, 2012).

Zbrinjavanje otpada je postupak koji se provodi kako je propisano Pravilnikom o gospodarenju otpadom, s tim da je definiran i međunarodnim ugovorima. Tako prema Baselskoj konvenciji zbrinjavanje otpada podrazumijeva skupljanje, odvoz i odlaganje opasnog i drugih vrsta otpada, uključujući i naknadnu brigu o odlagališnim lokacijama. Ovim načelom se izbjegavaju negativni utjecaji i opasnosti prilikom prijevoza otpada kao i problemi pri odabiru lokacija za odlaganje (zbrinjavanje) otpada, što je ne samo tehnološki već i organizacijski zahtjevna zadaća čija implementacija iziskuje velike napore (DRMIĆ, 2012).

## 4. GOSPODARENJE KOMUNALNIM OTPADOM U EU

U Europskoj uniji svake godine proizvode se velike količine komunalnog otpada. Količina proizvedenog komunalnog otpada razlikuje se između zemalja članica. Zahvaljujući statističkom uredu Europske Unije – Eurostatu, koji prikuplja i obrađuje statističke podatke možemo znati koliko i kakve vrste otpada se proizvode.

Tablica 1: Proizvedene količine komunalnog otpada u državama Europske unije u odabranim godinama (kilogram po stanovniku). (Prevedeno prema: <http://ec.europa.eu/eurostat>)

	1995	2000	2004	2008	2011	2014	Promjena (%) 1995-2014
EU-28	/	521	511	520	496	475	/
EU-27	473	523	513	521	497	475	0
Belgija	455	471	485	479	456	435	-4
Bugarska	694	612	599	599	508	442	-36
Češka	302	335	279	306	320	310	3
Danska	521	610	620	741	781	759	46
Njemačka	623	642	587	589	614	618	-1
Estonija	371	453	445	392	301	357	-4
Irska	512	599	737	718	617	586	14
Grčka	/	412	436	458	503	510	/
Španjolska	510	658	600	551	485	435	-15
Francuska	475	514	519	541	538	511	8
Hrvatska	/	262	304	415	384	387	/
Italija	454	509	540	552	529	488	7
Cipar	595	628	684	728	683	626	5
Latvija	264	271	318	345	350	281	6
Litva	426	365	373	428	442	433	2
Luksemburg	587	654	679	697	666	616	5
Mađarska	460	446	454	454	382	385	-16
Malta	395	546	623	674	589	600	52
Nizozemska	539	598	599	600	568	527	-2
Austrija	437	580	574	600	573	565	29
Poljska	285	320	256	320	319	272	-5
Portugal	352	457	445	518	490	453	29
Rumunjska	342	355	349	411	259	272	-20
Slovenija	596	513	485	542	415	432	-28
Slovačka	295	254	261	313	311	321	9
Finska	413	502	469	521	505	482	17
Švedska	386	428	460	483	449	438	13
Ujedinjeno Kraljevstvo	498	577	602	541	491	482	-3
Island	426	462	503	495	320	345	-19
Norveška	624	613	414	487	485	423	-32
Švicarska	600	656	660	736	689	730	22
Crna Gora	/	/	/	/	/	508	/
Makedonija	/	/	/	/	357	370	/
Srbija	/	/	/	347	375	302	/
Turska	441	465	440	400	416	405	-8
Bosna i Hercegovina	/	/	/	/	340	349	/

Prema podacima koje je objavio statistički ured Europske unije - Eurostat za 2014. godinu najviše komunalnog otpada po stanovniku proizvela je Danska sa čak 756 kg., slijede ju Švicarska sa 730kg. i Cipar sa 626 kg. Najmanje komunalnog otpada se proizvelo u Austriji i Rumunjskoj, 272 kg. po stanovniku. Za razdoblje između 1995. do 2014. godine najveće povećanje proizvodnje komunalnog otpada bilježi Malta sa povećanjem od 52%. Za razliku od Malte u istom razdoblju Bugarska je smanjila količine proizvedenog komunalnog otpada za 36%.

Tablica 2: Upravljanje otpadom u EU (2013. god.), kg/po stanovniku (Prevedeno prema:

<http://ec.europa.eu/eurostat>)

	Stvoreni otpad	Zakapanje	Spaljivanje	Recikliranje	Kompostiranje	Zaostali otpad
EU-28	481	147	122	130	71	280
Belgija	439	4	195	151	91	197
Bugarska	432	298	7	108	15	309
Češka	307	173	60	65	9	233
Danska	747	12	404	207	123	417
Njemačka	617	1	218	290	108	219
Estonija	293	40	163	36	15	242
Irska	586	223	93	180	34	372
Grčka	506	409	0	79	19	408
Španjolska	449	270	44	88	46	315
Francuska	530	150	180	110	89	331
Hrvatska	404	332	0	54	7	343
Italija	491	181	99	122	72	297
Cipar	624	491	0	77	57	490
Latvija	312	259	0	33	20	259
Litva	433	270	31	88	32	313
Luksemburg	653	114	226	182	131	340
Mađarska	378	244	34	81	19	278
Malta	570	464	2	32	29	509
Nizozemska	526	8	256	126	137	263
Austrija	578	23	202	133	192	253
Poljska	297	157	20	39	32	226
Portugal	440	222	104	57	57	326
Rumunjska	272	213	32	10	22	272
Slovenija	414	109	2	157	20	237
Slovačka	304	213	32	10	22	272
Finska	493	124	209	94	67	332
Švedska	458	3	228	153	74	231
Ujedinjeno Kraljevstvo	482	165	102	133	77	272

Metode upravljanja otpadom razlikuju se između zemalja članica Europske Unije. Prema podacima Eurostata iz 2013. godine najviše otpada zakopaju Cipar 491 kg. po stanovniku i Malta 464 kg. po stanovniku. Najmanje otpada zakopa Njemačka i to samo 1 kg. po stanovniku. Metodu spaljivanja otpada kao metodu obrade otpada najviše koristi Danska koja spaljuje 404 kg. po stanovniku. Druga po redu je Nizozemska koja spaljuje 256 kg. po stanovniku, dok Hrvatska, Grčka, Cipar i Latvija uopće ne spaljuju otpad. Najveću stopu recikliranja postižu Njemačka sa 290 kg. recikliranog otpada po stanovniku i Danska sa 207 kg. recikliranog otpada po stanovniku. Za razliku od Njemačke i Danske, Slovačka i Rumunjska recikliraju samo 10 kg. otpada po stanovniku. Mehaničko biološku metodu obrade otpada (MBO) - kompostiranje najviše koristi Austrija koja kompostira 192 kg. po stanovniku. Na dnu nalaze se Hrvatska sa 7 kg. i Češka sa 9 kg. kompostiranog otpada. Pod zaostalim otpadom smatra se otpad koji je preostao nakon uporabe. Najviše takvog otpada ima Cipar, 490 kg. po stanovniku.

#### **4.1. Legislativa u Europskoj Uniji**

Temelji politike gospodarenja otpadom u EU sadržani su u Rezoluciji Vijeća Europe o strategiji gospodarenja otpadom (97/C76/01) koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (74/442/EEC) i ostalim propisima o gospodarenju otpadom u EU. Utvrđeno je pet osnovnih načela: hijerarhija gospodarenja otpadom, samodostatnost postrojenja za odlaganje, najbolja raspoloživa tehnika, blizina odlaganja otpada i odgovornost proizvođača. Uz navedena načela, u EU postoje i druga načela kojih se nastoje pridržavati sve članice unije, i to su:

- Zajednička definicija otpada u svim državama članicama – definicija otpada iz Okvirne direktive o otpadu obvezna je za sve države članice i primjenjuje se za sav otpad bez obzira je li on namijenjen odlaganju ili uporabi. Uz to, lista otpada iz Europske liste otpada pruža zajedničku terminologiju za različite vrste otpada;
- Poticanje čistije proizvodnje i korištenja čistih proizvoda;
- Poticanje razvoja, čistije proizvodnje i potrošnje čistih proizvoda omogućuje smanjivanje utjecaja proizvoda na okoliš tijekom njihova vijeka trajanja što se može postići poboljšanim korištenjem resursa, smanjivanjem emisija iz proizvodnje i gospodarenja otpadom;

- Poticanje korištenja gospodarskih instrumenata – cilj ovog pristupa je utjecati na zaštitu okoliša tržišnim mehanizmima: naknade i pristojbe na stvaranje otpada, promet otpadom i njegovo odlaganje; utržive dozvole za emisije kod proizvodnje otpada, utrživi certifikat za recikliranje; uvozne pristojbe na otpad čije zbrinjavanje izaziva dodatne troškove;
- Reguliranje prometa otpadom – potrebno je propisati sustav kontrole i nadzora prekograničnog prometa otpadom uz obvezu država članica EU na uspostavu nacionalnog sustava za nadzor i kontrolu, kako bi se osigurao visoki stupanj zaštite okoliša i ljudskog zdravlja te osigurala provedba načela o gospodarenju otpadom propisanih Direktivom o otpadu 75/442/EEZ (SOFLIĆ i BRNARDIĆ, 2015).

Okvir europske politike gospodarenja otpadom sadržan je u Direktivi o otpadu i ukidanjem određenih Direktivi Europskog Parlamenta i Vijeća 2008/98/EC od 19. studenog 2008. godine. Navedenom direktivom se utvrđuju mjere za zaštitu okoliša i zdravlja ljudi kojima se sprječavaju ili umanjuju štetni učinci proizvodnje i gospodarenja otpadom i umanjuju sveukupni učinci uporabe resursa te poboljšava učinkovitost te uporabe.

Navedena Direktiva definira:

- ključne pojmove vezane uz gospodarenje otpadom (npr. definicije otpada, uporabe, zbrinjavanja, itd.),
- osnovne zahtjeve za gospodarenje otpadom (npr. obvezu da poduzeće koje provodi postupke gospodarenja otpadom mora za to imati dozvolu ili biti registrirano, itd.),
- obveze u gospodarenju otpadom (npr. obvezu da sve države članice EU moraju izraditi planove gospodarenja otpadom, itd.) i
- osnovna načela gospodarenja otpadom (npr. načelo da se s otpadom postupa na način koji nema negativan učinak na okoliš ili zdravlje ljudi, načelo poticaja primjene hijerarhije otpada – sprječavanje, ponovna uporaba, recikliranje, uporaba i zbrinjavanje, načelo onečišćivač plaća – troškove gospodarenja otpadom mora snositi posjednik otpada, prethodni posjednici ili proizvođači proizvoda od kojih je otpad pristigao, itd.) (SOFLIĆ i BRNARDIĆ, 2015).

Uz navedenu Direktivu o otpadu i ukidanje određenih Direktiva Europskog Parlamenta i Vijeća 2008/98/EC, okvir europske politike gospodarenja otpadom čine sljedeće Direktive:

1. Direktiva Europskog Parlamenta i Vijeća 2006/21/EC od 15. ožujka 2006. godine o gospodarenju otpadom od djelatnosti vađenja mineralnih sirovina i koja izmjenjuje i dopunjuje Direktivu 2004/35/EC
2. Direktiva Vijeća 1999/31/EC od 26. travnja 1999. godine o odlagalištima otpada,
3. Direktiva Vijeća 96/59/EC od 16. rujna 1996. godine o odlaganju poliklororanih bifenila i polikloriranih terfenila (PCB/PCT)
4. Direktiva Komisije 94/67/EC od 16. prosinca 1994. godine o spaljivanju opasnog otpada,
5. Direktiva Vijeća 94/31/EC od 27. lipnja 1994. godine koja nadopunjuje direktivu 91/689/EEC o opasnom otpadu,
6. Direktiva Vijeća 91/689/EEC od 12. prosinca 1991. godine o opasnom otpadu,
7. Direktiva Vijeća od 22. prosinca 1986. godine kojom se izmjenjuje i dopunjuje Direktiva 75/439/EEC o odlaganju otpadnih ulja (87/101/EEC)
8. Direktiva Vijeća od 24. siječnja 1983. godine kojom se mijenja i dopunjuje Direktiva 78/176/EEC o otpadu iz industrije titan – dioksida (83/29/EEC),
9. Direktiva Vijeća od 20. veljače 1978. godine o otpadu iz industrije titan – dioksida (78/176/EEC)
10. Direktiva Vijeća od 15. srpnja 1975. godine o otpadu (75/442/EEC)
11. Direktiva Vijeća od 16. lipnja 1975. godine o odlaganju otpadnih ulja (75/439/EEC) (SOFLIĆ i BRNARDIĆ, 2015).

Uz navedene direktive postoji još čitav niz Uredbi i Odluka Vijeća Europske unije i Europske Komisije kojima se propisuje gospodarenje otpadom. Uredbe i odluke se mogu svrstati u četiri osnovne skupine kojima se propisuje:

- Okvir gospodarenja otpadom (npr. odluka Komisije od 21. travnja 1976. godine kojom se osniva Odbor za gospodarenje otpadom – 76/431/EEC, itd.),
- Postupanje s različitim kategorijama otpada (npr. odluka Komisije od 27. veljače 2003. godine kojom se utvrđuju norme za obilježavanje dijelova i materijala vozila sukladno Direktivi 2000/53/EC Europskog parlamenta i Vijeća o otpadnim vozilima, itd.),
- Pošiljke te uzvoz i izvoz otpada (npr. Uredba broj 1013/2006 Europskog parlamenta i Vijeća od 14. lipnja 2006. godine o otpremi pošiljaka otpada, itd.),



- Građevine za obradu i odlaganje otpada (npr. odluka Vijeća od 19. prosinca 2002. godine kojom se utvrđuju kriteriji i postupci za prihvata otpada na odlagalište sukladno članku 16. i Prilogu II Direktive 1999/31/EEC, itd.) (SOFLIĆ i BRNARDIĆ, 2015).

#### 4.2 Njemački sustav gospodarenja komunalnim otpadom

Od zemalja članica EU Njemačka najkvalitetnije gospodari otpadom. Većina komunalnog otpada podvrgnuta je procesima recikliranja i kompostiranja. Njemačka je 90-ih godina bila prva zemlja koja je počela provoditi politiku ograničavanja odlaganja otpada metodom zakapanja. Prema toj politici Njemačka je počela odvojeno prikupljati ambalažni, biološki otpad i papir. Njemačka je 1991. uvela odgovornost proizvođača donošenjem Zakona o ambalažnom otpadu. Načelo odgovornosti proizvođača je temeljno načelo u njemačkom zakonodavstvu o otpadu i prema njemu proizvođač proizvoda je odgovoran za proizvod kad on postaje otpad. To se uvelo samo za neke tipove proizvoda kao što su ambalaža, električna i elektronička oprema, vozila, otapala, otpadna ulja i baterije.



Slika 2: Spremnici za odvojeno prikupljanje otpada u Njemačkoj (Zeleni – papir, Crveni – staklo, Žuti – plastična ambalaža, Plavi – Ostali otpad) (Izvor: <http://www.dw.com/>)

Prema statističkim podacima Eurostata iz 2012. godine količina proizvedenog komunalnog otpada pa stanovniku za 2001. godinu iznosila je 632 kg. a u 2006. godini smanjila se na 564 kg. Ukupna količina proizvedenog komunalnog otpada u Njemačkoj 2001. godine iznosila je 52.1 milion tona i do 2006. godine smanjila se na 46.4 miliona tona. Količina proizvedenog komunalnog otpada porasla je do 2009. godine na 48.5 miliona tona ali u 2010. smanjila se na 47.7 miliona tona. Stopa recikliranja 2001. godine bila je 48 % i do 2008 godine porasla je na 64 % ali se u 2010. godini smanjila na 62 % recikliranog komunalnog otpada. 2001. godine 25 % otpada je zakapano a u 2010-oj godini Njemačka je 0 % svog otpada zakapala a spaljivala je 22 % otpada. Svoje ciljeve zakapanja biorazgradivog otpada za 2016. godinu ispunili su već 2006. god. Količina recikliranog otpada povećala se sa 17.5 miliona tona (34%) u 2001-oj godini na 21.3 miliona tona (45 %) u 2010-oj godini.

Prema podacima Njemačkog Federalnog ureda za statistiku za 2012. godinu u Njemačkoj je 2010. god. reciklirano 2 523 000 tona stakla, 8 000 000 tona papira i kartona, 5 141 000 tona ambalažnog otpada, 586 000 tona električnog i elektroničkog otpada, 1 730 000 tona metalnog, tekstilnog i sličnog otpada, 3 764 000 tona zelenog kuhinjskog otpada iz kućanstava, 726 000 tona otpada organske hrane iz kantina i sličnog otpada i 4 964 000 tona otpada iz vrtova i parkova.

MBO tehnologija, koja se razvila u Njemačkoj, proširila se i na ostale europske zemlje Austriju, Italiju, Švicarsku, Francusku, Veliku Britaniju i brzo se širi na druge europske zemlje. U Europi je instalirano više od 70 MBO postrojenja, od kojih čak više od 40 radi u Njemačkoj. Primjenjuje se i u drugim zemljama izvan Europe (SKOKO i sur., 2010).

Njemački sustav gospodarenja komunalnim otpadom čini oko tisuću komunalnih i privatnih tvrtki koje obavljaju posao prikupljanja, oporabe i zbrinjavanja otpada. Riječ je o širokoj lepezi gospodarskih subjekata – od malih tvrtki s jednim zaposlenim do velikih koncerna. U ukupnoj strukturi javna komunalna poduzeća čine 35 posto, a preostalih 65 posto čini privatni sektor. Tvrtke za gospodarenje otpadom opremljene su vrhunskom tehnologijom za učinkovitu upotrebu otpada kao resursa i za ekološko zbrinjavanje preostalog otpada, kako bi ostvarile ciljeve koje je njemačka vlada postavila za 2020. potpunu oporabu komunalnog otpada kvalitetnim postupcima obrade (ANONYMOUS, 2013).

U Njemačkoj ne postoji nacionalno planiranje gospodarenja otpadom. Odgovornost za gospodarenje otpadom i zaštitu okoliša podijeljena je između nacionalne vlade, federalnih država i lokalnih uprava. Nacionalno Ministarstvo okoliša postavlja prioritete, sudjeluje u stvaranju zakona, brine se za strateško planiranje, informiranost i odnose s javnošću te definira uvjete koje moraju zadovoljiti objekti za obradu i zbrinjavanje otpada. Svaka federalna država donosi svoj akt o gospodarenju otpadom koji sadržava propise koji se nadovezuju na nacionalni zakon kao što je primjerice izrada regionalnih koncepata gospodarenja otpadom i propisa o uvjetima za odlaganje otpada. Svaka federalna država razvija svoj plan gospodarenja otpadom za svoje područje. Prema Zakonu o recikliranju i gospodarenju otpadom za zbrinjavanje otpada iz kućanstava odgovorna je lokalna uprava – najčešće je to područna i gradska uprava. Njihova odgovornost pokriva prikupljanje i prijevoz otpada, promoviranje prevencije otpada i uporabe, planiranje, izgradnju i rad objekata za zbrinjavanje otpada. Općine imaju više praktičnu ulogu kao što je osiguravanje mjesta za prikupljanje otpada (ANONYMOUS, 2013).

Tablica 3: Postrojenja obrade otpada u Njemačkoj (Prevedeno prema: <http://www.wtert.eu>)

KOLIČINA	VRSTA POSTROJENJA ZA OBRADU OTPADA
Približno 1000	POSTROJENJA ZA SORTIRANJE
277	POSTROJENJA ZA KOMPOSTIRANJE BIO OTPADA
672	POSTROJENJA ZA KOMPOSTIRANJE ZELENOG OTPADA
800 do 900	POSTROJENJA ZA FERMENTACIJU SA DOZVOLOM ZA BIO OTPAD
62	POSTROJENJA ZA MBO OBRADU OTPADA
67	POSTROJENJA ZA SPALJIVANJE OTPADA SA STROGIM KONTROLAMA EMISIJA
1	POSTROJENJA ZA PIROLIZU
36	ELEKTRANE KOJE KORISTE GORIVO IZ OTPADA
346	ODLAGALIŠTA OTPADA (PRIJE 1.6. 2005. I NOVOG PROPISA O ODLAGALIŠTIMA OTPADA)
196	ODLAGALIŠTA OTPADA (II. KLASA OD 2006, SAMO PRIJE OBRADENI OTPAD)
166	ODLAGALIŠTA OTPADA ( OD 2010. god.)

#### 4.2.1. Berlin

Iz godine u godinu količina proizvedenog komunalnog otpada u Berlinu se smanjuje. Različite mjere sprječavanja nastajanja otpada pokazale su se učinkovitim, i povećala se količina otpada koja se ponovno koristi i reciklira. Otprilike 80 % komunalnog otpada u Berlinu dolazi iz kućanstava a ostalih 20 % iz komercijalnog sektora (uključujući i pranje cesta). Otpad koji se može reciklirati, naročito papir, staklo, ambalaža i biorazgradivi otpad se prvo odvaja u kućanstvima i poslovnim objektima a zatim ga prikuplja jedna od mnogobrojnih tvrtki za gospodarenje otpadom i prevozi ga na recikliranje (SCHULZE, 2013).

U 1992. godini ukupna količina proizvedenog komunalnog otpada u Berlinu (odloženi i reciklirani otpad) iznosila je 2,594,000 tona. Do 2012. ona se smanjila na 1,481,000 tona što bilježi smanjenje za 43 %. Oko 57 % komunalnog otpada odlaže se u skladu sa propisima, a oko 43 % je reciklirano ili obrađeno koristeći postupke pretvaranja otpada u energiju. Zadnjih godina bilježi se konstantan pad odloženih količina komunalnog otpada zbog smanjenja količina komercijalnog otpada i odvojenog skupljanja komunalnog otpada koji se može reciklirati. Od početka 1990-ih bilježi se značajan rast u količina otpada za odlaganje. U 1992. godini 2,325,000 tona otpada moglo se je odložiti, ali do 2012. se smanjilo na samo 822,000 tona. To iznosi smanjenje više od 60 % godišnjih količina odloženog otpada od 1992. To je rezultat povećanih aktivnosti sprječavanja nastajanja, odvojenog prikupljanja i recikliranja otpada (SCHULZE, 2013).

Berlin ima tri deponije, MBO postrojenje i dva postrojenja za mehaničko-fizičku stabilizaciju. 2008. je oko 54% otpada išlo na spaljivanje. Samo mali ostatak se deponira. Papir i plastika najveća su frakcija ukupnog otpada. Otpad iz kućanstva skuplja se u standardnim kontejnerima i šalje na daljnju obradu. Otpad malih obrta skuplja se na isti način, zajedno sa otpadom iz kućanstava. Cijene odvoza definira komunalno društvo, a odobrava ih gradska vlast. Odvoz glomaznog otpada posebno se naplaćuje. Odvajanje biootpada za kompostiranje sve se više razvija (posebno skupljeni biootpad 8 mil. tona aerobno, izdvojeni iz ukupnog otpada anaerobno. Gruene punkt sistem (proizvođač je sudionik u programu i snosi troškove zbrinjavanja vlastite ambalaže) daje dobru osnovu za odvojeno prikupljanje ambalažnog otpada (i inače smanjenje nepotrebne ambalaže). Berlin naplaćuje odvoz komunalnog otpada i biootpada

ovisno o veličini kontejnera (volumen u litrama – 60, 120, 240, 660, 1100). Pražnjenje 60-litarske kante u dvotjednim intervalima košta 63,5 EUR kvartalno. Dodatna kanta naplaćuje se još 20,20 EUR. 60-litarska kanta za biootpad naplaćuje se 30,50 EUR kvartalno, dodatna još 17,6 EUR. Za reciklažu postoji 15 reciklažnih centara kamo stanovnici mogu sami dovesti i besplatno zbrinuti tu vrstu otpada (POLONIJO, 2014).

### **4.3. Načini obrade komunalnog otpada**

Postupci obrade komunalnog otpada objašnjeni su u ovom potpoglavlju. Pod obradu komunalnog otpada smatramo svaki postupak uporabe ili zbrinjavanje otpada i postupke pripreme prije uporabe ili zbrinjavanja otpada. Otpad oporabljujemo kako bismo iskoristili neke njegove korisne tvari u svrhu stvaranja energije ili nekakve materijalne svrhe. Koristimo različite postupke kako bismo oporabili otpad: mehaničko–biološki, fizikalno-kemijski ili toplinski procesi. Otpad se razvrstava i mijenjaju se značajke odnosno struktura i sastav otpada kako bismo smanjili njegovu količinu i/ili opasnost po okoliš i ljudsko zdravlje. Otpad se oporabljuje na takav način da se ne ugrožava ljudsko zdravlje i okoliš korištenjem postupaka koji su štetni u najmanjoj mogućoj mjeri.

#### **4.3.1 Mehaničko-biološka obrada otpada (MBO)**

Koncept MBO otpada razvio se kao posljedica težnje da se reducira količina biorazgradivog otpada koji se odlaže na odlagalištima te da se sustavom automatske separacije omogući povrat korisnih sirovina iz otpada. S obzirom na to da je do sada razvijen velik broj varijanti MBO-a, pod tim su pojmom obuhvaćena postrojenja s velikim razlikama u tehničkoj opremljenosti i uvjetima rada (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).

Europska direktiva o otpadu 2008/98/EC postavila je osnovne zadatke u zbrinjavanju otpada: sprječavanje nastajanja otpada, ponovna uporaba (operacija kojom se proizvod ili komponente koje nisu otpad, ponovno rabe s istom svrhom (povratne boce)), recikliranje (znači bilo koju operaciju obnavljanja iz koje iz otpada nastaje proizvod izvorne ili druge namjene),

ostalo obnavljanje (energetsko iskorištavanje i sl.) (sve operacije koje rezultiraju uporabom otpada u korisne svrhe zamjenom drugih materijala, ili se otpad priprema da ispuni funkciju zamjene u postrojenju), odlaganje. Direktiva također zahtijeva smanjenje količine biorazgradivog otpada, a obrada mora ispuniti visoke zahtjeve ekološke zaštite okoliša. Također se traži izdvojeno skupljanje najmanje papira, plastike, metala i stakla, koji do 2020. godine mora dostići 50% težinskog udjela u otpadu (SKOKO i sur., 2010).

Tablica 4: Mogućnosti uporabe izlaznih produkata iz MBO procesa (Izvor: LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012)

IZLAZNI PRODUKT	PRIMJENA
Kompost	<ul style="list-style-type: none"> <li>- u šumarstvu</li> <li>- za poboljšanje kvalitete zemljišta</li> <li>- za poboljšanje kvalitete pašnjaka</li> <li>- u vrtovima</li> </ul>
Gorivo iz otpada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sekundarno gorivo spaljivanje u termoelektranama</li> <li>- sekundarno gorivo u cementarama</li> <li>- sekundarno gorivo za industrijske energane</li> <li>- gorivo za energane na otpad („spalionice otpada“)</li> </ul>
Bioplin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- proizvodnja električne energije i topline (kogeneracija)</li> <li>- miješanje sa zemnim plinom</li> <li>- proizvodnja plina za promet i industriju</li> </ul>
Ostatak za odlaganje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odlaganje na odlagalištima</li> <li>- biostabilizirani ostatak prikladan za odlaganje na odlagalištima</li> </ul>

Uvođenjem obrade otpada (MBO metode) se zadovoljava Direktiva EU-a o otpadu razvijen je veliki broj varijanti MBO postrojenja s velikim razlikama u tehničkoj opremljenosti i uvjetima rada. Ovaj proces se zasniva na konceptu kombiniranja mehaničke(M) i biološke(B) obrade(O) otpada kako bi se postigli sljedeći ciljevi:

- maksimiziranje količine obnovljivih sirovina (staklo, metal, plastika, papir, i dr.);
- proizvodnja komposta i obrađenog materijala sličnih kompostu (engl. CLO);
- proizvodnja krutog goriva iz otpada (eng. RDF);
- proizvodnja bio-stabiliziranog materijala za odlaganje;
- proizvodnja bioplina za proizvodnju toplinske i/ili električne energije;
- proizvodnja visoko kvalitetnog krutog goriva definiranih svojstava (engl. SRF)

(SKOKO i sur., 2010)

Osim primarnih produkata koji mogu nastati MBO procesom (kruto gorivo, bioplin, kompost, biostabilizirani ostatak), u svim MBO procesima nastaju i sekundarni izlazni produkti kao što su: materijali koji se mogu oporabiti/reciklirati (papir, metali, plastika), otpadni materijal koji se odlaže na odlagalište, otpadne vode i emisije u zrak (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).

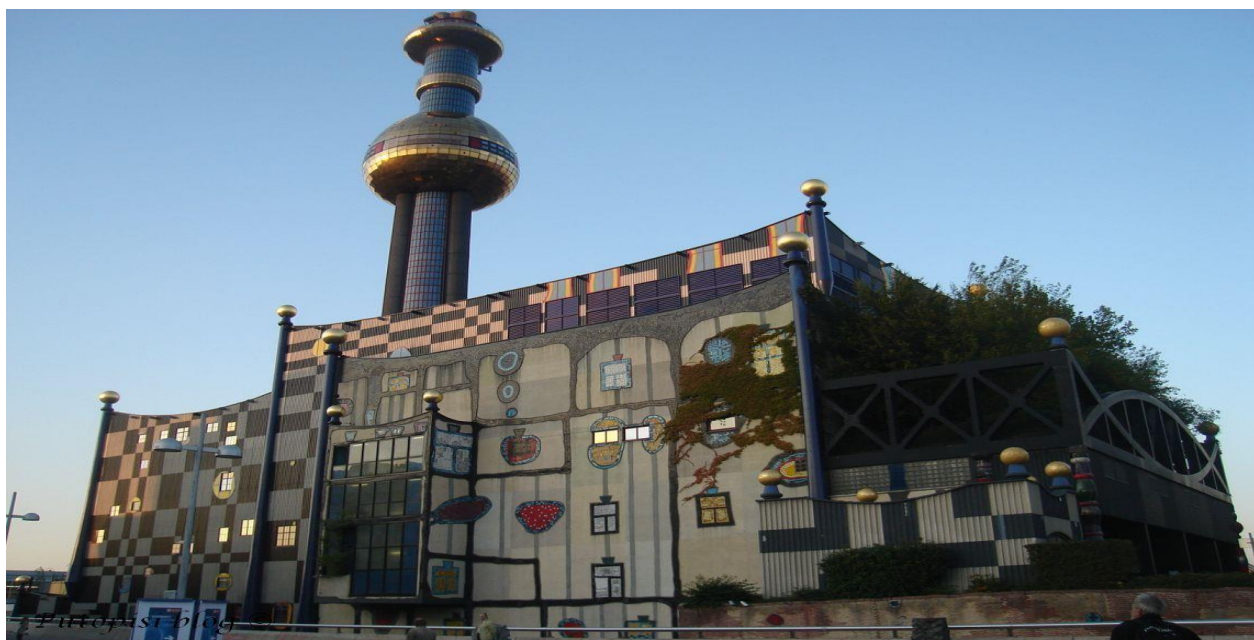
Kompostiranje biootpada je prioritetna mjera suvremenog gospodarenja otpadom koja se po svojoj vrijednosti izjednačava s postupcima izbjegavanja i smanjivanja otpada (KIPSON, 2005).

#### 4.3.2. Toplinska obrada otpada

Za obradu ostatnog otpada u gusto naseljenim područjima, osobito su važni termički postupci, koji osiguravaju energijsko recikliranje otpada te materijalno recikliranje ostataka termičke obrade (šljake i pepela). Termički postupci (spaljivanje, piroliza, rasplinjavanje), uz kvalitetnu mineralizaciju otpada, jamče gotovo potpuno izbjegavanje odlaganja otpada. Svako ne kontrolirano paljenje otpada izuzetno je opasno. Stoga kod svake termičke obrade otpada treba najveću pozornost posvetiti zaštiti okoliša (MILANOVIĆ i sur., 2002).

#### 4.3.2.1. Spaljivanje

Spaljivanje je u svijetu najčešće rabljeni postupak termičke obrade otpada. Gotovo da nema većeg europskog grada koji nema energanu na otpad (spalionicu). U osnovi je energana na otpad gotovo identična termoelektrani na čvrsta goriva. Punu ekološku i ekonomsku efikasnost energana na otpad postiže uz pažljivo projektiranje i uklapanje u lokalne uvjete za potpuno iskorištavanje proizvedene energije iz otpada (MILANOVIĆ i sur., 2002)



Slika 3: Beč – spalionica otpada (Izvor: <http://putopisi.net>)

Tablica 5: Broj spalionica u nekim zemljama EU (Izvor: ETEROVIĆ, 2015)

ZEMLJA	SPALJENI OTPAD (u kilotonama)	BROJ POSTROJENJA
Njemačka	17 400	66
Francuska	13 600	128
Nizozemska	5 575	11
Švedska	4 100	30
Danska	3 500	30
Italija	3 100	57
Velika Britanija	3 000	15
Belgija	2 500	18
Španjolska	1 700	11



#### 4.3.2.2. Piroliza

Piroliza podrazumijeva termičko-kemijski proces razgradnje organskog sadržaja na povišenim temperaturama bez prisutnošću kisika. Uključuje simultanu promjenu kemijskog sastava i fizičkog stanja, i sam proces je ireverzibilan. Sličan proces se odvija u prirodi u požarima gdje drvena građa i vegetacija dolazi u kontakt s lavom u vulkanskim erupcijama. Tijekom procesa pirolize dolazi do nastanak plinske (tzv. pirolitički plin), kapljevite (pirolitičko ulje) te krute (kruti ostatak bogat ugljikom tzv. gar (engl. char)) komponente. Sličan proces se primjenjuje u industriji za dobivanje koksa, metanola, itd. kojeg dolazi do razlaganja organskih molekula pri povišenoj temperaturi i u odsutnosti kisika.

Prema rasponu temperatura pri kojima se odvija piroliza, mogu se razlikovati tri varijante:

- niskotemperaturna do 500°C;
- srednjetemperaturna od 500°C do 800°C;
- visokotemperaturna viša od 800°C (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).

S povećanjem temperature reakcije povećava se i udio pirolitičkog plina u produktima reakcije, a smanjuje se udio krute i tekuće faze. Pirolitički plin se obično spaljuje, a kruta se faza ili spaljuje ili prvo rasplinjuje, a zatim se spaljuju nastali plinovi. Dimni se plinovi mogu uvesti u generator para te se dobivena para iskorištava za grijanje ili pokretanje turbine spojene s električnim generatorom (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).

#### 4.3.2.3. Rasplinjavanje

Rasplinjavanje je proces tijekom kojega se pri povišenoj temperaturi (>700°C) u reaktor s gorivom bogatim ugljikom dovodi sredstvo za rasplinjavanje (npr. kisik, vodena para, zrak ili ugljični dioksid). Produkt reakcije je mješavina plinova poznata pod nazivom sintetski plin (syngas). Sintetski plin dobiven rasplinjavanjem može se spaljivati, iskoristiti u postrojenjima za kogeneraciju ili se može upotrijebiti za sintezu različitih tekućih ugljikovodika nekom varijantom Fischer-Tropsch procesa. Rasplinjavanje još nije raširen postupak u termičkoj obradi otpada, ali

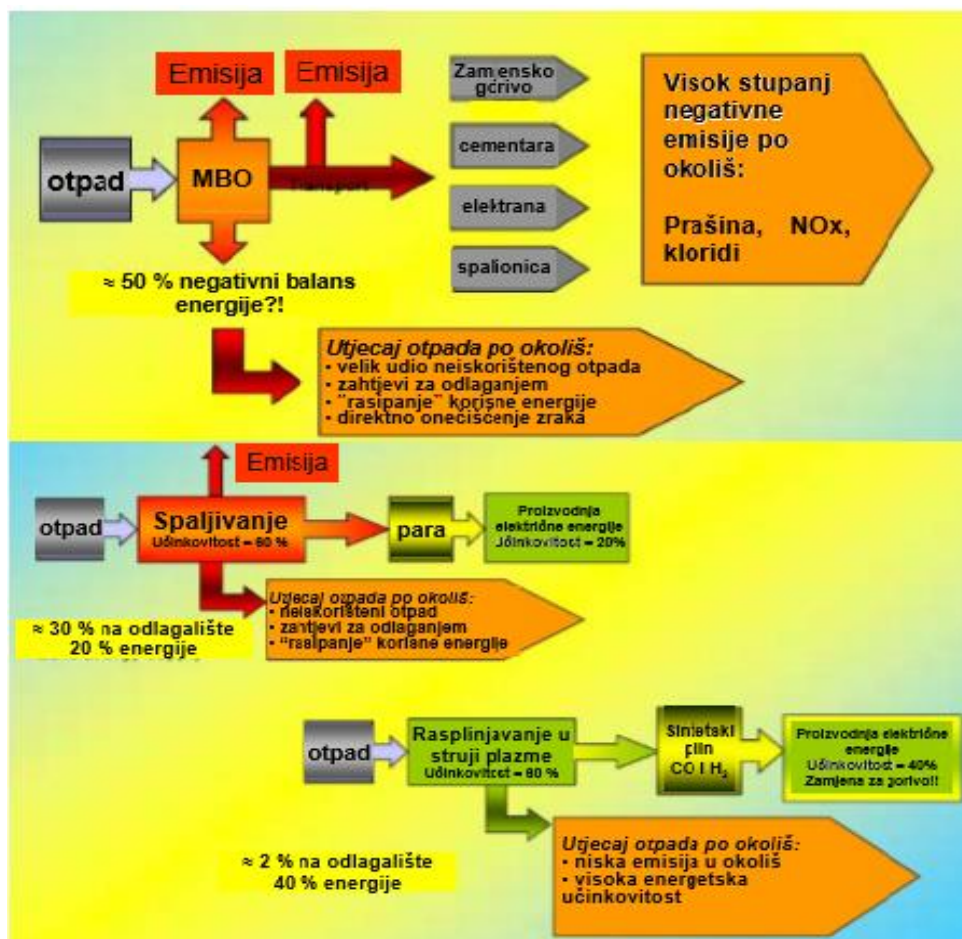
zaokupljuje sve veću pažnju kako potencijalnih budućih investitora tako i regulatornih agencija te šire javnosti iz razloga jer se na prilično siguran način može riješiti problem otpada, te iz njega dobiti prijeko potrebna energija. Naravno, sam proces ima nekoliko modifikacija, prvenstveno u smislu načina provedbe rasplinjavanja, tj. primijenjenog tipa tzv. rasplinjača. Tako postoje primjerice princip primjene reaktora:

- s fiksnim slojem kroz koji se sredstvo za rasplinjavanje dovodi ili u istom ili nasuprotnom smjeru od ulaza goriva bogatim ugljikom

- s fluidiziranim slojem

- s strujom plazme

Ovisno o primjeni određene tehnologije, tj. izvedbe reaktora za rasplinjavanje, kao i tipu i kvaliteti ulazne sirovine (gorivo bogato ugljikom, npr. otpad), količina i produkti koji izlaze iz samog procesa mogu biti različiti. U biti, razlikuje se udio komponenti sintetskog plina čime se određuje njegova energetska vrijednost, postupci potrebni za njegovo pročišćavanje, te kvaliteta krutog ostatka. Osim toga, da bi se sintetski plin mogao upotrijebiti kao gorivo za „kogeneraciju“ u svrhu dobivanja toplinske i električne energije, ulazna goriva tvar mora biti relativno homogenog sastava, što znači da je za komunalni otpad potrebna predobrada. Postoje manja postrojenja u kojima je rasplinjavanje upotrijebljeno za obradu tekućega opasnog otpada ili za obradu visokoenergetskih materijala kao što je plastični otpad. Također, tijekom termičke obrade komunalnog otpada rasplinjavanje se može primijeniti nakon pirolize kao metoda za naknadnu obradu krute faze. Posebno zanimljiva je primjena plazme u procesu rasplinjavanja. Njena uloga, ovisno o dostupnoj tehnologiji, može biti dvojaka: ili se koristi za samo rasplinjavanje organske komponentne ili se koristi za pročišćavanje nastalog plina nakon „klasičnog“ spaljivanja (LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012).



Slika 4: Usporedba MBO-a, spaljivanja i rasplinjavanja u struji plazme (Izvor: LONČARIĆ BOŽIĆ, 2012)

#### 4.3.3. Fizikalno-kemijska obrada otpada

Različite tehnologije usmjerene na poboljšanje fizikalnih i kemijskih svojstava krutog otpada. Goriva frakcija otpada se konvertira u visoko-kalorične gorive pelete koji se mogu iskoristiti u postrojenjima za proizvodnju energije (primjer: Gorivo iz otpada - GIO, engl. Refuse Derived Fuel - RDF). Energija je koncentriranija u peletima nego u rasutom komunalnom otpadu (veća je ogrjevna moć, 15 MJ/kg u odnosu na 7 MJ/kg). Takvi gorivi peleti su oslobođeni negorivih tvari (poput stakla, metala, kamenja i sl.), imaju niži udio pepela i manji sadržaj vlage i uniformne su veličine. Fizikalno-kemijska obrada otpada obuhvaća: neutralizaciju, mineralizaciju, soldifikaciju, oksidaciju, redukciju, adsorpciju, destilaciju i dr. fizikalno-kemijske procese kojima se smanjuju opasne karakteristike otpada (DOBROVIĆ i SCHNEIDER, 2010).

## 5. GOSPODARENJE KOMUNALNIM OTPADOM U RH

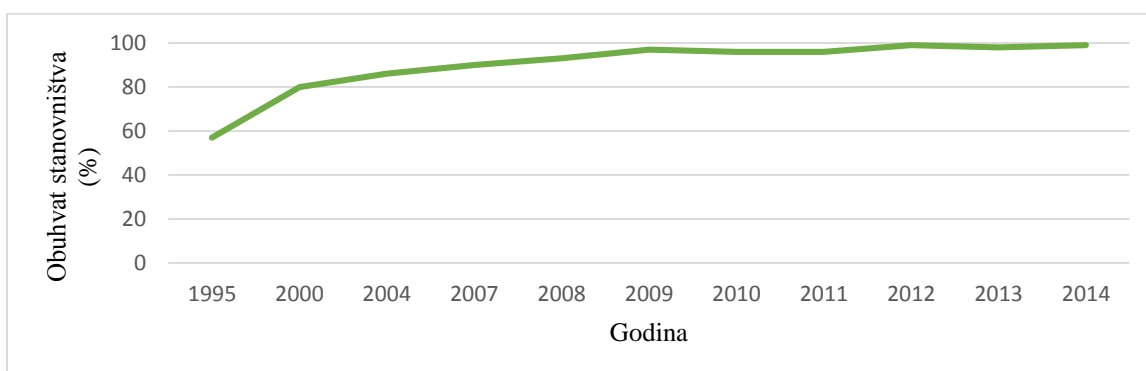
U Republici Hrvatskoj već duže vrijeme postoje problemi vezani uz gospodarenje otpadom. Postojeća infrastruktura ne zadovoljava potrebe gospodarenja otpadom, građani i zaposlenici raznih tvrtki koje se bave gospodarenja otpadom nisu dovoljno educirani kako se gospodari otpadom. Postoji negativan stav javnosti koji je vezan uz lokacije odlagališta i postrojenja za obradu otpada. Ulaskom u Europsku Uniju trebalo bi doći do poboljšanja sustava zbog usklađivanja propisa gospodarenja otpadom sa europskim propisima. Isto tako neke od zemalja članica EU kvalitetnije gospodare otpadom od ostalih pa bi bilo poželjno primijeniti njihova iskustva.

Prema izvješću o komunalnom otpadu u 2014. godini proizvedeno 1.637.371 tona komunalnog otpada. Godišnja količina komunalnog otpada po stanovniku iznosila je 382 kg, odnosno dnevna količina 1,04 kg proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku. U odnosu na prethodnu 2013. godinu bilježi se pad količina od 4,8%. Udio miješanog komunalnog otpada (ključni broj 20 03 01) u skupljenom otpadu činio je 76% odnosno 1.240.777 t. Udio ostalih vrsta komunalnog otpada u ukupnom komunalnom otpadu iznosio je 24% što je jednako vrijednosti za 2013. godinu. Količina ostalih vrsta komunalnog otpada iznosila je 396.594 t, od čega je direktno na uporabu upućeno 272.421 t komunalnog otpada. Najveće stope uporabe komunalnog otpada sakupljenog u organizaciji jedinice lokalne samouprave (JLS) bilježe se u Međimurskoj županiji (36%), Koprivničko - križevačkoj županiji (21,1%), a najmanje u Splitsko - dalmatinskoj županiji (1,8%) i Zadarskoj županiji (2,0%).



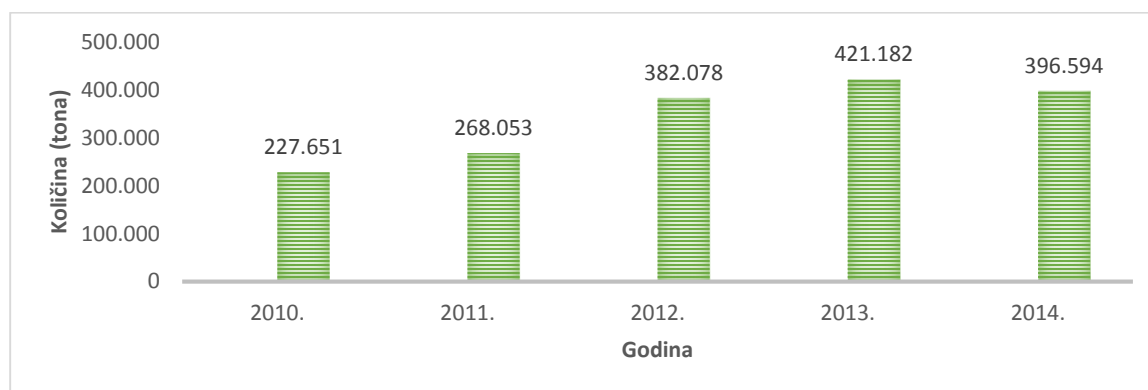
Grafikon 2: Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH za razdoblje od 1995. – 2014. godine (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)

Prema prijavljenim podacima obuhvat stanovništva organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada u 2014. godini iznosio je 99%. (ANONYMOUS, 2016d).

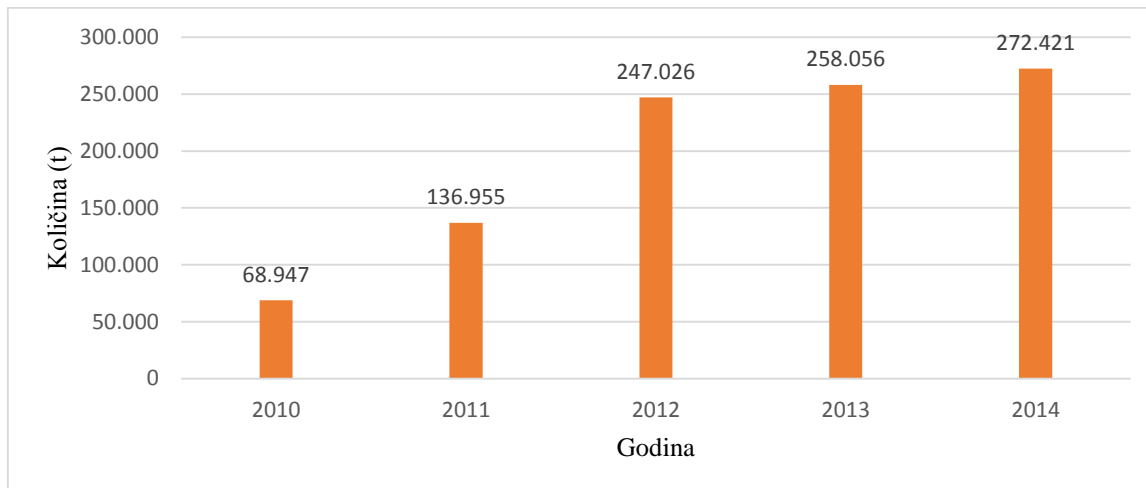


Grafikon 3: Obuhvat stanovništva organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada u RH (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)

Prema prijavama operatera odlagališta u 2014. odloženo je 819.757 t biorazgradivog komunalnog otpada, što znači da zadani cilj iz čl.24. Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 94/13) kojeg je trebalo ispuniti do kraja 2013. godine (567 131 t) još uvijek nije dostignut. Broj JLS koje odvajaju biootpad je porastao na 115. Kompostirano je 33.471 t biootpada iz komunalnog otpada, dok je u jednom bioplinskom postrojenju digestirano 52 tone komunalnog otpada. Vodeće županije obzirom na stopu uporabe biorazgradivog komunalnog otpada su Međimurska županija (33,5%) i Koprivničko - križevačka (24,1%). Gradska/općinska reciklažna dvorišta prijavila su ukupno 18.740 t skupljenog komunalnog otpada. Prijava je izvršena za 35 reciklažnih dvorišta. Tijekom 2014. godine odloženo je ukupno 1.308.122 t komunalnog otpada na 143143 odlagališta (ANONYMOUS, 2016d).

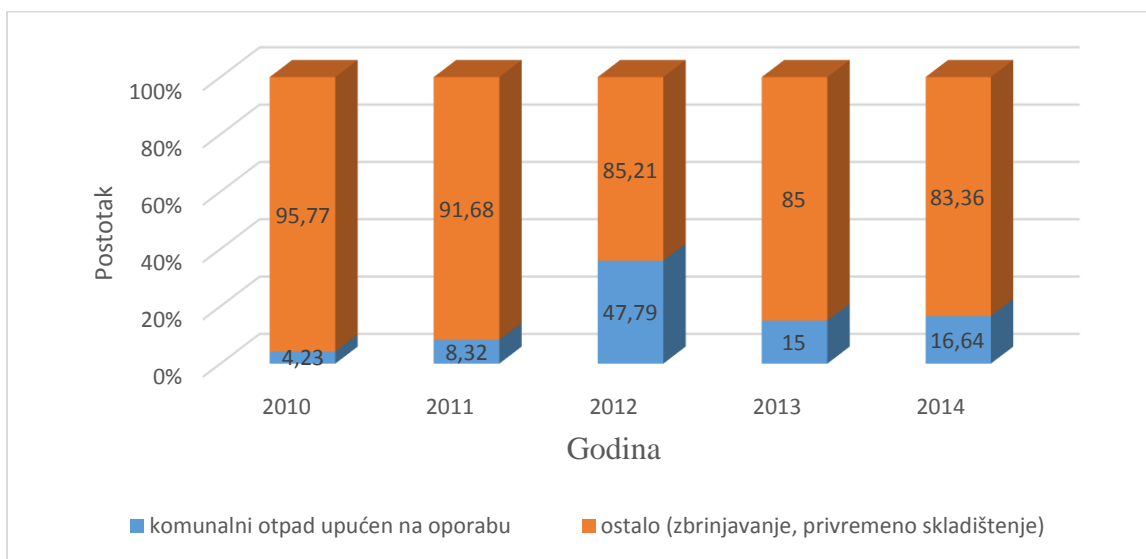


Grafikon 4: Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 2010. do 2014. (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)

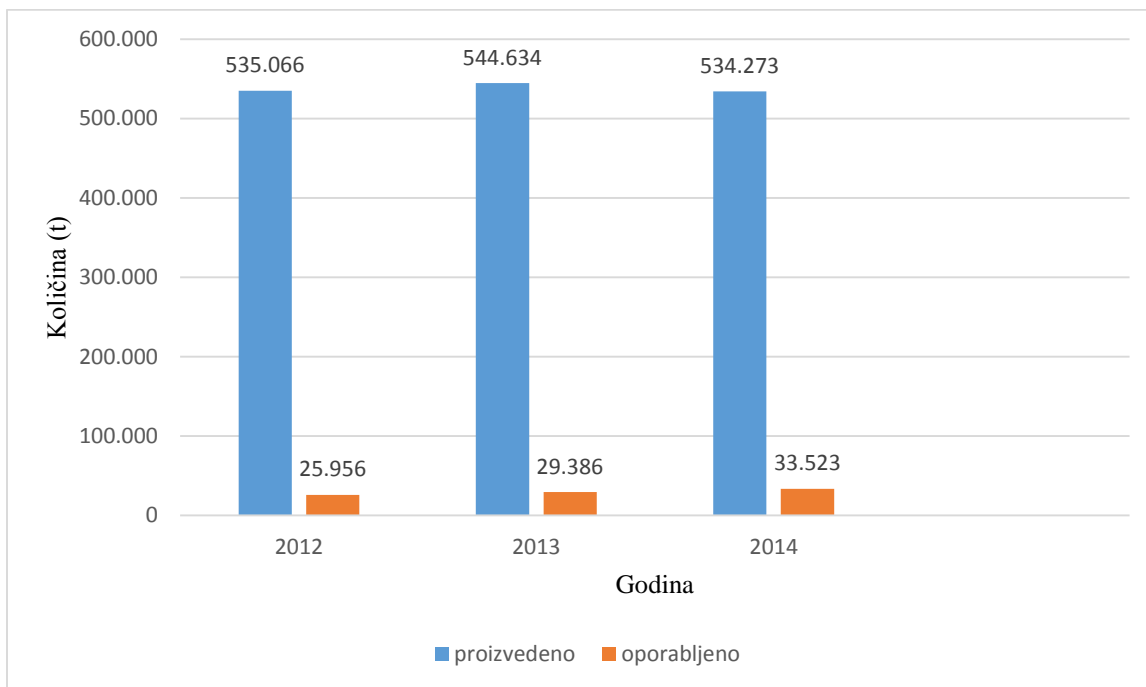


Grafikon 5: Količine komunalnog otpada upućenog na uporabu u razdoblju od 2010. do 2014., RH (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)

U Republici Hrvatskoj očekuje se blagi rast količina komunalnog otpada do 2030. godine. S trenutnih cca 1.700.000 t/god, u 2030. godini predviđa se proizvodnja oko 2.000.000 tona komunalnog otpada. Također, prema projekcijama 2030. godine od ukupne će količine komunalnog otpada polovica biti odvojena na mjestu nastanka i predana na daljnju reciklažu i uporabu, dok će se ostatak obraditi u centrima za gospodarenje otpadom (POŽGAJ i KORICA, 2015).



Grafikon 6: Udio komunalnog otpada upućenog na uporabu u razdoblju od 2010. do 2014., RH (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)



Grafikon 7: Ukupno proizvedene i oporabljene količine komunalnog biootpada u razdoblju od 2012. do 2014. (Izvor: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu)

## 5.1. Legislativa u Republici Hrvatskoj

Pristupanjem Europskoj uniji, Republika Hrvatska obvezala se na preuzimanje i provođenje europske pravne stečevine. Time je u sektoru gospodarenja otpadom preuzeto niz obveza poput zatvaranja i saniranja postojećih neuređenih odlagališta otpada u odgovarajućim rokovima, smanjenja količina odloženog otpada i udjela odloženog biorazgradivog komunalnog otpada, obrade otpada prije njegova odlaganja, izgradnje infrastrukture za odvojeno sakupljanje i obradu otpada, osiguravanja odvojenog sakupljanja iskoristivog komunalnog otpada i dr. Navedene obveze, odnosno ciljevi propisani su Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (POŽGAJ i KORICA, 2015).

Strategiju gospodarenja otpadom Republike Hrvatske donio je Hrvatski sabor na 14. sjednici 14. listopada 2005. godine. Svrha Strategije je uspostaviti okvir unutar kojega će Hrvatska morati smanjiti količinu otpada koji proizvodi, a otpadom koji je proizveden održivo gospodariti.

### Osnovni sadržaj strategije:

- opis postojećeg stanja – s opisom današnjih tokova otpada i količina svih vrsta otpada – komunalnog, građevinskog, opasnog, ambalažnog i sl.,
- smjernice s Konceptom organizacije gospodarenja otpadom, specifično po pojedinim vrstama otpada; Prijedlog sanacija današnjih mahom neuređenih odlagališta; Prijedlogom izgradnje novih odlagališta,
- procjena investicija i izvora financiranja.

### Temelji strategije:

1. Smanjenje volumena – izdvajanjem korisnog otpada koji odlazi na reciklažu (ambalažni otpad, električki i elektronski otpad, automobilske gume, papir i dr.),
2. Izgradnja regionalnih/županijskih centara – odlagališta
  - a) sanacija i zatvaranje neuređenih gradskih i općinskih odlagališta, uz korištenje još pet godina do izgradnje županijskih
  - b) izgradnja županijskih (regionalnih) uređenih centara gospodarenja otpadom sa uređenim odlagalištima (max. 21 kom), c) primjena najnovijih tehnologija obrade otpada (MBO – mehaničko – biološka obrada i smanjenje otpada na cca. 20% današnjeg volumena) i druge nove tehnologije.

### Ciljevi i mjere iz strategije:

- izbjegavanje i smanjivanje količine otpada na izvoru te otpada kojega se mora odložiti, uz materijalnu i energetska oporabu otpada,
- razvitak infrastrukture za cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (IVO koncept – Izbjegavanje – Vrednovanje – Odlaganje),
- smanjivanje rizika od otpada,
- doprinos zaposlenosti u Hrvatskoj,
- edukacija upravnih struktura, stručnjaka i javnosti za rješavanje problema gospodarenja otpadom.



Smjernice koje proizlaze iz Strategije:

- razvoj cjelovitog sustava gospodarenja otpadom (IVO koncept),
- aktivnosti po pojedinim tokovima otpada – prilagodba EU propisima,
- instrumenti za provedbu planiranih aktivnosti (2 uredbe + 13 pravilnika, usklađeno s EU direktivama),
- sanacija odlagališta i starih opterećenja (ANONYMOUS, 2006)

Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje od 2015. do 2021. temelji se na ciljevima Zakona o održivom gospodarenju otpadom sukladno kojem se gospodarenje otpadom mora provoditi na način da se ne dovede u opasnost ljudsko zdravlje i okoliš, a načela održivosti osobito moraju biti usmjerena na: očuvanje prirodnih resursa, sprječavanje od onečišćenja mora, voda, tla i zraka te ugrožavanje biološke raznolikosti, sprječavanje značajnijeg narušavanja izgleda mjesta, krajolika i/ili kulturnog dobra (ANONYMOUS, 2015).

Okvir za uspostavu cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, s jasno propisanim obavezama, odgovornostima i mehanizmima kontrole, postavljen je donošenjem Zakona o održivom gospodarenju otpadom koji zajedno s pripadajućim strateškim ciljevima iz područja zaštite okoliša postavlja slijedeće osnovne ciljeve gospodarenja otpadom u RH:

#### 1. Sprječavanje nastanka otpada

U skladu razvojnom strategijom Europa 2020 čiji je središnji aspekt prelazak s postojećeg linearnog na kružno gospodarstvo, ekonomski model koji osigurava održivo gospodarenje resursima i produžavanje životnog vijeka materijala i proizvoda, jedan od ciljeva Plana je svesti nastajanje otpada na najmanju moguću mjeru, i to ne samo otpada koji nastaje u proizvodnim procesima, već sustavno, tijekom čitavog životnog ciklusa proizvoda i njegovih komponenti.

#### 2. Povećanje iskorištenja korisnih sirovina

Do 01. siječnja 2020. godine RH putem nadležnih tijela mora se osigurati pripremu za ponovnu uporabu i recikliranje sljedećih otpadnih materijala: papir, metal, plastika i staklo iz kućanstva, a po mogućnosti i iz drugih izvora ako su ti tokovi otpada slični otpadu iz kućanstva, i to u minimalnom udjelu od 50% mase otpada.

Također, mora se osigurati priprema za ponovnu uporabu, recikliranje i druge načine materijalne uporabe, uključujući postupke zatrpavanja i nasipavanja, u kojima se otpad koristi kao zamjena za druge materijale, neopasnog građevnog otpada, isključujući zemlju i kamenje koja nije onečišćena opasnim tvarima, u minimalnom udjelu od 70 % mase otpada.

### 3. Unaprjeđenje sustava gospodarenja posebnim kategorijama otpada

Propisima koji reguliraju gospodarenje posebnim kategorijama otpada, postavljeni su zasebni kvantitativni ciljevi za sakupljanje i obradu određenih vrsta otpada odnosno iskorištavanje njihovih vrijednih svojstava.

Tablica 6: Kvantitativni ciljevi za sakupljanje i obradu određenih vrsta otpada odnosno iskorištavanje njihovih vrijednih svojstava (Izvor: Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2015-2021)

AMBALAŽNI OTPAD	OTPADNE BATERIJE I AKUMULATORI	OTPADNA VOZILA I GUME
<ul style="list-style-type: none"> <li>- odvojeno sakupiti i oporabiti materijalno ili energetski minimalno 60% ukupne mase nastalog ambalažnog otpada</li> <li>- reciklirati 55-80% ukupne mase ambalažnog otpada namijenjene materijalnoj uporabi</li> <li>- postići minimalne stope recikliranja ambalažnih materijala sadržanih u ambalažnom otpadu, i to: <ul style="list-style-type: none"> <li>-60 % mase za staklo i papir i karton</li> <li>- 50 % mase za metale</li> <li>- 22,5 % mase za plastiku, (isključivo materijal koji je recikliran natrag u plastiku)</li> <li>- 15 % mase za drvo</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ostvariti najmanje 45% stope skupljanja do 26. rujna 2016. godine</li> <li>- reciklirati 65% prosječne mase olovno-kiselih baterija i akumulatora, uključujući recikliranje sadržaja olova u najvećoj tehnički izvedivoj mjeri uz izbjegavanje prekomjernih troškova</li> <li>- reciklirati 75 % prosječne mase nikal-kadmijских baterija i akumulatora, uključujući recikliranje sadržaja kadmija u najvećoj tehnički izvedivoj mjeri uz izbjegavanje prekomjernih troškova</li> <li>- reciklirati 50% prosječne mase ostalih otpadnih baterija i akumulatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osigurati ponovnu uporabu i uporabu najmanje 95 % prosječne mase skupljenog otpadnog vozila i ponovnu uporabu i recikliranje najmanje 85 % prosječne mase skupljenog otpadnog vozila tijekom godine</li> <li>- reciklažom obuhvatiti najmanje 70 % količine otpadnih guma</li> </ul>

Tablica 7: Ciljevi odvojenog sakupljanja električnog i elektroničkog otpada (Izvor: Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2015-2021)

<p><b>CILJEVI ODVOJENOG SAKUPLJANJA EE OTPADA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iz kućanstva do 31.12.2015 4 kg / stanovnik / godina</li> <li>- od 2016. postizanje stope od 45 %</li> <li>- od 2019. postizanje stope od 65 %</li> </ul>
<p><b>CILJEVI OPORABE, RECIKLIRANJA, PRIPREME ZA PONOVDNU UPORABU SAKUPLJENOG EE OTPADA OD 15.8. 2015. – 14.8.2018.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. EE otpad od EE opreme iz kategorija velikih kućanskih uređaja ili automatskih samoposlužnim uređajima: - oporabiti 85 % mase - pripremiti za ponovnu uporabu i reciklirati 80 % mase</li> <li>2. EE otpad od EE opreme iz kategorija informatičke tehnike (IT) i opreme za telekomunikaciju ili opreme široke potrošnje i fotonaponske ploče: - oporabiti 80% - pripremiti za ponovnu uporabu i reciklirati 70 % mase</li> <li>3. EE otpad od EE opreme iz kategorija malih kućanskih uređaja, rasvjetne opreme, EE alata (osim velikih nepokretnih industrijskih alata), igračke, opreme za razonodu i sportske opreme, medicinskih proizvoda (osim svih implantiranih i inficiranih proizvoda) ili instrumenti za praćenje i kontrolu: - oporabiti 75 % mase - pripremiti za ponovnu uporabu i reciklirati 55 % mase</li> <li>4. Otpadna rasvjetna tijela s plinskim izbijanjem reciklirati 80 % mase</li> </ol>
<p><b>CILJEVI OPORABE, RECIKLIRANJA PRIPREME ZA PONOVDNU UPORABU SAKUPLJENOG EE OTPADA OD 15.8.2018.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. EE otpad od EE opreme iz kategorija za izmjenu topline i velike opreme (bilo koja vanjska dimenzija veća od 50 cm): - oporabiti 85 % mase - pripremiti za ponovnu uporabu i reciklirati 80 % mase.</li> <li>2. EE otpad od EE opreme iz kategorije zaslone, monitori i oprema koja sadrži zaslone površine veće od 100 cm<sup>2</sup> : - oporabiti 80 % mase - pripremiti za uporabu i reciklirati 70 % mase</li> <li>3. EE otpad nastao od EE opreme iz kategorija male opreme (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50 cm) ili male opreme informatičke tehnike (IT) i opreme za telekomunikacije (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50 cm) - oporabiti 75 % mase - pripremiti za uporabu i reciklirati 55 % mase</li> <li>4. EE otpad od opreme kategorije žarulja: - reciklirati 80 % mase</li> </ol>

#### 4. Smanjenje ukupne količine otpada koji se odlaže na neusklađena odlagališta

Najveća dopuštena masa otpada koja se godišnje smije odlagati na svim neusklađenim odlagalištima u RH iznosi:



Slika 5: Najveća dopuštena masa otpada koja se godišnje smije odlagati na svim neusklađenim odlagalištima (Izvor: ANONYMOUS, 2015)

#### 5. Smanjenje količina biorazgradivog komunalnog otpada koji se odlaže na odlagalištima otpada

Najveća količina biorazgradivog komunalnog otpada koja se godišnje smije odlagati na odlagalištima otpada u RH u odnosu na masu biorazgradivog komunalnog otpada proizvedenog u 1997. godini do kraja 2020. godine iznosi:



Slika 6: Najveća količina biorazgradivog komunalnog otpada koja se godišnje smije odlagati na odlagalištima otpada u RH u odnosu na masu biorazgradivog komunalnog otpada proizvedenog u 1997. godini do kraja 2020. godine (Izvor: ANONYMOUS, 2015)

## 6. Unaprjeđenje sustava gospodarenja opasnim otpadom

Do 2021. godine potrebno je povećati količinu sakupljenog i obrađenog opasnog otpada za 40% u usporedbi sa 2013. godinom (ANONYMOUS, 2015).

Temelji za gospodarenje otpadom uspostavljeni su tijekom zadnjih desetak godina. Čine ga Zakon o otpadu, Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o zraku, Zakon o fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, Zakon o prostornom uređenju, Zakon o komunalnom gospodarstvu, Pomorski zakonik, Zakon o pomorskom dobru i lukama, Zakon o ratifikaciji Baselske konvencije, Kyoto protokol o klimatskim promjenama, Montrealski protokol, Stockholmska konvencija, Međunarodna konvencija MAR POL 73/78, odnosno Protokol broj V koji regulira odlaganje otpada u lukama, Barcelonska konvencija te provedbeni propisi navedenih zakona. Osim njih, pojedine aspekte gospodarenja otpadom uređuju i drugi sektorski propisi. Zakonodavno-regulatorni okvir gospodarenja otpadom nije uspješno nametnut, pa je nadzor nad gospodarenjem otpadom manjkav. Sadašnje je stanje velikim dijelom posljedica neprovođenja propisa i nedostatka financijskih sredstava (NARODNE NOVINE, 2005): STRATEGIJA GOSPODARENJA OTPADOM.

### 5.2. Eko otok Krk

Prateći primjer otoka Samsø (Danska), Hierro (Španjolska), Eigg (Škotska) koji pomoću obnovljivih izvora energije (energija vjetra, sunca, vode, valova, plime i biomase) proizvode dovoljne količine energije kako bi bili energetske samoodrživi, komunalno poduzeće otoka Krka, Ponikve d.o.o. u suradnji sa njemačkim stručnjacima i financiranjem od strane Savezne Republike Njemačke osnovali su projekt pretvaranja otoka Krka u energetske samoodrživ otok. Projekt je nakon dvogodišnjih priprema započeo u lipnju 2005. godine. Cilj projekta je da otok Krk do 2030. godine postane energetske samoodrživ i da riješi problem komunalnog ali i drugih vrsta otpada koje štetno djeluju na ljudsko zdravlje i okoliš. Zahvaljujući ekološki osviještenog lokalnog stanovništva koje surađuje i pridržava se uputa odlaganja otpada sustav funkcionira uspješno. Danas je Eko otok Krk najsvjetliji primjer kako se gospodari otpadom na ne škodljiv način u Republici Hrvatskoj ali isto tako jedan od najboljih u cijelome svijetu. U daljnjem tekstu

navedeni su razlozi zbog kojih se provodi ovakav način odlaganja otpada i na koji način se prikuplja otpad.

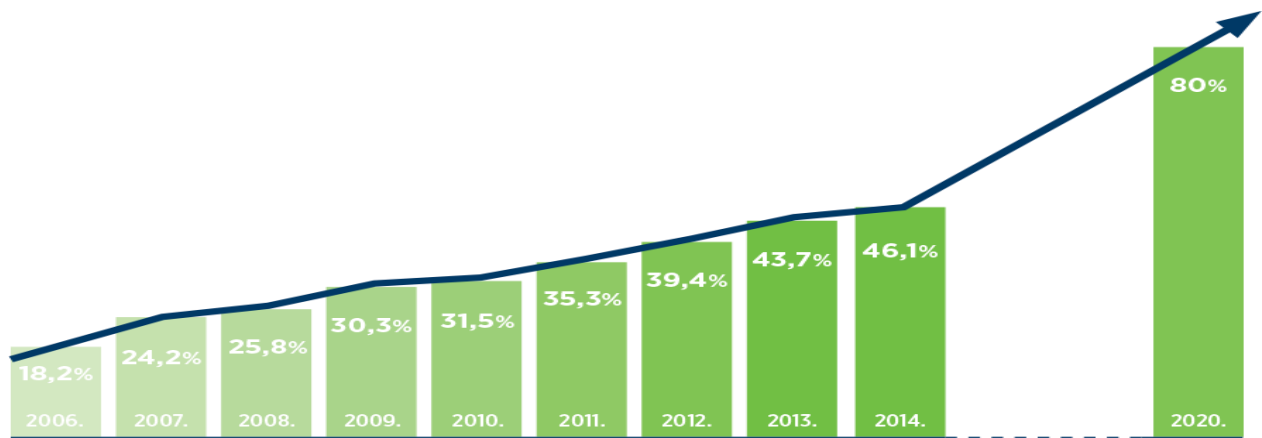
Provođenje sustava je podijeljeno je na dvije faze:

1. Faza - započela je 2014. godine i u njoj se prikuplja biorazgradivi i ostali otpad u kojoj su korisnici dobili kante i potrebne upute
2. Faza – započet će 2017. ili 2018. godine i u njoj je predviđeno uklanjanje s ulica skoro svih posuda i uvođenje sustava od „vrata do vrata“ za sve vrste otpada

Novi sustav prikupljanja otpada „od vrata do vrata“ zahtijeva od svakog korisnika odgovornije ponašanje jer će se odvoz otpada obavljati po točnom rasporedu i svaki će korisnik biti odgovoran za sadržaj otpada u kanti i njezinu urednost. Dodatni trud će vrlo brzo biti nagrađen velikim povećanjem komunalnog standarda, prije svega u ulici, a nakon toga i u cijelom naselju. Uz manje račune, povećanje učinkovitosti u odvojenom prikupljanju otpada novi sustav dat će i veliki doprinos energetske neovisnosti otoka koja bi se trebala postići do 2030. godine. Jedan od osnovnih ciljeva je smanjiti količinu otpada koji se nakon 2018. godine više neće moći odlagati na odlagalištu Treskavac. Kontinuirano se radi na edukaciji – od nagradnih natječaja do edukativnih materijala i sadržaja na društvenim mrežama (MRAKOVČIĆ, 2014).

Od 2005. godine pa do kraja rujna 2014. godine odvojeno je približno 53 tisuće tona korisnog otpada što je otoku i širem okruženju donijelo višestruke koristi a ponajprije:

- velike ekološko-sociološke prednosti
- zapošljavanje 50 novih radnika
- uštedu odlagališnog prostora
- znatno smanjenje emisije CO<sub>2</sub> koji generira globalno zatopljenje
- Krk je postao ekološki prihvatljiva destinacija što je posebno važno za turizam od kojeg otok živi
- Prikupljeni papir spasio je od sječe približno 14 tisuća stabala (MRAKOVČIĆ, 2014)



Slika 7: Udio odvojeno prikupljenog otpada kroz godine (Izvor: <http://www.ekootokkrk.hr>)

### 5.2.1. Razlozi uvođenja novog sustava

#### Ekološki razlozi

- umanjeње nepotrebno zauzetog prostora za kante na ulicama, više nema mjesta za šetnice, parkirališta...
- uklanjanje bio i miješanog otpada s ulica te smanjenje neugodnih mirisa
- smanjenje učestalosti prolazaka kamiona i lupanja teških kanti prilikom pražnjenja
- povećanje postotka odvojeno prikupljenog otpada

#### Zakonski razlozi

- novi Zakon o održivom gospodarenju otpadom obvezuje da odvojeno prikupljamo otpad
- EU zakonodavstvo također se temelji na načelu odvojenog prikupljanja otpada

#### Turistički razlozi

- suvremeni turizam traži odvojeno prikupljanje otpada ( većina gostiju to već radi u svojim kućama i za njih je to normalno i jedino prihvatljivo)
- turisti prepoznaju i cijene nastojanje Krčana da se na otoku svi brinu za okoliš i privlačna im je takva ekološka destinacija
- Krk je turistički orijentiran otok, a tijekom ljetnih mjeseci brine se o znatnim količinama otpada s kojim se postupa planski

## Financijski razlozi

- smanjenje troškova odvoza otpada
- smanjenje miješanog komunalnog otpada znači i smanjenje troškova zbrinjavanja otpada na centralnom županijskom odlagalištu „Marišćina“
- sprečavanje troškova zbrinjavanja korisnih sirovina (papir, staklo, plastika, bio otpad i sl.) koje se može oporabiti na otoku (ANONYMOUS, 2014a)

### 5.2.2. Načini odvajanja otpada

#### 5.2.2.1. Kante u domaćinstvu

Na dan pražnjenja kanta se postavlja uz rub javne površine tako da ne ometa promet. Ako korisnik nije u mogućnosti ostaviti kantu prema rasporedu može dovesti otpad na najbliže reciklažno dvorište – Posebno sabirno mjesto (POSAM).

Smeđa kanta - Biorazgradivi otpad – u smeđu kantu se odlaže sav kuhinjski otpad koji je prethodno iz higijenskih razloga stavljen u vrećicu, kao što su voće, povrće, vrećice čaja, ljuske jaja, talog kave, kuhano meso i ribu, sir, salvete, čačkalice, ražnjiće, pokvarene namirnice, koru krumpira i oraha i sl. U smeđu kantu ne bacamo: plastičnu ambalažu, novinski papir, staklo, vlažne maramice, pelene i izmet općenito, ostatke duhana, sadržaj vrećica iz usisavača i slično.

Zelena kanta - Miješani komunalni otpad – u zelenu kantu se također se odlaže uz upotrebu higijenskih vrećica. Ova kanta prazni se jednom na tjedan, stoga je jako važno odvojiti sav korisni otpad koji se proizvede u kućanstvu, a u zelenu kantu bacamo samo ono što nikako nije moguće iskoristiti. Nakon što smo odvojili sav koristan otpad, u zelenu kantu odlažemo: vlažne maramice, vata, zamašćene krpe i papire, spužve, gume, britivce za brijanje, ostatke duhana, higijenske uloške, sadržaj vrećica iz usisavača.

Zbrinjavanje svih vrsta pelena – pelene pripadaju grupi otpada koji se ne može reciklirati. Kako bi se izbjeglo njihovo gomilanje u zelenoj kanti, ponuđena je mogućnost preuzimanja upotrebljenih pelena, odloženih u zasebne vrećice.



### 5.2.2.2. Kante na ulici

Plava kanta – Papir, karton, višeslojna kartonska ambalaža – u plavu kantu se odlažu novine, časopisi, prospekti, katalogi, papirnate vrećice, uredski papir, omotnice, bilježnice, knjige bez plastificiranog omota, karton, kartonska amabalaža, kartonske kutije za jaja. Veće količine kartonske amabalaže, koje ne stanu u plavu kantu, odlažu se na reciklažnom dvorištu.

Žuta kanta – Plastika i metal – u žutu kantu se odlažu sve vrste plastike, plastična ambalaža i boce, plastične tube, plastične vrećice i folije, šamponi i deterdženti, čašice, metalni poklopci i čepovi, limenke, konzerve, aluminijske folije. Plastične ležaljke, stolovi i stolice i slične stvari koje ne stanu u žutu kantu odlažu se na reciklažnom dvorištu.

Siva kanta – Staklo – u sivu kantu se odlaže ambalažno staklo, staklene boce i tegle. Oglledala, prozorska i automobilska stakla, lusteri i žarulje ne smiju se bacati u sivu kantu, već se odlažu na reciklažnom dvorištu (ANONYMOUS, 2014a).



Slika 8: Set kanti na ulici (Izvor: <http://www.ekootokkrk.hr>)

### 5.2.2.3. Reciklažna dvorišta – POSAM (posebno sabirno mjesto otpada)

Otpad koji se zbog svojih dimenzija ili sastava materijala ne smije odlagati u kante za kućni otpad odlaže se na posebnim sabirnim mjestima otpada. Otok Krk ima sedam posebnih sabirnih mjesta na kojima građani besplatno odlažu glomazni kućni otpad i opasni otpad.

Riječ je o predmetima kao što su:

- stari namještaj i madraci
- veće količine zelenog otpada
- električni i elektronički otpad (televizori, radio uređaji, računala, klime, tosteri, bojleri, perilice)
- željezo, lim i drugi metali (stare peći, ograde, kante)
- sanitarije i stara stolarija
- veći plastični komadi, kao što su kanistri ili dječje igračke
- tekstil – odjeća, obuća, krpe
- ogledala, prozorska i automobilska stakla
- problematični (opasni) otpad – npr. baterije, akumulatori, otpadna ulja, boje i lakovi (ANONYMOUS, 2014a)



Slika 9: Lokacije reciklažnih dvorišta na otoku Krku (Izvor: <http://www.ekootokkrk.hr/>)

## 6. ZAKLJUČAK

Kroz povijest ljudi su koristili različite metode kako bi gospodarili otpadom. U početku su to bile jednostavne metode sakupljanja i odvoza otpada iz mjesta stanovanja i njegovog odlaganja ili zakapanja. Otpad se smatrao izvorom zagađenja, ali razvojem tehnologije utvrđeno je da sav otpad nije smeće i da se pravilnim upravljanjem otpad može razvrstavati i iskorištavati. Otpad se tako podjelio ovisno o mjestu nastanka i njegovim svojstvima radi lakšeg gospodarenja. Gospodarenje otpadom moramo provoditi na takav način da ne dovodimo u opasnost ljudsko zdravlje i ne koristimo postupke ili načine koji bi mogli štetiti okolišu. Ono se temelji na uvažavanju načela zaštite okoliša, uređenih posebnim propisima, poštivanju načela međunarodnog prava zaštite okoliša i najbolje svjetske prakse. Osobito se uvažavaju načela: „onečišćivač plaća“ , „načelo odgovornosti proizvođača“ i „načelo blizine i/ili zbrinjavanja otpada“. Otpad čija vrijedna svojstva možemo iskoristiti oporabljujemo pomoću odgovarajućih postupaka oporabe (MBO metoda, toplinska obrada, fizikalno-kemijska obrada otpada). Otpad koji nema vrijednih svojstava za oporabljivanje zbrinjavamo na propisani način.

Gospodarenje otpadom u EU temelji se na Rezoluciji Vijeća Europe o strategiji gospodarenja otpadom (97/C76/01) koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (74/442/EEC) i ostalim propisima o gospodarenju otpadom u EU. EU pokušava unaprijediti gospodarenje otpadom naročito u državama članicama koje imaju slabe politike gospodarenja otpadom. Članice sa razvijenijim sustavom gospodarenja otpadom većinu svog komunalnog otpada podvrgavaju procesima recikliranja i kompostiranja. Njemačka je prva zemlja koja je uvela politiku ograničavanja odlaganja otpada metodom zakapanja. U Njemačkoj se razvila mehaničko-biološka obrada otpada i brzo proširila na ostale zemlje članice što je dokaz suradnje između članica na području gospodarenja otpadom. Cilj politike gospodarenja otpadom EU je smanjiti/spriječiti nastanak otpada i povećati količinu otpada koja se ponovno koristi i reciklira.

Republika Hrvatska pokazuje napredak u gospodarenju otpadom ali je još uvijek u početnim fazama. Ulaskom u EU i primjenom politike gospodarenja otpadom EU trebalo bi doći do napretka u gospodarenju otpadom. Najveći problem je ne odgovorno gospodarenje otpadom i divlja odlagališta otpada u prirodi. Ipak u RH postoje svijetli primjeri gospodarenja otpadom kao što su: Eko otok Krk, grad Rijeka s okolicom, grad Čakovec, Eko otoci Cres i Lošinj, itd.

Postupno uvode novi sustav prikupljanja otpada koji je ekološki prihvatljiv i traži suradnju od svih korisnika. Ovi primjeri su temelji ekološko prihvatljivog gospodarenja ne samo komunalnim otpadom već i drugim vrstama otpada.

## 7. LITERATURA

1. ANONYMOUS (2006): Plan gospodarenja otpadom u Međimurskoj županiji. Čakovec.  
[http://www.medjimurska-zupanija.hr/pdf/Plan\\_gospodarenja\\_otpadom.pdf](http://www.medjimurska-zupanija.hr/pdf/Plan_gospodarenja_otpadom.pdf), pristupljeno: 04.06.16.
2. ANONYMOUS (2013): Gospodarenje otpadom u Njemačkoj.  
[http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/zeleni\\_poslovi/gospodarenje\\_otpadom\\_u\\_njemackoj](http://www.zelenazona.hr/home/wps/wcm/connect/zelena/zona/gospodarstvo/zeleni_poslovi/gospodarenje_otpadom_u_njemackoj), pristupljeno: 20.06.2016.
3. ANONYMOUS (2014a): Sustav prikupljanja otpada „od vrata do vrata“, Eko otok Krk 0% otpada. Ponikve d.o.o., Krk.
4. ANONYMOUS (2014b): Zagrebački centar za gospodarenje otpadom, Recikliraj.  
<http://www.zcgo.hr/default.aspx?id=9>, pristupljeno: 20.06.2016.
5. ANONYMOUS (2015): Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske 2015.-2021. nacrt. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Zagreb.  
[http://www.mzoip.hr/doc/nacrt\\_plana\\_gospodarenja\\_otpadom\\_republike\\_hrvatske\\_za\\_razdoblje\\_2015-2021.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/nacrt_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2015-2021.pdf), pristupljeno: 03.06.2016.
6. ANONYMOUS (2016a): Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, Gospodarenje otpadom. [http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje\\_otpadom/](http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/), pristupljeno: 20.06.2016.
7. ANONYMOUS (2016b): Simboli i oznake na ambalaži.  
<http://recikliraj.hr/simboli-i-oznake-na-ambalazi/>, pristupljeno: 20.06.2016.
8. ANONYMOUS (2016c): Otpad.  
<http://recikliraj.hr/recikliranje/otpad-2/>, pristupljeno 20.06.2016.
9. ANONYMOUS (2016d): Izvješće o komunalnom otpadu za 2014. godinu. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Zagreb  
<http://www.azo.hr/Izvjesca14>, pristupljeno: 03.06.2016.
10. DOBROVIĆ, S., H. JURETIĆ, G. SMOLJANIĆ (2013): Ekološki zasnovan sustav gospodarenja komunalnim otpadom grada Rijeke s okolicom. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.  
[http://www.mariscina.com/wp-content/uploads/2014/01/Studija\\_EZSGO\\_20130630.pdf](http://www.mariscina.com/wp-content/uploads/2014/01/Studija_EZSGO_20130630.pdf), pristupljeno: 04.06.16

11. DOBROVIĆ, S., D.R. SCHNEIDER (2010): Obnovljivi izvori energije. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.  
<http://marjan.fesb.hr/~fbarbir/PDFs%20Obnovljivi%20izvori/Dodatni%20materijali%20i%20predavanja/Otpad%20Dobrovic%20Schneider%20CTT.pdf>, pristupljeno: 20.06.2016
12. DRMIĆ, A. (2012): Načela gospodarenja otpadom i njihovo značenje. Hrvatska komparativna i javna uprava: časopis za teoriju i praksu javne uprave, Vol. 12 No. 3. , Zagreb. Str. 861-867
13. ETEROVIĆ, O. (2015): Opis centara za gospodarenje otpadom, prezentacija seminarskog rada iz kolegija Recikliranje materijala, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.  
<http://www.slideshare.net/recikliranjeFSB/centri-za-gospodarenje-otpadom> , pristupljeno: 20.06.2016.
14. HERCEG, O. (2013): Okoliš i održivi razvoj. Synopsis d.o.o., Zagreb, str. 196-240
15. IVKOVIĆ, E. (2012): Zbrinjavanje otpada - skripta. Srednja škola Antuna Matije Reljkovića, Slavonski Brod.  
[http://ss-mareljkovica-sb.skole.hr/upload/ss-mareljkovica-sb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM\\_SKRIPTA.pdf](http://ss-mareljkovica-sb.skole.hr/upload/ss-mareljkovica-sb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM_SKRIPTA.pdf) , pristupljeno: 20.06.2016.
16. KIPSON, S. (2005): Priručnik za ispravno gospodarenje otpadom. Odraž – Održivi razvoj zajednice, Zagreb.
17. KUFRIN, J., Z. MILANOVIĆ, D. SINČIĆ (2015): Program izobrazbe: Odgovorno gospodarenje otpadom, Algebra d.o.o. Zagreb. Str. 8-36
18. LONČARIĆ BOŽIĆ, A., H. KUŠIĆ (2012): Upravljanje Otpadom - skripta. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb.  
[https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/429615/mod\\_folder/content/0/Upravljanje\\_otpadom\\_skripta\\_2012.pdf?forcedownload=1](https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/429615/mod_folder/content/0/Upravljanje_otpadom_skripta_2012.pdf?forcedownload=1), pristupljeno: 03.06.16.
19. MEDVEN, Ž. (2009): EU i zaštita okoliša: Gospodarenje otpadom na lokalnoj razini. Regionalni centar zaštite okoliša za Srednju i Istočnu Europu, Zagreb.
20. MILANOVIĆ, Z., S. RADOVIĆ, V. VUČIĆ (2002): Otpad nije smeće. Gospodarstvo i okoliš, Mtg-topgraf, Velika Gorica.

21. MRAKOVČIĆ, F. (2014): Sustav prikupljanja otpada „od vrata do vrata“, Eko otok Krk 0% otpada. Ponikve d.o.o., Krk.
22. POLONIJO, S. (2014): Zbrinjavanje otpada – evropska praksa.  
<http://www.udruga-stanara.hr/view.asp?idp=1098&c=226>, pristupljeno: 19.06.16.
23. POŽGAJ, Đ., P. KORICA (2015): Metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada s Naputkom za naručivanje i provedbu određivanja prosječnog sastava komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Zagreb.
24. PRELEC, Z. (2012): Inženjerstvo zaštite okoliša (Porijeklo i osobine otpada). Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Rijeka.  
[http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/katedra4.html](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/katedra4.html), pristupljeno: 04.06.2016.
25. SCHULZE, C. (2013): Municipal waste management in Berlin. Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment, Berlin.
26. SKOKO, D., M. MULABDIĆ, D. FUNDURULJA (2010): Osvrt na koncepte MBO i biološkog reaktora za odlagalište otpada. Haas Inženjering d.o.o., Đurđevac.
27. SOFLIĆ, T., I. BRNARDIĆ (2015): Održivo gospodarenje otpadom. Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak.  
<https://www.simet.unizg.hr/nastava/predavanja/preddiplomski-sveucilisni-studij-metalurgija/3-godina-preddiplomskog-studija/odrzivo-gospodarenje-otpadom>, pristupljeno: 03.06.16.
28. Pravilnik o baterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima, Narodne novine 94/13.
29. Pravilnik o ambalaži i otpadnoj ambalaži, Narodne novine 94/13.
30. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Narodne novine 178/04.
31. Zakon o održivom gospodarenju otpadom, Narodne novine, NN 94/13.