

# BIOOTPAD KAO POSEBNA KATEGORIJA OTPADA

---

**Pavlović, Tamara**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*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:128:216374>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-01**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

**TAMARA PAVLOVIĆ**

**BIOOTPAD KAO POSEBNA KATEGORIJA OTPADA**

**ZAVRŠNI RAD**

Karlovac, 2021.



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

**TAMARA PAVLOVIĆ**

**BIOOTPAD KAO POSEBNA KATEGORIJA OTPADA**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: mr.sc. Hrvoje Buljan, pred.

Karlovac, 2021.

## SAŽETAK

Biootpad je kategorija otpada za koju se na europskoj razini intenzivno radi na kreiranju kvalitetnog regulatornog okvira. Potencijal ove kategorije otpada, koja se proizvodi u ne tako zanemarivim količinama, nije odgovarajuće iskorišten i često završava na odlagalištima otpada. Riječ je o podkategoriji biorazgradivog otpada koji se sastoji od biorazgradivog otpada iz vrtova i parkova, hrane i kuhinjskog otpada iz kućanstava, ureda, restorana, veleprodaje, kantina, ugostiteljskih objekata i sličnog otpada iz proizvodnje prehrambenih proizvoda. Biootpad je potrebno odvojeno sakupljati prvenstveno kako bi smanjili količine otpada na odlagalištima, smanjili emisije stakleničkih plinova, štitili okoliš te proizveli kompost kao vrijednu komponentu u poljoprivredi. Uz kompostiranje, biootpad možemo obraditi i anaerobnom digestijom o kojoj ću detaljnije govoriti u ovom radu. Cilj ovog rada je upoznati se s problematikom gospodarenja biootpadom, naučiti kako pravilno razvrstati biootpad, te kako ga ponovno oporabiti bez štetnih utjecaja na okoliš.

**Ključne riječi:** biootpad, gospodarenje otpadom, kompost, obrada otpada, odvojeno sakupljanje, okoliš.

### **Biowaste as a special category of waste**

## ABSTRACT

Biowaste is in category of waste on which the Europe is extensively working on to create quality regulations. The potential of this category of waste is not exploited enough, and eventually it ends up in a junkyards. Here we are talking about a sub category of biodegradable waste which is mostly waste of waste from parks, gardens, food and kitchen waste, offices, restaurants, wholesale waste, canteens and similar waste that derives from food usage. Biowaste is needed to be collected separately to lower the quantities of waste on junkyards and also to lower the greenhouse gas emissions, to protect the environment and to produce compost as a valuable component in agriculture. Biowaste can be treated with composting along with anaerobic digestion about which I will talk more. The purpose of this paper is to get acquainted with the problems of biowaste management, learn how to properly classify biowaste, and how to recover it without harmful effects on the environment.

**Key words:** biowaste, waste management, compost, waste treatment, environment, separate collection, environment.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ZAKONSKI OKVIR IZ PODRUČJA ODRŽVOG GOSPODARENJA OTPADOM A VEZANE NA POSEBNU KATEGORIJU OPTADA -BIOOTPAD .....	2
3. POJAM, DEFINICIJA I KLASIFIKACIJA BIOOTPADA .....	4
4. GOSPODARENJE BIOOTPADOM .....	5
4.1. Načela gospodarenja otpadom .....	6
4.2. Odvojeno sakupljanje biootpada .....	8
5. GOSPODARENJE BIOOTPADOM U EUROPSKOJ UNIJI .....	10
6. KOLIČINE PROIZVEDENOG BIOOTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	12
7. BIOLOŠKA OBRADA BIOOTPADA .....	13
7.1. Kompostiranje .....	15
7.1.2. Faze kompostiranja .....	22
7.1.3. Poticanje kućnog kompostiranja .....	24
7.2. Anaerobna digestija .....	27
7.2.1. Nusproizvod anaerobne digestije .....	28
8. BIOPLIN .....	31
9. SPRJEČAVANJE NASTANKA BIOOTPADA.....	35
10. RASPRAVA .....	39
11. ZAKLJUČAK.....	41
12. LITERATURA .....	42

## **POPIS PRILOGA:**

### **Popis tablica:**

Tablica 1. Pregled raspoloživih kapaciteta za kompostiranje u Republici Hrvatskoj .....	26
Tablica 2. Najbolje prakse u obradi biootpada.....	29
Tablica 3 Prednosti i nedostaci pojedinih načina gospodarenja biootpadom.....	29
Tablica 4. Mjere i pokazatelji sprječavanje nastanka otpada .....	37

### **Popis slika:**

Slika 1. Mali smeđi spremnik.....	8
Slika 2. Veliki smeđi spremnik .....	9
Slika 3 Vrećica s biootpadom.....	11
Slika 4. Kompost 1 .....	16
Slika 5. Kompost 2 .....	18
Slika 6. Kompostiranje u hrpama .....	20
Slika 7 Drveni komposter.....	21
Slika 8 Plastični komposter .....	22
Slika 9 Žičani komposter.....	22
Slika 10 Kružni tok biootpada.....	23
Slika 11 Bioplinsko postrojenje .....	31
Slika 12 Digestat .....	34
Slika 13 Biootpad-ilustracija.....	40

## 1. UVOD

Otpad se, sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, definira kao svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadom se smatra svaki predmet i tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa. Gospodarenje otpadom je djelatnost skupljanja, prijevoza, uporabe, zbrinjavanja te druge obrade otpada. Gospodarenje otpadom mora se provoditi na način da se ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i bez uporabe postupaka ili načina koji bi mogli štetiti okolišu.

Održivo gospodarenje biootpadom postaje jedno od bitnih činjenica na razini Europske unije ne samo zbog nužnosti očuvanja tla i smanjivanja odlaganja, već i mogućnosti korištenja znatnih energetske potencijala ove vrste otpada. To naročito dolazi do izražaja imajući na umu da se godišnje u EU proizvede oko 90 milijuna tona biootpada od čega se 40% i dalje odlaže na odlagalištima. Uvođenje sustava gospodarenja otpadom, međutim, nije jednostavan zadatak, posebice u velikim gradovima. Velika koncentracija stanovništva, različiti oblici stambenih jedinica, gradski i prigradski, različitost obrta i industrije, veći broj podvrsta otpada koji nastaje, a posebice različiti izvori (kućanstva, uslužne djelatnosti, tržnice, proizvodni otpad) i te kako utječe na kompleksnost nužnog sustava te iziskuje značajne resurse vezano uz infrastrukturu i operativno vođenje skupljanja biootpada. U ovom radu obradit će se tema o biootpadu kao posebnoj kategoriji otpada, važnosti njegovog odvojenog sakupljanja i skladištenja te načinima njegove obrade i krajnje uporabe produkata obrade.



## **2. ZAKONSKI OKVIR IZ PODRUČJA ODRŽVOG GOSPODARENJA OTPADOM A VEZANE NA POSEBNU KATEGORIJU OPTADA - BIOOTPAD**

Skupljanje visokokvalitetnih frakcija otpada za ponovnu uporabu, preradu i recikliranje osim integriranog razvoja infrastrukture od lokalne do nacionalne razine zahtijeva i veliki angažman građana, dvije trećine političkih instrumenata na EU razini usmjereno je na informiranje i podizanje svijesti u najvećem dijelu na kućanstva, a u zanemarivom djelu na ekonomski sektor.

Opći zahtjevi za gospodarenje otpadom, kao što su zaštita okoliša i zdravlje ljudi tijekom postupanja s otpadom, utvrđeni su revidiranom Okvirnom direktivom o otpadu, koja uz navedeno propisuje i specifične uvjete vezane za gospodarenje biootpadom. Odlaganje biootpada posredno je regulirano revidiranom Direktivom o odlagalištima otpada.

Direktiva o industrijskim emisijama utvrđuje glavna načela za odobravanje i kontrolu postrojenja za obradu biootpada u postrojenjima

Zakonom o održivom gospodarenju otpadom biootpad je svrstan kao posebna kategorija otpada. Zakon propisuje obvezu osobama ovlaštenim za gospodarenje biootpadom te jedinicama lokalne samouprave da u dokumentima koje donose temeljem zakona osiguraju odvojeno prikupljanje biootpada s ciljem kompostiranja, digestije ili energetske uporabe biootpada, a osobama koje obavljaju obradu biootpada da istu moraju obavljati na način kojim se zadovoljava visoka razina zaštite okoliša. (ANONYMOUS, 2019).

Uredbom o gospodarenju komunalnim otpadom uvedena je obveza odvojenog prikupljanja biootpada u sklopu javne usluge prikupljanja biorazgradivog komunalnog otpada i to odvojeno od papira i kartona.

Republika Hrvatska je Planom gospodarenja otpadom za razdoblje od 2017. do 2022. godine propisala dinamiku odvojenog sakupljanja komunalnog biootpada na godišnjoj razini, prema kojoj je do 2022. godine na nacionalnoj razini potrebno odvojeno sakupiti 40% proizvedene količine biootpada iz komunalnog otpada. U svrhu ostvarenja navedenog cilja PGO-om Republike Hrvatske propisane su i mjere koje uključuju izradu kriterija kvalitete, načina označavanja i kontrolu kvalitete komposta i digestata, nabavu opreme i vozila za odvojeno prikupljanje biootpada i izgradnju i opremanje novih, te povećanje kapaciteta i unaprjeđenje tehnologije postojećih postrojenja za biološku obradu odvojeno prikupljenog biootpada aerobnim ili anaerobnim postupcima.

Nacionalnim Planom sprječavanja nastanka otpadom kao sastavnim dijelom Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske definiran je specifični cilj koji se odnosi na sprečavanje nastanka biootpada, te mjere za ostvarenje koje predviđaju organizaciju informativno – edukativnih kampanja na temu sprječavanja nastanka otpada od hrane, rad na unaprjeđenju sustava prikupljanja i obrade podataka o otpadu od hrane, uspostavu sustava doniranja hrane i promicanje kućnog kompostiranja.

Termička obrada biootpada regulirana je kroz Pravilnik o termičkoj obradi otpada koji je prenio dio odredbi iz Direktive Europske Unije o industrijskim emisijama. (ANONYMOUS, 2015a).

### 3. POJAM, DEFINICIJA I KLASIFIKACIJA BIOOTPADA

Okvirna direktiva o otpadu definira biootpad kao biorazgradivi otpad iz vrtova i parkova, hranu i kuhinjski otpad iz kućanstava, ureda, restorana, veleprodaje, kantina, ugostiteljskih objekata i sličan otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Otpad se kategorizira odnosno razvrstava prema:

- svojstvima
- mjestu nastanka

Prema svojstvima otpad se razvrstava na tri osnovne skupine:

- opasni otpad
- neopasni otpad
- interni otpad

Prema mjestu nastanka otpad se razvrstava u tri skupine:

- komunalni otpad
- proizvodni otpad
- posebne kategorije otpada (BULJAN, 2020).

Zakonom o održivom gospodarenju otpadom biootpad je proglašen posebnom kategorijom otpada.

Prema Katalogu otpada komunalni biootpad se može klasificirati pomoću sljedeća četiri ključna broja:

- 20 01 08 (biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina)
- 20 01 25 (jestiva ulja i masti)
- 20 02 01 (biorazgradivi otpad)
- 20 03 02 (otpad s tržnica) (ANONYMUS, 2015b).

Biootpad ne uključuje ostatke iz šumarstva i poljoprivrede, gnoj, kanalizacijski mulj ili neke druge vrste biorazgradivog otpada kao što je to papir, prirodni tekstil i prerađeno drvo. Nusproizvodi od hrane koji nikad nisu postali otpad također nisu obuhvaćeni definicijom biootpada.

## 4. GOSPODARENJE BIOOTPADOM

Gospodarenje otpadom su djelatnosti sakupljanja, prijevoza, oporabe i zbrinjavanja i druge obrade otpada, uključujući nadzor nad tim postupcima, te nadzor i mjere koje se provode na lokacijama nakon zbrinjavanja otpada, te radnje koje poduzimaju trgovac otpadom ili posrednik.

Gospodarenje otpadom je od interesa za Republiku Hrvatsku i učinkovitost gospodarenja otpadom osigurava Vlada Republike Hrvatske i Ministarstvo nadležno za zaštitu okoliša propisivanjem mjera gospodarenja otpadom. Provedbena tijela na državnoj razini su Agencija za zaštitu okoliša i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

Za osiguravanje uvjeta i provedbe propisanih mjera gospodarenja otpadom zadužene su jedinice lokalne i područne, regionalne, samouprave dok više jedinica lokalne i područne samouprave mogu sporazumno osigurati zajedničku provedbu mjera gospodarenja otpadom.

Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom predstavlja sustav koji omogućuje postizanje osnovnih ciljeva postupanja s otpadom a to su:

- izbjegavanje stvaranja otpada
- smanjivanje količina nastalog otpada
- smanjivanje opasnih svojstava otpada
- uporaba otpada recikliranjem, ponovnom uporabom
- obrada otpada koji omogućava izdvajanje sekundarnih i/ili tercijarnih sirovina
- korištenje otpada u energetske svrhe
- postupanje s otpadom na zakonom propisane načine
- sanacija okoliša onečišćenog otpadom.

S otpadom je potrebno postupati na način kako bi se osiguralo provođenje aktivnosti, odluka i mjera za:

- sprječavanje nastanka otpada, smanjivanje količine otpada te smanjivanje štetnog utjecaja na okoliš
- sakupljanje, prijevoz, uporabu i ponovnu uporabu, međuskladištenje i skladištenje, odlaganje i korištenje otpada u energetske svrhe
- uvođenje najboljih dostupnih tehnologija za postupanje s otpadom
- postizanje što većeg stupnja eko-efikasnosti (BULJAN, 2020).

#### **4.1. Načela gospodarenja otpadom**

**Načelo onečišćivač plaća** – proizvođač otpada, prethodni posjednik otpada, odnosno posjednik otpada snosi troškove mjera gospodarenja otpadom, te je financijski odgovoran za provedbu sanacijskih mjera zbog štete koju je prouzročio ili bi je mogao prouzročiti otpad.

**Načelo blizine** – obrada otpada mora se obavljati u najbližoj odgovarajućoj građevini ili uređaju u odnosu na mjesto nastanka otpada, uzimajući u obzir gospodarsku učinkovitost i prihvatljivost za okoliš.

**Načelo samodostatnosti** – gospodarenje otpadom će se obavljati na samodostatan način omogućavajući neovisno ostvarivanje propisanih ciljeva na razini države, a uzimajući pri tome u obzir zemljopisne okolnosti ili potrebu za posebnim građevinama za posebne kategorije otpada.

**Načelo slijedivosti** – utvrđivanje porijekla otpada s obzirom na proizvod, ambalažu i proizvođača tog proizvoda kao i posjed tog otpada uključujući i obradu.

U svrhu sprječavanja nastanka otpada te primjene propisa i politike gospodarenja otpadom primjenjuje se red prvenstva gospodarenja otpadom, i to:

- sprječavanje nastanka otpada
- priprema za ponovnu uporabu
- recikliranje
- drugi postupci uporabe npr. energetska uporaba
- zbrinjavanje otpada (BULJAN, 2020).

Prilikom primjene reda prvenstva gospodarenja otpadom nadležna tijela državne vlasti, jedinica lokalne i područne samouprave i pravne osobe s javnim ovlastima koje obavljaju djelatnosti u vezi s okolišem i pravne osobe koje prema posebnim propisima obavljaju poslove zaštite okoliša: poduzimaju mjere kojima se potiču rješenja koja nude najbolji ishod za okoliš što može uključivati i prilagodbu reda prvenstva za gospodarenje određenom vrstom otpada ako je to opravdano rezultatima analize životnog ciklusa ukupnih učinaka stvaranja i gospodarenja tom vrstom otpada, uzimaju u obzir opća načela zaštite okoliša - načelo predostrožnosti i načelo održivosti, te tehničku izvedivost i ekonomsku održivost i zaštitu resursa, kao i ukupne učinke na zdravlje i život ljudi, materijalnih dobara i okoliša, te uzimaju u obzir da povećani troškovi koji mogu nastati primjenom reda prvenstva gospodarenja

otpadom u usporedbi s drugim načinom postupanja s otpadom ne budu nerazmjerni te da postoji tržište za dobivene materijale ili energiju ili da se takvo tržište može oformiti.

Iznimno se otpad može zbrinuti a ne oporabiti, u sljedećim slučajevima kada:

- stanje tehničke spoznaje ne omogućava uporabu otpada
- troškovi uporabe otpada su višekratno veći od troškova zbrinjavanja
- nema mogućnosti daljnje uporabe otpada ili dijelova otpada
- ako se zbrinjavanjem otpada manje opterećuje okoliš, nego njegovom uporabom, a osobito u odnosu na:
  - emisije tvari i energije u zrak, more, vodu i tlo
  - korištenje prirodnih izvora
  - energiju koju treba potrošiti ili koju je moguće obnoviti
  - opasne tvari sadržane u otpadu proizvedenom prilikom uporabe otpada.

Drugi postupci zbrinjavanja otpada imaju prednost pred odlaganjem. Prilikom obrade otpada primjenjuje se načelo samodostatnosti kako bi se otpad obradio na najbližoj prikladnoj lokaciji izbjegavajući pritom prijevoz otpada koji nije nužan.

Način gospodarenja 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:

- rizik od onečišćenja mora, voda, tla i zraka te ugrožavanja biološke raznolikosti
- pojava neugode uzrokovane bukom i mirisima
- štetan utjecaj na područja kulturno-povijesnih, estetskih, prirodnih i drugih vrijednosti
- vrijednosti koje su od posebnog interesa
- nastajanje eksplozije ili požara.

Zakonom o održivom gospodarenju otpadom nije dozvoljeno odbacivanje otpada u okoliš, spaljivanje otpada u okolišu uključujući spaljivanje na moru te spaljivanje biljnog otpada iz poljoprivrede i šumarstva, te potapanje otpada.

Otpad čija se vrijedna svojstva mogu iskoristiti mora se odvojeno sakupljati i skladištiti kako bi se omogućilo gospodarenje tim otpadom. Republika Hrvatska mjerama potiče visoko kvalitetno recikliranje kako bi se postigli nužni standardi kvalitete u pojedinim sektorima

recikliranja, te se otpad treba odvojeno sakupljati kad je to prikladno i izvedivo uzevši u obzir tehničke, okolišne i ekonomske uvijete.

Ukoliko se utvrdi da određeni otpad ima vrijedna svojstva koja se mogu iskoristiti, takav otpad se mora odvojeno sakupljati i skladištiti kako bi se omogućilo gospodarenje tim otpadom. Kako bi se postigli nužni standardi kvalitete u pojedinim sektorima recikliranja, Republika Hrvatska mjerama potiče visoko kvalitetno recikliranje, te odvojeno sakupljanje otpada kada je to prikladno i izvedivo uzimajući u obzir tehničke, okolišne i ekonomske uvijete (ANONYMOUS, 2019).

#### **4.2. Odvojeno sakupljanje biootpada**

Odvojeno sakupljanje je moguće:

- u smeđim spremnicima, postavljenim uz stambeni objekt – sakupljač dolazi po biootpad i odvozi ga u kompostanu
- odvojeno skupljeni biootpad građani donose u reciklažno dvorište (manje količine) ili u kompostanu
- organiziranjem prigodnih prikupljanja biootpada (božićna drvca, otpalo jesensko lišće, proljetna i zimska rezidba)

U kućanstvima biootpad treba odlagati u posude od oko 10 l, s poklopcem, te prazniti ih barem jednom u 3 dana.



Slika 1. Mali smeđi spremnik (IZVOR: [www.cistoca.hr](http://www.cistoca.hr))



Slika 2. Veliki smeđi spremnik (IZVOR: [www.webgradnja.hr](http://www.webgradnja.hr))

Odgovornim pristupom prema odvajanju biootpada postižu se ciljevi:

- razvijanja zdrave ekološke navike
- proizvodnje komposta za zelene površine
- smanjenja količine otpada na odlagalištu
- smanjenja emisije stakleničkih plinova i štitimo okoliš

U smeđe spremnike treba odlagati:

- kuhinjski otpad: ostaci i kora voća i povrća, ljuske jaja, talog od kave, vrećice od čaja, ostatci kruha, listovi salate, blitve, kelja i slično
- vrtni ili zeleni otpad: uvelo cvijeće, granje, otpalo lišće, otkos trave i živice, zemlja iz lončanica, ostaci voća i povrća i slično
- male količine ostalog biootpada: kora drveta, kosa i dlaka, piljevina, papirnatu maramice, borove iglice, male količine papira u koje su bili zamotani kuhinjski otpaci

U smeđe spremnike ne odlažu se:

- ostaci termički obrađene hrane
- meso, riba, kosti, koža
- mliječni proizvodi, ulja i masti
- pepeo, ambalaža (kartonska, staklena, plastična), guma, opasni otpad
- obojeni i lakirani drveni otpad
- odjeća, cigarete i drugo (ANONYMOUS, 2020c).



## 5. GOSPODARENJE BIOOTPADOM U EUROPSKOJ UNIJI

Na razini Europske unije godišnje nastane oko 125.000.000 t biootpada. Ovisno o lokalnim uvjetima kao što su prehrambene navike stanovništva, kultura uzgoja biljnih sorti, klimi, životnom standardu i stupnju ekonomskog razvoja, biootpad predstavlja između 30% i 40% mase komunalnog otpada. Taj udio je znatno veći (do 80%) u mediteranskim zemljama, zbog veće potrošnje povrća i voća u dnevnoj prehrani, kao i zbog učinaka turizma.

Trenutno manje od polovice komunalnog biootpada koji nastaje u Europskoj uniji se obradi kompostiranjem ili anaerobnom digestijom što znači da su još uvijek značajno zastupljene nepoželjne opcije gospodarenja otpadom definirane redom prvenstva u gospodarenju otpadom. U ukupnim količinama biootpada preko 70% čini otpad od hrane.

Trenutne opcije gospodarenja biootpadom koje se primjenjuju u Europskoj uniji uključuju, uz sprječavanje nastanka biootpada, prikupljanje (odvojeno ili miješano), anaerobnu digestiju i kompostiranje, spaljivanje, energetske uporabu i odlaganje otpada. Ekološke i ekonomske prednosti različitih načina gospodarenja značajno ovise o lokalnim uvjetima kao što su gustoća naseljenosti, infrastruktura i klima, kao i o tržištu proizvoda vezanih uz ovu vrstu otpada (energija, kompost). Na kompostiranju i anaerobnoj digestiji godišnje završi oko 45% proizvedenog komunalnog biootpada, a na odlaganju oko 25% količine komunalnog biootpada. Preostala količina se obradi mehaničko – biološkim postupcima i spaljivanjem. Kod biootpada najvjerojatnija uloga u „kružnoj ekonomiji“ sve je veća primjena kompostiranja i anaerobne digestije jer se smatra da imaju važnu ulogu u otklanjanju biorazgradivog otpada s odlagališta kao i unaprjeđenju kruženja bioloških nutrijenata u prirodi. Procjenjuje se da bi se oko 60 milijuna tona biootpada koji nastaje na europskom području moglo obraditi postupcima kompostiranja i anaerobne digestije što predstavlja uštedu od 1 milijuna tona dušika i 20 milijuna tona organskog ugljika, koji se trenutno gube putem odlaganja. Ako se razmatra anaerobni digestat, na europskoj razini ga oko 52% završi na odlagalištima otpada, zbog njegove loše kvalitete odnosno nemogućnosti korištenja kao poboljšivača tla, a time i otežanog plasmana na tržištu.

U svrhu rješavanja pitanja kvalitete anaerobnog digestata i plasmana komposta i anaerobnog digestata na tržištu, Europska komisija je usvojila Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju pravila o stavljanju gnojidbenih proizvoda s oznakom CE na raspolaganje na tržištu, kojom se utvrđuju zajednička pravila o pretvaranju biootpada u sirovine iz kojih se mogu proizvesti gnojidbeni proizvodi. U Prijedlogu Uredbe Europskog parlamenta se određuju zahtjevi u pogledu sigurnosti, kvalitete i označivanja koje moraju ispunjavati

gnojidbeni proizvodi da bi se njima moglo slobodno trgovati u Europskoj uniji. Proizvođači će morati dokazati da njihovi proizvodi ispunjavaju te zahtjeve, kao i ograničenja za organske i mikrobne kontaminante te fizičke nečistoće, prije postavljanja oznake CE. Na taj način osigurat će se trgovanje prema jedinstvenim pravilima koja će vrijediti za cijelo tržište Europske unije, a u skladu s uobičajenim europskim pravilima odnosno sa statusom gnojiva oznake CE. Pri tome se neće ograničiti trgovanje istim tim proizvodima bez CE oznake u okviru granica pojedine članice EU, a sukladno nacionalno propisanim kriterijima i uzajamnim priznavanjem.

Time se kompost i digestat koji ispunjava uvjete za oznaku CE ne bi više trebali smatrati otpadom u smislu Okvirne direktive o otpadu. Jedan od dugoročnih smjerova koji se prepoznaje na europskoj razini, a za koji se smatra da ima bolji potencijal za iskorištavanje frakcija od kompostiranja i anaerobne digestije je tzv. valorizacija biorazgradivog otpada, primjerice konverzija u kemikalije ili materijale (sirovine) koje bi se koristile u biorafinerijama. Tehnologije za valorizaciju prikladnije su za homogene, komercijalne tokove otpada poput poljoprivrednih ostataka i otpada iz prehrambene industrije, dok su manje prikladne za komunalni biootpad. U tom smislu veliki potencijal za dobivanje visokovrijednih proizvoda ima otpad od hrane generiran u fazi prerade, kojeg karakterizira homogenost, za razliku od otpada od hrane koji je generiran u fazi potrošnje, a za kojeg je karakteristično svojstvo visoke heterogenosti. Koncept biorafinerije odnosi se na objekte koji integriraju različite procese pretvorbe u svrhu proizvodnje različitih proizvoda kao što su goriva, toplina i kemikalije visoke kvalitete, a koja koriste biomasu kao sirovinu (GOLUBOVAC i sur., 2018).



Slika 3 Vrećica s biootpadom (IZVOR: [www.zcgo.hr](http://www.zcgo.hr))

## **6. KOLIČINE PROIZVEDENOG BIOOTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Ukupna količina biootpada u Republici hrvatskoj u 2017. godini iznosila je 589.608 tona odnosno 143 kg/stanovnik što je značajno manje od prosjeka za EU (244 kg/stanovnik). Navedena razlika se može pripisati činjenici da na razini EU godišnje nastaju značajno veće količine komunalnog otpada po stanovniku (2016.: RH 392 kg/stanovnik, EU28 483 kg/stanovnik), koji upravo najviše doprinosi ukupnim količinama biootpada.

Od ukupno proizvedene količine biootpada u Republici Hrvatskoj, samo 11% je činio odvojeno sakupljeni proizvodni biootpad, dok se ostatak odnosi na odvojeno sakupljen biootpad iz komunalnog otpada ili biootpad koji je završio iz kućanstava i/ili ekonomskih djelatnosti u miješanim vrstama komunalnog otpada. U miješanim vrstama komunalnog otpada (miješani komunalni otpad, ostaci od čišćenja ulica, komunalni otpad koji nije specificiran na drugi način) završilo je 77% ukupno proizvedenog biootpada, što znači da je potrebno intenzivirati aktivnosti usmjerene na odvojeno sakupljanje biootpada i recikliranje na izvoru, ali i sprječavanje nastanka biootpada i kućno kompostiranje.

Procjenjuje se da u Republici Hrvatskoj od ukupne količine otpada u kućanstvima, oko 30% čini biootpad. Ako se uzme u obzir podatak da je u 2013. godini ukupno odloženo 1.413.113 t komunalnog otpada, dolazi se do zaključka da je u 2013. godini na odlagalištima otpada odloženo 423.934 t biootpada (GOLUBOVAC i sur., 2018).

## 7. BIOLOŠKA OBRADA BIOOTPADA

Unatoč tome što je odlaganje otpada jedna od najnepoželjnijih opcija u redu prvenstva gospodarenja otpadom, u Republici Hrvatskoj je ista najzastupljenija. U 2017. godini 77% biootpada je završilo na odlagalištima otpada. Anaerobnom digestijom i kompostiranjem je obrađeno svega 14% proizvedenog biootpada, energetsom uporabom 0,5%, a na obradi u izvozu je završilo 1% biootpada. Preostala količina biootpada je obrađena postupcima predobrade.

Ovisno o vrsti i karakteristikama (volumen, sastav, čistoća itd.) sakupljenog biootpada ovisit će i postupak obrade kojem će se navedeni materijal podvrgnuti. Tako materijal koji sadrži lignin, kao što su drvo ili slama mogu značajno otežati proces anaerobne digestije i stoga se ne koriste u bioplinskim postrojenjima ili se barem prije postupka anaerobne digestije moraju nasjeckati i kompostirati. Vrtni otpad sadrži 50% -60% vode i više drva, dok kuhinjski otpad ne sadrži drvo, ali sadrži do 80% vode. Navedene karakteristike treba posebno uzeti u obzir kod planiranja sustava gospodarenja biootpadom odnosno sustava za odvojeno prikupljanje biootpada. Što bi značilo da ako se biootpad upućuje na obradu u bioplinsko postrojenje onda isti ne bi trebao sadržavati biootpad iz vrtova i parkova, te je potrebno tu vrstu otpada sakupljati u odvojenim spremnicima od otpada od hrane (OMERDIĆ, 2020).

### Kompostiranje na kućnom pragu

Proces kompostiranja na kućnom pragu najčešće nije pogodan za obradu biorazgradivog otpada životinjskog porijekla zbog niskih temperatura kompostiranja, dok sama priprema sirovine za kompostiranje bi trebala uključivati dodavanje suhog, strukturnog materijala (vrtni otpad, usitnjeno drvo i sl.) kako bi se osigurala prozračnost i smanjila vjerojatnost razvoja anaerobnih uvjeta. Ovaj materijal se može osigurati od skupljenog drvenog otpada u sklopu reciklažnih dvorišta koji bi se, nakon usitnjavanja mogao predavati građanima za potrebe kompostiranja na „kućnom pragu“. Primjena kompostiranja na kućnom pragu ovisi o dostupnim površinama za korištenje komposta nakon uporabe biootpada te je stoga primjenjiva za ruralna područja, odnosno predgrađa urbanih područja gdje postoje samostalne stambene jedinice s okućnicom. Uz ispunjenje prethodnih uvjeta, kompostiranje na kućnom pragu, uz kontinuiranu i dostatnu edukaciju predstavlja uspješnu mjeru smanjenja biorazgradivog otpada u miješanom komunalnom otpadu, odnosno biorazgradivog otpada koji završava na odlagalištu. Osim toga, neposredna uključenost pojedinaca u zbrinjavanje određenog toka otpada podiže svijest i o važnosti odvojenog prikupljanja otpada (ANONYMOUS, 2020c).

## **Kompostiranje u postrojenjima za kompostiranje-kompostane**

Biorazgradivi otpad se kompostira s ciljem vraćanja odvojeno prikupljenog otpada u proizvodni ciklus kao gnojivo odnosno poboljšivač tla. Postoji niz tehnologija kompostiranja različitih složenosti od najjednostavnijih poput „kompostiranja u redovima“ bez prisilne aeracije (aeracija se odvija redovitim preokretanjem materijala) do visoko tehnoloških s prisilnom aeracijom (upuhivanjem zraka), uz princip rada baziran na ujednačavanju sastava otpada i njegovoj aeraciji uz eventualnu potrebu za dodavanjem vode. Kvaliteta komposta izravno ovisi o kvaliteti i sastavu odvojeno prikupljenog otpada te je potrebno odvojeno sakupljati čisti otpad od hrane, vrtni otpad i drvo. Proces kompostiranja započinje kada se materijal homogenizira i smjesti na hrpu kada počinje mikrobiološka aktivnost koja podiže temperaturu do 65-75 °C u nekoliko dana nakon čega se polagano snižava. Ovisno o pristupu i primijenjenoj tehnologiji kompost je spreman za korištenje za 3 – 12 mjeseci. Stabilizirani kompost se prosijava uz korištenje ostatnog dijela kao strukturnog materijala za daljnji proces kompostiranja ili se odlaže na odlagalište neopasnog otpada ukoliko ima veće količine nečistoća. Riječ je relativno ekonomski pristupačnoj tehnologiji gdje se postiže oporaba od oko 40-50% mase ulaznog materijala s mogućnošću kontrole procesa i prilagođavanje sastavu ulaznog materijala. Kompostiranje je uspješna metoda obrade odvojeno prikupljenog biorazgradivog otpada s mogućnošću proizvodnje vrijedne sirovine uz istovremeno izbjegavanje proizvodnje metana i procjedne vode s visokim razinama biološkog onečišćenja (ANONYMOUS, 2015a).

## **Anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima**

Anaerobna digestija je metoda biološke obrade koja se može koristiti za oporabu hranjivih tvari i energije sadržane u biorazgradivom otpadu. Uz to, čvrsti ostaci proizvedeni tijekom procesa se stabiliziraju. Postoje tri glavna načina digestije - odvojena digestija (suhi postupak), odvojena digestija (mokri postupak) i ko-digestija (mokri postupak u kojem se miješa biorazgradivi otpad različitog porijekla) – čija primjena ovisi o području primjene odnosno dostupnosti ostalih potrebnih materijala i mogućnošću primjene materijala nastalih obradom otpada. Kao i kompostiranje, anaerobna digestija zahtjeva odvojeno prikupljanje biootpada na mjestu nastanka.

Anaerobnom digestijom i kompostiranjem se obradi 14% proizvedenog biootpada, energetsom oporabom 0,5%, a na obradi u izvozu završi 1% biootpada. Preostala količina biootpada se obradi postupcima predobrade (6%) (ANONYMOUS, 2015a).

## **7.1. Kompostiranje**

Kompostiranje je najstariji način recikliranja otpada. Prirodnim procesom razgradnje biootpada kao konačni proizvod nastaje kompost. Kompostiranjem se zatvara prirodni ciklus kruženja tvari u prirodi – od biorazgradivih otpadaka nastaju vrijedne organske tvari.

Kompost je prerađena masa organskih tvari neiskorištenih ostataka tla. Također, kompost je i smjesa raznih organskih otpadaka gospodarstva i kućanstva, koji prerađeni uz pomoć mikroorganizama služe kao kvalitetno gnojivo. Kompostom osiguravamo prozračnost tla u vrtu te prihranjujemo naše biljke.

### **ŠTO SE KOMPOSTIRA?**

- ostaci kora voća i povrća
- ljuske od jaja
- talog kave i čaja
- pokošena trava, korov i ostaci biljaka iz vrta
- uvenulo cvijeće
- lišće
- usitnjeno suho granje i lišće
- slama, sijeno i piljevina
- ostaci kod orezivanja voćaka i vinove loze

### **ŠTO SE NE KOMPOSTIRA?**

- kosti, meso, masnoće, izmet
- pepeo od ugljena
- novinski papir i časopise u boji
- plastiku, metal, staklo
- lijekovi
- papirnate pelene
- korov
- lišće oraha
- lakirano drvo

- biootpad koji je bio u dodiru s naftom, benzinom, uljnim i zaštitnim bojama i pesticidima

## **ZAŠTO KOMPOSTIRATI?**

- više od 1/3 ukupnog otpada koji nastaje u domaćinstvima je organski ili biootpad
- takav otpad nije smeće, već visokovrijedna sirovina za proizvodnju komposta
- kompostiranjem se uspostavlja prirodni kružni tok tvari u prirodi
- kompostiranje biootpada je doprinos zaštiti okoliša

## **PREDNOSTI KOMPOSTIRANJA**

- kompostom zemlja dobiva hranjive sastojke koji su potrebni za rast i razvoj biljaka, poboljšava se plodnost zemlje, te se smanjuje potreba za umjetnim gnojivima
- kompost aktivira faunu tla, povisuje sadržaj humusa u tlu, povoljno djeluje na dugoročnu plodnost tla, izvor je energije za mikroorganizme
- ušteda na troškovima nastalim za kupnju umjetnih gnojiva i zemlje za sadnju cvijeća (ANONYMOUS, 2020b).



Slika 4. Kompost 1 (IZVOR: agrosavjet.com)

Biootpad predstavlja kvalitetnu sirovinu za proizvodnju komposta. Kompostiranje predstavlja metodu proizvodnje vrijedne sirovine pri čemu se istovremeno izbjegava proizvodnja metana i procjednih voda s visokim razinama biološkog onečišćenja. Kompostiranje je aerobna razgradnja biootpada pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina

i kompost. Razgradnja se odvija uz pomoć mikroorganizama, odnosno, bakterija, gljiva i aktinomiceta. Kompostiranjem bi se mogle smanjiti količine kućnog otpada koje uglavnom završavaju u sastavu miješanog komunalnog otpada. Pojačanim odvajanjem i kompostiranjem otpada smanjilo bi se zagađivanje podzemlja procjednim vodama s odlagališta, stvaranje stakleničkog plina metana koji utječe na klimatske promjene, ali i opasnost od požara. Također bi se smanjila uporaba umjetnih gnojiva koji utječu na kvalitetu vode i tla, te ugrožavaju zdravlje ljudi, biljaka i životinja. Kompostiranjem, otpad koji bi završio na nekom deponiju ili bio spaljen i time povećao emisiju stakleničkih plinova, postaje korisna sirovina za izradu organskih gnojiva. Novostvoreni kompost više nije otpad, već postaje proizvod koji se prodaje na tržištu kao visokokvalitetno hranjivo za uzgoj biljaka.

Kompostirati možemo tijekom cijele godine, pri čemu moramo voditi računa o temperaturi komposta. Kada su vanjske temperature ispod nule, u kompostnoj hrpi temperatura bi trebala biti oko 40-50°C. Ljeti je moramo štititi od isušivanja i redovito provjeravati vlažnost. Pri temperaturi blizu 65-75 °C većina patogena ugiba kroz nekoliko dana. Kako bi se osigurala brza razgradnja, u kompostu treba održavati vlažnost. Prije samog kompostiranja, potrebno je osigurati: - stalnu vlažnost (prevelika količina vlage onemogućuje prozračnost, ugibaju aerobni mikroorganizmi, dolazi do zastoja procesa, pojave anaerobnih mikroorganizama te pojave neugodnih mirisa) i dovoljnu količinu zraka (nedovoljno zraka uzrokuje neugodan miris) (ČOKLEC, 2017).

### **7.1.1. Kompostiranje u vrtu**

Proizvodnja komposta iz vlastitog biootpada po vrijednosti se izjednačava s postupcima za izbjegavanje i smanjivanje količina otpada. U procesu kompostiranja sudjeluju:

- makrofauna – organizmi veličine 2-20 mm – usitnjavaju supstancu, čime se povećava obujam i rahlost tla
- mezofauna – organizmi veličine 0,2-2 mm – sudjeluje u razgradnji biootpada
- mikroorganizmi – razgradnja biootpada

Uspješno kompostiranje – osiguravanje optimalnih životnih uvjeta za spomenute organizme. Optimalni uvjeti su: dovoljno različitog, biološki lako razgradivog biootpada (organizmima jamči hranu), stalna i dostatna vlažnost (prevelika količina vode zatvorit će zračne prolaze, aerobni organizmi ugibaju, zastoj procesa, brzo razvijanje anaerobnih organizama i pojava neugodnog mirisa) – provjera vlažnosti “metodom knedle”, dostatna



količina zraka (neugodan miris je znak da nema dovoljno zraka, prozračivanje hrpe postiže se prevrtanjem i miješanjem te dodavanjem strukturnog materijala: najbolje usitnjene grančice), odgovarajuća temperatura (zimске temperature ne pogoduju biološkim procesima, a ljetne mogu dovesti do isušivanja materijala; optimalana temperatura okoline je 20 – 250 C) (ANONYMOUS, 2020b).



Slika 5. Kompost 2 (IZVOR: [www.savjetodavna.hr](http://www.savjetodavna.hr))

Temelj dobrog kompostiranja je miješanje:

- suhих i vlažnih dijelova biootpada
- većih i manjih dijelova biootpada
- svježih i starijih dijelova biootpada
- kuhinjskog i vrtnog biootpada

Razlikujemo dva načina kompostiranja u vrtu:

1. kompostiranje u hrpama/ograđenom prostoru - najčešće
2. vrtne komposteru - zbog nedostatka prostora

## **Kompostiranje u hrpama ili u ograđenom prostoru**

Minimalna površina za kompostiranje je 2 m<sup>2</sup>. Od oko 5 prostornih metara biootpada dobije se oko 2 prostorna metra komposta – dovoljno za kvalitetan uzgoj cvijeća i povrća u vrtu). Najpogodnije mjesto za kompostiranje je sjenoviti kut vrta/ dvorišta zaštićen od izravnih udara vjetra (izbjegavati mračna i hladna mjesta).

Upute za kompostiranje:

1. u ograđeni prostor (drvena oplata, opeka ili dr.) na dno hrpe staviti usitnjeno granje (visina sloja do 15 cm)
2. na to dodati sloj lišća, a zatim slojeve biootpada, koje prethodno treba izmiješati i usitniti na komade manje od 5 cm (visina sloja oko 20 cm)
3. između slojeva biootpada nasuti tanki sloj vrtne zemlje ili svježeg komposta
4. postupak ponavljati dok kompostna hrpa ne dosegne visinu od 1,2 m
5. zgotovljenu hrpu prekriti materijalom (jutena vreća, slama ili sl.), koji propušta zrak smanjuje isušivanje i gubitak topline, onemogućava ispiranje hranjivih sastojaka te sprječava raznošenje vjetrom)
6. kompostnu hrpu treba prevrtati radi prozračivanja, otklanjanja neugodnih mirisa i suvišne vlage – na početku najkasnije nakon 5 – 6 tjedana, poslije toga svaka 2 mjeseca
7. nakon 3 do 4 mjeseca temperatura se smanjuje s 50 – 600 °C na temperaturu okoline
8. poslije 9 do 12 mjeseci kompost je zreo te ga treba prosijati (sito s veličinom rupa oko 1 cm). Veće komade koji su ostali na situ vratiti u proces kompostiranja (ANONYMOUS, 2020b)



Slika 6. Kompostiranje u hrpama (IZVOR: ziaaiz.wordpress.com)

### **Kompostiranje u vrtnom komposteru**

Konstrukcijom tzv. brzih vrtних kompostera bitno je smanjeno isušivanje materijala i pretjerano ovlaživanje oborinama. Materijal se slaže u komposter na isti način, kao i u bilo koji drugi ograđeni prostor. Radi dodatnog miješanja i prosijavanja, potrebno je barem dva puta godišnje komposter skinuti s kompostne hrpe.

Potrebno je napraviti komposter od drveta, cigle ili žice proizvoljnog, željenog oblika. Prilikom izrade treba voditi računa da stranice kompostera imaju šupljine radi prozračnosti. Poželjno je da komposter bude postavljen na zemlji. Komposter treba obavezno pokriti poklopcem napravljenim od dasaka, platna, kartona i sl. kako bi ga zaštitili od vremenskih uticaja. Na dno kompostera se treba staviti sloj suhe materije - sijeno, slamu, granje, suho lišće, itd. debljine 10 - 20 cm.

Punjenje kompostera započinje odvajanjem i prikupljanjem organske materije i to:

- vlažne materije iz kuhinje - ostaci voća, povrća, talog kave...
- suhe materije - piljevina, lišće, grančice, suha trava itd.

Prilikom punjenja kompostera sav organski otpad bi trebalo usitniti (na veličinu palca) radi brže razgradnje voditi računa o odnosu vlažne i suhe materije, miješati u omjeru: 50% vlažne materije i 50% suhe materije. Treba voditi računa o vlažnosti komposta. U kompostu ne smije biti ni premalo ni previše vlage. Da je dovoljno vlage može se provjeriti stiskom komposta u ruci: ako se formira masa koju možemo držati s dva prsta kompost je dovoljno vlažan; ako se kompost rasipa onda je suh i treba ga navlažiti (dodati vode) ili dodati svježeg vlažnog materijala

i ponovo formirati hrpu. Ako je kompost pljesniv ili ako se voda cijedi pri stiskanju mase tada ima previše vode, treba dodati suhe materije i izmiješati.

Kada je komposter pun potrebno je izvaditi sadržaj kompostera, promiješati, formirati hrpu i pokriti je. Nakon tri tjedna hrpu ponovo promiješati i ponoviti taj postupak nekoliko puta. Češće miješanje kompostnog materijala znači kraće vrijeme do dobivanja gotovog humusa. Prilikom miješanja provjeravati vlažnost komposta i prema potrebi poduzeti odgovarajuće mjere. Kompost je zreo nakon 6 - 10 mjeseci. Gotov kompost potrebno je prosijati i sitni dio koristiti kod uzgoja različitih biljaka - voća, povrća, cvijeća. Ostatak krupne materije vraća se u komposter. Zreli kompost ima miris kao šumski humus (ANONYMOUS, 2020b).

### **Vrste kompostera:**



Slika 7 Drveni komposter (IZVOR: [gospodarski.hr](http://gospodarski.hr))



Slika 8 Plastični komposter (IZVOR: [www.komunalnohvar.com](http://www.komunalnohvar.com))



Slika 9 Žičani komposter (IZVOR: [fzoeu.hr](http://fzoeu.hr))

### 7.1.2. Faze kompostiranja

1. Faza razgradnje - mješavina materijala uz dovoljno vlage i kisika predstavlja idealan medij za bakterije i kvasce koji svojim metabolizmom razgrađuju organske tvari pri čemu nastaje toplina koja se može uočiti mjerenjem. Ovo povišenje temperature ne mogu preživjeti sjemenke korova i razni patogeni mikroorganizmi.
2. Faza prerade - nakon prvog razdoblja vrlo visokih temperatura pojavljuju se i prve gljivice. Tijekom tog razdoblja broj mikroorganizama jako brzo raste. Za

njihov razvoj je potrebna voda i kisik i zato je važno prebacivati hrpu i provjeravati vlagu. Temperatura lagano opada približavajući se vrijednosti temperature okoline.

3. Faza izgradnje – prvo se pojavljuju protozoe koje se hrane bakterijama i gljivicama, a nakon njih i prvi višestanični organizmi kao što su stonoge, gliste, skočibube i druge koje usitnjavaju i miješaju materijal. U ovoj fazi se u početku oblikuje svježi kompost, a kasnije kompostne gliste oblikuju tzv. kompostne grudice koje čine osnovu za stvaranje zdravog komposta. Na kraju ove faze dobijemo svježi kompost spreman za prihranu (ANONYMOUS, 2020a).



Slika 10 Kružni tok biootpada (IZVOR: eko-moslavina.hr)

### **Biološka obrada pomoću gujavica**

U nedostatku prostora, obrada biootpada se može organizirati na balkonu ili u podrumu. U takvim je uvjetima najbolje koristiti posebnu vrstu gujavica (*Eisenia foetida* – “kišna gujavica”, za početak dovoljno 100 gujavica – nabaviti kod uzgajivača). Koriste se različite posude, koje na stijenkama imaju rupice zbog prozračivanja i drenaže. Zahtijeva se povećana vlažnost kompostnog materijala, a zimi grijani prostor. Ispod posude s gujavicama, potrebno je staviti posudu za procjeđenu vodu te vodu redovito prazniti. Na donju posudu s kompostnim materijalom moguće je staviti još jednu posudu (mora imati izbušeno dno kako bi gujavice mogle prijeći u nju) (ANONYMOUS, 2020b).

### 7.1.3. Poticanje kućnog kompostiranja

Okvirna direktiva Europske unije o otpadu člankom 22. propisuje članicama obvezu odvajanja biootpada i recikliranja na izvoru te poticanja kućnog kompostiranja. Količine biootpada kompostiranog u kućanstvima također se mogu ubrajati kod izračuna stope recikliranja komunalnog otpada, što može u određenom udjelu podići vrijednost stope recikliranja komunalnog otpada. Ključ za uspješno provođenje kućnog kompostiranja (količina i kvaliteta kompostiranog otpada) nije samo u osiguravanju kućanstava komposterima već i u poticanju i provođenju edukacije kako na pravilan način kompostirati. Brojne europske zemlje provode aktivnosti poticanja kućnog kompostiranja u različitim razmjerima te su iste ugradile u nacionalne planske i strateške dokumente. U Belgiji se promotivne aktivnosti provode putem treninga i smanjenja naplate odvoza otpada za one koji provode kućno kompostiranje, dok se u Finskoj kućno kompostiranje potiče za otpad iz vrtova, a kompostiranje kuhinjskog otpada dozvoljeno je samo u zatvorenim i izoliranim uređajima za kompostiranje. U Španjolskoj Katalonska agencija za otpad daje financijsku podršku za poticanje kućnog kompostiranja (GOLUBOVAC i sur., 2018).

Republika Hrvatska je definirala u nacionalnom zakonodavstvu točnije u Planu gospodarenja otpadom mjeru za poticanje kućnog kompostiranja. Ta mjera uključuje nabavu i distribuciju kućnih kompostera, izradu edukacijsko informativnih materijala te organizaciju promidžbenih aktivnosti i radionica. Obzirom da primjena kućnog kompostiranja ovisi o dostupnim površinama za korištenje proizvedenog komposta, prioritet za provođenje ove mjere sukladno planu su ruralna područja odnosno predgrađa urbanih sredina s većim brojem samostalnih službenih jedinica s okućnicom. Za razliku od prikupljanja kućnog biootpada i odvoza u objekte za obradu, kućno kompostiranje, osim korištenja materijala kao gnojiva ili poboljšivača tla ima i dodatne koristi :

- krajnji korisnik odvojeno sakuplja, obrađuje i iskorištava materijal na mjestu nastanka čime se izbjegavaju nepotrebni pritisci na okoliš od prometa te je zadovoljeno načelo blizine
- kućno kompostiranje smanjuje potrebu za primjenom proizvoda za poboljšanje kvalitete tla i proizvoda na bazi treseta
- kućno kompostiranje kompostabilne plastike smanjiti će količine miješane plastike koje je potrebno obraditi

- može omogućiti JLS - ovima potencijalne uštede u smislu troškova odvojenog sakupljanja i obrade biootpada, a time i uštede stanovnicima u smislu smanjenja taksi za gospodarenje otpadom
- kućno kompostiranje pridonosi smanjenju količina biorazgradivog otpada koji završava na odlaganju

Kod provedbe kućnog kompostiranja neizbježno je i suočavanje sa određenim izazovima:

- mjerenje kućnog kompostiranja je vrlo teško, čemu doprinosi i nepostojanje regulative koja bi definirala okvir za provedbu monitoringa i poticanje kućnog kompostiranja
- ako se kućno kompostiranje ne provodi pravilno može čak doprinijeti povećanju stakleničkih plinova
- nužna je pravilna edukacija i informiranje o načinu na koji je potrebno provoditi kompostiranje, a potom korištenje komposta
- kako bi se izbjegle poteškoće kod razlikovanja kompostabilnih proizvoda iz kućanstava od onih industrijskog porijekla, potrebno je jasno označavanje tih proizvoda i informiranje
- nemaju sva kućanstva vrt i nisu svi voljni kompostirati kod kuće
- treba se osigurati pravilno korištenje komposta
- komadići mesa i kuhane hrane se ne smiju kompostirati na otvorenom prostoru kako bi se spriječili štetnici i higijenski problemi (isto se odnosi i na onečišćenu kompostabilnu ambalažu)
- postoji rizik od previše vode (kiše) koja prolazi kroz hrpu i time prenosi dušik u obliku nitrata u tlo i podzemne vode

Kućno kompostiranje možda ne predstavlja toliku korist za okoliš kao što je to anaerobna digestija, no analize troškova i koristi su pokazale da financijske uštede kod kućnog kompostiranja ipak nadmašuju povećani utjecaj na okoliš u odnosu na anaerobnu digestiju. Kako bi se jedinice lokalne samouprave uključile u aktivno poticanje lokalne javnosti na kompostiranje u vlastitim kućanstvima, potrebno je organizirati edukativne radionice za jedinice lokalne samouprave, čiji se program može temeljiti na edukaciji o načinu organiziranja i provođenja kvalitetnih kampanja na temu sprječavanja nastanka biootpada uključujući i edukaciju na temu važnosti kompostiranja i primjene kompostera. Također, moguće je dodatno potaknuti kućno kompostiranje kroz sufinanciranje nabavke kućnih kompostera (GOLUBOVAC i sur., 2018).



Tablica 1. Pregled raspoloživih kapaciteta za kompostiranje u Republici Hrvatskoj (GOLUBOVAC i sur., 2018)

Županija u kojoj se nalazi kompostana	JLS u kojoj se nalazi kompostana	Operater kompostane	Kapacitet (t/god)
Grad Zagreb	Zagreb - Jakuševac	Zagrebački holding d.o.o	27 000
Grad Zagreb	Zagreb - Markuševac	Zagrebački holding d.o.o	10 000
Grad Zagreb	Zagreb - Jankomir	Zagrebački holding d.o.o	10 000
Koprivničko-križevačka	Imbriovec	Eko Loparić d.o.o.	10 770
Koprivničko-križevačka	Koprivnica	GKP Komunalac d.o.o. Koprivnica	5 460
Ličko-senjska	Perušić	Perušić d.o.o.	1 200
Međimurska	Čakovec	GKP Čakom d.o.o.	4 000
Međimurska	Prelog	GKP Prekom	5 460
Osječko-baranjska	Osijek	Unikom d.o.o.	4 499
Primorsko-goranska	Krk	Ponikve d.o.o.	2 000
Zagrebačka	Kloštar Ivanić	Eko - flor – plus d.o.o.	27 300

## 7.2. Anaerobna digestija

Anaerobna digestija je biokemijski proces u kojem se biorazgradivi organski supstrati razgrađuju mikrobiološkim procesima bez prisutnosti kisika, uz proizvodnju bioplina i digestata. Kao nusproizvod anaerobne digestije nastaju tekući, čvrsti i plinoviti ostaci koji predstavljaju korisne resurse. Bioplin, kao produkt anaerobne digestije, se iskorištava za proizvodnju toplinske i električne energije, dok se nastali čvrsti i tekući ostaci u vidu digestata nakon kompostiranja prihvaćaju kao gnojivo za poljoprivredne površine zbog velikog sadržaja korisnih sastojaka (dušik, fosfor, kalij) neophodnih za uzgoj biljaka.

Prednosti anaerobne digestije su:

- odsutnost mirisa – farme ne moraju biti dislocirane
- dobivanje visokokvalitetnog gnojiva - smanjeno korištenje umjetnih gnojiva
- dobivanje bioplina – struja, grijanje
- čista voda - vraćanje u proces digestije
- dobivanje bioplina kao energenta
- biomasa je razgrađena i transformirana u digestat s visokom hranidbenom vrijednošću što ga čini idealnim gnojivom; često je to gnojivo glavni proizvod nakon fermentacije, a bioplin ima tek sporednu važnost
- tijekom procesa u fermentoru se uništi čak 99 % patogenih bakterija; istovremeno se eliminiraju oblaci muha koje prate takav otpad
- tvari koje kod netretiranog otpada dovode do neugodnih mirisa, kao što su masne kiseline, fenoli, derivati fenola, u bioplinskom postrojenju se uglavnom razgrađuju i emisija neugodnih mirisa se smanjuje za 90 %
- izuzetan ekološki značaj budući da je metan u atmosferi odgovoran za oko 10 % globalnog zatopljenja, a 30 bioplinskih postrojenja prosječne veličine pohrani 4800 metričkih tona metana godišnje i spriječi njihovu emisiju u atmosferu

Sustav anaerobne razgradnje organske materije obuhvaća: pripremu sirovine, digestore, sakupljače plina, sustave za korištenje plina i korištenje mulja kao gnojiva. Proces anaerobne digestije može se podijeliti na pet koraka:

1. Aerobno- jedan dio kisika ulazi u anaerobnu digestiju dodavanjem sirovine koja se podvrgnula fermentaciji. Dakle, prvo aerobne bakterije na ulazu potroše kisik,

proizvedu ugljični dioksid i malo topline. To je ujedno i sva toplina koju razvije anaerobna digestija.

2. Enzimi - u toj fazi anaerobne bakterije oslobađaju enzime koji razlažu složene organske molekule u jednostavnije molekule.
3. Kisela faza - bakterije apsorbiraju „pojedu“ još uvijek relativno velike i kompleksne molekule. Glavni proizvodi tog procesa su: Jednostavne molekule od kojih su većina masne kiseline, vodik, ugljikov dioksid.
4. Proizvodnja plina - zadnja grupa bakterija u lancu prerađuje masne kiseline u vodu, vodikov sulfid, ugljični dioksid i na kraju metan.
5. Dobiveni plin „BIOPLIN“, je mješavina metana, ugljikovog dioksida, sumporovodika, i vodene pare.

### **7.2.1. Nusproizvod anaerobne digestije**

Kao nusproizvod dobiva se bioplin kojeg čine 60-70% metana, 30-40% ugljičnog dioksida, nekoliko postotaka sumporovodika i vodene pare. Proizvod anaerobnog procesa u digestoru je digestorski mulj (digestat, efluent) iskoristiv kao izvanredno gnojivo dobiveno nakon aeriranja, cijedenja i sušenja tijekom nekoliko tjedana. Vrijednost gnojiva u obliku humusa koje se dobije iz digestora je neusporedivo veća od umjetnih gnojiva. Pri organskoj gnojidbi humus obogaćuje hranjivim tvarima površinski sloj (u kojem raste bilje) i štiti ga, dok umjetna gnojiva ne sudjeluju u zaštiti površinskog sloja, već doprinose njegovoj eroziji i zasićenju zagađivačima. Ovisno o sirovini i uvjetima digestije AD razvija između 50 i 70% metana u bioplina, idealnog za korištenje u ruralnim prostorima kao pogon stacionarnih motora, proizvodnju struje, grijanje, osvjetljenje i dr. Uz metan, u nekoliko postotaka, razvijaju se i sumporovodik i ugljični dioksid. Sumporovodik je dobro odvajati radi mirisa koji se pojavljuje pri izgaranju, a i šteti motorima s unutarnjim izgaranjem. U velikim sustavima se odvaja kao elementarni sumpor. Ugljični dioksid nije potrebno odvajati, osim ako se želi smanjivati volumen plinospreme, povećati kalorična vrijednost bioplina, proizvoditi suhi led ili upuštati ga u staklenike. Kako je sva sirovina u kontroliranim uvjetima, u korištenju digestora onemogućena je pojava glodavaca i zagađivanje zemlje amonijakom. Uspješnim sustavom anaerobne digestije smatra se onaj koji ostvaruje prihod i to kroz:

- plin: proizvodnja struje, grijanje, prodaja eventualnog viška

- digestorski mulj: distribucija po poljima u tekućem obliku, cijeđenjem i sušenjem dobiva se humus koji se također koristi kao gnojivo
- ugljični dioksid: njegovim odvajanjem povećava se kalorijska vrijednost plina, odvojen CO<sub>2</sub> se može direktno upuštati u staklenike, može se proizvoditi suhi led
- sumporovodik H<sub>2</sub> S: Njegovim odvajanjem smanjuje se miris pri izgaranju, a smanjuje se i opasnost od korozije u sustavima i dobiva se elementarni sumpor (OMERDIĆ, 2020)

Tablica 2. Najbolje prakse u obradi biootpada (GOLUBOVAC i sur., 2018)

FINALNI POSTUPAK	OTPAD OD HRANE	BIOOTPAD IZ VRTOVA I PARKOVA	BIOOTPAD OD DRVA
Hrana za stoku	1 (ako je primjenjivo)	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
Anaerobna digestija	2	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
Kompostiranje	3	1	2
Energetska uporaba	4	2	1

(1-najviše poželjan, 4 – najmanje poželjan)

Tablica 3 Prednosti i nedostaci pojedinih načina gospodarenja biootpadom (OMERDIĆ, 2020)

NAČIN GOSPODARENJA	PREDNOSTI	NEDOSTATCI
Odlagalište		<ul style="list-style-type: none"> <li>- smanjenje nužno za usklađenje s Direktivom 2006/12/EC</li> <li>- deponijski plin bi se mogao koristiti za energiju, ali je izlazna energija premala</li> </ul>

		- recikliranje nutrijenata nije moguće
<b>Spalionica</b>	energetska uporaba	- „otpadna toplina” često je neiskorištena - recikliranje nutrijenata nije moguće - visoki investicijski troškovi i druge barijere za nova postrojenja - dugačke transportne linije zbog centraliziranih postrojenja
<b>Kompostiranje u kućanstvima</b>	- uobičajena praksa u mnogim slučajevima - vrijedan završni proizvod: zatvoren krug nutrijenata - nije potrebna sofisticirana logistika	- nema energetske uporabe - nije sav otpad pogodan za privatno kompostiranje - ograničenja u urbanim područjima
<b>Industrijsko kompostiranje</b>	- uobičajena praksa u mnogim slučajevima - vrijedan završni proizvod: zatvoren krug nutrijenata	nema energetske uporabe
<b>Anaerobna digestija</b>	- visoka energetska uporaba - vrijedan završni proizvod: zatvoren krug nutrijenata - prilika za proizvodnju goriva za transport → Treba ispravne politike	

## 8. BIOPLIN

U slučajevima kada se za proces anaerobne digestije koristi homogena mješavina iz dvaju ili više različitih supstrata, kao na primjer gnojnice i organski otpad iz prehrambene industrije, postupak se naziva kodigestija. Kodigestija je najčešći način proizvodnje bioplina. Bioplin je gorivi plin koji se primarno sastoji od metana i ugljikovog dioksida. Digestat je procesirani ostatak supstrata nastao tijekom proizvodnje bioplina. Tijekom proizvodnje bioplina nastaje vrlo malo topline u usporedbi s aerobnom razgradnjom (uz prisutnost kisika) ili kompostiranjem. Energija koja se nalazi u kemijskim vezama supstrata oslobađa se u obliku bioplina.

Proces nastanka bioplina rezultat je niza povezanih procesnih koraka tijekom kojih se inicijalni supstrat razlaže na sve jednostavnije spojeve, sve do nastanka bioplina. U pojedinim fazama proizvodnje bioplina djeluju specifične grupe mikroorganizama. Digestor ili fermentator je centralni dio bioplinskog postrojenja. Fermentator je zračno nepropusni spremnik u kojemu se odvija proces anaerobne digestije i gdje se proizvodi bioplin. Fermentator je dio sustava u koji punjenjem ulazi sirovina te nakon anaerobne digestije izlazi bioplin i digestat. Fermentatori moraju biti toplinski izolirani i grijani. Napravljeni su od betona, čelika ili cigle. Oblikovani su poput silosa, a mogu biti smješteni ispod ili iznad površine tla.



Slika 11 Bioplinsko postrojenje (IZVOR: [www.consultare.hr](http://www.consultare.hr))

## **Praktična iskustva u korištenju digestata**

- značajno je poboljšanje strukture tla za poljoprivrednike koji koriste digestat
- konvencionalni poljoprivrednici navode smanjeno korištenje kemijskih raspršivača i manju potrebu za mineralnim gnojivom zbog upotrebe digestata
- nakon primjene digestata, na polju se može uočiti divljač, a stoka je voljna pasti travu s livade nedugo nakon što je pognojena
- takva zapažanja upućuju na smanjeni gubitak ukusnosti vegetacije na tlu kod primjene digestata u usporedbi sa sirovim gnojem
- mnogi poljoprivrednici koji koriste digestat za gnojidbu, i to kroz duže vrijeme, potvrđuju povećani udio vrijednih travnatih vrsta na svojim poljima
- rezultat nije samo smanjenje gubitaka pri opskrbi biljaka s prikladnim hranjivima, nego i povećana mikrobiološka aktivnost u tlu (zdrave biljke)
- mnogi poljoprivrednici navode povećane prinose pri sakupljanju slame i sijena kao i bolju kvalitetu usjeva, što povezuju s primjenom digestata kao gnojiva

## **Prednosti digestata pred stajskim gnojem**

Digestat ima poboljšanu gnojibenu učinkovitost radi homogenizacije hranjivih tvari, veću gnojibenu vrijednost od svježeg stajskog gnoja zbog svoje ujednačenosti i hranidbenih tvari u obliku u kojem ih biljke mogu bolje apsorbirati, bogat je dušikom, fosforom, kalijem, te brojnim mikro nutritijentima, može se aplicirati na tlo poput obične gnojovke ili komposta. Prednosti digestata pred svježim stajskim gnojem su i smanjenje neugodnih mirisa i muha pri proizvodnji bioplina, neugodni mirisi se značajno smanjuju zajedno sa sjemenom korova u gnoju, dok se hranjive tvari zadržavaju u digestatu. Rezultat pokusa usjeva koji su koristili digestat je pokazao značajne pokazatelje rasta usjeva.

Ključni razlozi za korištenje digestata u gnojidbi kao djelomična zamjena za mineralna gnojiva su:

- ako uzmemo u obzir kalkulaciju da na 1 ha za pojedine kulture trošimo prosječno 800 kg mineralnog gnojiva, koji u prosjeku košta 0,40 euro centi za kg, dolazimo do podatka da nam za 1 ha treba 320 eura
- ako zamijenimo mineralno gnojivo sa 30% digestata, dolazimo do uštede od 96 € po hektaru

- ako uzmemo u prosjeku 50 ha, dolazimo do uštede od 4.800,00 € zbog upotrebe digestata
- 100 kg digestata prosječno sadrži: 2-3 kg N (dušika), 3-3,8 kg P (fosfora), 2-3 kg K (kalija)
- digestat ima visok pH 8,7 (lužnata sredina), što je jako korisno za popravljjanje pH tla
- većina biljaka za svoj dobar rast i razvoj, a na kraju i dobar urod traži plodna tla povoljne strukture i teksture, te odgovarajuće reakcije tla, neutralne do slabo kisele pH 5,5-7,5
- upravo je to glavni razlog korištenja digestata i njegove prednosti nad mineralnim gnojivima
- tla hranjena digestatom ne ulaze u anaerobnu fazu, odnosno koriste manje kisika raspoloživog u tlu
- kako je korištenje kisika iz tla smanjeno, tako je smanjena i tendencija stvaranja dijelova tla bez kisika poput anaerobnih zona koje sadrže dušik koji nije direktno iskoristiv biljkama
- sposobnost stvaranja novog tla i reprodukcija humusa kroz dostavljenu organsku tvar također je veća ukoliko se uspoređuje s gnojidbom netretiranom gnojivkom

Kako još uvijek većina anaerobnog digestata na EU razini završava na odlagalištima otpada, u svrhu rješavanja pitanja kvalitete anaerobnog digestata i plasmana komposta i anaerobnog digestata na tržištu, Europska Komisija je usvojila Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju pravila o stavljanju gnojidbenih proizvoda s oznakom CE na raspolaganje na tržištu, kojom se utvrđuju zajednička pravila o pretvaranju biootpada u sirovine iz kojih se mogu proizvesti gnojidbeni proizvodi. Time se kompost i digestat koji ispunjava uvjete za oznaku CE ne bi više trebali smatrati otpadom u smislu Okvirne direktive o otpadu.

Jedan od dugoročnih smjerova koji se prepoznaje na europskoj razini, a za koji se smatra da ima bolji potencijal za iskorištavanje frakcija od kompostiranja i anaerobne digestije je tzv. valorizacija biootpada primjerice konverzija u kemikalije ili materijale (sirovine) koje bi se koristile u biorafinerijama.

U Republici Hrvatskoj, anaerobnom digestijom i kompostiranjem obrađeno je svega 14% proizvedenog biootpada, energetsom oporabom 0,5%, a na obradi u izvozu je završilo 1% biootpada. Preostala količina biootpada je obrađena postupcima predobrade. U 2017. godini 77% biootpada je završilo na odlagalištima otpada. Unatoč tome što je odlaganje otpada jedna od najnepoželjnijih opcija u redu prvenstva gospodarenja otpadom, u RH je ista najzastupljenija. Procijenjena količina biootpada koja je u 2017. godini završila na



odlagalištima otpada iznosi 452.319 tona. Samo u sklopu miješanog komunalnog otpada je bilo odloženo 426.813 tona biootpada. Odložene količine odvojeno sakupljenog biootpada iznosile su 22.328 tona. Odvojeno sakupljanje biootpada se provodi u tek 22% JLS. U 2017. godini biootpad se obrađivao anaerobnom digestijom u 11 od 25 postojeći bioplinskih postrojenja. Količina digestiranog biootpada iznosila je 46.546 tona. Najveća količina digestiranog otpada potječe iz prerađivačke industrije (99%). Od biootpada iz komunalnog otpada uglavnom je digestiran biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina. Količine otpadnog jestivog ulja, biorazgradivog otpada iz vrtova i parkova i otpada s tržnica koje su ušle u proces anaerobne digestije su bile zanemarive (OMERDIĆ, 2020).



Slika 12 Digestat (IZVOR: [www.consultare.hr](http://www.consultare.hr))

## 9. SPRJEČAVANJE NASTANKA BIOOTPADA

Glavne stavke o sprječavanju nastanka otpada nalaze se u Planu sprječavanja otpada koji je sastavni dio Plana gospodarenja otpadom. Plan sadrži:

1. ciljeve sprječavanja nastanka otpada
2. mjere potrebne za ostvarenje ciljeva ili sprječavanja nastanka otpada koje se odnose na:
  - planiranje ili druge ekonomske instrumente kojima se promiče učinkovita uporaba sirovina i resursa
  - promicanje istraživanja i razvoja na području postizanja čistijih tehnologija i proizvoda kao i promicanje i uporaba rezultata takvoga istraživanja i razvoja
  - razvoj učinkovitih i sadržajnih pokazatelja pritiska na okoliš povezanih s nastankom otpada u cilju doprinosa sprječavanja nastanka otpada na razini jedinice lokalne samouprave i regionalne samouprave i na razini Republike Hrvatske
  - promicanje ekodizajna (sustavne integracije aspekata zaštite okoliša u dizajn proizvoda s ciljem unaprjeđenja ponašanja proizvoda s obzirom na zaštitu okoliša u cijelom životnom vijeku proizvoda)
  - pružanje informacija o tehnikama sprječavanja nastanka otpada s ciljem jednostavnije primjene najboljih dostupnih tehnika u industriji
  - organiziranje izobrazbe nadležnih tijela u pogledu uključivanja zahtjeva za sprječavanje nastanka otpada prilikom izdavanja dozvola
  - uključivanje mjera za sprječavanje proizvodnje otpada u postrojenjima koja nisu obvezna ishoditi okolišnu dozvolu prema zakonu kojim se uređuje zaštita okoliša - mjere mogu obuhvaćati procjene ili planove sprječavanja nastanka otpada
  - organiziranje kampanja za podizanje svijesti ili pružanje pomoći osobama u pogledu financijske potpore, savjeta kod donošenja odluka i drugo
  - sklapanje dobrovoljnih sporazuma, organiziranje foruma potrošača/proizvođača ili sektorskih pregovora kako bi se relevantni poslovi ili industrijski sektori potakli na izradu vlastitih planova ili ciljeva sprječavanja nastanka otpada ili zamjenu proizvoda ili njihove ambalaže koji proizvode previše otpada
  - ekonomske instrumente za odgovornije ponašanje potrošača prema okolišu u smislu kupnje proizvoda sa što manje ambalaže

- organizacije kampanja podizanja svijesti i pružanje informacija usmjereno na širu javnost ili određenu kategoriju potrošača
- promicanje znaka zaštite okoliša
- postizanje dogovora s industrijom, putem studija o proizvodima poput onih koji se organiziraju u okviru integriranih politika za proizvode, ili s trgovcima na malo o dostupnosti informacija o sprječavanju nastanka otpada i dostupnosti proizvoda koji u manjoj mjeri utječu na okoliš
- integraciju kriterija zaštite okoliša i sprječavanja nastanka otpada u postupcima javnih i korporativnih nabava
- promicanje ponovne uporabe i /ili popravka odgovarajućih isluženih proizvoda ili njihovih komponenata, posebice kroz obrazovne, gospodarske, logističke i druge mjere.

Za donesene mjere sprječavanja nastanka otpada određuju se odgovarajuća posebna kvalitativna i kvantitativna mjerila s ciljem praćenja i procjene napretka postignutih primjenom mjera.

Jedinica lokalne samouprave dostavlja godišnje izvješće o provedbi Plana jedinica područne samouprave do 31. ožujka tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu.

Jedinica područne samouprave dostavlja dvogodišnje izvješće o provedbi Plana i objedinjena izvješća Ministarstvu i Agenciji za zaštitu okoliša do 31. svibnja tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu i objavljuje ga u svom glasilu i na svojim mrežnim stranicama.

Prema analizi stanja procjenjuje se da u Republici Hrvatskoj od ukupne količine otpada u kućanstvima oko 30% čini biootpad od čega oko 300.000 tona čini otpad od hrane. Biootpad zauzima značajno mjesto u programima europskih institucija pa je tako potrebno osigurati odvojeno sakupljanje biootpada s namjerom kompostiranja i digestije biootpada, obradu biootpada na način da se postiže visok stupanj zaštite okoliša, korištenje za okoliš sigurnih materijala proizvedenih iz biootpada i dr.

Uzevši u obzir štetne emisije u okoliš koje uzrokuje neodgovarajuće gospodarenje biootpadom, u Planu se između ostalog obrađuju i mjere za sprječavanje nastanka biootpada, uz naglasak na sprječavanje nastanka otpada od hrane.

Postojeći zakonski okvir za gospodarenje komunalnim otpadom koji propisuje kvantitativne ciljeve vezane za biorazgradivi komunalni otpad, ekonomske mjere u vidu naknada, uključujući i propis koji regulira gospodarenje nusproizvodima i ukidanje statusa

otpada, a kojim su propisani posebni kriteriji za ukidanja statusa otpada za kompost i anaerobni digestat, izvrsna su osnova za kreiranje sustava u kojem će se učinkovito primjenjivati definirani red prvenstva u gospodarenju biootpadom (ANONYMOUS, 2015a).

Tablica 4. Mjere i pokazatelji sprječavanje nastanka otpada (ANONYMOUS, 2015a)

SPECIFIČNI CILJ	MEHANIZMI PROVEDBE (AKTIVNOSTI)	POKAZATELJI
<b>Sprječavanje nastanka biootpada</b>	Provođenje informacijskih kampanja koje uključuju izradu i promoviranje letaka i priručnika Edukacija JLS-ova putem radionica i priprema edukacijskih materijala o načinu definiranja mjera i aktivnosti za sprječavanje nastanka biootpada Izrada smjernica za JLS-ove na temu izrade lokalnih PGO-ova	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Broj provedenih nacionalnih kampanja</li> <li>- Broj provedenih kampanja na razini JLS</li> <li>- Izrađene smjernice za JLS-ove na temu pripreme lokalnih PGO-ova</li> <li>- Broj lokalnih PGO-ova koji imaju obrađene mjere sprječavanja nastanka otpada od hrane</li> <li>- Broj gradova i općina koje provode izobrazno-informativne aktivnosti u svrhu prevencije</li> <li>- Broj radionica organiziranih u JLS-ovima</li> <li>- Broj izrađenih letaka, brošura, ....</li> </ul>
<b>Sprječavanje nastanka biootpada</b>	Provođenje statističkog istraživanja u cilju osiguranja cjelovitih i pouzdanih podataka potrebnih za praćenje	Provedeno statističko istraživanje s aktivnostima prikupljanja podataka o otpadu od hrane - Smanjene količine otpada od hrane koji

	napretka u sprječavanju nastanka biootpada	završava na odlagalištima u %, t
<b>Sprječavanje nastanka biootpada</b>	Donošenje Pravilnika za regulaciju sustava doniranja hrane Pokretanje kampanje s temom doniranja hrane Pokretanje inicijativa za doniranje hrane na području RH	Smanjenje količine ukupno nastalog biootpada - Smanjene količine otpada od hrane koji završava na odlagalištima u %, t - Provedena kampanja na temu doniranja hrane - Povećan broj inicijativa za doniranje hrane
<b>Sprječavanje nastanka biootpada</b>	Organizacija radionica za JLS na temu pripreme kampanja Uspostava programa sufinanciranja kućnih kompostera	Smanjenje količine ukupno nastalog biootpada - Povećanje broja kućanstava koja kompostera vlastiti otpad - Povećanje broja kampanja JLS na temu kućnog kompostiranja - Broj sufinanciranih kućnih kompostera

S obzirom da većina otpada na odlagalištima završi kao neupotrebljivo smeće iz razloga što većinu stvari upotrijebimo samo jednom i zatim bacimo, stoga je najpoželjniji način postupanja s otpadom njegovo smanjenje jer tako smanjujemo njegov štetan utjecaj na okoliš a također i štedimo.

## 10. RASPRAVA

Na temelju navedenih činjenica, temeljenih na podacima, a u cilju poštivanja odredaba direktiva Europske Unije u vezi održivog gospodarenja otpadom i s njima usklađenim zakonskim propisima, te Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017-2022. godine koji u prvi plan stavlja sprječavanje nastanka otpada, ponovnu uporabu, recikliranje i kompostiranje, kao i odvojeno prikupljanje otpada na kućnom pragu, potrebno je pokrenuti aktivnosti odvojenog prikupljanja biootpada u kućanstvima. Odvojeno prikupljanje biootpada potrebno je organizirati na jednoj lokaciji s više stambenih jedinica i njegovog korištenja kao kosupstrata za obradu, kao anaerobnu digestiju u bioplinskom postrojenju ili na neki drugi način uporabe. Ovakve aktivnosti trebaju biti primjer pozitivne suradnje između jedinica lokalne samouprave i svih privatnih bioplinskih postrojenja. Prilog ovakvoj raspravi je da biorazgradiva frakcija komunalnog otpada, kao njegov najveći dio, jedan je od najvećih izazova u održivom gospodarenju otpadom. Europska unija se kroz akcijske planove obvezala smanjiti udio biorazgradivog dijela komunalnog otpada za 65% do 2020. godine. Sukladno tome, treba izgraditi sustav da jedinice lokalne samouprave trebaju osigurati odvojeno prikupljanje biorazgradivih komponenata iz komunalnog otpada na svom području te što prije realizirati uspostavu Centara za gospodarenje otpadom u sklopu kojih su predviđeni biološki postupci obrade biootpada.

Prema podacima iz Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine procijenjene količine proizvedenog biootpada iz komunalnog otpada se od 2012. godine bitno ne mijenjaju te u prosjeku iznose oko 530 000 tona. Udio biootpada u miješanom komunalnom otpadu iznosi 37%, a utvrđen je temeljem procjene sastava miješanog komunalnog otpada. Uzimajući u obzir navedeni udio i količine odloženog miješanog komunalnog otpada, podaci pokazuju da na odlagalištima otpada u Republici Hrvatskoj godišnje se odloži oko 500 000 tona biootpada, od čega se procjenjuje da je oko 380 000 tona otpada od hrane. Prosječno se odvojeno sakupi oko 11% ukupno proizvedenog biootpada, odnosno 58 300 tona, od čega se tek polovica proslijedi na uporabu (kompostiranje, anaerobna digestija). Temeljem navedenih podataka, vidljivo je da su se tjedne količine prikupljenog biootpada kretale bitno manje evidentirajući po stanovniku, odnosno po stambenoj jedinici. Najučinkovitiji način smanjenja otpada od hrane u okviru hijerarhije gospodarenja otpadom je usredotočenost na preventivne aktivnosti. Prevencija u održivom gospodarenju otpadom bitno uključuje sprečavanje da hrana postane ili se karakterizira kao otpad. Vidljivo je da manje količine otpada od hrane vode većoj učinkovitosti, višoj ekonomskoj produktivnosti kao i

smanjenju emisija stakleničkih plinova koji doprinose klimatskim promjenama. Isto tako podaci pokazuju da čak 7% globalne emisije stakleničkih plinova nastaje zbog otpada od hrane. Iako je prevencija otpada od hrane otprilike deset puta učinkovitija nego da se on biološki obrađuje po nastanku, važno je otpad od hrane odvojiti i biološki obraditi. S obzirom na činjenicu da u Republici Hrvatskoj trenutno postoje samo dva centra za gospodarenje otpadom, a ostali su u fazi pripreme, potrebno je uspostaviti sustav na koji način riješiti problematiku biootpada. Jedno od mogućih rješenja je uspostava suradnje jedinica lokalne samouprave s vlasnicima bioplinskih postrojenja.

Korištenje biootpada u anaerobnoj digestiji doprinosi smanjenju korištenja energetske kulture za tu namjenu, čime se poboljšava održivost samih bioplinskih postrojenja i smanjuje negativan učinak korištenja energetske kulture na proizvodnju i korištenje otpada kao sirovina, poluproizvoda ili proizvoda za uporabu. Provedbom projekta odvojenog prikupljanja biootpada u kućanstvima i stanovima i njegove uporabe u bioplinskom postrojenju daje se doprinos uspostavi održivog sustava gospodarenja komunalnim otpadom, koji će omogućiti ispunjenje ciljeva Plana za gospodarenje otpadom Republike Hrvatske i Strategije gospodarenja otpadom i održivog razvoja Republike Hrvatske.



Slika 13 Biootpad-ilustracija (IZVOR: zaljepsunasu.hr)

## 11. ZAKLJUČAK

Biootpad u ukupnom komunalnom otpadu zauzima veliki postotak, te se radi na tome da se on što više smanji u miješanom otpadu i iskoristi za dobivanje goriva i komposta koji se mogu iskoristiti u poljoprivredi ili za energiju.

Problematika biootpada koji se odlaže je stvaranje neugodnih mirisa kao i onečišćenje procjednih voda i nastanak stakleničkih plinova.

Pravilnim odvajanjem biootpada direktno se utječe na okoliš na više načina: smanjuju se količine otpada na odlagalištu, sprječava se nastanak amonijaka iz biootpada koji nastaje odlaganjem na odlagalištu, korištenjem organskog gnojiva koje nastaje u bioplinskim postrojenjima (iz biootpada) smanjuje se potreba za mineralnim gnojivima u poljoprivrednoj proizvodnji, te se direktno utječe na popravljavanje pH tla, količine humusa i povećanje mikrobiološke aktivnosti u tlu.

Uspostava efikasnijeg sustava gospodarenja biootpadom nužnost je ne samo radi ispunjavanja EU ciljeva već prvenstveno radi zaštite okoliša i efikasnijeg trošenja resursa na nacionalnoj razini. Republika Hrvatska je još relativno daleko od postavljenih ciljeva te će trebati uložiti znatan trud na svim razinama od prilagođene i jasnije regulative, izgradnje objekata, uvođenja financijskih mehanizma do možda najvažnije edukacije stanovništava i lokalnih zajednica.



## 12. LITERATURA

1. ANONYMOUS (2015a): Ministarstvo zaštite okoliša i prirode: Plan gospodarenja otpadom RH 2015-2021.  
[https://mzoe.gov.hr/UserDocsImages/ARHIVA%20DOKUMENATA/SPUO/nadležno\\_mzoe/nacrt\\_plana\\_gospodarenja\\_otpadom\\_republike\\_hrvatske\\_za\\_razdoblje\\_2015-2021.pdf](https://mzoe.gov.hr/UserDocsImages/ARHIVA%20DOKUMENATA/SPUO/nadležno_mzoe/nacrt_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2015-2021.pdf) 07.07.2020.
2. ANONYMOUS (2015b): Pravilnik o katalogu otpada, NN 90/15. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_08\\_90\\_1757.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_08_90_1757.html) 10.07.2020.
3. ANONYMOUS (2019): Zakon o održivom gospodarenju otpadom, NN 98/19.  
<https://www.zakon.hr/z/657/Zakon-o-odr%C5%BEivom-gospodarenju-otpadom> 09.07.2020.
4. ANONYMOUS (2020a): Biootpad i kompostiranje. Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.  
[http://www.pbf.unizg.hr/content/download/15331/64509/version/1/file/8\\_BROS\\_biootpad\\_kompostiranje%2B%255BCompatibility%2BMode%255D.pdf](http://www.pbf.unizg.hr/content/download/15331/64509/version/1/file/8_BROS_biootpad_kompostiranje%2B%255BCompatibility%2BMode%255D.pdf) 17.07.2020.
5. ANONYMOUS (2020b): Zagrebački holding: Biootpad i kompostiranje.  
<https://www.cistoca.hr/UserDocsImages/publikacije/Biootpad%20i%20kompostiranje.pdf> 15.07.2020.
6. ANONYMOUS (2020c): Zagrebački holding: Podružnica čistoća.  
<https://www.cistoca.hr> 15.07.2020.
7. BULJAN, H. (2020): Održivo gospodarenje otpadom. Interna skripta, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac str: 2, 5, 14-19, 34.
8. ČOKLEC, J. (2017): Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada. Završni rad, Sveučilište sjever, Varaždin. str: 11-12.
9. GOLUBOVAC, N., M. KIŠEVIĆ (2018): Unaprjeđenje sustava za prikupljanje podataka o biootpadu i otpadu od hrane, HAOP.  
[http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021\\_otpad/Projekti/SC18-313%20Biootpad%20i%20otpad%20od%20hrane%20-%20rezultat%201%20FINAL%20ZA%20WEB%20\(bez%20podataka%20MP%20i%20PRILOGA\)\\_rev.pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Projekti/SC18-313%20Biootpad%20i%20otpad%20od%20hrane%20-%20rezultat%201%20FINAL%20ZA%20WEB%20(bez%20podataka%20MP%20i%20PRILOGA)_rev.pdf) 20.07.2020.
10. OMERDIĆ, N. (2020): "Stručni prikaz: Anaerobnom digestijom do visokovrijednog organskog gnojiva." Hrvatske vode. <https://hrcak.srce.hr/237116> 27.07.2020.