

# ODRŽIVO GOSPODARENJE POSEBNIM KATEGORIJAMA OTPADA S OBZIROM NA ZAŠTITU PRIRODE

---

**Perica, Petar**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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:128:619836>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-17**



**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**

**PETAR PERICA**

**GOSPODARENJE POSEBNIM KATEGORIJAMA OTPADA S  
OBZIROM NA ZAŠTITU PRIRODE**

**ZAVRŠNI RAD**

Karlovac, 2020



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

**PETAR PERICA**

**GOSPODARENJE POSEBNIM KATEGORIJAMA OTPADA S**  
**OBZIROM NA ZAŠTITU PRIRODE**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: mr.sc. Hrvoje Buljan, pred.

Karlovac, 2020

## **ZAHVALE**

Zahvaljujem se svom mentoru i profesoru mr.sc.Hrvoju Buljanu dipl.ing.kem.tehn. za podršku i pomoć pri izradi ovoga završnog rada.

Zahvaljujem se mojim prijateljima i kolegama sa faksa koji su mi uvijek bili potpora, te se zahvaljujem svojim roditeljima i obitelji za sve ono što su mi pružili i zbog čije sam čije potpore ostvario sve svoje dosadašnje želje u obazovanju.

## **SAŽETAK:**

U Republici Hrvatskoj gospodarenje posebnim kategorijama otpada na način da učinci na prirodu budu što manje štetni predstavlja jedan širi problem koji okuplja znanstvenike iz različitih znanstvenih područja koji također imaju i različite interese kao i mišljenja oko iste problematike. Bez obzira na to zajednički problem je velika količina otpadnog materijala koji dospije u proces i prema kojem onda moramo primijeniti različite tehnološke postupke zbrinjavanja koji su prema takvim velikim količinama otpada skuplji i dugotrajniji. Otpad zbog neodgovarajućeg gospodarenja nerijetko dopijeva u okoliš kojemu čini trajnu štetu kao i ljudskoj populaciji. Svi mi trebamo shvatiti koliko ovakav loš odnos prema zbrinjavanju otpadom može ostaviti posljedice po naše zdravlje i budućnost naše djece te moramo zajednički utvrditi cilj za ostvarivanje održivog i cjelovitog sustava gospodarenja otpadom.

**Ključne riječi:** posebne kategorije otpada, znanstvena područja, otpadni materijal, okoliš

## **MANAGEMENT OF SPECIFIC CATEGORIES OF WASTE WITH REGARD TO NATURE PROTECTION**

### **ABSTRACT:**

In the Republic of Croatia, the management of special categories of waste in such a way that the effects on nature are as harmful as possible is a broader problem that brings together scientists from different scientific fields who also have different interests and opinions on the same issue. Nevertheless, the common problem is the large amount of waste material that enters the process and according to which we must then apply various technological disposal procedures that are more expensive and long-lasting according to such large amounts of waste.

Waste due to improper management often reaches the environment, which causes permanent damage as well as the human population. We all need to understand how much this bad attitude towards waste disposal can have consequences for our health and the future of our children, and we must jointly determine the goal of achieving a sustainable and comprehensive waste management system.

**Keywords:** special categories of waste, scientific areas, waste material, environment

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	4
2. KLASIFIKACIJA OTPADA.....	5
2.1. Podjela otpada prema nastanku .....	5
2.1.1. Komunalni otpad.....	5
2.1.2. Tehnološki otpad.....	8
2.1.3. Bolnički otpad .....	8
2.1.4. Poljoprivredni i stočarski otpad .....	9
2.1.5. Građevinski otpad .....	9
2.1.6. Specijalni (posebni) otpad .....	11
2.2. Postupci obrade i zbrinjavanja otpada .....	13
2.2.1. Recikliranje otpada .....	14
2.2.2. Spaljivanje otpada .....	15
2.2.3. Biološka obrada otpada.....	15
2.2.4. Odlaganje otpada na odlagalištima .....	18
3. GOSPODARENJE OTPADOM .....	21
3.1. Način gospodarenja otpadom .....	22
3.2. Odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj .....	24
3.3. Lokacije onečišćene otpadom u Republici Hrvatskoj .....	25
4. UTJECAJ ODLAGALIŠTA OTPADA NA OKOLIŠ .....	27
4.1. Odlagališni plin.....	27
4.2. Neugodni mirisi .....	29
4.3. Buka.....	29
4.4. Štetočine, insekti i ptice.....	30
4.5. Procjedne vode .....	31
4.6. Prateći sustavi .....	32
5. ZAKLJUČAK .....	34
6. LITERATURA .....	35



## POPIS PRILOGA:

Slika 1. Prioritetni postupci upravljanja otpadom .....	7
Slika 2. Jednostavna shema recikliranja građevinskog otpada .....	10
Slika 3. Shematski prikaz gospodarenja otpadom .....	22
Slika 4. Piramida vrednovanja otpada .....	23
Slika 5. Lokacije odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj .....	26
Slika 6. Sastav odlagališnog plina ovisno o starosti odlagališta .....	28
Tablica 1. Vrste komunalnog otpada prema podrijetlu.....	6
Tablica 2. Vrste i sastojci otpada .....	7
Tablica 3. Postupci obrade i zbrinjavanja otpada .....	14
Tablica 4. Ključni parametri razgradnje otpada u bioreaktorskom odlagalištu .....	16

## 1. UVOD

Gospodarenje posebnim kategorijama otpada u današnjici je jedan od najvećih problema i najtežih izazova u zaštiti okoliša. Izrazito velika potrošnja u velikim gradovima dovodi do stvaranja velikih količina otpada kojih nije moguće adekvatno zbrinuti. U okoliš se odbacuju različite otpadne tvari koje su ponekad i nerazgradive i koje čine veliku štetu prirodi, njenom biljnom i životinjskom svijetu. To pokazuje i velik broj odlagališta, neprimjereno gospodarenje njima, mali broj ljudi koji odvaja otpad te izrazito niski ekološki standardi u Republici Hrvatskoj koji su tek u posljednje vrijeme došli na razinu da javnost uopće čuje za njih kao i o njihovoj važnosti za sveukupni život i zdravlje čovječanstva. Tako je i tih posljednjih godina u Hrvatskoj počela intenzivnija ulaganja u nove projekte koji postižu nove standarde u gospodarenju otpadom temeljenim na zaštiti okoliša. Svrha takvih projekata je uvoženje i pridržavanje svih ekoloških standarda u svim sferama života i ljudskim djelatnostima sve sa ciljem zaštite života u Svijetu kao i zaštite ljudskog zdravlja tako i sa globalnim ciljem očuvanja bioraznolikosti i planeta Zemlje.

Glavni cilj ovoga rada je definirati i objasniti načine gospodarenje otpadom, problematiku gospodarenja otpadom, te odgovornosti koju kao društvo snosimo za takvo stanje.

Zadatak ovoga rada je opisati i klasificirati posebne kategorije otpada, njihove postupke obrade i zbrinjavanja te objasniti vrste odlagalištima s negativnim posljedicama koje imaju na okoliš odnosno na biljni i životinjski svijet te čovjeka.

## **2. KLASIFIKACIJA OTPADA**

Otpadom se smatra svaka tvar koja posjeduje svojstva zbog kojih ga se vlasnik mora ili želi riješiti, a nastaje kao rezultat raznih ljudskih aktivnosti u domaćinstvima, raznim privrednim djelatnostima te posebice u industriji koja se slovi kao najveći proizvođač otpada, kako pri samoj proizvodnji, tako i pri gotovim proizvodima ambalaže, plastike i sl.(KIPSON,2005).

Otpad je prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom («Narodne novine«, broj. 94/13., 73/17. 14/19 i 98/19.), svaka tvar ili predmet određen kategorijama otpada propisanim provedbenim propisom tog zakona, koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti (KIPSON,2005).

### **2.1. Podjela otpada prema nastanku**

Postoje različite vrste otpada a osnovna podjela se odnosi na samo mjesto nastanka. Otpad može nastati u svim djelatnostima i ljudskom okruženju, a propisano zbrinjavanje pojedine vrste otpada određeno je zakonskim smjernicama i propisima (KIPSON,2005).

#### **2.1.1. Komunalni otpad**

Komunalni otpad je kruti otpad koji nastaje u stambenim naseljima te ga proizvode ljudi u svojim kućanstvima i oko njih, pri čemu kao takav pripada u nadležnost komunalnih poduzeća određenog područja. Komunalna poduzeća su putem ovlaštenja od nadležnog tijela grada ili općine dužna građanima stvoriti sve potrebne uvjete za primjereno postupanje komunalnim otpadom (KIPSON,2005).

Komunalni otpad može biti:

- razni kućni otpad,
- vrtni otpad,
- otpad sa tržnica,
- uredski otpad,
- te otpad nastao na javnim površinama.

Pri nepravilnom postupanju s krutim komunalnim otpadom dolazi do određenih direktnih štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje a najvažniji su (KIPSON,2005):

- nekontrolirana fermentacija otpada - stvara pogodnu hranjivu podlogu i stanište za nastajanje i rast raznih bakterija,

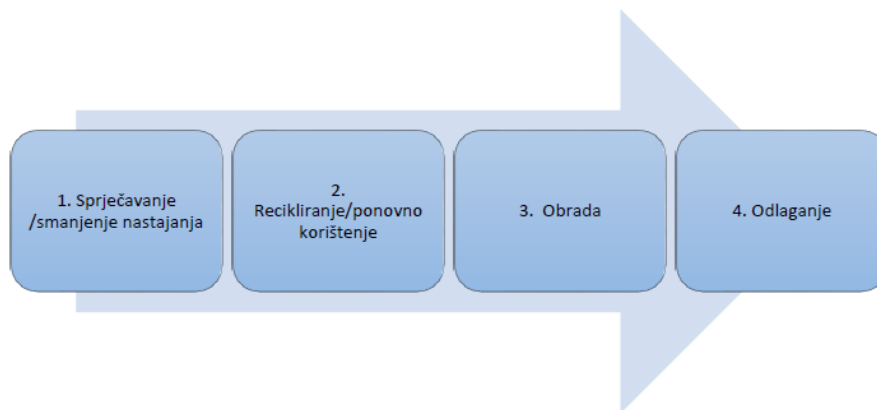
- insekti, glodavci i neke ptičje vrste postaju pogodni prijenosnici raznih infektivnih bolesti,
- komunalni otpad može sadržavati razne uzročnike bolesti koji ulaze u ljudski organizam i izazivaju neželjene posljedice.

**Tablica 1.** Vrste komunalnog otpada prema podrijetlu

<b>PODRIJETLO</b>	<b>AKTIVNOST</b>	<b>VRSTA OTPADA</b>
Domaćinstvo	stanovanje	hrana, papir, karton, staklo, metali, prašina, pepeo, komadni kućanski otpad, opasni kućanski otpad (baterije)
Komercijalna djelatnost	trgovine, restorani, uredi, turistički objekti, institucije i dr.	hrana, papir, karton, staklo, metali, komadni otpad, opasni otpad.
Industrija	prerada, obrtnička proizvodnja, kemijska postrojenja, rudnici, proizvodnja energije i dr.	industrijski procesni otpad, metali, plastika, uljni otpad, razni opasni otpad
Građevina	Gradnja	pijesak, beton, kamen, čelik, plastika, staklo, vegetacija

**Tablica 2. Vrste i sastojci otpada**

TIP	VRSTA	SASTOJCI
ORGANSKI	otpad od hrane	meso, voće i povrće
	papir i karton	papir, karton
	Plastika	polietilen niske gustoće, polietilen visoke gustoće, polivinil-klorid, polipropilen, polistiren, ostale vrste plastike
	odjeća, vlakna	tekstil, guma, koža
	vrtni otpad	razne biljke
	drvni otpad	drvo
	drugi organski otpad	kosti i dr.
ANORGANSKI	Metali	limene kantice, željezo, aluminij, obojeni metali
	Staklo	bezbojno, obojeno
	razna prljavština	prašina, pijesak, kamen, opeka
	Ostalo	razni sastojci



*Slika 1. Prioritetni postupci upravljanja otpadom*

1. Sprječavanje nastajanja - u strategiji upravljanja otpadom podrazumijeva sve radnje usmjerene na smanjenje proizvodnje otpada na minimum na samom mjestu nastanka.
2. Recikliranje i ponovno korištenje - podrazumijeva obradu pojedinih sastojaka radi ponovnog korištenja otpada kao sirovine ili izvora energije u proizvodnji toplinske i električne energije.

3. Obrada – u strategiji upravljanja otpadom zadaća obrade je da nastali otpad, koji se ne može reciklirati i ponovno koristiti, stabilizira, reducira obujam prije odlaganje te neutralizira njegovo štetno djelovanje što je više moguće.

Procesi u obradi su:

- stabiliziranje,
  - neutraliziranje
  - i spaljivanje,
  - s rekuperacijom energije,
  - bez rekuperacije energije.
4. Odlaganje - zadnji i za okoliš najgori i najteži proces u hijerarhiji strategije upravljanja otpadom, nažalost još uvijek vrlo često korišten.

### **2.1.2. Tehnološki otpad**

Tehnološki otpad nastaje u proizvodnim procesima u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a od komunalnog otpada se razlikuje po količinama, sastavu i svojstvima. Kako bi se osigurao konkretan nadzor toka i zbrinjavanje tehnološkog otpada svaki vlasnik i proizvođač takvoga otpada je dužan pridržavati se određenih propisanih odrednica i procedura (PRELEC,2012).

Tehnološki otpad može biti:

- otpad iz različitih industrijskih pogona,
- otpad iz raznih obrtničkih i uslužnih djelatnosti.

### **2.1.3. Bolnički otpad**

Bolnički, odnosno medicinski otpad su sve vrste otpada koji nastaje pri dijagnozi, liječenju i imunizaciji pacijenata u bolničkom sustavu. Zbrinjavanje bolničkog otpada uređeno je propisanim smjernicama, a zbog same opasnosti otpada kao takvoga, ne smije se reciklirati, biološki obraditi, izložiti na deponij, a dozvoljeno ga je spaliti i pirolizirati.

Bolnički otpad se po vrsti dijeli na:

- infektivni (biološki opasan otpad),
- i opći (ostatci hrane, papir, ambalaža i dr.) (PRELEC,2012).

Najveći dio otpada u zdravstvenim ustanovama čini komunalni (inertni otpad) (oko 86 %), a ostatak opasni otpad (oko 14 %). Opasni se medicinski otpad prema svojstvima i prema mjestu nastanka u skladu s Naputkom o postupanju s otpadom koji nastaje pri pružanju zdravstvene zaštite („Narodne novine“, broj: 50/00) dijeli na: patološki, infektivni, oštri predmeti, farmaceutski, kemijski, posude pod tlakom, radioaktivni otpad, genotoksični otpad i otpad s visokom koncentracijom teških metala (MARINKOVIC i sur.,1997).

#### **2.1.4. Poljoprivredni i stočarski otpad**

Poljoprivredni otpad nastaje u svim procesima poljoprivredne proizvodnje, te se u njega se ubrajaju otpad od strojeva, plastika (npr. kontejneri i čaše za proizvodnju rasada), plastične ambalaže (od pesticida, mineralnih gnojiva i dr.), veterinarski proizvodi, građevinski otpad, karton i papir, metal, drvo, staklo, gume, pepeo, životinjski otpad i žetveni ostaci (ANONYMOUS,2018.b).

#### **2.1.5. Građevinski otpad**

Glavni izvori nastajanja građevinskog otpada su proizvodnja građevinskog materijala, novogradnja, obnavljanje ili rušenje i čišćenje objekata, izgradnja i obnavljanje prometnica.

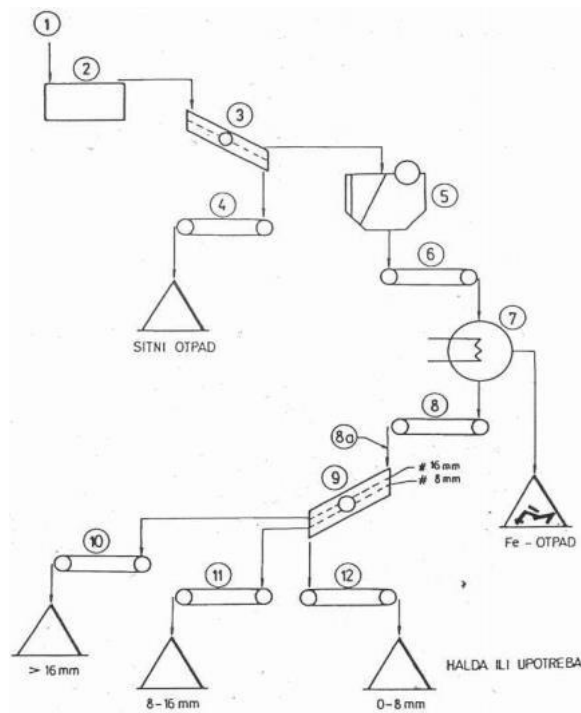
Podjela građevinskog otpada (ANONYMOUS,2018.b):

- beton, opeka, crijep/pločice i keramika,
- drvo, staklo i plastika,
- mješavine bitumena, ugljeni katran i proizvodi koji sadrže katran,
- metali,
- zemlja, kamenje i iskop od rada bagera,
- izolacijski materijali i građevinski materijali koji sadrže azbest,
- građevinski materijali na bazi gipsa,
- i ostali građevinski otpad i otpad od rušenja.

Većina građevinskog materijala se može reciklirati a gospodarenje otpadom kao takvim vrši se prema osnovnim pravilima gospodarenja otpadom. Procjenjuje se kako u RH količina građevinskog otpada iznosi oko 2 600 000 tona godišnje, od čega se ukupno reciklira 7 % otpada, dok se 11 % građevinskog otpada izdvaja kao sekundarna sirovina (ANONYMOUS,2018.b).

Postupci recikliranja građevinskog otpada su:

- odvajanje sitnog otpada (kroz rešetku): zemlja, prašina i sl.,
- drobljenje u primarnoj (čeljusnoj) drobilici,
- odstranjivanje čeličnih komada magnetskim separatorom,
- odjeljivanje frakcija na vibracijskom situ,
- i deponiranje frakcija i njihova ponovna upotreba.



**Slika 1.** Jednostavna shema recikliranja građevinskog otpada



## 2.1.6 Specijalni (posebni) otpad

Osnovna podjela specijalnog otpada usmjerena je na radioaktivni otpad i eksplozivni otpad.

Radioaktivni otpad (RAO) predstavlja sav materijal koji sadrži ili je kontaminiran radionuklidima, a koji se ne može ili ga nije isplativo preraditi za ponovnu ili daljnju uporabu (ANONYMOUS,2015).

Nastajanje radioaktivnog otpada se odvija u sljedećim poljima i djelatnostima (ANONIMOUS,2015).

1. Industrija - detektori dima, gromobrani i eksploatacija ruda,
2. Energetika – najviše se otpada stvara samim radom nuklearnih elektrana počevši od kopanja uranske rude do razgradnje nuklearnih postrojenja, procesi u kojima nastaje otpad u području energetike su:
  - rudarenje uranovih ruda,
  - proces obogaćivanja urana za korištenje u nuklearnim reaktorima,
  - reprocesiranje goriva – fisijski produkti koji nastaju u procesu prerade istrošenog nuklearnog goriva,
  - i nuklearni otpad nastao tijekom pogona, održavanja i razgradnje nuklearnih elektrana.
3. Medicina - primjena izvora ionizirajućeg zračenja u svrhu dijagnosticiranja i liječenja.
4. Znanost - radioaktivni otpad nastaje pri izvođenju eksperimenata u kojima se koriste izvori ionizirajućeg zračenja.

Klasifikacija radioaktivnog otpada usmjerena je na:

- Vrlo nisko radioaktivni otpad (VNRAO) - otpad koji sadrži zanemarivu specifičnu aktivnost pa nije opasan za okoliš i zdravlje ljudi, a može se zbrinjavati na isti način kao i standardni komunalni otpad.
- Nisko radioaktivni otpad (NRAO) - otpad koji sadrži radionuklide s kratkim vremenom poluraspada, male specifične aktivnosti, te zanemariv udjel radionuklida s dugim vremenom poluraspada, a zbrinjava se u površinskim odlagalištima.
- Srednje radioaktivni otpad (SRAO) - otpad koji sadrži radionuklide s kratkim vremenom poluraspada zbrinjava se u površinskom odlagalištu, dok se otpad koji sadrži radionuklide s dugim vremenom poluraspada zbrinjava u plitkim ili dubokim podzemnim odlagalištima.

- Visoko radioaktivni otpad - sadrži velik udjel radionuklida u obliku fizijskih produkata i dugoživićih elemenata koji se stvaraju u jezgri reaktora, a zbog velikog rizika se zbrinjava u dubokim podzemnim odlagalištima (ANONYMOUS,2015).

Radioaktivni otpad u Republici Hrvatskoj se prema Pravilniku o zbrinjavanju radioaktivnog otpada i iskorištenih izvora („Narodne novine“, broj: 12/18), zbrinjava na sljedeće načine (ANONYMOUS,2015).

1. Otpušteni radioaktivni otpad (ORAO) - otpuštanjem iz regulatornog nadzora, ukoliko se ova vrsta otpada otpusti iz nadzora takav materijal se više ne smatra radioaktivnim otpadom.
2. Vrlo kratkoživić radioaktivni otpad (VKRAO, udio radioaktivnosti - 1%) - skladištenjem u građevini odgovarajućih karakteristika, nakon čega slijedi otpuštanje iz regulatornog nadzora. Ovoj vrsti radioaktivnog otpada će se tokom nekoliko desetaka godina procesom skladištenja granićna koncentracijska aktivnost smanjiti na ili ispod propisane vrijednosti.
3. Nisko radioaktivni otpad (NRAO, udio radioaktivnosti - 1%) - skladištenje u građevini odgovarajućih karakteristika i odlaganje u površinskom ili podzemnom odlagalištu.
4. Srednje radioaktivni otpad (SRAO, udio radioaktivnosti – 1%) - skladištenje u građevini odgovarajućih karakteristika i potom odlaganje u podzemnom odlagalištu na dubini od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara ispod površine.
5. Visoko radioaktivni otpad (VRAO, udio radioaktivnosti (istrošeni gorivi elementi)– 99%) skladištenje u građevini odgovarajućih karakteristika i potom odlaganje u podzemnom odlagalištu smještenom u stabilnoj geološkoj formaciji na dubini od nekoliko stotina metara ispod površine.

Eksplozivni otpad se odnosi prvenstveno na sve eksplozivne naprave, oružja i sl., dok se u široj primjeni pri procesima gospodarenja otpadom odnosi na ambalaže od boja i lakova, ambalaže jakih kemikalija i zapaljivih tvari, boce i limenke od zapaljivih i eksplozivnih tekućina, boce i limenke pod tlakom, baterije i dr. Što se tiće samog oružja i eksplozivnih naprava, ukoliko se takav otpad pronađe odložen na mjestu koje za to nije predvićeno, fizićkim osobama se preporučuje takva sredstva ne diraju ili uzimaju u ruke radi svoje sigurnosti i sigurnosti drugih. Potrebno je samo nazvati policiju na broj 192 i stručni policijski službenici za protueksplozijsku zaštitu će na siguran način preuzeti oružje ili minsko

eksplozivna sredstva. Držanje oružje u objektima ili neprijavljena odbacivanja velika su opasnost za ekološku i društveno - socijalnu okolinu (ANONYMOUS,2020.b).

## **2.2. Postupci obrade i zbrinjavanja otpada**

Ovisno o vrsti i svojstvima, postoje brojni postupci pri gospodarenju, odlaganju i upravljanju otpadom. U modernije vrijeme, samim razvitkom ekološke svijesti kako pojedinaca, tako na globalnoj razini, bilježi se pozitivan trend odvajanja otpada i povećane brige o načinima proizvodnje energije iz iskorištenog i nastalog otpada kako bi se smanjilo onečišćenje koje nastaje i korištenjem štetnim za okoliš oblicima proizvodnje i korištenja energije (PRELEC,2012).

Postoje razni oblici obrade i zbrinjavanja otpada a najpoznatiji su:

1. Recikliranje,
2. Spaljivanje:
  - s rekuperacijom energije,
  - bez rekuperacije energije.
3. Piroliza
4. Pretvorba u gorivo proizvedeno iz otpada,
5. Biološka obrada:
  - anaerobna biološka obrada,
  - aerobna biološka obrada,
  - mehaničko-biološka obrada.
6. Odlaganje na deponiju:
  - sa proizvodnjom bioplina,
  - bez proizvodnje bioplina.

**Tablica 3.** Postupci obrade i zbrinjavanja otpada

VRSTA OTPADA	MOGUĆNOSTI OBRAD E I ZBRINJAVANJA					
	Recikliranje	Spaljivanje	Piroliza	Gorivo iz otpada	Biološka obrada	Odlaganje (deponij)
Komunalni	DA	DA	DA	DA	DA	DA
Industrijski	DA	DA	DA	NE	NE	DA
Poljoprivredni	NE	DA	DA	DA	DA	DA
Medicinski	NE	DA	DA	NE	NE	NE
Građevinski	NE	NE	NE	NE	NE	DA
Pepeo i mulj	NE	NE	NE	NE	NE	DA
Opasni otpad	NE	DA	DA	NE	NE	NE

### 2.2.1. Recikliranje otpada

Recikliranje je postupak kojim se odvojeno prikupljaju različite vrste otpada, a čijom se preradom dobivaju materijali za izradu novih proizvoda slične ili iste namjene, odnosno recikliranje uključuje preradu svega što se može ponovno iskoristiti, a osnovna namjena koja proizlazi iz svih procesa recikliranja je očuvanje prirode i njenih sirovina, te smanjenje onečišćenja zraka, vode i tla (ANONYMOUS,2020.c).

Otpad koji se može reciklirati dijeli se na:

- staklo - staklo se preoblikuje i čisti nakon čega se energija pohranjuje u kremenom pijesku,
- plastika - iz plastike se može dobiti plastika niže kvalitete za potrebe industrije,
- papir i karton - od papira se stvaraju novi proizvodi niže kvalitete koji se i dalje mogu koristiti,
- metal – može se reciklirati više puta, pri čemu se ostvaruje ušteda boksita i ušteda do 20% manje energije,
- biootpad – najpoznatiji oblik reciklaže biootpada je kompostiranje, odnosno svi procesi putem kojih se otpad od hrane pretvara u hranjivo gnojivo za proizvodnju hrane.

### **2.2.2. Spaljivanje otpada**

Spaljivanje otpada jedan je od modernijih načina uništavanja otpada kojemu se u modernije vrijeme okreće sve veći broj ljudi, pogotovo u većim gradovima u kojima s vremenom ponestaje prostora za odlaganje otpada u vidu raznih za to predviđenih deponija. Spaljivanjem otpada smanjuje se volumen i masa otpada te se uništavaju potencijalno opasne tvari iz otpada.

Elektrofilteri na spalionicama osiguravaju čišćenje izlaznih plinova, što utječe na direktnu izolaciju okoliša od aerozagađenja koje je moguće u veoma malom postotku. Samim procesima spaljivanja otpada uklanja se do 99% prašine i mnogi teški metali, pri čemu se spalionice otpada definiraju kao higijensko – sanitarne jedinice koje doprinosi higijensko – sanitarnim uvjetima življenja u naseljenim krajevima (ANONIMOUS,2010).

Negativan utjecaj djelovanja spalionica otpada su dimni plinovi koji nastaju spaljivanjem, te prije puštanja u atmosferu obavezno prolaze postupak pročišćavanja koji uvelike smanjuje negativne učinke. Spalionice otpada također emitiraju stakleničke plinove, premda ipak doprinose smanjenju količine emitiranih stakleničkih plinova koji se emitiraju nakon što se otpad odloži na klasična odlagališta, na kojima se u anaerobnim uvjetima razvija metan koji ima 22 puta veći staklenički potencijal od ugljikovog dioksida (ANONIMOUS,2010).

Spalionice se zbog buke koju stvaraju postrojenja nalaze na udaljenosti od stambenih objekata, a osim samih postrojenja, buku proizvode i vozila koja dovoze otpad, gdje je potrebno napomenuti kako je i sama buka jedan oblik zagađenja koji može negativno utjecati na zdravlje svih živih bića (ANONYMOUS,2010).

### **2.2.3. Biološka obrada otpada**

Prva ideja o biološkoj obradi otpada putem sustava bioreaktorskih odlagališta nastala je u SAD-u 70-tih godina prošlog stoljeća.

Bioreaktorsko odlagalište se prema tome definira kao sustav koji funkcionira na način da se dodavanjem vlažnosti (kontroliranim dodatkom vode) stimulira mikrobiološka razgradnja organskog otpada, čime se skraćuje potrebno vrijeme da otpad postane inertan (PRELEC,2012).

Biološka obrada prema tome može biti:

1. anaerobna biološka obrada,
2. aerobna biološka obrada,
3. mehaničko-biološka obrada.

**Tablica 4.** Ključni parametri razgradnje otpada u biorektorskom odlagalištu

PARAMETRI	RASPON VRIJEDNOSTI
Vlaga	optimalna vlažnost do 60%
pH	6,4 - 7,2
Temperatura	optimalna temperatura za metanogenezu - 34 - 38 °C
Hranjiva tvar	zadovoljavajuća osim na pojedinim mjestima gdje je nedostatna zbog heterogenosti
Alkalitet	optimalni alkalitet za metanogenezu: 2000 mg/l maksimalna koncentracija octene kiseline za metanogenezu: 3000 mg/l maksimalni omjer octene kiseline i alkaliteta za metanogenezu: 0.8
Vodik	parcijalni tlak za acidogenezu: $10^{-6}$ atm
Sulfati	povećanje sulfata smanjuje proces metanogeneze
Inhibitori	koncentracija kationa koja uzrokuje umjerenu/ozbiljnu inhibiciju ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) Natrij 3500 – 5500 Kalij 2500 – 4500 Kalcij 2500 – 4500 Magnezij 1500 – 3000 Amonijak (ukupni) 1500 – 3000 Teški metali: nemaju značajan utjecaj Organske tvari: inhibitorni učinak samo ako su prisutne u većim koncentracijama

1. Anaerobna razgradnja otpada - predstavlja niz procesa pri kojima mikroorganizmi razgrađuju biorazgradivi otpad bez prisutnosti kisika, te se samim postupkom smanjuje masa i volumen odloženog otpada, te emisija deponijskog plina u atmosferu. Glavni proizvodi anaerobne razgradnje otpada su bioplina i digestat.
  - Bioplina je gorivi plin koji u kemijskom sastavu sadrži najveći udio metana i ugljikova dioksida, a njegova poželjna osobina je to da se može upotrijebiti za proizvodnju električne energije.

- Proces nastanka bioplina je konačni rezultat niza uspješno provedenih koraka u samom procesu tijekom kojih se supstrat razlaže na još jednostavnije spojeve, sve dok kao rezultat tog procesa ne nastane bioplin.
  - Digestat je procesirani ostatak supstrata, nastao tijekom proizvodnje bioplina.
2. Aerobna razgradnja (kompostiranje) je proces razgradnje organskih sastojaka otpada pomoću mikroorganizama uz prisutnost kisika, a za razliku od anaerobne razgradnje krajnji proizvod je kompost koji se sastoji od minerala i humusa koji su kompleksne organske tvari (ANONYMOUS,2018.a).

Parametri koji utječu na proces aerobne razgradnje su sljedeći:

- temperatura,
  - vlaga,
  - kisik,
  - omjer ugljika i dušika,
  - pH vrijednost,
  - i biokemijski sastav i struktura.
3. Mehaničko – biološka obrada otpada je jedan od najsuvremenijih i najboljih koncepta zbrinjavanja otpada, koji se razvio u Njemačkoj kao posljedica težnje prema reduciranju količine biorazgradivog otpada koji je u prošlosti odlagan na odlagalištima, te kako bi se sustavom automatske separacije omogućio povrat korisnih sirovina iz otpada u korištenje. Mehaničko - biološka tehnologija se ubrzo širi i na ostale europske zemlje kao što su Austrija, Italija, Švicarska, Francuska, Velika Britanija i dr.(ANONYMOUS,2018.a).

Tehnologija mehaničko - biološke obrade otpada podrazumijeva obuhvaća dva ključna procesa: mehaničku i biološku obradu otpada, pri kojoj se različiti elementi i jednog i drugog procesa mogu prilagoditi na različite načine kako bi se dobio širok raspon određenih ciljeva kao što su:

- maksimiziranje količine obnovljivih sirovina (staklo, metali, plastika, papir, i dr.) proizvodnja komposta
- proizvodnja visoko kvalitetnog krutog goriva iz otpada (GIO) definiranih svojstava,

- proizvodnja bio stabiliziranog materijala za odlaganje (biorazgradiva komponenta),
- i proizvodnja bioplina za proizvodnju topline i/ili električne energije.

#### 2.2.4. Odlaganje otpada na odlagalištima

Odlagališta otpada su građevine namijenjene odlaganju otpada na površini ili pod zemljom a prema klasifikaciji ona mogu biti (ANONYMOUS 2020,a):

- interna odlagališta otpada na kojima proizvođač odlaže svoj otpad na samom mjestu proizvodnje,
- stalna odlagališta otpada, ili dio, koje se može koristiti za privremeno skladištenje otpada (npr. za razdoblje dulje od jedne godine),
- iskorišteni površinski kopovi ili njihovi dijelovi nastali rudarskom eksploatacijom i/ili istraživanjem, a koji pogodni za odlaganje otpada.

Odlagališta otpada prema kategorizaciji otpada također mogu biti:

1. odlagališta za opasni otpad,
2. odlagališta za neopasni otpad,
3. odlagališta za inertan otpad.

U čitavom postojanju i trajanju odlagališta strategijski i glavni ciljevi su usmjereni na smanjenje štetnih utjecaja na okoliš, osobito onečišćenja površinskih voda, podzemnih voda, tla i zraka, uključujući efekt stakleničkih plinova te pri smanjivanju štetnih rizika za ljudsko zdravlje do kojih može doći uslijed odlaganja otpada i vijeka trajanja odlagališta otpada.

Odlagalište otpada sastoji se od (ANONYMOUS,2020.a):

1. Brtvenih slojeva - donji (temeljni) brtveni sloj tijela odlagališta otpada čine nepropusni materijali najčešće glina, plastična folija, asfalt ili bitumen kako bi se spriječilo istjecanje tekućina i onečišćenje tla ispod otpada. Zatim slijedi geomembrana, glatka površina debela 2 mm na koji dolazi sloj zaštitnog geotekstila koji sprečava bušenje geomembrana. Zatim se izrađuje drenažni sustav - sloj koji se sastoji od cijevi izbušene sitnim rupicama na kojoj je nasut krupniji šljunak. Cijevi pri tome služe za odvod procjednih voda, a uloga nasutog šljunka je nepropusnost sitnih čestica u cijev. Nakon izgradnje ove podloge deponij je spreman za odlaganje otpada. Pokrovni



brtveni sloj tijela odlagališta otpada izvodi se kao kompozitni sustav od više prirodnih i umjetnih slojeva:

- plinodrenažnog sloja (30 cm) od inertnog materijala (šljunak 16/32) koji dolazi na površinu otpada,
  - sloja GCL (vodonepropusan geokompozit) ili 80 cm vodonepropusne gline
  - i geodrena - nekultivirajućeg pokrovnog sloja humusa od 80 cm sa hidrosjetvom, čime se sprječava prodor oborinskih voda u tijelo otpada.
2. Sustava odvodnje procjednih voda - procjedne vode su sve vode koje dođu u dodir sa odloženim komunalnim otpadom. One se prikupljaju na temeljnom brtvenom sloju i sustavom cijevi odvođe do bazena za procjednih voda, takve vode su zagađene i za njih je predviđen zatvoreni sustav odvodnje bez ispuštanja u okoliš. Za proračun količina procjednih voda mjerodavna je godišnja količina oborina, koja se procjenjuje kroz nepokriveni otpad.
  3. Sustava odvodnje oborinskih voda - oborinske vode s uređenih površina neće biti u doticaju s bilo kojom vrstom otpada. Oborinska voda se sustavom kanala vodi do bazena za oborinske vode gdje se po potrebi koristi kao tehnološka voda (voda za pranje kotača) ili se slobodno ispušta u teren. Vode s manipulativnih asfaltiranih površina i s prostora za pranje kotača propuštaju se kroz taložnik i pročišćavaju u separatoru ulja i masti te ponovno koriste za pranje kotača ili zalijevanje zelenih površina, dok se višak slobodno ispušta u teren.
  4. Sustava otplinjavanja - iz 1 tone otpada tijekom razgradnje se oslobodi oko 400 m<sup>3</sup> plina. Plin nastaje tijekom razgradnje otpada, ovisno o sastavu otpada, uvjetima na odlagalištu, a najintenzivniji procesi su odvijaju u razdoblju 3. – 20. godine. Prije postavljanja završnog prekrivnog sloja u tijelo odlagališta je potrebno ugraditi sustav pasivnog otplinjavanja koji se sastoji od plinskih bunara i cjevovoda kojima se plin vodi do baklje na spaljivanje.
  5. Slijeganje - nakon prestanka odlaganja otpada, u tijelu odlagališta se i dalje odvijaju kemijsko - fizikalni procesi kojima dolazi do smanjenja volumena odloženog otpada i to uvjetuje pojavu slijeganja i diferencijalnog slijeganja otpada, a samim time i završnog pokrovnog sloja. Veličina slijeganja ovisi o sastavu odloženog otpada,

načinu i tehnologiji ugrađivanja, visini otpada, postotku vlažnosti pri ugradnji itd. Potpuno inertiziran komunalni otpad, nakon završenih procesa razgradnje postiže specifičnu težinu od približno 1300 kg/m<sup>3</sup>. Nakon zatvaranja odlagališta i izvedbe pokrovnog brtvenog sloja, na površinu se postavljaju reperi koji služe za monitoring odlagališta nakon njegovog zatvaranja, a mjerenje je potrebno provoditi jedanput svake godine tokom razdoblja od 20 godina.

6. Rekultivacije i konačne namjene prostora - rekultivacijom se tijelo odlagališta otpada pokušava što bolje uklopiti u okolinu, ona se provodi se provodi sadnjom trave ili bilja koje je karakteristično za okoliš odlagališta. Daljnja namjena prostora određuje se prostorno-planskom dokumentacijom

### 3. GOSPODARENJE OTPADOM

Svakodnevno se diljem svijeta proizvodi vrlo velik broj proizvoda. Te proizvode stanovništvo svakodnevno koristi, a nakon korištenja, oni se obično odlažu u nekom od postojećih načina odlaganja otpada. Pojavljuje se problem odlaganja velikih količina proizvoda, te se kao jedno od rješenja nameće efikasan sustav gospodarenja otpadom.

Otpad je prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (»Narodne novine«, broj. 94/13., 73/17. 14/19 i 98/19.), svaka tvar ili predmet koju posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Nastaje kao rezultat raznih ljudskih aktivnosti, primjerice u domaćinstvima, raznim privrednim djelatnostima te posebno u industriji.(PRELEC,2012).

Gospodarenje otpadom je ekonomski i ekološki razumno upravljanje otpadom tijekom njegova nastanka, sakupljanja, transporta, iskorištavanja i obrade do konačna odlaganja, a sve u skladu s pripadajućom i važećom zakonskom regulativom.(PRELEC,2012).

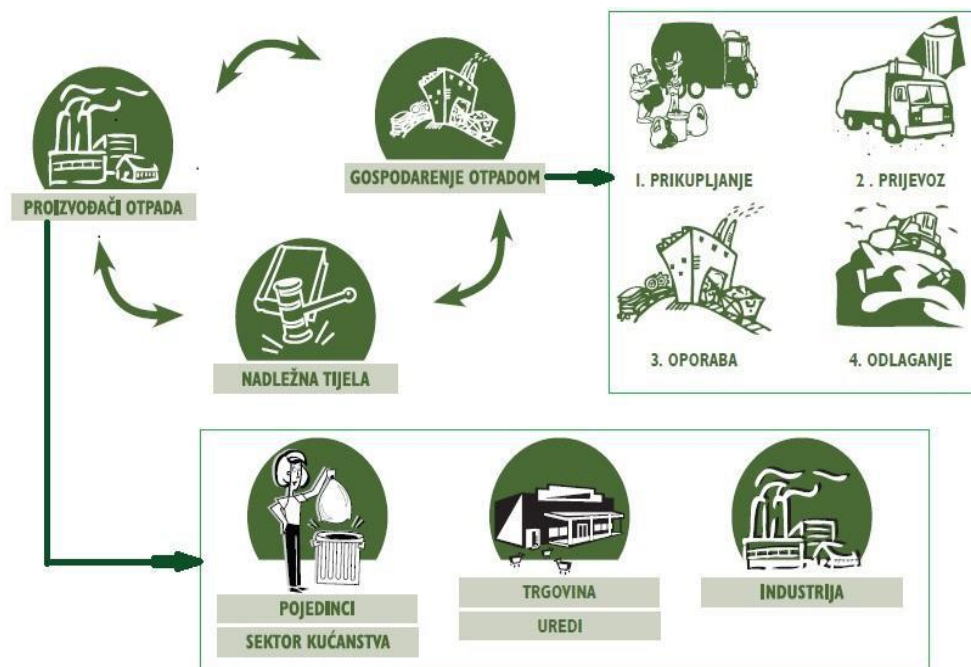
Cjelovito gospodarenje otpadom čine sve mjere postupanja s otpadom (prikupljanje, razvrstavanje, recikliranje, obrada i odlaganje otpada). Svaki otpad se može i mora iskoristiti, a preduvjet je odvojeno prikupljanje, jer pomiješaju li se različite vrste otpada u kanti nastaje smeće. Otpad nije gomila neiskoristivih tvari i ne mora postati smeće. Smeće je proizvod neprimjerenog ljudskog ponašanja s otpadom. Smeće se teško reciklira. U prilog, tome da je potrebno otpadom gospodariti pri njegovu nastajanju, govori činjenica da su naknadne sanacije vrlo skupe (PRELEC,2012).

Gospodarenje otpadom mora se osigurati na način da otpad koji preostaje nakon postupka obrade i koji se zbrinjava odlaganjem ne predstavlja opasnost za buduće generacije. Gospodarenje otpadom provodi se na način koji ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje ne dovodi do štetnih utjecaja na okoliš. Osobito kako bi se izbjegao rizik od onečišćenja mora, voda, tla i zraka, kako bi se izbjegla pojava neugode uzrokovana bukom i/ili mirisom (PRELEC,2012)

Obrada otpada je niz postupaka pomoću kojih se mijenjaju fizikalna, kemijska ili biološka svojstva otpada u cilju dobivanja sekundarnih sirovina, energije ili tvari prikladnih za konačno odlaganje.

Javna usluga prikupljanja miješanog komunalnog otpada i prikupljanja biorazgradivog komunalnog otpada smatra se uslugom od općeg interesa, a podrazumijeva prikupljanje otpada na određenom području pružanja usluge putem spremnika i prijevoz otpada do

ovlaštene osobe za obradu. Područje pružanja javne usluge je područje jedinice lokalne samouprave, a pruža ju davatelj javne usluge prikupljanja miješanog komunalnog otpada, odnosno davatelj javne usluge prikupljanja biorazgradivog komunalnog otpada. Korisnik usluge na području pružanja javne usluge je vlasnik nekretnine, odnosno vlasnik posebnog dijela nekretnine i korisnik nekretnine. Više korisnika mogu na zahtjev, sukladno međusobnom sporazumu, zajednički nastupati prema davatelju usluge.



Slika 2. Shematski prikaz gospodarenja otpadom

### 3.1. Način gospodarenja otpadom

Promatrano organizacijski i tehnološki, odložiti odnosno spaliti otpad mnogo je jednostavnije nego uspostaviti kulturu i sustav okolišno prihvatljivije proizvodnje i proizvoda, te odvojenog prikupljanja otpada. Ekološki ispravan pristup uključuje proizvođača otpada na sudjelovanje u njegovu zbrinjavanju, dakle uključuje kreatora problema u njegovo rješavanje. U osmišljavanju rješenja treba stalno imati na umu da cilj nije obrađivati i skladištiti otpad, nego izbjeći njegov negativan utjecaj na okoliš. To se najbolje postiže sprečavanjem nastanka otpada.

Djelatnost zbrinjavanja otpada postala je unosan posao, usluga sa zajamčenom potražnjom, naročito kada stanje postane kritično, te joj, kao i svakoj gospodarskoj grani, odgovara što veće tržište i „što masovnija proizvodnja“, dakle u konkretnom slučaju „što veća količina otpada. Zbog toga, razvoj ove gospodarske grane mora biti dobro promišljen i

kontroliran, kako glad za profitom i privatni interesi ne bi prevladali nad općim interesom, održivim razvojem te brigom za zdravlje i okoliš.

Postoji određeni poredak postupaka, kako bi se trebali primjenjivati, s obzirom na održivost, ekološku, pa i ekonomsku prihvatljivost. Postupci bi se trebali vrednovati na način prikazan u nastavku, jer je to zapravo jedini način ostvarivanja idealnog cilja, nula otpada. Gospodarenje otpadom mora se osigurati na način da otpad koji preostaje nakon postupka obrade i koji se zbrinjava odlaganjem ne predstavlja opasnost za buduće generacije. Zbog razlike u kvaliteti pojedinih postupaka obrade otpada, strogi hijerarhijski slijed zbrinjavanja otpada definiraju europske direktive i Europski Zakon o otpadu. Taj poredak je široko poznat kao 3R, prema prvim slovima svakog postupka na engleskom jeziku, a određen je na sljedeći način (SIMUNOVIC,2007):

- 1) Prevencija nastajanja otpada (Reduce),
- 2) Ponovna uporaba (Reuse),
- 3) Materijalna uporaba (recikliranje i kompostiranje) (Recycle), i
- 4) Energetska uporaba ili druge vrste obrade prije konačnog odlaganja otpada.

Velik broj europskih država nastoji reducirati količine otpada koje se odlažu na odlagališta, uslijed čega raste potreba za povećanjem udjela recikliranog i biološki obrađenog otpada u ukupnoj količini nastalog otpada. Na slici 4., u piramidalnoj strukturi je prikazana hijerarhija vrednovanja otpada, gdje je na vrhu prvi, a na dnu zadnji izbor



**Slika 3.** Piramida vrednovanja otpada

Uz navedeni koncept 3R, važno je spomenuti i koncept 3E. Koncept 3E služi za provedbu koncepta 3R u praksi. Koncept 3E određen je na sljedeći način (SIMUNOVIC,2007):

- 1) Edukacija – osvijestiti i educirati o odgovornom postupanju s otpadom te povećati razumijevanje važnosti i mogućnosti gospodarenja otpadom.
- 2) Ekonomska održivost – smanjiti troškove gospodarenja otpadom i uključiti troškove otpada u cijenu proizvoda po načelu onečišćivač/zagađivač plaća.
- 3) Održivost sustava – primijeniti koncepte učinkovitog postupanja s otpadom u zakonodavstvu i praksi, te uključiti u procese planiranja, odlučivanja i upravljanja sve zainteresirane u zakonodavstvu i praksi.

### **3.2. Odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj**

Sukladno članku 4. stavku 1. alineji 31. Zakona o održivom gospodarenju otpadom (»Narodne novine«, broj. 94/13., 73/17. 14/19 i 98/19.), odlagalište otpada je građevina namijenjena odlaganju otpada na površinu ili pod zemlju (podzemno odlagalište). Odlagališta otpada mogu se podijeliti u različite kategorije sukladno njihovom pravnom statusu, veličini i vrsti otpada koja se odlaže, stanju aktivnosti, načinu na koji odlagalište utječe na okoliš te razini opremljenosti. Aktivna odlagališta otpada na temelju pravnog statusa (koji uključuje posjedovanje lokacijske, građevinske i uporabne dozvole) razvrstavaju u pet kategorija: legalna, službena, odobrena, dogovorna i divlja odlagališta (BARCIC I IVANCIC,2010).

Legalna uređena odlagališta otpada su građevine na kojima se trajno odlaže otpad, koje su sagrađene u skladu s važećim propisima, predviđene su prostorno-planskim dokumentima, mogu raditi samo uz odobrenje nadležnog tijela uz provedenu procjenu o utjecaju na okoliš te su za njih potrebne ishodišne dozvole (FURUNDIJA I MUZINIC,2004). Postoje tri različita tipa legalnih odlagališta otpada: uređena odlagališta koja posjeduju sve tri dozvole (potpuno legalizirana), odlagališta koja imaju barem jednu dozvolu i u procesu su ishođenja preostalih dozvola te odlagališta koja nemaju niti jednu dozvolu, ali je započeo postupak ishođenja lokacijske dozvole. Službena odlagališta otpada su velika odlagališta na kojima komunalna poduzeća ili koncesionari organizirano i redovito dopremaju i odlažu komunalni otpad uz odobrenje nadležnog tijela lokalne uprave i samouprave. Nemaju niti jednu potrebnu dozvolu, ne postoji uređena građevina za odlaganje otpada te postoji samo djelomičan nadzor i

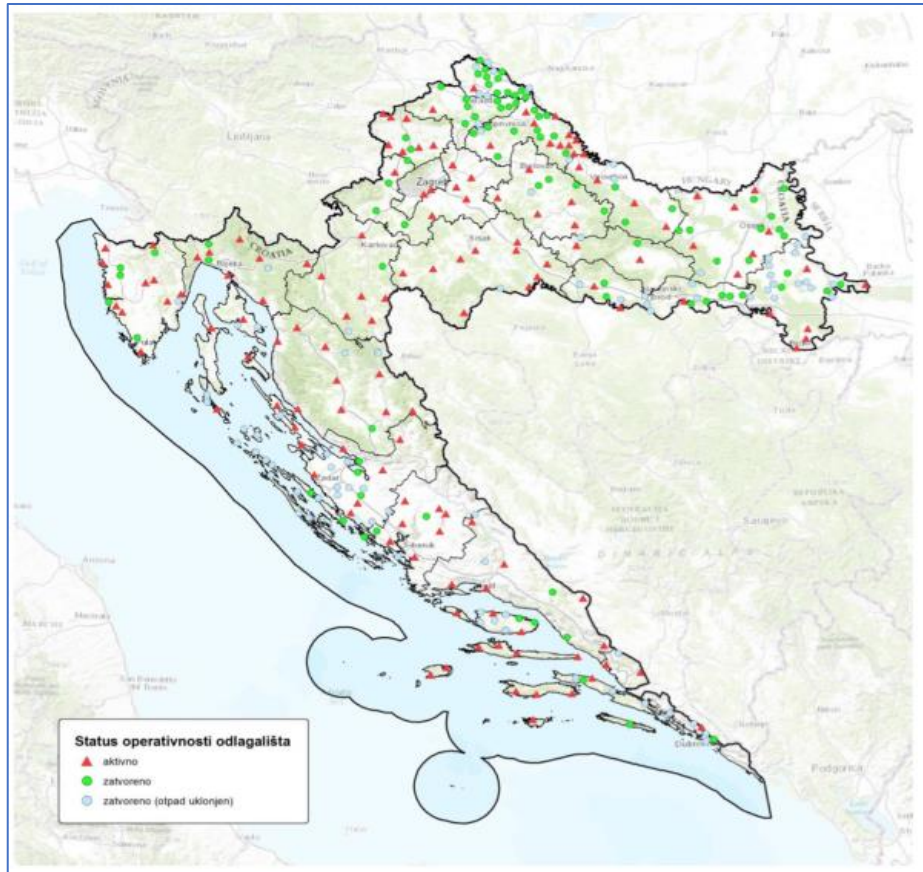
djelomično se provode mjere zaštite okoliša. Ova kategorija odlagališta predviđena je dokumentima prostornog uređenja.

Odobrena odlagališta otpada nisu predviđena dokumentima prostornog uređenja i ne postoji uređena građevina za odlaganje otpada. Za njih je također potrebno odobrenje nadležnog tijela lokalne samouprave. Na ovaj tip odlagališta otpada odlažu manji koncesionari ili sami proizvođači otpada. Dogovorna odlagališta na raspolaganju nemaju niti jednu od potrebnih dozvola, a djeluju uz znanje ili u dogovoru s nadležnim tijelima. Većinom su to manji neuređeni prostori gdje se povremeno otpad poravnava i prekriva inertnim otpadom. Ne postoji organizirani dovoz otpada službenih osoba (SCHALLER i SUBAŠIĆ, 2004).

Divlja odlagališta otpada odnose se na prostore koji nisu predviđeni za odlaganje otpada, a najčešće ih formiraju građani bez znanja nadležnih tijela. Na ovakvim odlagalištima ne postoje mjere zaštite i nadzora. Nadalje, prema kvaliteti izgradnje, odlagališta otpada možemo podijeliti na sanitarna i ne sanitarna odlagališta otpada. Sanitarna odlagališta otpada ne ugrožavaju okoliš, imaju svu potrebnu dokumentaciju, izvedena su prema važećim propisima i zakonima. U ovu kategoriju se ubrajaju i ispravno sanirana ne sanitarna odlagališta otpada. Ne sanitarna odlagališta otpada (smetlišta) ugrožavaju okoliš, nemaju svu potrebnu dokumentaciju i nisu izvedena prema važećim propisima i zakonima. U ovu kategoriju ulaze sva neuređena (divlja) odlagališta te odlagališta koja su započeta kao sanitarna, ali je u određenom trenutku došlo do problema i sada zahtijevaju sanaciju (SCHALLER i SUBASIC,2004).

### **3.3. Lokacije onečišćene otpadom u Republici Hrvatskoj**

Lokacije onečišćene otpadom obuhvaćaju sve lokacije na kojima se nalaze određene količine obrađenog ili neobrađenog otpada i nisu usklađene prema odredbama važećih zakonskih propisa. Razlikuju se: postojeća odlagališta inertnog otpada gdje postojeće stanje nije usklađeno s odredbama nacionalnog i europskog zakonodavstva, divlja odlagališta i lokacije visokog rizika onečišćene proizvodnim otpadom tzv. crne točke.



**Slika 4.** Lokacije odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj



## 4. UTJECAJ ODLAGALIŠTA OTPADA NA OKOLIŠ

Otpad svojim odbojnim izgledom i neugodnim mirisom predstavlja estetski problem, a prisutna je i opasnost od samozapaljenja i požara jer se razvijaju plinovi. U kontaktu s otpadom može doći do ozljeda zbog eventualno prisutnog stakla i/ili nekih drugih oštih predmeta, dok se pri odvozu i manipuliranju otpadom, uključujući deponiranje, razvija buka. Otpad može kontaminirati podzemnu vodu ako se odlaže u blizini vodonosnih slojeva, a da se pritom ne vodi briga o smjeru i načinu procjeđivanja padalina i ostalih tekućina u otpadu te njihovom odvođenju, prikupljanju i konačnom pročišćavanju. Otpad služi i kao hrana i sklonište glodavcima i insektima, od kojih su neki poznati izvori ili prenositelji bolesti (miševi, muhe, štakori, krpelji). U otpadu se razvijaju staklenički plinovi, poput ugljičnog dioksida i metana te freoni koji izazivaju smanjenje ozona u visokim dijelovima atmosfere (PUNTARIĆ i sur. 2012).

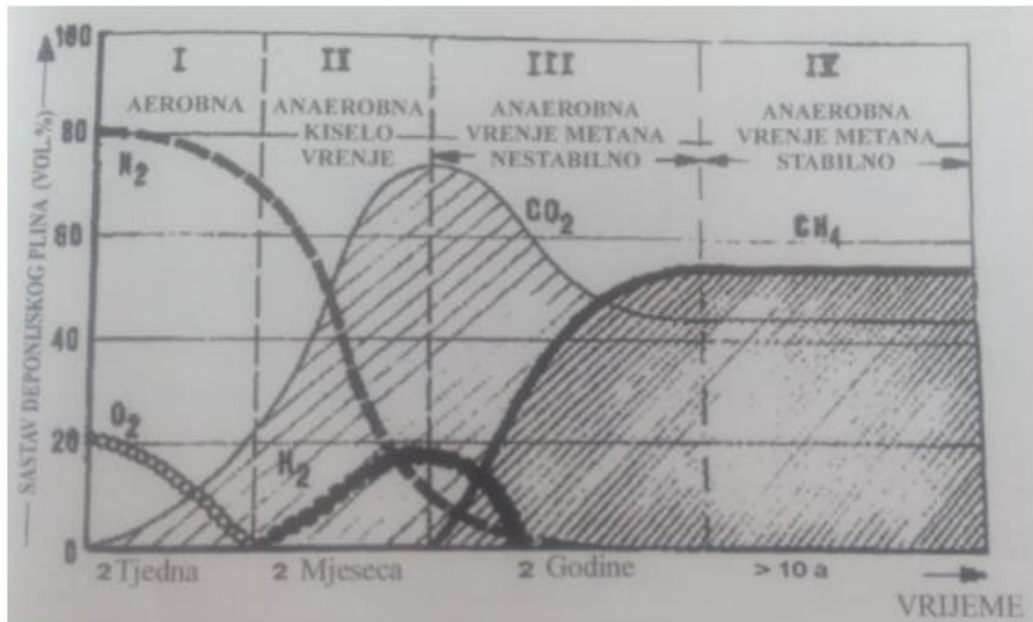
### 4.1. Odlagališni plin

U tijelu otpada odvijaju se aerobni i anaerobni mikrobiološki procesi razgradnje. Proces i ovise o udjelu vode, vrsti, odloženog otpada i načinu odlaganja. Molekule kisika, sadržane u otpadu, potroše se nekoliko tjedana nakon odlaganja plina (aerobna faza). Nakon čega nastaje odlagališni plin razgradnjom organske supstance u anaerobnim uvjetima.

Tri su anaerobne faze, kao što je prikazano na slici 6.:

- kisela faza
- nestabilna faza metana
- stabilna faza metana.

Polimerske supstance (proteini, masti, ugljikohidrati) se tijekom kisele faze pomoću eksoenzima pregrađuju u aminokiseline i masne kiseline, tj. šećer, koje zatim različite vrste saprofita pretvaraju u niže molekularne organske kiseline. Nakon toga dolazi do vrenja metana, pri čemu se bakterije metana pretvaraju u niže molekularne organske kiseline kao što su acetat, formijat,  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2$ , u  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$ . Pritom se ta faza naziva stabilna faza metana. Zbog niže stope rasta bakterija ta se faza odvija sporije nego kiselo vrenje.



Slika 5. Sastav odlagališnog plina ovisno o starosti odlagališta

Dokazano je da se razvijanje plina značajno smanjuje kod sadržaja vlage manje od 40 %. Faktori koji određuju količinu nastajanja plina i njegov sastav:

- temperatura
- pH – vrijednost
- zbijenost odlaganja
- starost odlaganja
- udio organske supstance
- mulj od pročišćavanja otpadnih voda.

Ako se nastali plin ne odvodi iz tijela odlagališta uređenim sustavom otplinjavanja, isplinjava kroz gornju površinu odlagališta i rubne zone u atmosferu. Istiskuje se kisik iz tla, što sprječava rast biljaka ili ih oštećuje (KRETIC, 2017).

Sustavi upravljanja odlagališnim plinom potrebni su radi sprječavanja nenadziranog istjecanja plina izvan granica odlagališta. Najbolje raspoložive tehnike su:

- smanjenje mogućnosti nastanka odlagališnog plina pred obradom otpada prije njegova primitka na odlagalište
- sprječavanje prodiranja odlagališni plin kroz tlo u plinovitom i otopljenom stanju te sprječavanje emisije metana u zrak

- upravljanje rizicima od neugodnih mirisa
- sprječavanje kondenzata stvorenog u mreži za sakupljanje plina
- korištenje horizontalnih i vertikalnih plinovoda za sabiranje plina u tijelu odlagališta otpada
- sav sakupljeni odlagališni plin iskoristiti za proizvodnju energije
- ukoliko proizvodnja energije nije moguća, treba ga spaliti na ograđenoj baklji na minimalnoj temperaturi od 1000 °C
- praćenje i uravnotežavanje plinskih ekstrakcijskih bunara.

#### **4.2. Neugodni mirisi**

Neugodni mirisi nastaju na odlagalištu iz više izvora, dok ograničenja količine organskog otpada smanjuju mogućnost njihovog nastanka. Izvori neugodnih mirisa su:

- procjedne vode
- odlagališni plin
- otpad neugodnog mirisa.

Tehnike upravljanja koje se primjenjuju na odlagalištu radi smanjivanja rizika od neugodnih mirisa:

- pred obradu otpada neugodnog mirisa
- primjena prihvatljivih procedura prihvata otpada
- priprema i provedba plana upravljanja
- preispitivanje upravljanja i nadzora odlagališnog plina
- upravljanje odjeljcima
- praćenje prekrivenih područja radi difuznih emisija hlapljivih organskih spojeva (HOS)
- uporaba sprejeva/aerosola za neutralizaciju neugodnih mirisa kada je povećani rizik za prepoznate receptore (na primjer, nagli obrati ili bez vjetra)
- primjena aditiva koji neutraliziraju neugodan miris u otpadu.

#### **4.3. Buka**

U objektu odlagališta, buka je:

- neprekidna – obuhvaća rad strojeva i vozila tijekom izgradnje i rada odlagališta

- isprekidana – plinski topovi za rastjerivanje ptica i praskovi koji su općenito bučni te pulsni tonovi

Tehnike nadzora buke na odlagalištu obuhvaćaju:

- trajne akustične zaklone na obodu odlagališta
- privremene akustične zaklone oko radnih područja
- tampon zone između objekta odlagališta i vanjskog okruženja
- ugradnju opreme za prigušivanje na uređaje i opremu
- opremu usklađena s normama o buci u EU
- akustične zaklone oko fiksnog/mobilnog uređaja i opreme
- korištenje objekata za smještaj fiksnog uređaja i opreme
- predviđanje utjecaja buke standardnih razina zvuka građevinskog uređaja na točno određene osjetljive lokacije
- smještanje bučnog uređaja, npr. baklje, crpne stanice za procjedne vode dalje od stambenih područja, uzimajući pritom u obzir topografiju lokacije i okolnih područja.

#### 4.4. Štetočine, insekti i ptice

S obzirom na neugodnosti koje na odlagalištima uzrokuju štetočine i insekti, razmatra se:

- neugodnost zbog muha jer otpad nije sakupljen u dužem razdoblju; rukovoditelj odlagališta mora biti pripremljen u slučaju dolaska takvog otpada te planirati djelovanje sukladno toj mogućnosti; ako je takav otpad redovit problem, rukovoditelj odlagališta može i zabraniti dovoz otpada, ako isti uzrokuje značajno povećanje neugodnosti ili pritužbi; što zatim treba biti propisano postupcima prihvata otpada
- treba poduzeti brigu radi osiguranja da uporaba insekticida ne uzrokuje negativan utjecaj na okoliš, kao što je onečišćenje vodotokova ili ugrožavanje zaštićenih životinjskih vrsta
- glodavci mogu biti privučeni biootpadom, rukovoditelj odlagališta tada mora biti pripremljen u slučaju dovoza takvog otpada te planirati odgovarajuće postupke; pravovremeno prekrivanje otpada može smanjiti pojavljivanje glodavaca.

Mjere za ublažavanje smetanja ptica:

- primjena dobre prakse na odlagalištu, s pravovremenim odlaganjem i sabijanjem otpada, djelovanje na manja aktivna područja i postupno prekrivanje otpada,
- primjenom ograđivanja mobilnim mrežama sa tehnikama zastrašivanja ptica.

Prednosti i nedostaci zastrašivanja ptica:

- eksplozije ili zvučna plašila mogu prouzročiti buku te zastrašiti vrste koje žive u blizini odlagališta
- ptice grabljivice mogu biti učinkovite s najmanjim posljedičnim utjecajem na okoliš (ANONYMOUS,2020.d).

#### **4.5. Procjedne vode**

Procjedne vode smeđe su do crne koloidne otopine, a nastaju cirkulacijom oborinske vode kroz tijelo odlagališta te biokemijskim procesima razgradnje otpada. Neugodnog su mirisa, visoke vodljivosti, visokog organskog opterećenja pri čemu više od 70 % čini organska tvar molekulske mase veće od 10 kDa. Okarakterizirane su visokim koncentracijama amonijaka, koji nastaje razgradnjom proteina u tijelu odlagališta, te povišenim do visokim vrijednostima teških metala.

Ukoliko je unutarnji sadržaj vlage u otpadu veći od kapaciteta njenog vezanja, pojavljuju se izvan tijela odlagališta. Količina procjednih voda može varirati između različitih odlagališta, a ovisi o sljedećim čimbenicima:

1. svojstva odloženog otpada, a prvenstveno primarni sadržaj vlage
2. makroklimatske i mikroklimatske osobine lokacije
3. lokalni hidrološki i hidrogeološki uvjeti terena
4. razina uređenja odlagališta te tehnike zbrinjavanja i manipulacije otpadom.

Količina procjednih voda također izravno ovisi o stupnju uređenosti i fazi korištenja odlagališta, jer o navedenom ovisi količina oborina koja će ući u masu otpada.

U procjednim vodama najčešće se određuju sljedeći parametri: kemijska potrošnja kisika (KPK), petodnevna biokemijska potrošnja kisika (BPK5), odnos BPK5/KPK-a, pH, suspendirana tvar, NH<sub>3</sub>-N i ukupni dušik. Odnos BPK5/KPK te vrijednosti KPK-a i BPK5

manjuju se s porastom starosti odlagališta. Koncentracija suspendirane tvari također opada s porastom starosti odlagališta.(OREŠĆANIN,2014).

Koncentracija amonijaka ostaje uglavnom konstantna tijekom životnog vijeka odlagališta. Naime, ugljik tijekom faza razgradnje opada i odlazi iz tijela odlagališta kroz stvaranje odlagališnih plinova, dok sav dušik isključivo završava u procjednoj vodi.

Procjedna voda po svom sastavu vrlo je složen medij u kojem se može naći veliki broj različitih tvari koje mogu imati potencijalno štetni učinak na okoliš i ljudsko zdravlje. U usporedbi s ostalim vrstama industrijskih efluenta procjedne vode najteže su obradive zbog kompleksnosti sastava. Procjedne vode izravno ugrožavaju površinske i podzemne vode na području i u blizini odlagališta (OREŠĆANIN,2014).

Zaštita podzemnih voda provodi se tako da se filtrat pročisti prije nego se upusti u iste. Može se upuštati preko zona aeracije koje čine prirodne filtre ili upuštanjem filtrata u dublje hidrogeološke slojeve preko upojnih bunara, ali samo ako za to postoje povoljni uvjeti.

Obavlja se i uređenjem nepropusne podloge deponija i odvodnjom filtrata do najnižeg mjesta, odakle se odvodi na tretman. Ovisi o lokaciji na kojoj se nalazi deponija, tj. o geološkoj podlozi. Kod izrade deponije trebalo bi se voditi računa da se locira tamo gdje nije potrebno izgraditi umjetne nepropusne podloge, a ako to nije slučaj, potrebno je postaviti umjetnu zaštitu za sprječavanje dotjecanja bočnih voda sa zonom deponiranja, čime se sprječava zagađenje podzemnih voda.

Veliki problemi javljaju se u ravničarskim područjima, na velikim aluvijalnim terenima gdje nema velikog izbora za lociranje deponija. Mora se postaviti na dijelu gdje su i značajni izvori podzemnih voda koje treba zaštititi od zagađivanja. Oko deponije izvodi se sustav drenaže, koji preko zone aeracije prirodno pročišćuje filtrat, zatim prihvaća i odvodi do sabirnog bunara iz kojeg se crpi voda koja se ne koristi za vodoopskrbu.(BARČIĆ i IVANČIĆ,2010)

#### **4.6. Prateći sustavi**

Svi problemi utjecaja odlagališta na okoliš ne mogu se riješiti zatvaranjem otpada u složene brtvene sustave. Prateći sustavi izvode se radi kontrole utjecaja na okoliš, skraćivanja vremena raspada biorazgradivih komponenti otpada i produženja djelotvornosti brtvenih sustava.

U takve prateće sustave ulaze sustavi:

- oborinske odvodnje (mreža kanalica, kanala, cjevovoda, revizijskih okana, retencijskih bazena, crpnih stanica, ispusta)
- obrade procjednih voda (uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, precrpne stanice, ispusti)
- otplinjavanja tijela odlagališta (zdenci ili vodoravni drenovi za izvlačenje deponijskog plina, vakuum crpke, baklje spaljivanja plina, kolektorske cijevi)
- energetskog iskorištavanja deponijskog plina (predobrada plina, plinski motori, plinske crpke)
- praćenja stanja odlagališta (oprema za praćenje slijeganja, oprema za praćenje rada pomoćnih sustava)
- praćenja utjecaja odlagališta na okoliš (piezometri, lizimetri, mjerači kakvoće zraka, senzori za indikatore onečišćenja, crpke, laboratorijska i računalna oprema)

Uz već navedene sustave, postoje i dodatni sigurnosti sustavi koji se koriste za vrijeme rada odlagališta radi povećanja njegove zaštite :

- za rad na odlagalištu ( garaže, strojevi i oprema, radionice, radne prometnice, zaštitne mreže, skladišta materijala i opreme, infrastrukturni priključci, sadržaji i oprema za zaposlenike, zeleni pojas)
- za prijam otpada (pristupna prometnica, ulazna rampa, vaga, laboratorijska i računalna oprema)
- za kontrolu pristupa (video-nadzor ograda, čuvarski objekti)
- za postupanje i dojave u incidentnim situacijama (protupožarni putevi, protupožarna dojava, hidrantska mreža i protupožarna oprema).

## 5. ZAKLJUČAK

U ovoj sam temi opisao posebne vrste otpada, njihovo gospodarenje, kao i ukupnu štetu otpada na okoliš. Rasprave o zaštiti okoliša, prikupljanju otpada kao i održivom gospodarenju otpadom zadnjih nekoliko godina sve više dolaze u fokus medijske javnosti kao i njihov utjecaj na klimatske promjene s opravdanim razlogom. Jedan od bitnih razloga tomu je i sama složenost postupka gospodarenja otpadom koji uključuje veliki broj dionika u procesu sa nužnom potrebom velikih investicija i jake infrastrukture. Nitko od nas ne očekuje da društvo može učiniti da utjecaj otpada na okoliš bude mali i beznačajan niti itko želi na maksimalistički i bezobziran način s obzirom i na ostale zahtjeve i potrebe društva krenuti u konačno rješavanje ovog pitanja koje ne može biti nikad konačno riješeno, odnosno da potrebe prirode budu trajno zadovoljene jednom zauvijek. Ono što sigurno možemo učiniti da mi kao pojedinci možemo osigurati optimalna sredstva za odvajanje otpada i da država mora osigurati minimalnu zakonsku provedbu svih akata koji se odnose na zaštitu okoliša, ona mora osigurati da se oni provode optimalnom dinamikom koji dovode do približavanju strateških ciljeva, te da mora osigurati dovoljno kvalitetnog i obrazovnog kadra za provedbu istog kao i unaprjeđenje i razvijanje ekonomskih instrumenata. Odnos između čovjeka i prirode je neraskidiv i sve više neposredan. U novijem vremenu, tehnološki naprednijeg i bržeg gdje je sve više otpada kao i njihovog značajnijeg utjecaja na vodu, zrak, tlo koji predstavljaju trajnu ugrozu za okoliš i ljude. Iz ovih navedenih činjenica sva tehnološka dostignuća moraju podlijegati optimalnim ekološkim zahtjevima te isti zahtjevi moraju predstavljati temelj i budući smjer razvoja na kojima će se graditi društva i njihove zajednice, te gdje će biti očuvana ona najvažnija zajednica, a to je priroda kojom pripadamo svi.



## 6. LITERATURA

1. ANONYMOUS (2010): Spajivanje otpada-Ekologija,  
<https://www.ekologija.com.hr/spaljivanje-otpada/> , (21.05.2020.).
2. ANONYMOUS (2015): Nastajanje radioaktivnog otpada,  
<http://radioaktivniotpad.org/nastajanje-radioaktivnog-otpada/>, ( 20.5.2020)
3. ANONYMOUS(2017.a): Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017-2022.godine („Narodne novine“,broj 3/17),  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017\\_01\\_3\\_120.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_01_3_120.html),  
(14.5.2020.).
4. ANONYMOUS (2017.b): Pravilnik o gospodarenju otpadom („Narodne novine“,broj 117/17),  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2017\\_11\\_117\\_2708.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2017_11_117_2708.html),  
(18.5.2018).
5. ANONYMOUS (2018.a): Biootpad-kompostiranje,  
[http://www.pbf.unizg.hr/content/download/15331/64509/version/1/file/8\\_BROS\\_biootpad\\_kompostiranje+%5BCompatibility+Mode%5D.pdf](http://www.pbf.unizg.hr/content/download/15331/64509/version/1/file/8_BROS_biootpad_kompostiranje+%5BCompatibility+Mode%5D.pdf),  
(19.05.2020.).
6. ANONYMOUS (2018.b): Gospodarenje otpadom iz poljoprivrede,  
[http://www.agr.unizg.hr/en/ects/mehanizacija/28/11/gospodarenje\\_otpadom\\_iz\\_poljoprivrede/561.pdf](http://www.agr.unizg.hr/en/ects/mehanizacija/28/11/gospodarenje_otpadom_iz_poljoprivrede/561.pdf), (19.05.2020.).
7. ANONYMOUS (2019): Zakon o održivom gospodarenju otpadom („Narodne novine“94/13,73/17,14/19,98/19),<https://www.zakon.hr/z/657/Zakon-o-odr%C5%BEivom-gospodarenju-otpdom>, (20.5.2020.).
8. ANONYMOUS (2020.a): Odlagališta otpada i sanacije,  
[http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje\\_otpadom/odlagalista\\_otpada\\_i\\_sanacije/](http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/odlagalista_otpada_i_sanacije/), (20.05.2020.).
9. ANONYMOUS (2020.b): Eksplozivan otpad,  
<http://www.novagra.hr/eksplozivan-otpada/>, ( 20.05.2020.).
10. ANONYMOUS (2020.c): Recikliranje,  
<http://www.recikliranje.hr/>, (21.05.2020.).
11. ANONYMOUS (2020.d):  
Odlagališta, [http://www.mzoip.hr/doc/odlagalista\\_1.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/odlagalista_1.pdf), (21.5.2020.).

12. Barčić, D.,V. Ivančić (2010): Utjecaj odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac na onečišćenje okoliša, Šumarski list, Zagreb. str. 347.-359.
13. Fundurulja ,D., M. Mužinić (2004): Stanje odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj. VIII Međunarodni simpozij gospodarenja otpadom, Gospodarstvo i okoliš d.o.o.. Zagreb, str. 47.-59.
14. Ivković. E (2012): Zbrinjavanje otpada. Interni materijal, Slavonski brod .[http://www.ssmareljkovicassb.skole.hr/upload/ssmareljkovicassb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM\\_SKRIPTA.pdf](http://www.ssmareljkovicassb.skole.hr/upload/ssmareljkovicassb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM_SKRIPTA.pdf). str 9.-18. (15.5.2020)
15. Kipson, S.(2005): IZBJEGNI, smanji, odvoji: priručnik za ispravno gospodarenje otpadom, Održivi razvoj zajednice, Zagreb. str. 11.-12.
16. Kretić, P.(2017): Utjecaj odlagališta otpada na okoliš: Nastajanje i obrada plina kod odlagališta kućnog otpada,Stručni časopis za tehniku zaštite okoliša, 101(10),str. 643.-646.
17. Marinković, N.,K . Vitale., N. Janev Holcer., A. Džakula (2006): Zbrinjavanje medicinskog otpada-zakonodavstvo i njegova provedba. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju,57(3),str. 339.-345.
18. Medven, Ž. (2009): Eu i zaštita okoliša: Gospodarenje otpadom na lokalnojrazini.Zagreb,[http://europski-fondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/Gospodarenje\\_otpadom\\_na\\_lokalnoj\\_razini.pdf](http://europski-fondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/Gospodarenje_otpadom_na_lokalnoj_razini.pdf) (18.05.2020.).
19. Oreščanin,V. (2014): Procjedne vode odlagališta otpada – kemijski sastav, toksični učinci i metode pročišćavanja,Hrvatske vode. Zagreb,str. 2-5.
20. Prelec, Z.(2012): Inženjerstvo zaštite okoliša, Rijeka. [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_okolisa/9.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/9.pdf), str. 4.-18. (18.5.2020.).
21. Puntarić, D., M. Miškulin., J. Bošnjir (2012): Otpad i zdravlje ljudi, Zdravstvena ekologija,Medicinska naklada. Zagreb, str. 336. -337.
22. Schaller, A.,D, Subašić (2004): Odlaganje i stanje odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj – pokazatelji brige lokalne zajednice za okoliš: VIII. Međunarodni simpozij gospodarenja otpadom, Gospodarstvo i okoliš d.o.o. Zagreb, str.19.-32.

23. Šimunović, Ž.(2007): Nula otpada-Priručnik za gospodarenje otpadom. Zagreb,[http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelenaakcija.production/zelenaakcija/document\\_translations/607/doc\\_files/original/ZA\\_prirucnik\\_nulaotpada\\_web.pdf?1271514511](http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelenaakcija.production/zelenaakcija/document_translations/607/doc_files/original/ZA_prirucnik_nulaotpada_web.pdf?1271514511), str. 4.-9. (17.05.2020.)