

# Komunalni otpad

---

Šipuš, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:811488>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-02**



**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 sigurnosti i zaštite**  
Stručni studij sigurnosti zaštite

Matija Šipuš

# **KOMUNALNI OTPAD**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

**Karlovac University of Applied Sciences**

**Safety and Protection Department**

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Matija Šipuš

# **MUNICIPAL WASTE**

Final paper

Karlovac, 2016.

**Veleučilište u Karlovcu**

**Odjel sigurnosti zaštite**

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Matija Šipuš

# **KOMUNALNI OTPAD**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

dr.sc.Zvonimir Matusinović

Karlovac, 2016.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij:.....SIGRNOSTI.....I...ZAŠTITE.....

(označiti)

Usmjerenje:.....ZAŠTITA....NA.....RADU.....Karlovac, .....

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student:.....MATIJA.....ŠIPUŠ..... Matični broj:....0415611075...

Naslov:.....KOMUNALNI....OTPAD.....

Opis zadatka: Cilj zadatka je objasniti podjelu otpada prema svojstvima i mjestu nastanka, komunalni otpad i gospodarenje otpadom, obrada otpada i odlaganje otpada u Republici Hrvatskoj.

Zadatak zadan: Rok predaje rada: Predviđeni datum obrane:  
.....09/2016..... ....12/2016..... .....12/2016.....

Mentor:  
dr.sc.Zvonimir Matusinović

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
dr.sc.Nikola Trbojević, prof. v.š.

## II PREDGOVOR

Ovaj završni rad proizašao je iz želje da se obradi sustav gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj.

Ovom prilikom želio bih se zahvaliti svim profesorima koji su mi predavali tijekom mog školovanja i nesebično mi prenijeli dio svog znanja i iskustva.

Srdačno zahvaljujem svom mentoru, dr.sc. Zvonimiru Matusinovićuna susretljivosti, pomoći i vodstvu pri izradi ovog završnog rada.

Želio bih se zahvaliti cijeloj svojoj obitelji, svim kolegama i prijateljima, a posebice svojim roditeljima na potpori, razumijevanju i pomoći, kako tijekom izrade ovog rada tako i tijekom cijelog studija.

### III SAŽETAK

Otpad predstavlja sve veći problem u današnjem potrošačkom društvu. Bilo da se on gomila, razlaže u podzemnim vodama ili spaljivanjem širi atmosferom. Stoga je u svim dijelovima svijeta krenula utrka za stvaranjem čistijeg okoliša pri čemu se otpad smatra resursom a njegova obrada spada u najnaprednije tehnologije.

U ovom radu je objašnjen otpad prema svojstvima i mjestu nastanka, općenito komunalni otpad. Gospodarenje otpadom, obrada otpada i odlaganje otpada.

#### **Summary:**

The waste is a growing problem in today's consumer society. Whether you are it is on a pile, broke down in groundwater or is burnt spreading in the atmosphere, waste seriously endanger the environment and human health. Therefore, in all parts of the world started a race to create a cleaner environment in which the waste is considered a resource and its treatment is one of the most advanced technology.

The paper explains the waste according to properties and place of origin, in general municipal waste. Waste management, waste treatment and waste disposal.

## **SADRŽAJ**

<b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....</b>	<b>I</b>
<b>PREDGOVOR.....</b>	<b>II</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>III</b>
<b>SADRŽAJ.....</b>	<b>IV</b>
<b>1.UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2.OTPAD.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. PODJELA OTPADA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. OTPAD U REPUBLICI HRVATSKOJ.....</b>	<b>5</b>
<b>3.KOMUNALNI OTPAD.....</b>	<b>7</b>
<b>4.GOSPODARENJE OTPADOM.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1.IZBJEGAVANJE I SPALJIVANJE OTPADA.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.ODVOJENO PRIKUPLJANJE OTPADA.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.1. PAPIR I KARTON.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.2. STAKLO.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.3. PLASTIKA.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.4. METAL.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.5. BIOOTPAD.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.6. OPASNI OTPAD.....</b>	<b>16</b>
<b>4.3.PONOVNA UPOTREBA OTPADA.....</b>	<b>17</b>
<b>4.4.RECIKLIRANJE OTPADA.....</b>	<b>18</b>
<b>4.4.1.RECIKLIRANJE PAPIRA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4.2.RECIKLIRANJE STAKLA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4.3.RECIKLIRANJE PLASTIKE.....</b>	<b>20</b>
<b>4.4.4.RECIKLIRANJE METALA.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4.5.KOMPOSTIRANJE.....</b>	<b>21</b>
<b>5.OBRADA OTPADA.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1.MEHANIČKO-BILOLOŠKA OBRADA OTPADA.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2.TERMIČKA OBRADA OTPADA.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3.SPALJIVANJE OTPADA.....</b>	<b>26</b>



<b>5.4.PIROLIZA I RASPLINJAVANJE.....</b>	<b>28</b>
<b>6.ODLAGANJE OTPADA.....</b>	<b>29</b>
<b>6.1.VRSTE ODLAGALIŠTA OTPADA.....</b>	<b>30</b>
<b>6.2.PROBLEMI ODLAGALIŠTA OTPADA.....</b>	<b>33</b>
<b>6.3.PRIMJERI SANACIJE ODLAGALIŠTA OTPADA.....</b>	<b>35</b>
<b>7.ZAKLJUČAK.....</b>	<b>37</b>
<b>8.LITERATURA.....</b>	<b>38</b>
<b>9.POPIS SLIKA.....</b>	<b>39</b>

## 1.UVOD

Uz današnji način života, koji uključuje iskorištavanje i potrošnju značajnih količina neobnovljivih izvora energije, održivost života na Zemlji dovodi se u pitanje. Zbog razvoja tehnologije, velikog porasta stanovništva i koncentriranja stanovništva u gradovima, društvo se sve više susreće s problemom otpada. Dolazi do porasta potrošnje što znači i porasta količine otpada i to posebno u gradovima. O postupanju s otpadom mora razmišljati svaki pojedinac, država, ali posebno najneposredniji oblik uprave – jedinice lokalne i regionalne samouprave. Zadatak je uspostaviti cjeloviti sustav održivog gospodarenja otpadom i zaštititi okoliš. Ako se tome doda da je čovjekovo osnovno ljudsko pravo, pravo na zdrav okoliš, potrebno je itekako voditi računa o tome. Djelomično se za sprječavanje takvih promjena, možemo pobrinuti i sami. Jedan logičan, prilično jednostavan i brz način je sortiranje, recikliranje (*Recycling*). Uz recikliranje, naravno dolazi i općenito smanjivanje količine otpada i smeća (*Reduce*), te ponovna uporaba (*Reuse*).

## 2.OTPAD

### 2.1. PODJELA OTPADA

**Prema svojstvima otpad može biti :**

**1)Opasan otpad** – uključuje otpad koji posjeduje jednu ili više karakteristika zahvaljujući kojima je opasan za život i zdravlje ljudi, okoliš ili imovinu osoba. [1]

Opasan otpad potječe iz industrije, poljoprivrede, ustanova (instituti, bolnice i laboratoriji).

Sadrži tvari koje imaju jedno od ovih svojstava: eksplozivnost, toksičnost, radioaktivnost, korozivnost, zapaljivost, kancerogenost, oksidirajuće, nadražujuće, nagrizajuće, mutageno ili zarazno djelovanje. Manje količine opasnog otpada nastaju u domaćinstvu i zovu se problematične tvari.[2]

Opasan otpad razvrstava se kao : [3]

- otrovne otpadne tvari – cijanidi, spojevi teških metala,
- zapaljive otpadne tvari – otpadna ulja, organska otapala,
- korozivne otpadne tvari – kiseline, baze,
- tvari zaraznog djelovanja – iz bolnica, i
- radioaktivni otpad.

**2) Inertni otpad** – neopasni otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. [3]

Inertni otpad je netopiv u vodi, nije goriv, niti na koji drugi način reaktivan, a nije niti biorazgradiv, pa ne ugrožava okoliš (građevinski otpad). S tvarima s kojima dolazi u dodir ne djeluje tako da bi to utjecalo na zdravlje ljudi, životinjskog i biljnog svijeta ili na povećanje dozvoljenih emisija u okoliš.[2]

Prema mjestu nastanka otpad se dijeli na [3] :

**1) Komunalni otpad** – je kruti otpad koji nastaje u stambenim naseljima, a uključuje smeće iz domaćinstava, industrije i obrtništva, vrtni i tržišni otpad, razni komadni otpad, građevinski otpad, ostatke od obrade komunalnih otpadnih voda. U principu, komunalni otpad spada u nadležnost komunalnih poduzeća.[4]

Komunalni otpad nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, te se redovito prikuplja i zbrinjava u okviru komunalnih djelatnosti.

Smatra se da se iz kućnog otpada može iskoristiti oko 80 % sadržaja. Ostatak od oko 20 % čini sitni otpad (prašina), ali i neke također potencijalno iskoristive otpadne tvari, npr. tekstil, guma i drvo.

**2) Tehnološki (industrijski) otpad** – nastaje u proizvodnim procesima, u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po količini, sastavu i svojstvima razlikuje se od komunalnog otpada. Proizvodnim otpadom se ne smatraju ostaci iz proizvodnog procesa koji se koriste u proizvodnom procesu istog proizvođača.[1]

Može biti:

- **procesni** – otpadne tvari specifične za svaku industriju i razlikuju se po kemijskim i fizikalnim svojstvima ,
- **neproceni** – ambalažni otpad, uredski otpad.

Za nadzor toka i zbrinjavanje tehnološkog otpada propisane su posebne procedure, kojih se mora pridržavati svaki proizvođač odnosno vlasnik tehnološkog otpada. [5]

Količina tehnološkog otpada ovisi o industrijskom razvoju zemlje. Godišnja količina industrijskog otpada po stanovniku u razvijenim zemljama iznosi i do nekoliko tona, a u nerazvijenim može biti čak manja od komunalnog. Sastav tehnološkog otpada ovisi o grani industrije koja ga proizvodi. Za gospodarenje s tehnološkim otpadom mogu se koristiti usluge specijaliziranih tvrtki.[3]

**3) Posebne kategorije otpada čine:** biootpad, otpadni tekstil i obuća, ambalažni otpad , otpadne gume, otpadna ulja, otpadne baterije i akumulatori, otpadna vozila, otpad koji sadrži azbest, medicinski otpad, otpadni električni i elektronički uređaji i oprema, otpadni brodovi, morski otpad, građevni otpad, otpadni mulj iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, otpad iz proizvodnje titan dioksida, otpadni poliklorirani, bifenili, i poliklorirani terfenili (PCB, PCT).[1]

Ambalažni otpad jest svaka ambalaža ili ambalažni materijal koji ostane nakon što se proizvod otpakira i odvoji od ambalaže. Ambalaža predstavlja sve proizvode bez obzira na prirodu materijala (staklo, plastika, papir, karton, drvo, metal, višeslojni miješani materijali).

Otpadna vozila – vozila koja radi oštećenja, dotrajalosti ili drugih uzroka, posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti

Otpadno ulje je svako mineralno i sintetičko mazivo, industrijsko, izolacijsko (ulje koje se rabi u elektroenergetskim sustavima) i/ili termičko ulje (ulje koje se rabi u sustavima za grijanje ili hlađenje) koje više nije za uporabu kojoj je prvotno bilo namijenjeno

Otpadne baterije i akumulatori su baterije i akumulatori koji se ne mogu ponovno koristiti te su namijenjene za obradu i/ili recikliranje, pri čemu treba znati da baterija ili akumulator označava svaki izvor električne energije proizvedene izravnim pretvaranjem kemijske energije koji se sastoji od jedne ili više primarnih baterijskih ćelija/članaka.

Otpadne gume su gume osobnih automobila, autobusa, teretnih automobila, radnih strojeva, radnih vozila i traktora, zrakoplova i drugih letjelica te slični odgovarajući proizvod koji posjednik radi oštećenja, istrošenosti, isteka roka trajanja ili drugih uzroka ne može ili ne žali upotrebljavati te je zbog toga odbacuje ili namjerava odbaciti. Električni i elektronični otpad je otpadna električna i elektronička oprema uključujući sklopove i sastavne dijelove, koji nastaju u gospodarstvu (industriji, obrtu i slično) kao i otpadna električna i elektronična oprema nastala u kućanstvima ili u proizvodnim i/ili uslužnim djelatnostima kad je po vrsti i količini slična EE otpadu iz kućanstva. Električna i elektronička oprema i uređaji koja može postati EE otpad predstavlja sve proizvode koji su za svoje pravilno djelovanje ovisni o električnoj energiji ili elektromagnetskim poljima, kao i oprema za proizvodnju, prijenos i mjerenje struje ili jakosti elektromagnetskog polja. Osim za navedene kategorije otpada doneseni su i pravilnici kojima se detaljnije regulira gospodarenje nekim drugim otpadima

poput građevnog otpada, otpada koji sadrži azbest, medicinskog otpada, otpada koji sadrži poliklorirane terfenile (PCB i PCT), otpada od istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina, mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda koji se koristi u poljoprivredi te otpada iz proizvodnje titanovog dioksida.[3]

## **2.2. OTPAD U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Već desetljećima u RH značajan je problem neodrživo „gospodarenje“ komunalnim otpadom koji uglavnom završava na neuređenim odlagalištima i štetno utječe na zdravlje i okoliš. Problemi u gospodarenju otpadom u RH, posebno komunalnim i opasnim, doveli su do kritične situacije u najvećem broju jedinica lokalne samouprave. Kako je otpada sve više, a infrastruktura je nezadovoljavajuća, potrebno je hitno poraditi na svijesti pravnih osoba da same zbrinjavaju svoj otpad, edukaciji građana i zaposlenika tvrtki kako se gospodari otpadom, uređenju za okoliš opasnih odlagališta, primjeni načela „onečišćivač plaća“, odnosno, uspostavi suvremenih sustava gospodarenja otpadom. Naime, javnost otpad i gospodarenje otpadom tretira kao problem i to ne svoj, nego tuđi te se spremnost na djelovanje javlja samo kada prijete direktna opasnost. Tako se u rješavanju problema održivog gospodarenja otpadom stvaraju sukobi i to zato jer nema sustavnog obrazovanja javnosti kao niti uprave, političkih struktura te djelatnika na poslovima gospodarenja otpadom..[5]

Odlaganje otpada na odlagališta i dalje je glavni način zbrinjavanja komunalnog otpada u Hrvatskoj te odlagališta apsorbiraju najveće količine proizvedenog otpada. Gotovo sav prikupljeni komunalni otpad se odlaže te potencijali za organsku obradu (kompostiranje) i energetske uporabu ostaju neiskorišteni.[6]

Prikupljanje komunalnog otpada je većinom organizirano jednom tjedno (dva ili tri puta tjedno u većim gradovima), prema unaprijed utvrđenom rasporedu. U pojedinim županijama gdje je turizam osobito intenzivan, otpad se čak prikuplja i dnevno. Osim kućanstava, komunalni otpad se prikuplja i od poslovnih subjekata, u skladu s potrebama. Otpad se prikuplja u plastične vreće, posude, kontejnere, pokretne preše/kontejnere za smanjenje volumena. Odvojeno prikupljanje pojedinih komponenti otpada dijelom je prisutno i provodi se gotovo u svim županijama, ali u različitom opsegu. [6] Tjedni odvoz komunalnog otpada u RH, češći je nego u EU, što znači da su mnogo veći troškovi.[5]

Infrastruktura kao i zaštitne mjere na odlagalištima su uglavnom nedostatni, a praćenje učinaka odlaganja na barem jedan od elemenata (vode, zrak, tlo) provodi se tek na manjem broju odlagališta. Neuređena odlagališta komunalnog otpada predstavljaju opasnost za zdravlje i mogu onečistiti podzemne vode te imaju nepovoljan učinak na krajobraz te turizam. Otpad se uglavnom odlaže na odlagališta najbliža mjestu nastanka u županijama u kojima je i nastao. Postoji 60 velikih odlagališta koja obuhvaćaju 85 % ukupno odloženog otpada te oko 72 % ukupnog stanovništva. Količina komunalnog otpada koja dolazi na odlagališta postupno se povećava kako zbog većeg obuhvata stanovništva organiziranim prikupljanjem otpada tako i zbog povećanih količina koji nastaje. [6]

Dobre strane gospodarenja otpadom u RH jesu [6]:

- operativni i učinkoviti programi sanacije nekontroliranih odlagališta, divljih odlagališta i lokacija visoko onečišćenih otpadom,
- započeta uspostava nacionalnog sustava županijskih, odnosno, regionalnih centara za gospodarenje komunalnim otpadom,
- jačanje svijesti, razumijevanja i primjene načela „onečišćivač plaća“ i odgovornosti korisnika.

S ciljem smanjenja količine otpada, koji će se, ne samo trajno odložiti, nego koji će što manje ugrožavati okoliš, klimu i zdravlje ljudi, potrebno je najprije unapređivati institucionalni okvir za gospodarenje komunalnim otpadom, a najvažniji je cilj financijski održiva djelatnost.[8] utemeljena na načelu „onečišćivač plaća“. Primarni je cilj izbjegavanje nastajanja otpada, a nastali komunalni otpad treba ponovno koristiti i obraditi u skladu s hijerarhijom otpada.

### **3.KOMUNALNI OTPAD**

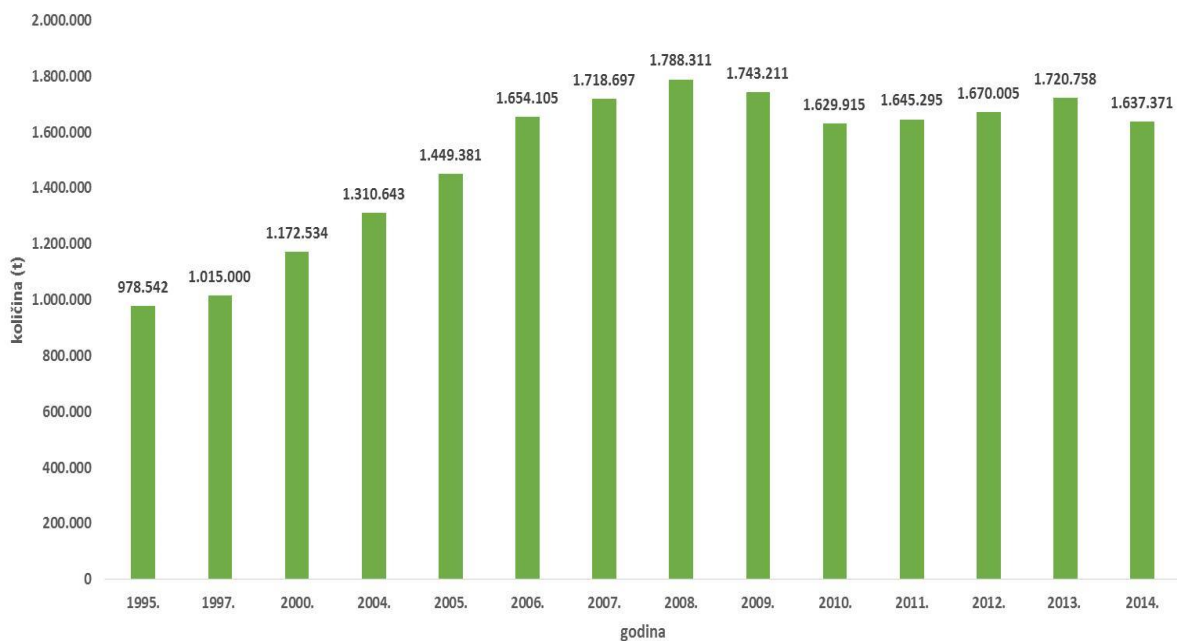
Komunalni otpad je otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, osim proizvodnog otpada i otpada iz poljoprivrede i šumarstva.[7]

U 2013. godini porast ukupnih količina proizvedenog komunalnog otpada u odnosu na 2011. godinu iznosi 4,6%, a u odnosu na prethodnu godinu 3%. Udio odvojeno sakupljenog komunalnog otpada (uključujući i mješoviti otpad poput glomaznog otpada, otpada od čišćenja ulica i dr.) u 2015. godini iznosio je 24% . Ukupno se u Hrvatskoj razvrstava oko 50.000 tona komunalnog otpada od kućanstava, od čega:

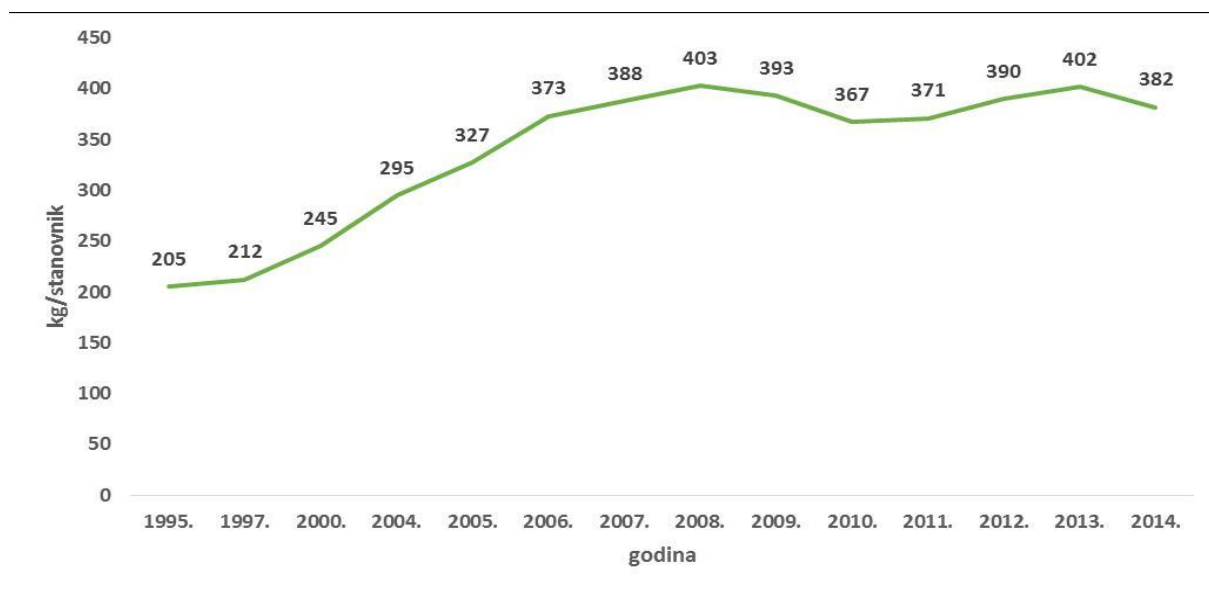
- 12 500 tona papira i kartona,
- 10 000 tona stakla,
- 1 000 tona plastike,
- 10 000 tona bijele tehnike i automobila,
- 15 000 tona metala,
- 3 500 tona gume, drva, tekstila i stiropora.
- 30 tona otpadnih baterija (3% od oko 1 000 t),
- 6 000 tona (od oko 20 000 tona) otpadnih akumulatora.

U komunalnom otpadu ima do 45 % korisnog otpada. Pozitivni su pomaci u skupljanju papira, stakla i kovina. Dobro je da odlaganje otpada postaje profitabilna djelatnost, no još ima puno prigovora na način upravljanja otpadom..[8]

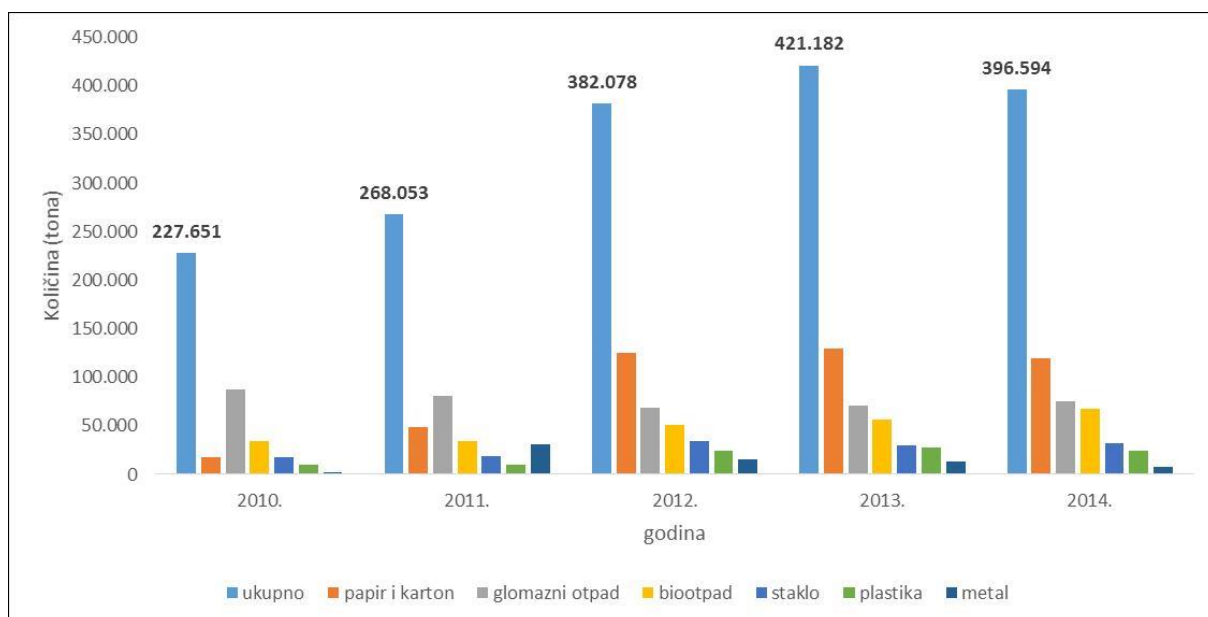




Slika 1. Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH [9]



Slika 2. Godišnje količine proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku u RH u razdoblju od 1995. do 2014 [9]



Slika 3. Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 2010. do 2014. [9]

U Hrvatskoj se komunalni otpad organizirano odvodi od oko 80 % stanovništva, ali 37 % komunalnog otpada završava na divljim odlagalištima (kojih ima oko 3.000). Sastav komunalnog otpada koji se odlaže nije ujednačen.. Ipak, provedene analize i promatranje sastava komunalnog otpada daju sljedeće odnose:

- gorivi dio ~50%
- biorazgradivi dio ~37%
- metali ~3%
- inertni dio ~10%

Kalorična vrijednost prema nekim izračunima iznosi oko 9 570kJ/kg.[10]

Osnovne značajke komunalnog otpada su:

- heterogenost, mala gustoća ( $100-200\text{kg/m}^3$ )
- tijekom prijevoza, gustoća otpada ovisi o vrsti vozila, te se kreće od  $200-500\text{kg/m}^3$
- ovisno o načinu zbijanja od  $900-1100\text{kg/m}^3$
- prosječni udio vode u otpadu jest 30-40%
- produkti razgradnje su plinovi i procjedne vode
- ogrijevna vrijednost iznosi od  $4-12\text{MJ/kg}$ . [10]

## 4.GOSPODARENJE OTPADOM

U svakodnevnom životu često se čini da je najvažnije otpad nekuda odvesti. Sigurno da je nužno, iz sanitarno-higijenskih razloga, redovito i organizirano odvođenje otpada,

međutim time nije sve riješeno i stvarni problemi tek počinju. Neorganizirano i nepropisno odlaganje otpada, bez primjerenog nadzora ima višestruke posljedice, često nepopravljive:

- uzrokuje dugotrajna i velika zagađenja, te postaje teret okolišu koji će netko ipak morati riješiti

- naknadna sanacija takvih odlagališta je vrlo skupa, a nepovoljni utjecaji na okoliš ne mogu se u potpunosti ukloniti

- bespovratno se gube dragocjene materijalne i energetske vrijednosti otpada (zakonom je zabranjeno otpad koji se može iskoristiti odložiti na odlagalište)

- raspadanjem organske tvari nastaju CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>, što utječe na efekt staklenika

- neispravno i nehigijenski odbačen otpad uzrok je požara i eksplozije

- glodari i insekti koji borave na odlagalištima prenose brojne zarazne bolesti

- vjetar raznosi otpad umanjujući estetski izgled i šire se neugodni mirisi

- nerazgradivi sastojci otpada i produkti koji nastaju njegovim raspadom dospijevaju u vodu, zrak i tlo (plinoviti štetni produkti, topljivi štetni produkti i biološki onečišćivači, teški metali i druge otrovne tvari), te izravno i neizravno utječu na živa bića.

Suvremeno rješenje za sve veće količine, volumen i štetnost otpada je provedba cjelovitog sustava gospodarenja otpadom. Taj sustav obuhvaća skup aktivnosti, odluka i mjera koje obuhvaćaju ekonomski i po okoliš razumno upravljanje cjelokupnim ciklusom otpada od mjesta nastanka, skupljanja, prijevoza i obrade u skladu s zakonskim obvezama. Mora se provoditi tako da se ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i ne smije štetiti okolišu.

Cjelovito (suvremeno) gospodarenje otpadom obuhvaća slijedeće faze:

1. Izbjegavanje i smanjivanje otpada
2. Odvojeno prikupljanje otpada
3. Ponovna upotreba otpada recikliranje i obnavljanje otpadnih tvari
4. Oporaba otpada
5. Odlaganje otpada

Suvremeni sustav gospodarenja otpadom počiva na tri osnovna elementa:

1. Izbjegavanje nastanka otpada
2. Vrednovanje otpada
3. Odlaganje ostatnog otpada

Danas se u gospodarenju otpadom uobičajeno koristi koncept 4R + 3E mjere:

1. Reduction – izbjegavanje/smanjivanje
2. Reuse – ponovna upotreba, bez obrade
3. Recovery – ponovna upotreba za istu namjenu uz obradu
4. Recycling – oporaba, materijalno i energijsko iskorištavanje otpada

1. Educate – osvijestiti i educirati o odgovornom postupanju s otpadom te povećati razumijevanje važnosti i mogućnosti gospodarenja otpadom

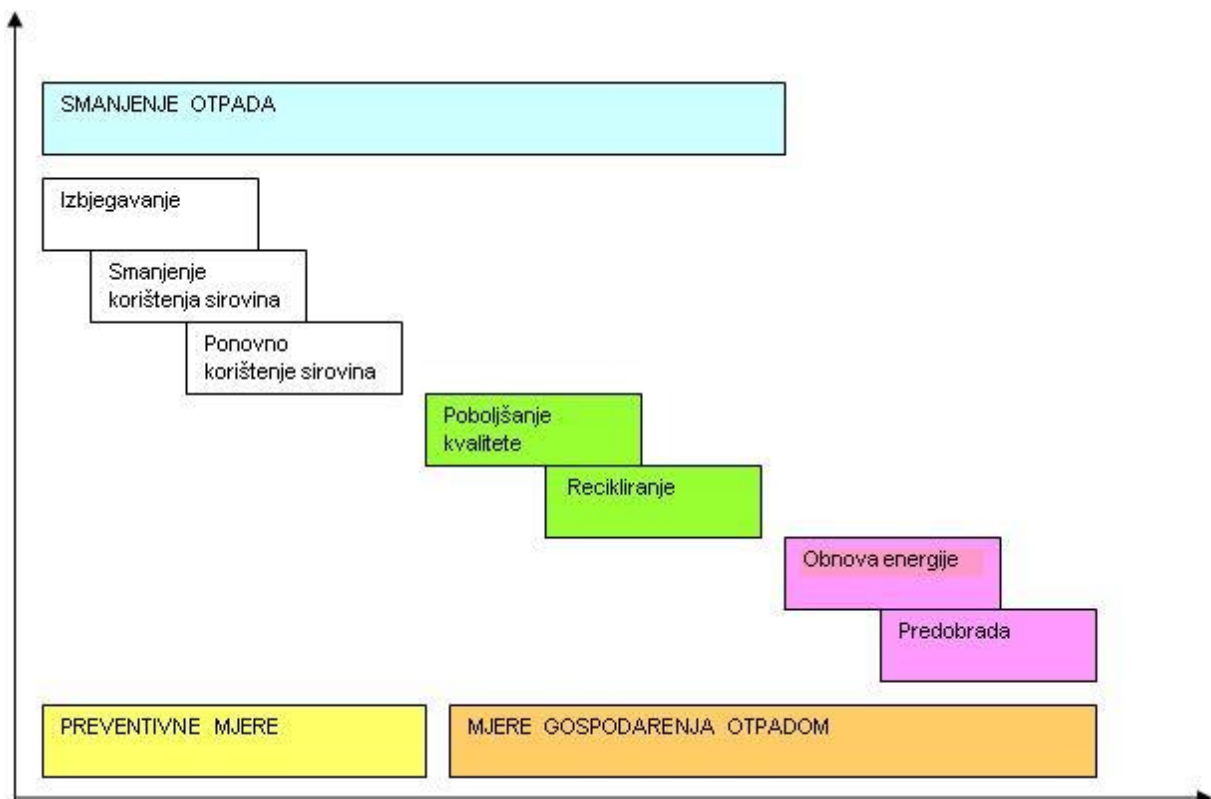
2. Economise – smanjiti troškove gospodarenja otpadom i uključiti troškove otpada u cijenu proizvoda/usluge po načelu »onečišćivač/zagađivač plaća«

3. Enforce – primijeniti koncepte učinkovitog postupanja s otpadom u zakonodavstvu i praksi, te uključiti u procese planiranja, odlučivanja i upravljanja sve zainteresirane u zakonodavstvu i praksi

Krajnji cilj cjelovitog sustava gospodarenja s otpadom je potpuno napuštanje odlaganja otpada, odnosno razvoj bez deponijskog koncepta. Sve navedene mjere čine cjelinu i međusobno su sustavno povezane. Dobro gospodarenje otpadom treba započinjati mjerama prevencije, odnosno izbjegavanjem stvaranja otpada. Kod već nastalog otpada treba odabrati optimalnu metodu postupanja s otpadom koja će proizvesti najmanji rizik za ljudsko zdravlje i okoliš. Na zadnjem mjestu bi trebalo biti samo odlaganje otpada. Takav način gospodarenja naziva se „hijerarhija otpada“- na vrhu su postupci koji su poželjniji, dok su manje poželjni postupci pri dnu. Iako se danas najveći dio otpada odlaže na odlagališta, takav način zbrinjavanja otpada smatra se najmanje poželjnim, a treba mu pribjegavati kada se iscrpe sve ostale mogućnosti.

## 4.1. IZBJEGAVANJE I SMANJIVANJE OTPADA

Stvarati manje otpada znači čuvati ljudsko zdravlje, štititi okoliš i štedjeti novac. Riješiti problem otpada ne znači ukloniti ga, nego djelovati preventivno u sprečavanju njegovog nastajanja tj. rješavati probleme u korijenu, a ne onda kad se pojave. Izbjegavanje nastajanja otpada je najpovoljnija metoda za rješavanje problema otpada. Zajedno s drugim mjerama za smanjivanje nastajanja otpada čini najvažniju kariku u sustavu gospodarenja otpadom i zaštite okoliša. Mjere za izbjegavanje i smanjivanje otpada se mogu i moraju provoditi u svakom trenutku i na svakom mjestu (domaćinstvu, uredu, industriji, kod kupovanja, rekreacije, na izletu...). Mogu se primjeniti na sve stadije u stvaranju proizvoda: sam proces proizvodnje, marketing, distribuciju, upotrebu, te bacanja proizvoda nakon upotrebe. Izbjegavanje i smanjivanje otpada počinje pri kupovini, jer već tada treba stvarati naviku prijateljskog ponašanja prema okolišu. Ne treba uvijek vjerovati reklamama, kupovati treba naučiti kako bi ono postalo prihvatljivo za okoliš i za vlastite financije. Mjere za izbjegavanje i smanjenje otpada također uključuju provedbu sustavne edukacije svih sudionika u sustavu gospodarenja otpadom.



Slika 4. Jedan način objašnjenja pojma izbjegavanja i smanjivanja otpada

U svakodnevnom životu postoji niz jednostavnih načina za izbjegavanje i smanjivanje otpada, koji se prvenstveno temelje na razmišljanje „vlastitom glavom“.

## 4.2. ODVOJENO PRIKUPLJANJE OTPADA

Uspješni put odvojenog prikupljanja i recikliranja otpada počinje u obitelji, vrtiću i školi. To je prvi korak u zbrinjavanju otpada, bez obzira na koji način se otpad zbrinjava, a misli se na organizirano skupljanje i razvrstavanje otpada na mjestu nastanka. Neskupljeni otpad završava doslovno svagdje u okolišu i postaje smeće .

.Glavne karakteristike odvojenog prikupljanja otpada su:

1. Izdvajanje iskoristivog otpada (stakla, papira, kartona, metala, biootpada, plastike) s ciljem recikliranja odnosno upotrebe
2. Izdvajanje problematičnih tvari, odnosno opasnog otpada ( ulja, kemikalija, baterija, lijekova itd.) s ciljem detoksikacije i recikliranja

Odvojenim skupljanjem i recikliranjem otpada se:

- izbjegava njegovo odlaganje
- omogućuje iskorištavanje mnogih korisnih sastojaka
- smanjuje onečišćenje okoliša
- štede prirodne sirovine
- štedi skupa i dragocijena energija
- štedi novac, zapošljavaju radnici
- smanjuje volumen odlagališta

Odvojeno odlaganje pojedinih vrsta komunalnog otpada moguće je korištenjem posebnih posuda i spremnika postavljenih na javne površine i u reciklažnim centrima. Za svaku pojedinu vrstu otpada točno je određena veličina, vrsta i boja spremnika ili posuda.

Sustav odvojenog prikupljanja komunalnog otpada uključuje:

1. Reciklažna dvorišta - posebno opremljena mjesta za odvojeno skupljanje iskoristivog i opasnog otpada iz domaćinstva. Namijenjena su isključivo građanima i stalno su nadzirana.

2. Zeleni otok - djelomično ograđeno mjesto za postavu spremnika za odvojeno prikupljanje manjeg broja otpadnih tvari. postavlja se na mjesta čestog okupljanja i kretanja većeg broja stanovnika i nisu stalno nadzirani.

3. Spremnici - namijenjeni su za pojedine vrste otpada. Postavljeni su na javnim površinama, uz spremnike za odlaganje miješanog otpada. Za svaku pojedinu vrstu otpada određena je veličina, vrsta boja spremnika.

#### **4.2.1. Papir i karton**

Otpadni papir je vrijedna sirovina i odlaže se u plave spremnike, a čini trećinu kućnog otpada. 1 t recikliranog otpadnog papira spašava 20 stabala. Odlazu se: novine, časopise, prospekte, bilježnice, knjige, pisaći papir, kartonske kutije (bez ljepljive trake, plastike, stiropora), ambalaža za mlijeko i napitke i sl. Ne smije se odlagati: indigo papir, fotografije, prljavi i zauljeni papir, pelene i sl.

#### **4.2.2. Staklo**

Energija koja se uštedi recikliranjem jedne staklene boce dovoljna je da žarulja od 100 W gori 4 sata! Odlaze se u zelene spremnike. Odlagati se smiju boce, staklenke i sl. Ne smije se odlagati: prozorsko, automobilsko, kristalno, laboratorijsko staklo, staklena vuna, žarulje, porculan i keramika.

#### **4.2.3. Plastika**

Po volumenu čini više od 30% kućnog otpada. Za 1 kg PET-a (materijal iz kojeg su izrađene boce za napitke) treba utrošiti 1,9 kg nafte! Odlaze se u žute spremnike. U žute spremnike odlazu se: polietilenske vrećice, folije, filmovi, boce od ulja, destilirane vode, sredstva za čišćenje, kozmetike, prehrambenih proizvoda, čaše od jogurta, sireva i dr, ostali proizvodi od plastike (ambalaža od stiropora, čepovi, plastični tanjuri), proizvodi od plastike s oznakom PE-HD, PE-LD, PP, PS, PVC, PET i sl. Prilikom odlaganja otpada uklone se čepovi i ostali dijelovi koji nisu od PET.



#### 4.2.4. Metal

Recikliranjem 1 tone aluminijskih limenki uštedi se 5 tona boksita i utroši se 20 puta manje energije. Sve vrste metalnog otpada se mogu više puta reciklirati, pa ih je potrebno odvojeno skupljati. Odlaze se u sive spremnike. Prazne limenke od napitaka i hrane treba odlagati u žuti spremnik zajedno s plastikom.. U spremnike za metalnu ambalažu ne smije se odlagati: limenke s ostacima od boja, lakova, ulja i kemikalija, zapaljivih i eksplozivnih tekućina, boce i limenke pod tlakom

#### 4.2.5. Biootpad

Čini ga kuhinjski otpad(ostaci hrane), vrtni ili zeleni otpad i sadrži trećinu kućnog otpada. Odvojeno se sakuplja u smeđim spremnicima i najbolje ga je biološki preraditi na mjestu nastanka kompostiranjem.

#### 4.2.6. Opasni otpad

U svakom domaćinstvu nastane veliki broj različitih otpadnih tvari štetnih za ljudsko zdravlje i opasnih po okoliš (baterije, otpadna ulja, boje, lakovi, lijekovi, pesticidi...)Ovisno o vrsti može se predati u specijalizirane trgovine (liekarne..), u reciklažna dvorišta ili specijaliziranom skupljaču i to ih treba predati odvojeno. Posude i limenke pod tlakom prije odlaganja treba isprazniti.



Slika 5. Spremnici za otpad

### **4.3. PONOVNA UPOTREBA OTPADA**

Ponovna upotreba otpada je višekratno korištenje proizvoda za istu ili neku drugu svrhu. Time se izbjegava odbacivanje proizvoda nakon njegove primarne upotrebe. Pri tome je poželjno proizvod koristiti u istom obliku, bez prethodne obrade.

Primjeri ponovne upotrebe su: prazne staklenke u domaćinstvu, doniranje rabljene odjeće, pokućstva, tehnike, povratna ambalaža .

Plaćanjem povratne ambalaže potrošači se potiču na vraćanje boca, koje se vraćaju proizvođaču na ponovno punjenje. Na taj način se smanjuju proizvodni troškovi, ali stvaraju se dodatni troškovi za skupljanje, pranje i sterilizaciju starih boca.

Kako bismo smanjili ukupnu količinu otpada u svom okruženju i na odlagalištima trebali bi podržati:

- razmjenu starih stvari,
- buvljake
- radionice za popravku kućanskih aparata
- akcije razmjene po školama i vrtićima
- brojne druge primjere ponovnog korištenja[3]

#### 4.4. RECIKLIRANJE OTPADA

To je proces prerade otpadnog materijala da bi se učinio pogodnim za ponovnu upotrebu i proizvodnju istog ili nekog drugog proizvoda. Uključuje i organsko recikliranje, kompostiranje. Cilj je učiniti otpad pogodnim za ponovnu upotrebu, ali ne i korištenje u energetske svrhe . Reciklažom se smanjuje iskorištavanje sirovina iz prirodnih resursa, a štedi se i energija (npr. reciklažom Al- konzerve uštedi se energija za rad TV-a u trajanju od 3 sata; svaka tona recikliranog papira spašava 17 stabala, 4000 kWh energije i oko 30m<sup>3</sup> prostora na odlagalištu).[3]

Karike u lancu reciklaže su

1. Skupljanje i razvrstavanje otpada
2. Proizvodnja novog proizvoda
3. Kupovina recikliranog proizvoda

#### **RE + CYCLE = ponovno kruženje**

Međunarodno priznati znak za proizvod napravljen od recikliranog materijala i za onaj koji se može reciklirati . Tri strijelice označavaju tri faze reciklaže:sakupiti, ponovno preraditi, ponovno upotrijebiti. Otpaci koji se mogu reciklirati su : biootpad, papir i karton, plastika, staklo, metali.



Slika 6. Univerzalni simbol recikliranja

#### **4.4.1. RECIKLIRANJE PAPIRA**

Recikliranje papira je vraćanje odbačenog papira u proizvod koji se može ponovo koristiti. Proces recikliranja započinje odvojenim sakupljanjem papira u domaćinstvu, na radnim mjestima i tvornicama. Papir koji se želi reciklirati treba biti čist, a ne onečišćen hranom, plastikom ili drugim tvarima, jer ga je teško reciklirati. Papir koji se ne može reciklirati postaje otpad koji se spaljuje, kompostira ili odnosi na odlagališta smeća. Prikupljeni papir se drži u skladištima reciklažnih dvorišta dok ne bude potreban. Papir se može reciklirati 4 – 6 puta.[3]

Sirovina za proizvodnju papira je celuloza koja se dobiva iz drveta. Da bi drvo izraslo potrebno mu je u prosjeku 30 godina, kada se ono posiječe, dobije se mala količina papira, a kontinuiranom sječom šuma pogodujemo eroziji tla i smanjuje se kvaliteta tla. Upotrebom starog papira pri proizvodnji papira štedi se na drveću, kemikalijama, energiji, vodi, a nastaje i manje otpadnih voda što je i glavna svrha recikliranja papira.[3]

#### **4.4.2. RECIKLIRANJE STAKLA**

Recikliranje stakla je proces pretvaranja odbačenog stakla u koristan proizvod. Staro staklo je moguće pretaliti bezbroj puta, a da ne izgubi na kvaliteti. Odbačeno u ostali otpad staklo se razgrađuje 4 tisuće godina. Stakleni lom je najvažnija sekundarna sirovina kod proizvodnje stakla. Osnovni preduvjet recikliranja je odvojeno prikupljanje staklenog otpada, a ovisno o konačnoj upotrebi, ono često uključuje razdvajanje stakla prema boji. Onečišćeni stakleni lom, neprikladan za recikliranje, može se upotrijebiti kod pripreme asfalta, proizvodnje staklenih vlakana za izolaciju itd. U hijerarhiji smanjenja otpada poželjnije je ponovno korištenje staklenih predmeta od reciklaže. Korištenje recikliranog stakla pridonosi štednji energije, pomaže u proizvodnji opeka i keramike, pridonosi očuvanju sirovina i smanjuje količinu otpada. Svaka tona stakla iskorištena za proizvodnju novog stakla sačuva oko 315 kg ispuštenog ugljičnog dioksida.[3]

### 4.4.3.RECIKLIRANJE PLASTIKE

Sve donedavno nije postojao uspješan način recikliranja plastičnog otpada. Razlog je taj što je separacija raznih polimera praktično nemoguća, a postupak za obradu miješanih polimera nije postojao. Danas se razvijaju istraživanja kojima se može iskoristiti plastični otpad i time ujedno smanjiti onečišćenje okoline. Recikliranje plastike je proces prerade odbačene i stare plastike u proizvod koji se može ponovno koristiti. Postoji mnogo vrsta plastike. Najčešće vrste imaju identifikacijski kod koji je razvijen 1988. Prije recikliranja plastične materijale se grupira prema tom identifikacijskom kodu. Simbol koji se koristi za identifikacijski kod sastoji se od tri strelice koje čine trokut u kojem se nalazi broj, često sa akronimom koji označava plastiku ispod trokuta.[3]



Slika 7. Identifikacijski kod nekih vrsta plastike

PET ambalažu je moguće reciklirati u proizvodnji nove ambalaže, odjeće vlakana i izolacije. Prva PET boca reciklirana je i pretvorena u čep 1977. Za recikliranje se koriste samo materijali odgovarajuće čistoće, označeni oznakom za recikliranje. Recikliranjem PET ambalaže štedi se 84% energije za izradu te iste ambalaže iz sirovina. Plastični materijali se razgrađuju od 100 do 1000 godina ovisno o prisustvu sunčeve svjetlosti[3]

#### **4.4.4. Recikliranje metala**

Metal se proizvodi od prirodnih sirovina, ruda, koje čine znatan dio prirodnog bogatstva. Radi se o neobnovljivim izvorima energije čije se zalihe nerazumnim trošenjem iscrpljuju. Osim kontrole trošenja metala, potrebno ga je i reciklirati. Na taj način će se sačuvati resursi, smanjiti potrošnja struje, kemikalija i vode pri proizvodnji, smanjiti količine otpada i sačuvati okoliš. Tako metali kao što su željezo, aluminij, bakar, čelik i drugi metali su posebno vrijedne vrste otpada. Postupak recikliranja metala jednostavniji je od recikliranja drugog otpada. Metali se mogu više puta pretaliti, a primjese se uklanjaju redukcijom ili elektrolizom. Limenke za piće i konzerve su većinom od aluminija i mogu se preraditi kod proizvodnje aluminija. Željezni otpad zamjenjuje potrebu za sirovinom u proizvodnji željeza u visokoj peći.[3]

#### **4.4.5. Kompostiranje**

Približno trećinu kućnog otpada čini biološko organski otpad, kao što su trava, lišće, cvijeće, ostaci povrća i voća i sl. Prikupljeni ostaci biljaka nisu smeće već su visoko vrijedna sirovina za proizvodnju komposta.

Kompostiranje je:

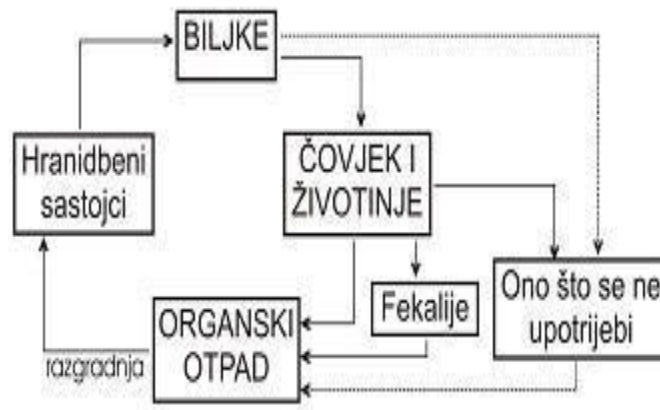
- prirodan proces razgradnje biomase i događa se svuda oko nas
- mehaničko-biološka obrada otpada
- razgradnja biootpada uz pomoć živih organizama
- najstariji i najprirodniji način recikliranja otpada
- egzotermni aerobni proces razlaganja organske tvari uz djelovanje različitih mikrobnih populacija u određenom vremenskom periodu

Produkti kompostiranja su ugljikov dioksid, voda, toplina i kompost. Kompost je tamnosmeđi zrnati produkt sličan humusu. To je smjesa organskih otpadaka iz gospodarstva, kućanstva i naselja prerađena radom mikroorganizama i faune, a služi kao organsko gnojivo.[3]

Uloga komposta je da:

- poboljšava kvalitetu tla i osigurava prozračnost tla, naročito u povrtlarstvu i cvjećarstvu
- efikasno hrani biljku i smanjuje potrebu za umjetnim gnojivima
- zadržava vodu i popunjava udubine u tlu
- prekriva otpad na sanitarnim odlagalištima

- sprečava eroziju tla
- uspostavljamo prirodni kružni tok tvari u prirodi



Slika 8 . Prirodni kružni tok tvari u prirodi

Kompostirati se može:

1. Organski otpad iz kuhinje: ostaci i kora voća i povrća, talog kave i vrećice čaja, ostaci kruha i peciva, uvelo cvijeće i zemlja iz lonaca za cvijeće
2. Strukturni materijal: trava, lišće i grmlje, ostaci obrezivanja ograde, opalo voće, slama i sijeno, piljevina, iverje i drveće
3. Ostali otpad: papirnate maramice, salvete, manje količine papira bez boje, pepeo od izgaranja drveta, papirnate kutije za jaja, ljuske od jaja, kamena prašina.

U kompost ne stavlja: novinski papir i časopise u boji, plastika, metal, staklo, lijekovi, vrećice iz usisivača za prašinu, papirnate pelene, pepeo od ugljena, kosti, meso, osjemenjeni korov i bolesne biljke, lišće oraha, drvo koje je bilo bojano ili lakirano, biootpad koji je bio u dodiru s naftom, benzinom, pesticidima.[3]

Kompostiranje možemo provoditi kao:

1. Kompostiranje u vlastitom vrtu
2. Zajedničko kompostiranje ,primjerice u naselju
3. Kompostiranje u velikoj kompostani

Proces kompostiranja odvija se u pet osnovnih stupnjeva:

1. Prikupljanje i razvrstavanje biootpada - iz otpada treba ukloniti sve ono što se ne može

kompostirati. Kuhinjski otpad se odlaže u smeđi komposter. Ostali biootpad se stavlja direktno u komposter. Komposter mogu biti različitog oblika i od različitih materijala. Idealno mjesto je u polusjeni, zaštićeno od vjetrova. Moraju stajati uvijek na tlu. Poželjno je imati dva do tri kompostera.

2. Prosijavanje i miješanje biootpada - otpad treba usitniti na veličinu čestica 4-7 cm što omogućuje dobro prozračivanje, miješanje i prodor mikroorganizama. Na taj način se osigurava dovoljno zraka i hrane za mikroorganizme. Meki dijelovi ( vodenasti ostaci voća i povrća, pokošena trava, lišće...) i tvrdi dijelovi biljaka (drvenaste komponente, slama..) miješaju se u približno jednakim omjerima. U ovom stupnju se može podesiti i stupanj vlage.

3. Biološka razgradnja otpada - stvaranje komposta. Ako se kompostiranje provodi u kompostnim hrapama na otvorenom biološka razgradnja traje 4-6 tjedana, prozračivanje se obavlja ručnim miješanjem komposta. Ako je kompostiranje u zatvorenom sustavu, vrijeme biološke razgradnje je kraće, a miješanje je mehaničko.

4. Zrenje komposta - je završni stupanj stabiliziranja komposta. Ako kompost nije dovoljno zreo mogao bi iz tla ukloniti dušik. Razdoblje zrenja traje oko dva tjedna. Zreo kompost ima ujednačeni, grumenast izgled tamne boje, miris po šumskoj zemlji i ne mogu se prepoznati početne tvari.

5. Završavanje komposta - obuhvaća sušenje komposta. Za poljoprivredu i cvjećarstvo suši se kako bi imao manje od 30% vlage. Važna je i konzistencija komposta pa se vrši prosijavanje zbog uklanjanja većih komada otpadaka. Ako se pakira u male vrećice može se pripremiti i u obliku zrnaca. Ako se kompost koristi za popunu tla ne mora se završavati.[3]

## **5. OBRADA OTPADA**

Ostali otpad, odnosno neizbjegnuti otpad, prije odlaganja na odlagalište, treba obraditi.

Obrada otpada podrazumijeva:

- iskorištavanje vrijednih svojstava otpada u materijalne i energetske svrhe
- smanjivanje količine i volumena otpada, tako se smanjuje potreba za novim odlagalištima
- potpuno uklanjanje opasnih svojstava otpada

Obrada otpada je postupni prijelaz prema bezdeponijskom konceptu. Opravdano je planirati obradu otpada samo za onu vrstu otpada koji nije mogao biti recikliran. Postoji niz postupaka mehaničke, fizikalno-kemijske, biološke, termičke i kombinirane obrade prikladne za svaku

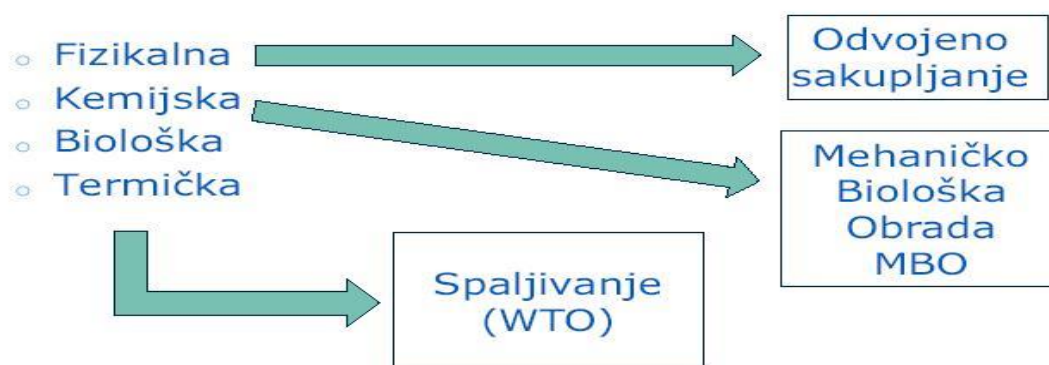


pojedinu vrstu i stanje ostatnog otpada. Tako se, na primjer, različiti muljevi i ostali vlažni otpad suše, a anorganski opasni otpad se obrađuje neutralizira različitim fizikalno-kemijskim postupcima. Biootpad je najbolje obraditi aerobnim i anaerobnim postupcima čime se postiže njegovo potpuno iskorištavanje. U prošlosti se gotovo sav preostali komunalni otpad (otpad koji je eventualno preostao nakon recikliranja i kompostiranja) zatrpavao na odlagalištima neobrađen. Europska direktiva o odlagalištima otpada nas sada obavezuje da smanjimo biorazgradivi udio otpada koji ide u zemlju. Duskora, jedina alternativa klasičnom odlaganju je bila termička obrada otpada (spaljivanje) bez prethodne obrade. Jeftiniji postupak obrade ostatnog komunalnog otpada u odnosu na termičku obradu (spaljivanje) je mehaničko-biološka obrada otpada (MBO).[3]

## 5.1. MEHANIČKO-BIOLOŠKA OBRADA (MBO)

MBO je kombinirani proces (slijed mehaničkih i bioloških postupaka) obrade komunalnog otpada. Cilj MBO procesa je smanjenje negativnog utjecaja otpada na okoliš, te izdvajanje frakcija koje je moguće ponovo iskoristiti i to materijalnom ili energetskom uporabom. Na taj način znatno se smanjuje volumen otpada, odnosno površina koja je potrebna za njegovo odlaganje, a samim tim i troškovi vezani za odlaganje i održavanje odlagališta.

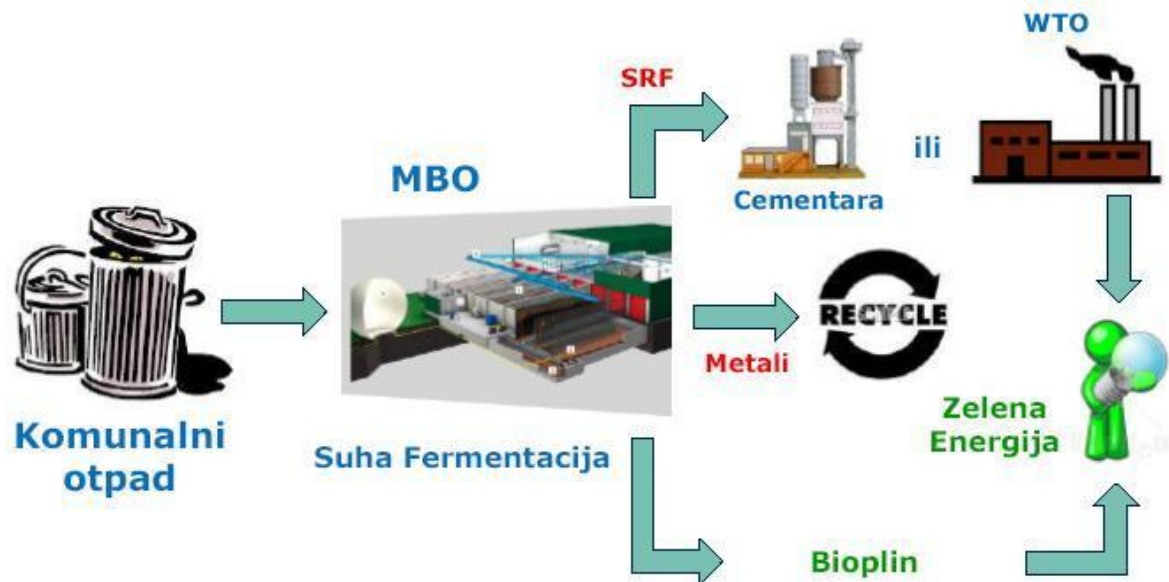
Proces započinje razvrstavanjem otpada na pojedine dijelove koji se izravno recikliraju (željezni i obojeni metali), te na krupniju i sitniju frakciju. Sitnija frakcija se obrađuje biološkim postupcima i koristi za prekrivanje ili punjenje odlagališta. Krupnija frakcija se najčešće koristi kao gorivo iz otpada odnosno termički se iskorištava u postojećim postrojenjima (cementare, visoke peći, ciglane) ili u spalionicama otpada.[3]



Slika 9. Proces mehaničko-biološke obrade otpada

Izlazne frakcije iz MBO postrojenja su:

- metali – koriste se pri materijalnoj uporabi (recikliranje)
- gorivo iz otpada (GIO, SRF)) proizvodnja energije
- biološki ostatak (bioplin)



Slika 10. Produkti MBO postupka

## 5.2. TERMIČKA OBRADA OTPADA

To je vrlo skup način obrade komunalnog otpada. Često se koristi za zbrinjavanje opasnog otpada, jer neke vrste tog otpada ne mogu se ekonomski i ekološki prihvatljivo drugačije zbrinuti. Osigurava energetske recikliranje otpada i materijalno recikliranje ostataka termičke obrade (šljake i pepela). Osigurava gotovo potpuno izbjegavanje odlaganja otpada.

Postrojenja su opremljena složenim i potpuno automatski upravljanim uređajima za čišćenje dimnih plinova. Troškovi postupka se mogu smanjiti prodajom proizvedene toplinske i električne energije.

Kod svake termičke obrade treba posvetiti naročitu pažnju zaštiti okoliša.[3]

Tipovi termičke obrade otpada:

1. Spaljivanje
2. Piroлиза
3. Rasplinjavanje

### 5.3. SPALJIVANJE OTPADA

To je u svijetu najčešći oblik termičke obrade otpada. Pri tome se ne misli na nekontrolirano spaljivanje otpada, jer svako nekontrolirano paljenje otpada je izuzetno opasno.

Prvi kontrolirani način spaljivanja komunalnog otpada bio je u Nottinghamu u Engleskoj (1874). Spaljivanjem se iskorištava visoka energetska vrijednost otpada. Primjerice spaljivanje 100.000 tona otpada daje istu količinu električne energije kao i spaljivanje 10.000 tona ugljena. Spaljivanje predstavlja fizičko- kemijski oksidacijski proces pri kojem se oslobađa energija, a potreban kisik se uzima iz zraka. Sudionici u procesu sagorijevanja su gorive komponente iz otpada i zrak, a produkti sagorijevanja su dimni plinovi i pepeo.

Temperatura spaljivanja komunalnog otpada je oko 800° C, a opasnog iznad 1100° C.[3]



Slika 11. Shema sagorijevanja otpada

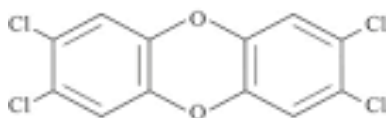
Odvija se u spalionicama otpada koje su u osnovi identične termoelektranama na kruta goriva. Gotovo da nema većeg europskog grada koji nema spalionicu smeća. Prednost spalionica otpada u odnosu na klasične termoelektrane je što se umjesto obnovljivih izvora energije (ugljen, naftni derivati, plin), koristi otpad kao obnovljivi energent.[3]

Prednosti spaljivanja otpada

- smanjuje se volumen otpada na odlagalištima
- nastaje pepeo pogodan za recikliranje
- iskorištava se termički potencijal otpada, energija oslobođena spaljivanjem iskorištava se za proizvodnju toplinske i električne energije
- čvrsti otpaci (šljaka, pepeo) koriste se kao građevinski materijal

Nedostatci spaljivanja otpada

- zagađenja zraka – u zrak mogu dospjeti onečišćujuće tvari kao što su : CO, čestice prašine, teški metali itd. Spalionice moraju imati filtere za čišćenje dimnih plinova.
  - pepeo sadrži veliku količinu lebdećih čestica koje sadrže toksične tvari (teški metali, dioksini...) pa se mora odložiti na sigurna odlagališta.
  - nepovoljan utjecaj na zdravlje ljudi naročito imaju dioksini i furani - policiklički klorirani spojevi, nastaju spaljivanjem čvrstog otpada koji sadrže spojeve klora i aromatske spojeve, kojisu vrlo otporni i topivi samo u životinjskim mastima i dospjevaju u lanac prehrane.[3]
- Slika 12. i 13. prikazuju spojeve dioksina i furana.

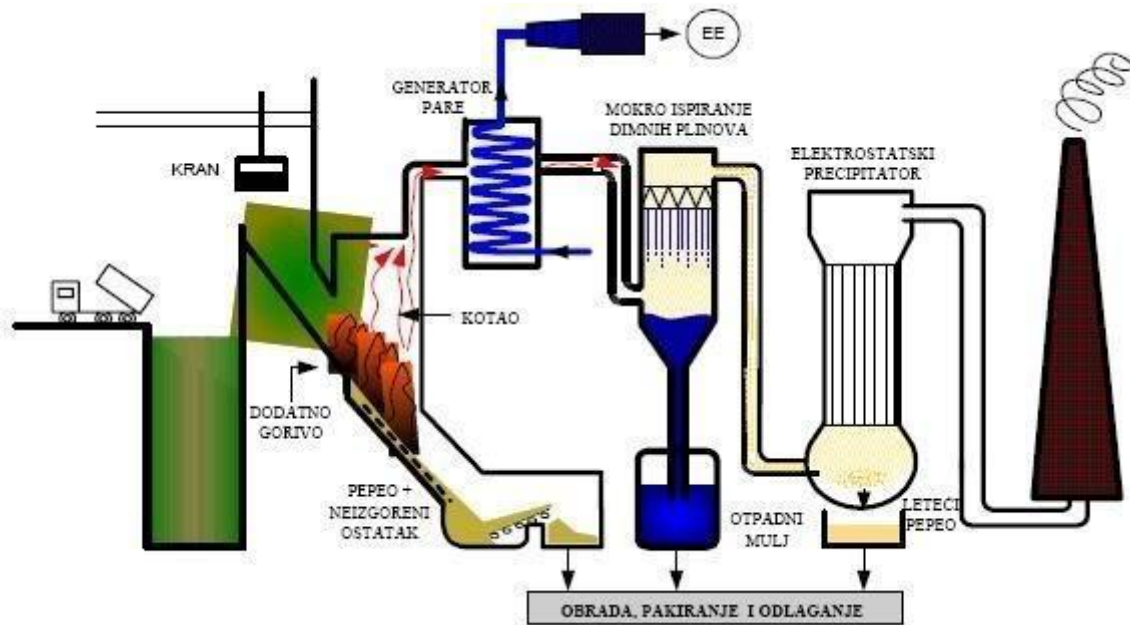


Slika 12. Dioksin



Slika 13 . Furan

Izgaranje krutog komunalnog otpada na rešetki je najrasprostranjeniji način za termičko zbrinjavanje i uporabu otpada a koristi se više od stotinu godina .Slika 14. prikazuje pojednostavljeni rad spalionice otpada.



Slika 14. Pojednostavljeni rad spalionice otpada

## 5.4. PIROLIZA I RASPLINJAVANJE

To su alternativni postupci termičke obrade otpada, koji se u posljednje vrijeme brzo razvijaju. Predstavljaju naprednije tehnologije termičke obrade otpada kod kojih iz otpada nastaje gorivi plin -energetski nosilac koji je kasnije moguće upotrijebiti kao gorivo.

Karakteristika ovih postupaka su kvalitetnija obrada i veće mogućnosti materijalnog recikliranja.[3]

Piroliza(otplinjavanje) efikasna za neke vrste otpada. Piroliza je postupak izgaranja (razgradnje) organske tvari pri visokoj temperaturi u prostoru bez kisika. Temperature u procesu su relativno niske, 300-800 °C. Konačni su proizvod plinovi (metan, vodik, ugljikov monoksid), ulja, katran i pougljena kruta tvar(vrlo slična ugljenu), te pepeo. Ovi se proizvodi mogu koristiti za proizvodnju toplinske i/ili električne energije.[3]

Rasplinjavanje je proces djelomičnog spaljivanja uz kontrolirani dotok kisika pri temperaturama i do 1600 °C. Produkti su sintetski plin (glavne gorive tvari su metan, vodik, i ugljikov monoksid) i kruti ostatak(koji se sastoji od negorivog materijala i male količine ugljika). Tehnologije rasplinjavanja na osnovi plazme nudi rješenje kojim se problem rješava u cijelosti, gotovo bez negativnog utjecaja na okoliš. To je najbolji tehnološki postupak u procesu gospodarenja otpadom, odnosi se na sve vrste otpada osim nuklearnog.[3]

## **6. ODLAGANJE OTPADA**

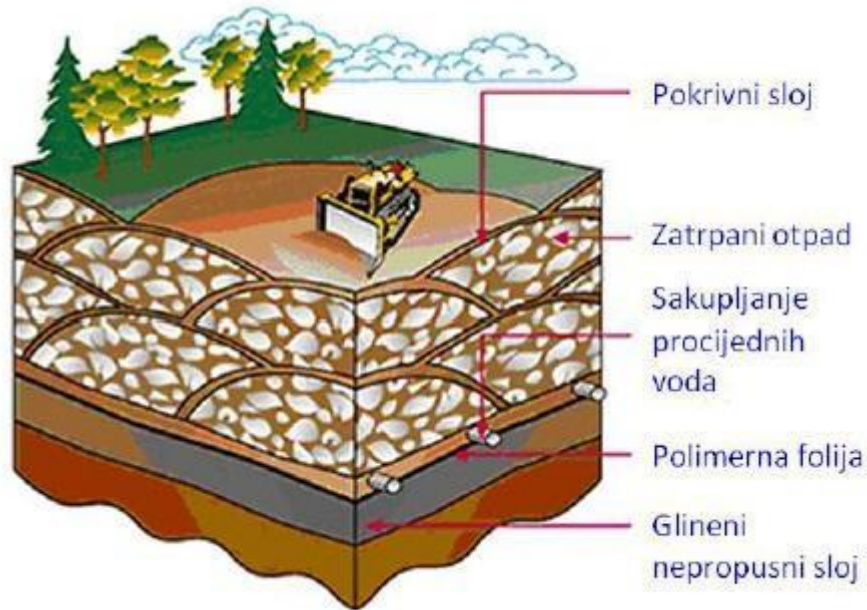
Premda se uporabi i recikliranju otpada posvećuje značajna pozornost, velik dio otpada završava na odlagalištima. Kako bi se poboljšala uporaba otpad se treba prikupljati odvojeno ako je to tehnički, okolišno i ekonomski opravdano. Ne smije ga se miješati s drugim otpadom, odnosno drugim materijalom koji posjeduje drugačije karakteristike.

Odlaganje otpada na odlagalištima podrazumijeva svako djelovanje koje nije uporaba, čak i u slučaju u kojem tijekom postupka dolazi do sekundarnih posljedica u obliku obnavljanja tvari ili energije. [1]

Odlaganje otpada je djelatnost kontroliranog, trajnog odlaganja otpada na građevine za odlaganje – odlagališta. To je posljednja faza u cjelovitom sustavu upravljanja otpadom. Ne može se izbjeći, ali stalno treba težiti izbjegavanju i smanjivanju otpada. Otpad na odlagalištu mora : [3]

- biti spremljen na siguran način,
- izoliran od okoliša tokom odlaganja,
- izoliran za dugi niz godina kad se prestane odlagati.

Pri odabiru lokacije za odlagališta otpada, trebalo bi se odabirati tlo s prirodnom nepropusnosti koje u nekim slučajevima može biti i stvoreno ljudskom rukom, a kvaliteta nepropusnosti ovisi o svojstvima otpada. Područja zasićenih vode te plavna ili geološki nestabilna područja su neprimjerena za takve svrhe. Prilikom odabira lokacije, mora se paziti na udaljenost od naselja zbog arhitektonskog i krajobraznog nesklada, prometa teških vozila i buke uslijed prometa, te moguće emisije prašine i neugodnih mirisa. [2]



Slika 15. Struktura odlagališta otpada

## 6.1. VRSTE ODLAGALIŠTA OTPADA

Odlagališta se, prema vrsti otpada koji se odlaže, dijele na tri skupine [1]:

- 1) odlagališta za opasni otpad,
- 2) odlagališta za neopasni otpad,
- 3) odlagališta za inertni otpad.

Komunalni otpad i industrijski otpad koji ne posjeduje karakteristike opasnog otpada odlagati će se na odlagalištima za neopasne vrste otpada. [1]

Nadalje postoji podjela odlagališta prema uređenju, a prikazuje se na sljedeći način [1 i 3]:

1. Dogovorna/nenadzirana/divlja odlagališta otpada su, uglavnom, neuređeni manji prostori za odlaganje otpada koji nisu predviđeni odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i za koje nije proveden postupak procjene utjecaja na okoliš. Ona ne raspolažu nijednom od neophodnih dozvola (lokacijskom, građevinskom, uporabnom.

Uglavnom nisu u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih osoba. Nastaju

neodgovornim odlaganjem i bacanjem otpada. U Hrvatskoj ima više od 500 ilegalnih odlagališta otpada.

2. Službena odlagališta otpada su, uglavnom, veći neuređeni prostori za (trajno) odlaganje otpada, predviđeni odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima, za koja nije proveden postupak procjene utjecaja na okoliš niti raspolažu ijednom od neophodnih dozvola (lokacijskom, građevinskom, uporabnom), a rade na temelju rješenja ili odluke nadležnog tijela lokalne uprave i samouprave te su u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih komunalnih poduzeća. Na njima se skuplja sav komunalni otpad, često i dio opasnog otpada, a ne primjenjuju se nikakve mjere zaštite okoliša. Tako neodgovorno odloženi otpad direktno ugrožava okoliš i zdravlje ljudi. Glodavci i insekti prenose razne bolesti, šire se neugodni mirisi, a mogući su požari i eksplozije. Raspadom organskih tvari nastaju staklenički plinovi, dolazi do zagađenja tla, vode i zraka.

Naknadna sanacija takvih odlagališta je vrlo skupa.

3. Odlagališta otpada u postupku legalizacije su građevine za (trajno) odlaganje otpada, predviđene odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima za koja je započeo, ali još nije dovršen postupak procjene utjecaja na okoliš, odnosno, ishodenje potrebnih dozvola - lokacijske i građevinske, a za nova odlagališta i uporabne dozvole.

4. Legalna/nadzirana/sanitarna odlagališta otpada su građevine za (trajno) odlaganje otpada, predviđene odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i izgrađene u skladu s važećim propisima, a rade uz odobrenje nadležnog tijela lokalne samouprave na temelju provedene procjene o utjecaju na okoliš te ishodenih dozvola - lokacijske, građevinske i uporabne. Odlagalište otpada "Doline" u Bjelovaru je prvo odlagalište u RH izgrađeno prema svim



važećim zakonskim propisima uvažavajući sve mjere zaštite.

### **Legalna/nadzirana/sanitarna odlagališta otpada**

Lokacija za sanitarno odlagalište, mora udovoljavati slijedećim zahtjevima:

- ne smije biti ni preblizu ni predaleko od grada (mora biti dostupno prijevozu),
- mogućnost korištenja nakon zatvaranja odlagališta (park, rekreacijska zona),
- imati dovoljno tla za dnevno prekrivanje otpada,
- biti dovoljno velika za prihvrat otpada u predviđenom roku,
- po mogućnosti, imati prostor za preradu otpada.

Ova vrsta odlagališta gradi se u fazama, tako da se uz minimalna ulaganja može početi zbrinjavati otpad usporedno s izgradnjom slijedećih faza.

Faze odlaganja otpada:

#### 1) Razastiranje otpada u tankim slojevima

Otpad se svakodnevno razastire u tankom sloju i sabija teškim strojevima (kompaktorima), a na kraju dana taj sloj otpada se prekriva svježim slojem zemlje. Tako se ograničava pristup insektima, glodavcima i drugim životinjama, smanjena je mogućnost požara i širenja neugodnih mirisa.

#### 2) Zbijanje otpada na što manji volumen

Prekriva se vrlo zbijenim glinenim pokrovom, koji sprječava prodiranje oborinskih voda u odloženi otpad i omogućava njezinu sigurnu odvodnju.

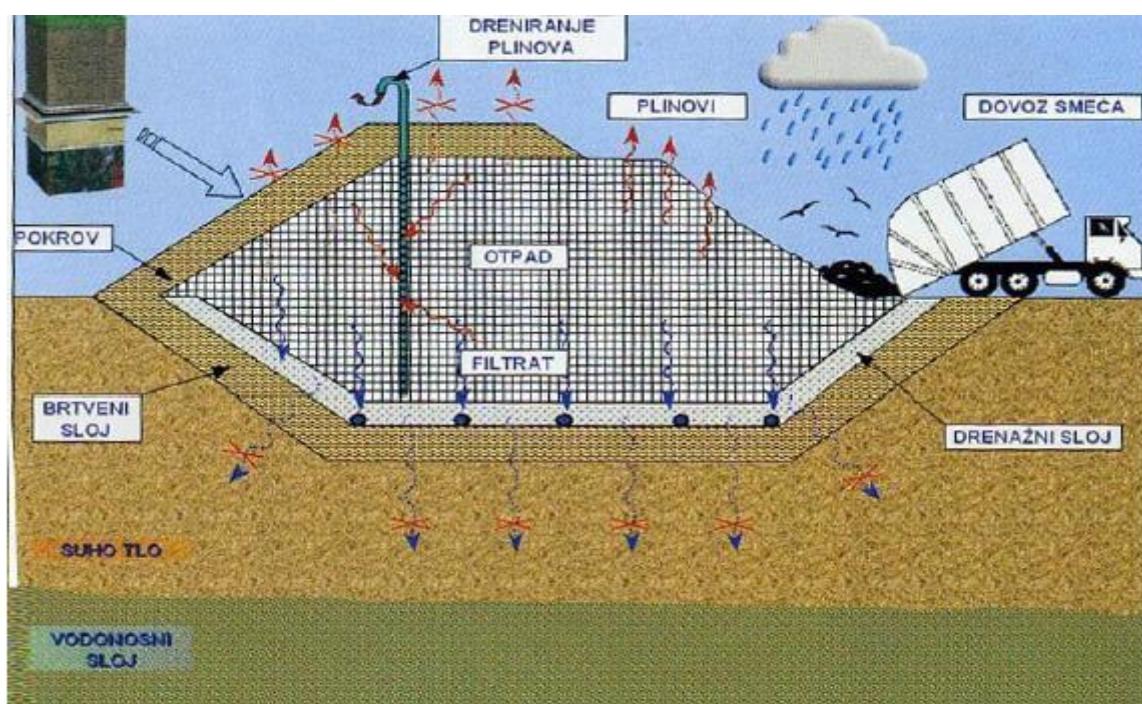
#### 3) Prekrivanje otpada slojem zemljanog materijala.

Sve vrijeme rada odlagališta i nakon zatvaranja mora se nadzirati kvaliteta podzemnih voda, te tekući i plinoviti raspadni produkti otpada. Prema svjetskim iskustvima, praćenje odlagališta se provodi u trajanju od približno 30 godina nakon zatvaranja odlagališta, a još mnogo godina nije dozvoljeno graditi kuće.

Svako ovakvo odlagalište mora imati:

- vodonepropusnu podlogu,
- drenažni sustav za prikupljanje procjednih voda i deponijskog plina,
- mora imati sustav nadzora kvalitete procjednih voda i odvodne vode.

Uređena odlagališta novijeg datuma imaju dvostruki sloj (sloj čine plastična folija i glina) na dnu i sustav za skupljanje tekućih i plinovitih raspadnih produkata. [6]



Slika 16. Sanitarno odlagalište otpada

## 6.2. PROBLEMI ODLAGALIŠTA OTPADA

Na i uz odlagališta otpada, prisutni su brojni problemi. Za pretpostaviti je da je neugodni miris neizbježan nusprodukt. To predstavlja problem, na odlagalištima otpada, ali nažalost ne jedini. U nastavku bit će riječi o problemima koji se javljaju tamo gdje je duže vremensko razdoblje, prisutna veća količina otpada. [3]

Na odlagalištu se događa niz fizikalnih, kemijskih i bioloških reakcija. S obzirom da je otpad mješavina različitih često i opasnih tvari, te reakcije imaju nepredvidiv ishod. Oborine

dodatno potiču biološku razgradnju, pa se s potpunim pravom može reći da je odlagalište veliki nekontrolirani reaktor. [3]

Produkti bioloških i kemijskih reakcija na odlagalištu su [4]:

- 1) Manje ili više mineralizirani čvrsti dijelovi otpada
- 2) Procjedne vode

Procjedne vode su sve vode (oborinske, površinske i podzemne) koje su bile u kontaktu s otpadom. Tamnosmeđe su, neugodnog mirisa. Zagađene su produktima biološke i kemijske razgradnje otpada, primjerice teškim metalima i različitim organskim otrovima (fenoli, pesticidi, dioksini i sl.). Na neuređenim odlagalištima odlaze u okolinu, zagađuju podzemne vode i ugrožavaju izvore pitke vode. U uređenim odlagalištima se najprije obrađuju i tek zatim uz stalni nadzor ispuštaju u prirodu. Djelomično se mogu reciklirati povratom u prostor odlagališta.

### 3) Odlagališni (deponijski) plin

Deponijski plin je produkt anaerobne biološke razgradnje otpada. Po sastavu je sličan bioplinu, sadrži metan (40 do 50 %) i ugljični monoksid (35 do 55 %), vodik, kisik, dušik i sumpor. Uzročnik je efekta staklenika. Kod neuređenih odlagališta slobodno odlazi u okoliš i može izazvati eksplozije. Na uređenim odlagalištima otpada kontrolirano se prikuplja i može se iskoristavati za proizvodnju električne i toplinske energije.

Veliki problem odlagališta je stvaranje metana koji se skuplja i spaljuje ili se koristi za stvaranje energije, npr. električne. Na odlagalištima se stvara bioplin koji nastaje anaerobnim biološkim procesom iz organske komponente otpada. Bioplin se počinje stvarati otprilike dva mjeseca od početka odlaganja otpada, a razvija se neprestano dok ima otpada, pa čak i dugo godina nakon zatvaranja i zatrpavanja deponija. Bioplin se sastoji pretežno od metana (40 do 60 % volumno) i ugljičnog dioksida (37 do 57 % volumno), a sadrži i stotinjak drugih organskih sastojaka (3 % volumno) od kojih su većina otrovni, a neki i kancerogeni. Ima gorivu moć, oko 4 do 6 kWh/m<sup>3</sup>. Suvremeno sanitarno odlagalište mora imati opremu za skupljanje i spaljivanje bioplina. Ukoliko se odlagalište zatvori ta oprema mora ostati u upotrebi još godinama, dok se razvija bioplin. [3]

### 6.3. PRIMJERI SANACIJE ODLAGALIŠTA

Najveći problem zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj su odlagališta. Količina otpada raste, a infrastruktura koja bi taj otpad trebala zbrinuti nije dostatna. Sustav gospodarenja otpadom ne funkcionira u potpunosti, među ostalim i stoga što se propisi kojima se utvrđuje gospodarenje otpadom ne provode u cijelosti. Kriza gospodarenja otpadom će, ako se brzo ne učine značajne promjene, poprimiti velike razmjere. Negativno se odražava na sastavnice okoliša kao što su voda, zrak, more i tlo te na klimu, ljudsko zdravlje i drugi živi svijet. Osobito su ugrožene podzemne vode koje su glavni izvor zaliha pitke vode i temeljni



Slika 17. Sanacija odlagališta otpada Trebež u Samoboru

nacionalni resurs. O tome hoće li se učinkovito i brzo riješiti sadašnji problemi gospodarenja otpadom ovisi kakvoća života građana, privlačnost RH kao turističkog odredišta i njezina međunarodna percepcija zemlje očuvanog okoliša i proizvodnje zdrave hrane.

U Hrvatskoj odlagališta otpada, posebice ona ilegalna, predstavljaju problem. Potrebno je sanirati ona odlagališta otpada, kojima je potrebna sanacija. U svim temeljnim dokumentima RH i EU, navodi se problem odlagališta otpada, te kao cilj se postavlja, zatvaranje i sanacija

problematičnih točaka.[1]

Kako bi se relevantna hijerarhija gospodarenja otpadom provela u djelo, Europska unija odredila je u direktivi WFD 2008/98/EZ nove ciljeve [1]:

- Do 2020. Godine priprema za ponovno korištenje i recikliranje otpadnih materijala, u najmanju ruku papira, metala, plastike i stakla iz domaćinstava, a moguće i iz drugih izvora u mjeri u kojoj su ti tokovi otpada slični otpadu iz kućanstava, povećat će se na najmanje 50 % težine otpada.

- Do 2020. Godine priprema za ponovno korištenje, recikliranje i druge vrste uporabe materijala iz neopasnog građevinskog otpada, uključujući postupke zatrpavanja u kojima se otpad koristi kao zamjena za druge materijale. Važno je napomenuti da divlja odlagališta na teritoriju RH treba prenijeti u vlasništvo lokalne samouprave kako bi postojala odgovornost i tekako mogla biti sanirana.

## 7.ZAKLJUČAK

Nije svaki otpad smeće!

U današnje doba recesije imamo mogućnost ponešto i zaraditi „stvarima koje nam više nisu potrebne il nam smetaju“ u našem okruženju. Ujedno pridonosimo čistijem okolišu. Svatko od nas može nakratko postati „smetlar“, ukloniti otpad kojem nije mjesto u prirodi, odnijeti ga na za to predviđeno mjesto i pritom nešto zaraditi. Plastične boce, baterije, staro željezo, bakrene žice, stare azbestne ploče koje se uvijek negdje nađu, il staklene boce, hrpe starih novina i bilježnica, itd . Ključ je u selektivnom prikupljanju otpada. Mnogi materijali imaju vrijednost ukoliko se selektiraju. Ako otpad miješamo, radimo dvostruku štetu, a za to možemo biti kažnjeni i novčanim iznosom. Ukoliko se prilikom istovara utvrdi da zaprimljeni otpad ne odgovara prijavljenoj vrsti, naplaćuje se trostruka cijena odlaganja i naknada za ponovno odlaganje. Pravo na čisti okoliš jedno je od temeljnih ljudskih prava. Očistiti svoj kutak može svatko, tko ima imalo savjesti i naravno volje. Svaki stanovnik u Hrvatskoj godišnje odbaci oko 270kg komunalnog otpada. Kad bi ga barem selektirali, učinili bismo i više od polovice posla. Samo žalosno je što je veoma maleni postotak stanovništva kod nas ekološki osviješten. Potrebno je; promijeniti navike i smanjiti količinu otpada te selektivno i pravilno zbrinjavati otpad. Ako barem i jednog bližnjeg osvijestimo i približimo mu nužnost adekvatnog odlaganja svih vrsta otpada, učinili smo i više nego dobro djelo.

## 8.LITERATURA:

[1] Regionalni centar zaštite okoliša: EU i zaštita okoliša – gospodarenje otpadom na lokalnoj razini, Znanje d.d., Zagreb, 2009.

[2] Sofilić, T., Brnardić, I.: Gospodarenje otpadom, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2013.

[3] Ivković, E.: Zbrinjavanje otpada, 2012.

[.http://ss-mareljkovica-sb.skole.hr/upload/ss-mareljkovica-sb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM\\_SKRIPTA.pdf](http://ss-mareljkovica-sb.skole.hr/upload/ss-mareljkovica-sb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM_SKRIPTA.pdf), Pristupljeno: 8.11.2016.

[4] Prelec, Z.: Inženjerstvo zaštite okoliša, Rijeka, 2012  
[http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_o\\_kolisa/9.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_o_kolisa/9.pdf), Pristupljeno: 8.11.2016.

[5] Kemeter, D.: Održivo gospodarenje otpadom, Međimursko veleučilište u Čakovcu, Čakovec, 2015.

[6] Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (MZOIP): Operativni program – Okoliš 2007 – 2013., 2007.

[7] Zagrebački holding d.o.o. podružnica Čistoća, 2011.

<http://www.cistoca.hr/default.aspx?id=240>, Pristupljeno: 11.09.2016.

[8] Kalambura S., Strategija gospodarenja otpadom i uloga fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, Zagreb, 2006.

[9] Agencija za zaštitu okoliša (AZO): Izvješće o komunalnom otpadu za 2014. godinu, 2016.  
<file:///C:/Users/Mate/Downloads/Izvjescje%20o%20komunalnom%20otpadu%20za%202014.pdf>, Pristupljeno: 11.09.2016.

[10] Juračić, M.: Otpad i odlagališta otpada Geologija zaštite okoliša, Geološki odsjek Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilište u Zagrebu, 2013/14.  
[https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/07\\_Odlagalista\\_otpada.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/07_Odlagalista_otpada.pdf), Pristupljeno 11.09.2016.

## **9.POPIS SLIKA:**

<b>Slika 1.Količine ukupno proizvedenog komunalnog otpada u RH.....</b>	<b>8</b>
<b>Slika 2.Godišnje količine proizvedenog komunalnog otpada po stanovniku u RH u razdoblju od 1995. Do 2014.....</b>	<b>8</b>
<b>Slika 3.Količine odvojenog sakupljenog komunalnog otpada u RH u razdoblju od 2010. do 2014.....</b>	<b>9</b>
<b>Slika 4.Jedan način objašnjenja izbjegavanja i smanjivanja otpada.....</b>	<b>13</b>
<b>Slika 5.Spremnici za otpad.....</b>	<b>16</b>
<b>Slika 6.Univerzalni simbol recikliranja.....</b>	<b>18</b>
<b>Slika 7.Indentifikacijski kod nekih vrsta plastike.....</b>	<b>20</b>
<b>Slika 8.Prirodni kružni tok tvari u prirodi.....</b>	<b>22</b>
<b>Slika 9.Proces mehaničke-biološke obrade otpada.....</b>	<b>24</b>
<b>Slika 10.Produkti MBO postupka.....</b>	<b>25</b>
<b>Slika 11.Shema sagorijevanja otpada.....</b>	<b>26</b>
<b>Slika 12.Dioksin.....</b>	<b>27</b>
<b>Slika 13. Furan.....</b>	<b>27</b>
<b>Slika 14. Pojednostavljeni rad spalionice otpada.....</b>	<b>28</b>
<b>Slika 15.Struktura odlagališta otpada.....</b>	<b>30</b>
<b>Slika 16.Sanitarno odlagalište otpada.....</b>	<b>33</b>
<b>Slika 17.Sanacija odlagališta otpada Trbež u Samoboru.....</b>	<b>35</b>