Sustavi i tehnologije tretmana otpada

Rajčić, Branimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:815700

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Branimir Rajčić

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr.sc. Zoran Kunica, dipl.ing.

Student:

Branimir Rajčić

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite

Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Branimir Rajčić** Mat. br.: 0035204212

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Sustavi i tehnologije tretmana otpada**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Waste Treatment Systems and Technologies**

Opis zadatka:

Suvremenim načinom života koriste se značajne količine neobnovljivih izvora energije što po nekima dovodi u pitanje održivost samog života na Zemlji. Problem otpada stoga je sve istaknutiji u današnjem društvu i sve značajnija tema u stručnim i znanstvenim krugovima. Neminovno, svaka se lokalna zajednica suočava s potrebom suvremenosti prikladnog rješavanja problema otpada, koje zahtijeva organizaciju sustava prikupljanja otpada i odabir tehničkih rješenja njegove obrade i zbrinjavanja.

U radu je potrebno:

1. proučiti i opisati djelatnost gospodarenja otpadom;
2. istražiti i opisati sustave i tehnologije obrade otpada;
3. za odabranu urbanu zajednicu predložiti sustav tretmana otpada.

Redovito se konzultirati s mentorom i Damirom Belićem, mag.ing. mech.

Zadatak zadan:

29. studenog 2018.

Zadatak zadao:

Prof. dr.sc. Zoran Kunica

Rok predaje rada:
1. rok: 22. veljače 2019.
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2019.
3. rok: 20. rujna 2019.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 25.2. - 1.3. 2019.
2. rok (izvanredni): 2.7. 2019.
3. rok: 23.9. - 27.9. 2019.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Branko Bauer

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem svojim mentorima prof. dr. sc. Zoranu Kunici i mag. ing. mech. Damiru Beliću na potpori i savjetima tijekom izrade ovog završnog rada.

Želim zahvaliti ocu Anti, majci Ruži, sestrama Milani i Ivani i prijateljima i kolegama na potpori, razumijevanju i podršci tijekom izrade završnog rada i studiranja.

U Zagrebu, 20. rujna 2019.

Branimir Rajčić

SAŽETAK

Velika količina otpada koja se proizvodi u modernom društvu ugrožava zdravlje ljudi i okoliš. Njegovim gomilanjem, razlaganjem u podzemne vode ili širenjem u atmosferu može se napraviti velika šteta stoga je potrebno stvoriti sustave za zbrinjavanje otpada. U ovom radu je napravljen pregled tehnologija gospodarenja otpadom, sortiranje otpada i metode konačnog zbrinjavanja otpada. U radu je također razmotren projekt Splitsko-dalmatinske županije za izgradnju novog Centra za gospodarenje otpadom u skladu sa regulativama Europske unije, pri čemu su uspoređivane predložena lokacija i lokacija Karepovac. Na koncu, dan je koncept postrojenja za sortiranje miješanog komunalnog otpada.

Ključne riječi:

otpad, gospodarenje otpadom, centar za gospodarenje otpadom

SUMMARY

The large amount of waste produced in a modern society threatens human health and the environment. Accumulating waste, decomposing it into groundwater or spreading it into the atmosphere can do great harm, so it is necessary to create a waste management system. This paper reviews waste management technologies, waste sorting, and methods of final waste management. This paper also considered the project of the Split-Dalmatia County for the construction of a new Waste management center in accordance with EU regulations, comparing the proposed location and the location of Karepovac. Finally, the concept of a mixed municipal waste sorting plant is given.

Key words:
waste, waste management, centre for waste management

SADRŽAJ

ZADATAK I
IZJAVA II
SAŽETAK III
SUMMARY IV
POPIS OZNAKA VII
POPIS SLIKA VIII
POPIS TABLICA IX

1. UVOD 1

2. OTPAD 2

2.1. PODJELA OTPADA 2

3. GOSPODARENJE OTPADOM 4

4. PREVENCIJA NASTAJANJA OTPADA (*Reduce*) 5

5. PONOVNA UPOTREBA OTPADA (*Reuse*) 7

6. RECIKLIRANJE (*Recycle*) 8

7. PROIZVODNJA ENERGIJE IZ OTPADA 9

8. ODLAGALIŠTA OTPADA 11

9. SORTIRANJE OTPADA 14

9.1. RUČNO SORTIRANJE 15

9.2. AUTOMATSKO SORTIRANJE 16

9.2.1. Predobradne operacije 16
9.2.2. Uređaji za uklanjanje metala iz otpada 18
9.2.3. Uređaji za razdvajanje otpada po masi 19
9.2.4. Senzori za sortiranje 20

10. CENTAR ZA GOSPODARENJE OTPADOM U SPLITSKO-DALMATINSKOJ ŽUPANIJI 22

10.1. ŽUPANIJSKI CENTAR ZA GOSPODARENJE OTPADOM 22

10.2. POSTROJENJE ZA MEHANIČKO-BIOLOŠKU OBRADU OTPADA 23

10.3. OBRADA GRAĐEVNOG OTPADA 26

10.4. RECIKLAŽNO DVORIŠTE 26

10.5. OBRADA OTPADNIH VODA 27

10.6. ODLAGALIŠTE ZA NEOPASNI I INERTNI OTPAD 27

10.6. RAZMATRANJE PROJEKTA CGO 28

10.7. PRIJEDLOG POSTROJENJA ZA SORTIRANJE MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA U SPLITSKO-DALMATINSKOJ ŽUPANIJI.....29

10. ZAKLJUČAK.....32

11. LITERATURA.....33

POPIS OZNAKA I KRATICA

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis oznake
E	MWh	energija
V	m^3	volumen
CGO	-	Centar za gospodarenje otpadom
P	m^2	površina
MBO	-	mehaničko-biološka obrada
GIO	-	gorivo iz otpada
$\dot{m}$	t/h	maseni protok
SDŽ	-	Splitsko-dalmatinska županija
CSGO	-	cjeloviti sustav gospodarenja otpadom

POPIS SLIKA

Slika 1. Piramida hijerarhija otpada literatura [8].....4
Slika 2. Vrećice za ponovno korištenje.....7
Slika 3. Internacionalni logo reciklaže.....8
Slika 4. Izgled suvremenog odlagališta [9].....12
Slika 5. Ručno sortiranje otpada [22].....16
Slika 6. Rotacijsko sito [22].....17
Slika 7. Vibracijski dodavač [22].....17
Slika 8. Balistički separator [25].....18
Slika 9. Industrijski magnet [22].....19
Slika 10. Centar za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije [9].....23
Slika 11. Mehanička obrada otpada [10].....25

POPIS TABLICA

Tablica 1. SWOT analiza CGO SDŽ 28
Tablica 2. Prednosti i nedostatci odabira lokacije CGO „Karepovac“.....29

1. UVOD

Otpad predstavlja sve veći problem u modernom društvu. Povećavanjem životnog standarda ljudi, rastu potrošnja proizvoda i količina otpada koji se proizvodi. Istovremeno, sve se više ističu zahtjevi za zdravijim okolišem u namjeri daljnjeg poboljšanja životnih uvjeta. Naime, lošim gospodarenjem otpada ugrožava se zdravlje ljudi i okoliš, stoga je potrebno stvoriti adekvatne sustave tretmana otpada i upravljati njima.

U ovom radu će se proučiti djelatnost gospodarenja otpadom, što uključuje zakonske regulative (hrvatske i europske), životni ciklus otpada, i mjere smanjivanja te ponovnog korištenja i recikliranja otpada. Usto će se opisati sustavi i tehnologije kojima se obrađuje otpad kao i metode konačnog zbrinjavanja otpada, kao što su odlagališta otpada i spalionice, uz navođenje njihovih prednosti i nedostataka. Također će se razmatrati prikladnost metoda zbrinjavanja otpada s obzirom na konkretnu urbanu zajednicu. Naime, hrvatski gradovi još uvijek nemaju izgrađene efikasne sustave za tretman otpada i potrebna postrojenja za ispravno sortiranje i zbrinjavanje otpada koja bi udovoljavala zahtjevima Europske unije. U smislu toga, u radu će se posebno razmotriti plan za konačno zbrinjavanje otpada Splitsko-dalmatinske županije.

2. OTPAD

Otpad je skup tvari kemijskog, biološkog ili nuklearnog porijekla. Otpad nastaje isključivo ljudskom djelatnošću. Neadekvatan je za daljnju upotrebu na klasičan način i zahtijeva nove načine obrade i prerade. Dijeli ga se na plinoviti, tekući i kruti otpad. Otpad može biti inertan, neopasan i opasan otpad. [21]

Gospodarenje otpadom označava skupljanje, prijevoz, oporabu i zbrinjavanje otpada uključujući nadzor nad tim postupcima i naknadno održavanje lokacija zbrinjavanja, a obuhvaća i radnje koje poduzimaju trgovac ili posrednik. [7]

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

2.1. PODJELA OTPADA

Otpad se dijeli prema mjestu nastajanja [21]:

1. komunalni otpad
    - razni kućni otpad
    - vrtni otpad
    - tržnički otpad
    - kancelarijski otpad
    - otpad s javnih površina
2. tehnološki otpad
    - otpad iz raznih industrijskih pogona
    - otpad iz raznih uslužnih i obrtničkih djelatnosti
3. bolnički otpad
4. poljoprivredni i stočarski otpad
5. građevinski otpad
6. rudarski otpad

7. specijalni (posebni otpad)
    - radioaktivni otpad
    - eksplozivni otpad.

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. Otpad su sve stvari koje građani više ne trebaju ali se mogu ponovno iskoristiti, popraviti ili reciklirati, a za razliku od smeća, koje je dio otpada koji završava na odlagalištima. [23]

Otpad se još može dijeliti prema svojstvima [21]:

1. inertni otpad
    - Ne sadrži ili sadrži vrlo malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji.
    - Ne ugrožava okoliš.
2. opasni otpad
    - Ima jedno od svojstava: eksplozivnost, zapaljivost, reaktivnost, toksičnost, nagrizanje, nadražljivost, infektivnost, karcinogenost, mutagenost, svojstvo ispuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom.

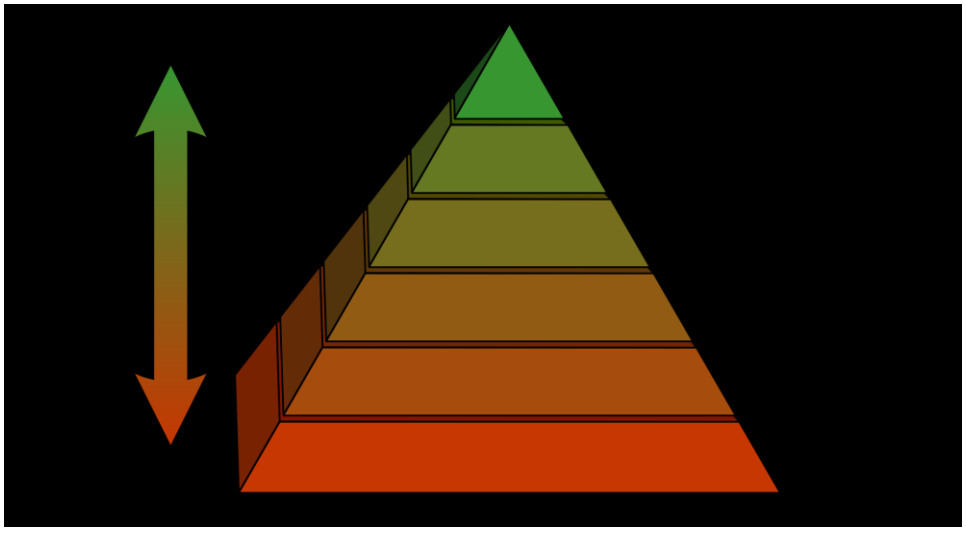
Prema mogućnosti transformiranja u okolišu [21]:

1. materijali koji su biološki transformabilni
    - organski dio otpada (papir, karton, hrana)
2. materijali koji su kemijski transformabilni
    - metalni dijelovi i neki kemijski proizvodi koji se u okolišu mogu transformirati procesom oksidacije (priroda degradira materijale, ali je proces veoma spor)
3. materijali koji su fizički transformabilni
    - staklo, keramika, šljaka (proces je veoma spor i zbiva se pod djelovanjem atmosferskih utjecaja: kiša, vjetar, sunce)
4. materijali koji nisu transformabilni
    - plastika koja nije biorazgradiva.

3. GOSPODARENJE OTPADOM

Gospodarenje otpadom je djelatnost kojom se tretira otpad od njegovog nastanka do konačnog odlaganja. Skupljanje, transport, obrada i praćenje do konačnog odlaganja otpada su neke od najosnovnijih aktivnosti. Ovisno o vrsti otpada (tekući, plinoviti ili čvrsti otpad) postoje i različite metode tretiranja otpada. Cilj gospodarenja otpadom je smanjiti negativni utjecaj otpada na ljudsko zdravlje, estetiku i okoliš. [1]

Hijerarhija otpada na engleskom se opisuje skraćenicom „3Rs“ što označava *reduce, reuse* i *recycle*, što u prijevodu znači smanjiti, ponovno upotrijebiti i reciklirati otpad. Cilj hijerarhije otpada je maksimalno iskoristiti proizvod i minimirati količinu završnog otpada. Otpad koji se ne uspije reciklirati svoj životni vijek završava na odlagalištima otpada ili se pretvara u energiju spaljivanjem. Taj krug započinje životnim ciklusom proizvoda gdje je potrebno analizirati svaku stavku od konstruiranja i proizvodnje do recikliranja, i pronaći načine za bolje iskorištavanje potencijala proizvoda. Sa što većom industrijalizacijom i rastom stanovništva potrebno je maksimalno iskoristiti dobivene resurse da bi se smanjio negativni utjecaj ljudi na planetu. Zadnji postupci koji se koriste u gospodarenju otpadom su odlaganje na odlagalištima otpada i spaljivanje s ciljem dobivanja energije. [1]



Slika 1. Piramida hijerarhija otpada literatura [8]

4. PREVENCIJA NASTAJANJA OTPADA (*Reduce*)

Prevencija nastajanja otpada je slijed procesa kojima je cilj smanjiti količinu nastalog otpada. Da bi se uspješno smanjila količina nastalog otpada potrebno je preoblikovati (redizajnirati) proizvode i promijeniti društvene obrasce potrošnje i proizvodnje. Tradicionalne strategije gospodarenja otpadom se koncentriraju na ponovnu upotrebu, recikliranje i pretvaranje otpada u energiju, ekološki najbolji i ekonomski najisplativiji način gospodarenja otpadom je da otpad uopće ne nastane. Ipak, nemoguće je smanjiti količinu otpada na nulu, ali se ta količina treba nastojati smanjiti što je više moguće.

Za uspješno smanjivanje količine otpada potrebno je poznavati životni vijek proizvoda i njegov proizvodni proces, što uključuje materijale koji su u njima prisutni. Smanjenje otpada štiti okoliš a usto je i financijski isplativo za proizvođače. Ima više načina na koji se to postiže. Smanjivanjem otpada u proizvodnom procesu, proizvodnja postaje učinkovitija što znači više proizvoda u odnosu na sirovi materijal. Učinkovitijim proizvodnim procesom potrebno je kupiti manje sirovog materijala čime se poboljšava financijska izvedba tvrtke. Kvaliteta proizvoda se povećava s uvođenjem novih tehnologija u proizvodnji. Brigom za okoliš se poboljšava javni dojam tvrtke što je bitno za njezinu reputaciju. Mnoge države zahtijevaju od tvrtki da ispune zakonske zahtjeve prema okolišu, kao što je smanjenje emisije ugljičnog dioksida.

Procesi smanjenja količine otpada uključuju:

- ponovna upotreba otpadnog materijala
- vraćanje viška materijala koji nastaje tijekom proizvodnje na početak proizvodnog ciklusa
- bolja kontrola kvalitete
- iskorištavanje otpada koji nastaje tijekom jednog proizvodnog procesa kao sirovi materijal za drugi proizvodni proces
- direktna dostava sirovog materijala na mjesto upotrebe da se izbjegne nepotrebno rukovanje materijalom. [2]

Optimalnim konstruiranjem (oblikovanjem) proizvoda se može smanjiti količina dijelova koje ima proizvod i tako olakšati njegov popravak ili se može lakše reciklirati na kraju životnog vijeka. U nekih je proizvoda čak bitnije smanjiti toksičnost iskorištenog materijala nego količinu samog materijala. Nadalje, za pakiranje se proizvoda, ambalaža i sam proizvod moraju proizvoditi sa što manje materijala a da ipak izdrže izazove tijekom transporta. Produžavanjem vijeka trajanja proizvoda može se smanjiti količinu otpada ali i tu ima nekih poteškoća, naprimjer, proizvodi koji troše energiju poput perilica ili usisivača su energetski neučinkovitiji od novijih generacija i odbijanjem korisnika da ih se zamijeni potencijalno se čini veću štetu.

5. PONOVNA UPOTREBA OTPADA (*Reuse*)

Ponovna upotreba predstavlja praksu gdje se nešto ponovno iskorištava, bilo to na isti način ili na neki drugačiji. Za razliku od recikliranja, ponovnim upotrebljavanjem se predmet ne razgrađuje već mu se pronalazi nova funkcija. Na taj način se štedi vrijeme, novac, energija i resursi. Ovom praksom i kvalitetni proizvodi mogu biti dostupni ljudima ograničenijih financijskih mogućnosti. Kroz povijest se mnogo toga ponovno iskorištavalo s ciljem uštede ali u moderna vremena gdje je sve u izobilju, ljudi sve manje ponovno iskorištavaju proizvode. Radi očuvanja okoliša praksa ponovne upotrebe proizvoda pronalazi svrhu primjene. Jedan od najosnovnijih primjera ponovne upotrebe proizvoda je točenje mlijeka u staklene boce umjesto kupovanja u tetrapacima (višekratna ambalaža umjesto jednokratne).

Prednosti ponovne upotrebe jesu: smanjenja potrošnja energije i materijala za zamjenu jednog proizvoda, smanjena količina otpada i zbrinjavanje tog otpada, ušteda za proizvođače i potrošače, također, neki stariji proizvodi mogu imati veću kolekcionarsku vrijednost.

Nedostatci ponovne upotrebe su potreba za čišćenjem ili transportom proizvoda, neki proizvodi su manje učinkoviti što se više troše, proizvodi što se više koriste moraju biti izdržljiviji stoga se i više materijala koristi za njihovu proizvodnju, potrebne su posebne vještine za prenamjenu predmeta, metalni proizvod koji se prenamjenjuje može korodirati. [3]



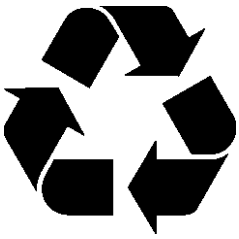
Slika 2. Vrećice za ponovno korištenje

6. RECIKLIRANJE (*Recycle*)

Recikliranje je proces pretvaranja otpadnog materijala u novi materijal. Recikliranjem se sprječava da propadnu potencijalno korisni materijali preusmjeravanjem otpada iz određenih proizvodnih procesa u druge proizvodne procese i tako se smanjuje potrošnja svježih sirovina, smanjuje potrošnja energije i smanjuje emisija stakleničkih plinova. Materijali koji se mogu reciklirati su razne vrste papira, kartona, stakla, plastike, gume, metala, baterija i elektronike. Recikliranjem se proizvode nove zalihe svježih materijala, naprimjer, potrošeni papir se može pretvoriti u novi papir. Nažalost, često dolazi do smanjenja kvalitete proizvoda i taj proces se ne može beskonačno puta ponavljati. Za uspješno recikliranje potrebno je prikupiti materijal stoga se u pojedinim sredinama organiziraju posebni spremnici za razvrstavanje otpada kao što su organski otpad, plastika, elektronika itd. [4]

Kompostiranje je proces reciklaže gdje se biološki razgrađuju organski materijali i kao rezultat nastaje humus. Kompostiranje je važno jer se tako smanjuje količinu otpada koji ide na deponij i izbjegava da se neadekvatnim zbrinjavanjem organskog otpada stvaraju neugodni mirisi. Nadalje, paljenjem otpada gubi se mogućnost poboljšanja strukture tla i povećanja mikrobiološke aktivnosti. Kompostiranjem se biootpad anaerobno razgrađuje i stvaraju ugljikov dioksid, voda, toplina i kompost. Proces kompostiranja može trajati od 10 do 12 mjeseci. [5]

S razvojem tehnologije količina zastarjelih elektroničkih proizvoda je sve veća pa se stoga trebaju pronaći načini za njihovo recikliranje. S obzirom da se sastoje od raznih materijala, od kojih neki mogu biti otrovni metali, trebaju se moći sigurno demontirati.



Slika 3. Internacionalni logo reciklaže

7. PROIZVODNJA ENERGIJE IZ OTPADA

Energija iz otpada spaljivanjem se dobiva u obliku električne ili toplinske energije. Većina električne energije dobivene spaljivanjem otpada potječe ili od izravnog spaljivanja otpada ili od zapaljivog gorivog proizvoda kao što su metan, metanol, etanol ili sintetička goriva. Termičkom obradom otpada se njegov volumen, u nekim slučajevima, može smanjiti za 95 %. [16] Na taj način se značajno smanjuje potreban volumen za odlaganje otpada. Iz tone komunalnog otpada može se proizvesti oko 2 do 3 MWh električne energije i 2 MWh topline korištene za grijanje. Taj način dobivanja energije je idealan za države oskudne resursima i manjih površina, kao što su Danska i Japan. Kamioni koji dovode otpad često imaju preše koje smanjuju volumen prije dostave spalionicama.

Problem sa spaljivanjem otpada kao konačnog rješenja je zabrinutost javnosti za čistoću zraka. Dimni plinovi kiselog djelovanja svojim odlaskom u atmosferu stvarali su kiselu kišu. Taj problem se riješio upotrebom vapnenih četki i elektrostatskih taložnika u dimnjacima. Najmodernije spalionice su po pisanju časopisa New York Timesa toliko čiste da više štetnih plinova emitiraju kamini u kućanstvima ili roštilji nego spalionice. [6] Danske spalionice su jedne od najčišćih spalionica na svijetu i zbog toga samo 5 % njihovog otpada završi na deponijima. [15]

Prednosti spalionica jesu:

- učinkovito iskorištenje prostora
- sprječavanje onečišćenja podzemnih voda
- proizvodnja energije
- niži ugljični otisak,

dok su nedostatci:

- visoki troškovi izgradnje
- emisija toksičnih plinova – moderne spalionice su smanjile količinu emisija ali se dimni plinovi svejedno emitiraju

- oportunitetni troškovi – spalionice obeshrabruju recikliranje i druge načine smanjenja količine otpada. [16]

Proizvodnja energije iz otpada postaje učinkovitija primjenjivanjem tehnologija koje odvajaju korozivne komponente (pepeo) iz pretvorenog goriva, čime se omogućava viša temperatura sagorijevanja. Termičke tehnologije su rasplinjavanje i piroliza dok je anaerobna digestija netermička metoda.

Rasplinjavanje ili uplinjavanje je nepotpuno sagorijevanje krutog goriva (ugljen, biomasa, drveni ugljen) čime nastaje sintetski plin. Ovim postupkom moguće je od drveta ili nekog drugog oblika biomase proizvesti drvni plin koji se može koristiti za motore s unutarnjim izgaranjem ili za proizvodnju električne energije. [17]

Piroliza je toplinska razgradnja organskog materijala pri povišenoj temperaturi i odsutnosti kisika. Pirolizom se organske tvari pretvaraju u plinovite komponente, čvrste ostatke ugljika i kapljevinu koja se zove pirolitičko ulje. [18]

Anaerobna digestija je proces kod kojih mikroorganizmi razlažu bio-razgradivi materijal bez prisutnosti kisika. Jedan od glavnih sudionika u anaerobnoj digestiji su bakterije koje proizvode kiseline (acetogeni) i archea bakterije koje proizvode metan (metanogeni). [19]

8. ODLAGALIŠTA OTPADA

Odlagalište otpada ili deponij je mjesto namijenjeno za odlaganje otpada u sklopu organizirane komunalne djelatnosti, tako što se otpad skuplja na jednu lokaciju i zatrpava. U sklopu deponija mogu se nalaziti građevine za skladištenje i obradu otpada. Otpad se treba odlagati na što manjoj površini i treba mu se maksimalno smanjiti volumen. Odlagališta otpada mogu biti interna odlagališta gdje proizvođači odlažu svoj otpad na samom mjestu proizvodnje, stalna odlagališta otpada i iskorištene površinske kopove.

Odlagališta otpada se dijele na sljedeće kategorije:

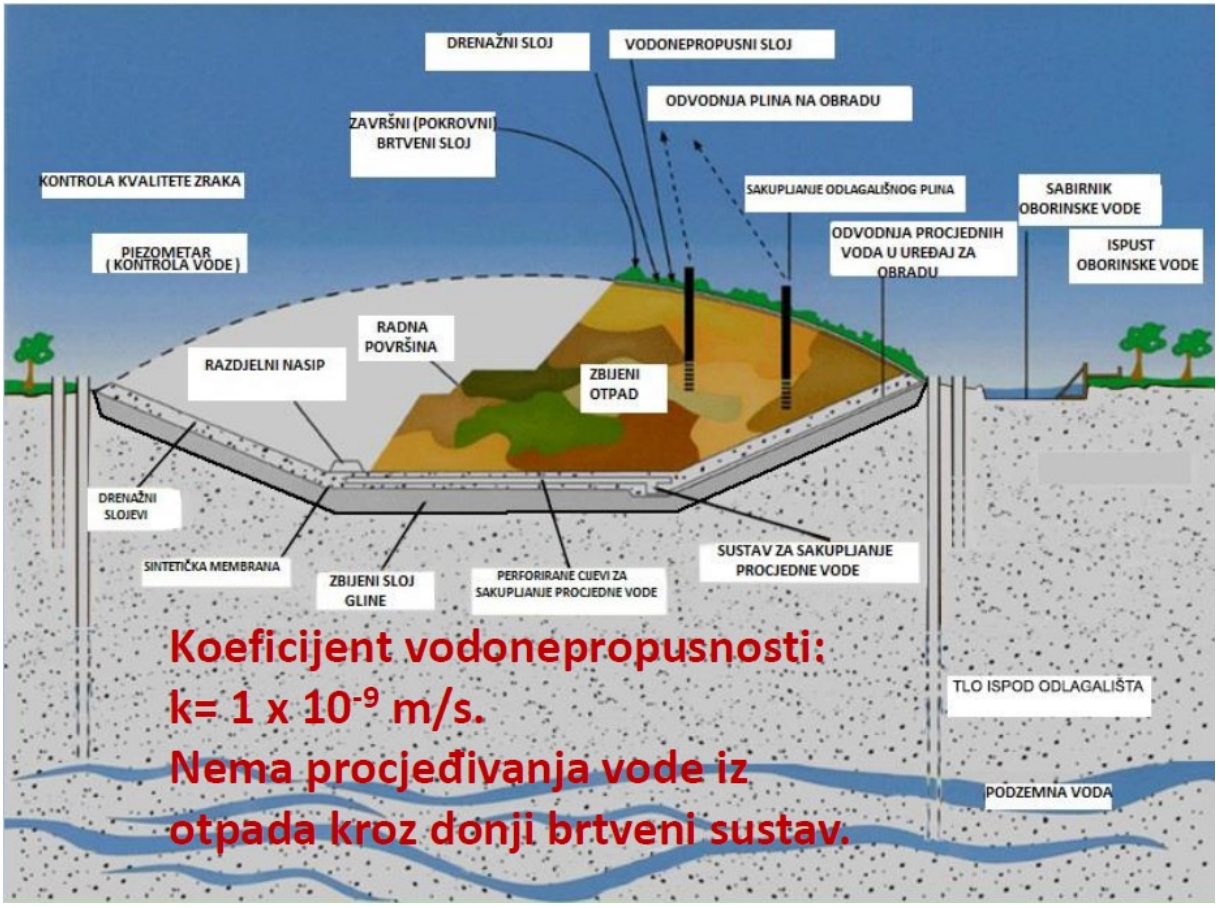
- odlagalište za opasni otpad
- odlagalište za neopasni otpad
- odlagalište za inertan otpad.

Sanacijom odlagališta smanjuju se negativni utjecaji otpada na prirodu. Sprječava se onečišćenje podzemnih izvora, zla i zraka i smanjuje rizik za ljude. Postojeća odlagališta mogu se sanirati *in-situ* ili *ex-situ* metodom. [7]

***Ex-situ* metodom** se prebacuje cijeli otpad s odlagališta otpada na neko drugo uređeno odlagalište otpada. Prednost metode je u tome što se postiže da se sav otpad zbrine na adekvatan način, a lokacija dovede u prvobitno stanje. Nedostatak *ex-situ* metode je potreba za ulaganjem znatnih sredstava za sanaciju ako se radi o velikoj količini otpada ili velikoj udaljenost do novog odlagališta otpada.

***In-situ* metoda** odlaganja otpada ima dvije opcije. Prva opcija je da se uz stari odlagalište na istoj lokaciji uredi nova ploha za prihvat otpada. Na novo odlagalište se preseli stari otpad i na njoj bi se nastavilo sa odlaganjem komunalnog otpada. Prednost ove opcije je u tome što se sav otpad, novi i stari, nalazi na adekvatnom brtvenom sloju čime se sprječava utjecaj na podzemne vode. Druga opcija je uređivanje nove plohe unutar postojećeg odlagališta za odlaganje komunalnog otpada. Stari otpad ostaje na staroj lokaciji, ali se sanira sa ugradnjom sistemskih plinskih bunara za pasivno otplinjavanje te se pokriva pokrovnim brtvenim slojem i ozeleni kako bi se smanjilo daljnje nastajanje procijedih voda.

Nedostatak druge opcije je nepostojanje temeljnog brtvenog sloja ispod starog otpada stoga postoji opasnost od zagađivanja podzemnih voda. Prednost druge opcije je mogućnost izgradnje nove plohe unutar granica stare, te nije potreban otkup susjednih parcela. [7]



Slika 4. Izgled suvremenog odlagališta [9]

Odlagalište otpada sastoji se od:

1. Brtveni slojevi

   Donji (temeljni) brtveni sloj odlagališta otpada čine nepropusni materijali kao što su glina, plastična folija, asfalt ili bitumen sa ciljem sprječavanja istjecanja tekućina ispod otpada. Nakon toga slijedi geomembrana, glatka površina debljine 2 mm na koji dolazi sloj zaštitnog geotekstila koji sprječava bušenje tih geomembrana. Potom se izrađuje drenažni sustav koji služi za odvod procjenih voda. Nakon izgradnje ove podloge moguće je započeti s odlaganjem otpada.

2. Sustav odvodnje procijednih voda

   Procijedne vode su vode koje dolaze u dodir sa odloženim komunalnim otpadom. Te se vode prikupljaju na temeljnom brtvenom sloju i sustavom cijevi odvode do bazena za procijedne vode. Procijedne vode su zagađene i ne smiju se ispuštat u okoliš. Za

proračun količine procijednih voda mjeri se godišnja količina oborina u području odlagališta.

3. Sustav odvodnje oborinskih voda

   Oborinska voda je voda koja nije u doticaju s otpadom i s uređenih površina se sustavom kanala vodi do bazena za oborinske vode gdje se koristi kao tehnološka voda (voda za pranje kotača) ili se slobodna ispušta u teren. Vode s asfaltiranih površina se pročišćavaju u separatoru ulja i masti te se ponovno koriste ili ispuštaju u teren.

4. Sustav otplinjavanja

   Prema teoretskim postavkama, iz jedne tone otpada tijekom razgradnje se oslobodi oko 400 m^3 plina. Plin nastaje razgradnjom otpada, ovisno o sastavu otpada. Prije postavljanja završnog prekrivnog sloja u tijelo odlagališta potrebno je ugraditi sustav pasivnog otplinjavanja.

5. Slijeganje

   Nakon prestanka odlaganja otpada, u tijelu odlagališta se odvijaju kemijsko-fizikalni procesi kojima dolazi do smanjenja volumena otpada. Većina slijeganja ovisi o sastavu odloženog otpada, načinu i tehnologiji ugrađivanja, visini otpada, postotku vlažnosti itd. Nakon zatvaranja odlagališta i izvedbe pokrovnog brtvenog sloja na površini će se postaviti reperi koji služe za nadzor odlagališta nakon njegovog zatvaranja.

6. Rekultivacija i konačna namjena prostora

   Rekultivacijom se odlagalište pokušava što bolje uklopiti u okolinu. Rekultiviranje završnih površina provodi se sadnjom trave ili bilja koje je karakteristično za okoliš odlagališta. Daljnja namjena prostora određuje se prostorno-planskom dokumentacijom.

9. SORTIRANJE OTPADA

Sortiranje otpada je proces u kojem se otpad razdvaja u različite elemente. Odvajanje otpada se može raditi ručno u kućanstvima i skupljati uz domove ili automatski razvrstavati u postrojenjima za sortiranje otpada.

Odvajanje otpada znači da se otpad razdvaja na suhi i vlažni. Suhi otpad uključuje drvo i slične proizvode, metale i staklo. Vlažni proizvodi se uglavnom odnosi na organski otpad kao što je hrana i uglavnom su teški zbog vlage.

Otpad se najčešće dijeli na: [23]

- papir
- staklo
- plastika
- metal
- organski otpad
- opasni otpad
- ostali otpad.

Svaki Centar za gospodarenje otpadom (CGO) u svojem sastavu mora sadržavati sortirno postrojenje. Sortirno postrojenje je građevina u kojoj se provodi postupak sortiranja otpada.

Postoje različiti načini na koji otpad može dolaziti u postrojenja, zato se ona moraju oblikovati na odgovarajući način. Tako se razlikuje [22]:

1. Postrojenja za sortiranje s dva toka otpada
2. Postrojenja za sortiranje sa jednim tokom otpada
3. Postrojenja za sortiranje miješanog komunalnog otpada

Postrojenja za **sortiranje s dva toka** otpada su postrojenja u koja reciklabilni (papir, staklo, metal, drvo) otpad dolazi zasebno i tako se sortira. Zbog toga takva postrojenja imaju najmanju količinu opreme za sortiranje i površinom su najmanja. Prednost ovakvog tipa

postrojenja je u tome što dolazi „najčišći“ otpad. Nedostatak postrojenja je potreba za većim brojem vozila za dovoz otpada te veći broj kontejnera za sakupljanje otpada. [22]

Postrojenja za **sortiranje s jednim tokom** otpada su postrojenja u koja dolazi samo miješani reciklabilni otpad, stoga je u tim postrojenjima više opreme u usporedbi s postrojenjima za sortiranje s dva toka otpada, ali prednost je što je potrebno manje vozila i prijevoz je jeftiniji. Također potrebno je i manje kontejnera jer se svi materijali skupljaju u isti kontejner. Ovakva postrojenja su veća od prijašnje opisanih i površine su od 5 000 do 14 000 m^2. [22]

Postrojenja za **sortiranje miješanog otpada** primaju miješani komunalni otpad, otpad koji se sakuplja u domovima, te iz njega izdvajaju reciklabilni otpad. Prijevoz i sakupljanje kod ovog tipa postrojenja je najjeftiniji ali je potrebna veća količina opreme za razvrstavanje. Operativni troškovi su najveći u odnosu na prijašnja dva i učinkovitost skupljanja reciklabilnih materijala iz miješanog otpada je od 45 do 75 %. Ovakva postrojenja zauzima najveću površinu od svih navedenih u razmjerima od 14 000 do 20 000 m^2.[22]

9.1. RUČNO SORTIRANJE

Ručno sortiranje je postupak sortiranja otpada pri kojem se ručno odvajaju različite vrste materijala. Pri ručnom sortiranju se sa konvejera ručno odvajaju različite vrste otpada. Jedan od problema ručnog sortiranja je što ga mora obavljati čovjek. U rukovanju otpadom postoji rizik za ljudsko zdravlje stoga radnici moraju biti opremljeni i obučeni za rad a za to postoji nekoliko načina:

- nošenje zaštitne opreme (rukavice, kacigu, zaštitne naočale, maske...)
- oprezno rukovati s otpadom
- educirati se o zaštiti na radu.

Riječ je o tjelesno veoma napornom poslu, s povećanim rizikom za zdravlje pri čemu je otežano primjereno ergonomski oblikovati radno mjesta.



Slika 5. Ručno sortiranje otpada [22]

9.2. AUTOMATSKO SORTIRANJE

Automatski sustavi su sve potrebniji u proizvodnim poduzećima jer zamjenjuju ljude na zamornim i opasnim radnim mjestima. Ručno sortiranje je veoma naporno i ima posljedice za zdravlje te je sljedeći logičan korak da se cijelo sortiranje otpada obavlja automatski.

Automatsko sortiranje ima svoje mane. Otpad dolazi u različitim oblicima i sastavima i teško je oblikovati sustav koji može učinkovito prepoznavati otpad i odjeljivati. Čak je i ljudima teško prepoznavati i odvajati dovoljnom brzinom. Problem je još veći kada se mora razdvajati miješani komunalni otpad jer se nikad ne može u potpunosti znati što se sve u njemu nalazi.

9.2.1. Predobradne operacije

Kada otpad dolazi u postrojenje, prvo mora proći neke predobradne operacije. Na početku se vertikalnim konvejerom diže na visinu prikladnu za nastavak procesa. Komunalni otpad se treba vaditi iz vreća. Taj se postupak može obavljati ručno ili automatski.

Rotacijsko sito - bubanj

Bubanj koji rotira odvaja sitne frakcije otpada od ostatka otpada. Sitne frakcije padaju kroz otvore u spremnike ili uređaje za transportiranje. Taj otpad se vodi na odlagalište ili daljnju upotrebu. Vreće se najčešće otvaraju sa nožem koji se nalazi u bubnju.



Slika 6. Rotacijsko sito [22]

Vibracijski dodavač

Vibracijski dodavač odvaja sitnu frakciju otpada na način da rešetkaste police vibriraju određenom frekvencijom. Sitna frakcija otpada kroz rešetke i kao kod bubnja pada u spremnike ili uređaje za transportiranje. [22]



Slika 7. Vibracijski dodavač [22]

Balistički separator

Balističkim separatorom otpad se razvrstava u različite frakcije. Najčešće se otpad odvaja s obzirom na masu, a može i s obzirom na veličinu gdje kroz sito prolaze sitne granule. Balistički separator se optimalno koristi kada je spojen sa NIR separatorom koji može razlikovati različite vrste plastike. [25]



Slika 8. Balistički separator [25]

9.2.2. Uređaji za uklanjanje metala iz otpada

Industrijski magneti

Magnetskim odvajanjem se mogu odvajati samo feromagnetni metali a to su željezo, nikal, kobalt i gadolinij. Nemagnetični metali se odvajaju na drugačiji način (Eddy current separatorima). Za odvajanje magnetičnog metalnog otpada koristi se veliki industrijski magnet koji je obješen iznad uređaja za transportiranje otpada (Slika 9.). [22]



Slika 9. Industrijski magnet [22]

Eddy current separator

Eddy current separator se koristi za odvajanje nemagnetičnih metala iz otpada. Najpoznatiji primjer nemagnetičnog metala je aluminij i on se odvaja korištenjem magnetskog polja. Separator sadrži induktivni senzor i zbog toga metale na treba dodirivati da bi ih prepoznao. Rotor inducira magnetno polje u metalu koje je suprotnog polariteta od polja rotoru te ga rotor odbaci u otvore uz transportni uređaj. [22]

9.2.3. Uređaji za razdvajanje otpada po masi

Najjednostavnije odvajanje na teže i lakše predmete obavlja se zračnim separatorom. Zračne struje se koriste da se odvoji lakši od težeg otpada.

9.2.4. Senzori za sortiranje

Optičko sortiranje se koristi kao jedan od načina za odvajanje željenih materijala. Svi optički sustavi rade na istom principu a to je da svaki materijal ima jedinstvenu površinu koja apsorbira svjetlost u različitim količinama. Algoritam u računalu prepoznaje određenu vrstu otpada i ovakav sustav je najefikasniji sustav automatskog sortiranja otpada. Jedino ovaj sustav može raspoznati različite vrste otpada.

Sustavi za sortiranje senzorima sadrže tri komponente:

- prilaznu jedinicu – vibracijski dodavači, konvejeri
- senzorsku jedinicu – senzori različitih vrsta otpada,
- jedinica za uklanjanje – roboti, manipulatori, zračni pištolji.

U prilaznoj jedinici otpad mora biti dovoljno razmaknut kako bi senzori u senzorskoj imali dovoljno vremena da prepoznaju granice svakog pojedinačnog komada. To je potrebno zato što će onda u jedinici za uklanjanje moći kvalitetno ukloniti otpad i odijeliti na ispravno mjesto. Također se mora pratiti da ne dolazi do miješanja otpada.

Za raspoznavanje vrste otpada koriste za različite vrste senzora a najčešće su to NIR senzori i senzori vidljive svjetlosti (VIS). [22]

NIR (eng. Near-infrared) senzor

Ova vrsta senzora koristi vrstu infracrvene svjetlosti. Zraka infracrvene svjetlosti pada na predmet, odbija se te po intenzitetu vraćene svjetlosti prepoznaje o kojem se predmetu radi. Ovaj sustav razlikuje polimere, papir, kamen, drvo, građevinski otpad. Također prepoznaje razlike između vrsta polimera tj. zna prepoznati kada je otpad rađen od polietilena (PE) ili polipropilena (PP).

Senzor vidljive svjetlosti (VIS)

Senzor koristi spektar vidljive svjetlosti elektromagnetskog zračenja. Koristi se zajedno sa NIR senzorima i kamera i pomoću ovog senzora NIR senzor prepoznaje o kojim vrstama materijala se radi prepoznajući njihove boje. Senzor odašilje valne duljine različitih boja na komad otpada zraku koju se vrati u senzor daje informaciju o kojoj se vrsti materijala radi.

10. CENTAR ZA GOSPODARENJE OTPADOM U SPLITSKO-DALMATINSKOJ ŽUPANIJI

10.1. ŽUPANIJSKI CENTAR ZA GOSPODARENJE OTPADOM

Centar za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije predviđen je kao sustav građevina i uređaja za obradu, uporabu i/ili zbrinjavanje otpada. Predviđena je izgradnja šest pretovarnih stanica u Splitu, Sinju, Zagvozdu te na otocima Braču, Hvaru i Visu, iz kojih će se otpad dopremati u centar. Centar za gospodarenje otpadom (CGO) planira se u naselju Kladnjice u općini Lećevica na površini 25 ha. U njemu će se prikupljati, obrađivati i odlagati otpad koji nastaje u Splitsko-dalmatinskoj županiji.[24] Vrste otpada koje će se prikupljati su komunalni, neopasni proizvodni i građevni otpad te manje količine opasnog otpada koje će se predavati ovlaštenoj i specijaliziranoj tvrtki za prikupljanje i obradu opasnog otpada.

Centar za gospodarenje otpadom sastoji se od sljedećih zona:

1. Ulazno-izlazna zona
2. Upravno-servisna zona
3. Zona mehaničke obrade
4. Zona biološke obrade
5. Zona za prikupljanje i obradu otpadnih voda
6. Zona odlaganja otpada, obradu građevinskog otpada i obrade odlagališnog plina. [9]



Slika 10. Centar za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije [9]

10.2. POSTROJENJE ZA MEHANIČKO-BIOLOŠKU OBRADU OTPADA

Koncept mehaničko-biološke obrade (MBO) otpada razvio se iz nastojanja da se sustavom automatske separacije otpada razvrstaju različite vrste otpada i iskoriste korisne sirovine te da se biorazgradivi otpad prije odlaganja obradi i stabilizira. Ulazni materijal u MBO je miješani komunalni otpad i određena količina neopasnog proizvodnog otpada.

Predviđeni izlazni produkti procesa su:

- inertizirana biostabilizirana frakcija –„biostabilat“, proizvod sličan kompostu
- čisti kompost
- gorivo iz otpada
- otpad pogodan za materijalnu oporabu
- vodena para i CO_2
- otpadna tehnološka voda.

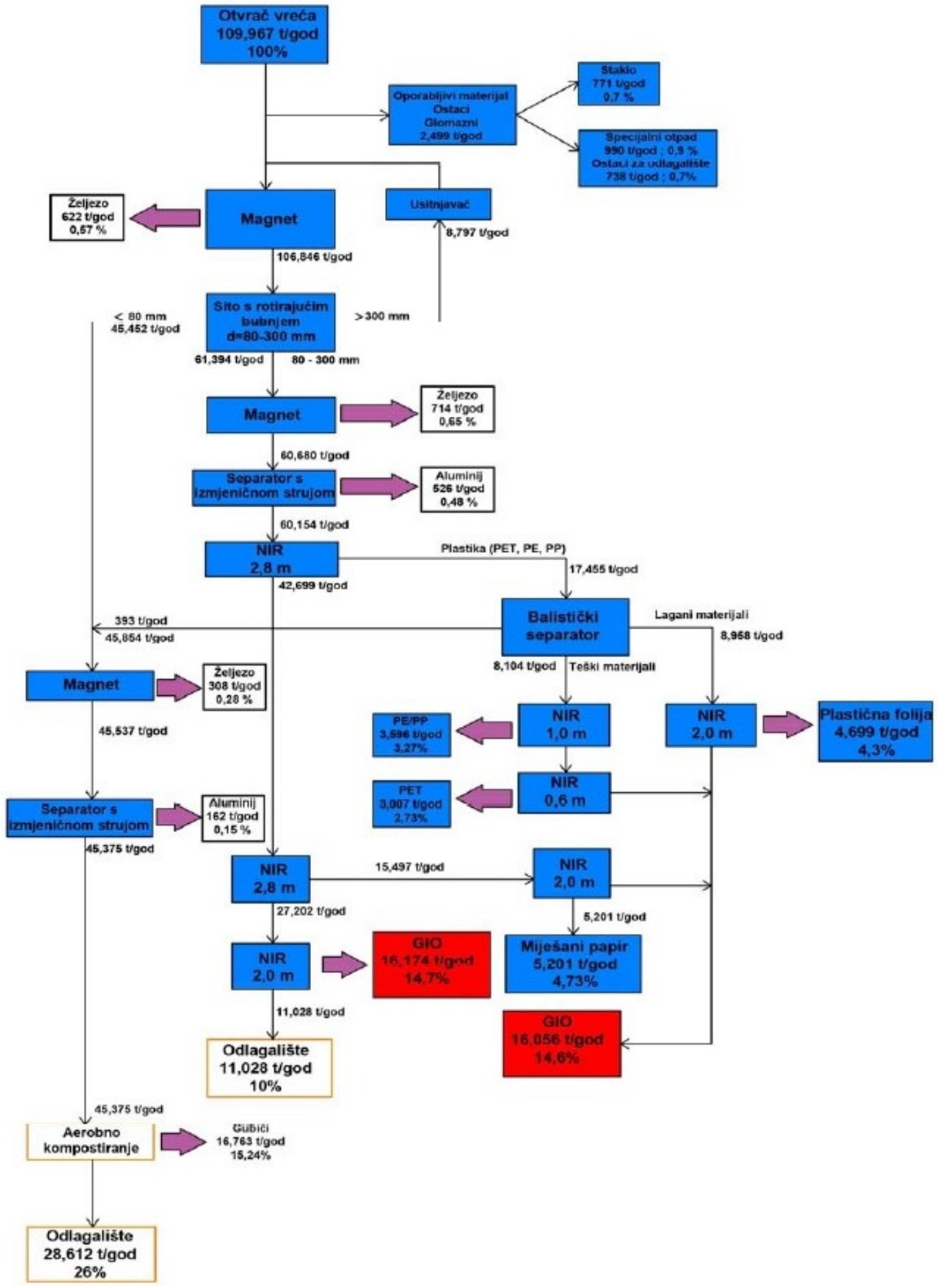
Mehanička obrada (Slika 11.) odnosi se na postupke usitnjavanja, pelatizacije, drobljenja, mljevenja i prosijavanja. Biološka obrada otpada sastoji se od postupaka biosušenja,

biostabilizacije i aerobne ili anaerobne razgradnje. Mehanički i biološki procesi mogu se prilagođavati u svrhu postizanja specifičnih ciljeva kao što su:

- maksimiziranje količine obnovljenih sirovina (staklo, metali, plastika, papir i drugo)
- proizvodnja krutog goriva iz otpada (GIO)
- proizvodnja biostabilitata
- proizvodnja komposta
- proizvodnja materijala za proizvodnju odlagališnog plina u svrhu proizvodnje električne energije i/ili topline.

Mehaničkom obradom otpada se iz miješanog komunalnog otpada izdvajaju razne vrste otpada pogodne za reciklažu kao što su plastika, metali, staklo, papir i gorivo iz otpada.

Biološkom obradom otpada se dobiva produkt koji je stabiliziran i neaktivan te koji se može odlagati na odlagališta ili koristiti kao humus. [10]



Slika 11. Mehanička obrada otpada [10]

10.3. OBRADA GRAĐEVNOG OTPADA

Ukupna površina za reciklažno dvorište građevnog otpada iznosi 4 890 m^2 . Građevni će se otpad skladištiti na makadamskoj podlozi. Kapacitet postrojenja za obradu građevnog otpada iznosit će 20 t/h.

Građevni otpad nastaje gradnjom, rekonstrukcijom, uklanjanjem ili održavanjem građevina. Taj otpad je financijski racionalnije pripremati za ponovnu uporabu nego odlaganje. Građevni otpad se dijeli na sljedeće vrste;

- željezni metalni materijali
- neželjezni metalni materijali (žice,vodiči, cijevi, armature i drugo)
- crijep
- gipsane zidne pregrade
- ostaci čišćenja zemljišta
- asfalt
- agregati.

Oporabom građevnog otpada nastaje niz novih materijala kao što su granulirani materijali, asfalt, sitni mineralni otpad i drugo. Granulirani materijali se koriste kod izgradnje zaštitnih nasipa protiv buka uz autoceste, učvršćenje tla u slojevima bez veziva, uređenje parkirališta i drugo. [11]

10.4. RECIKLAŽNO DVORIŠTE

Reciklažno dvorište je površina namijenjena za odvojeno odlaganje komunalnog otpada koje stanovnici samostalno donose kao što je papir, metal, staklo, plastika i tekstil. Predviđa se njegov smještaj u blizini ulaza u CGO i površina veličine oko 390 m^2. Za prihvat opasnih komponenti komunalnog otpada kao što su ambalaže od pesticida, boje, iskorištena jestiva ulja, sredstva za čišćenje, otapala, ljepila, neonska rasvjetna tijela, stari živini termometri, istrošeni akumulatori, baterije, motorna ulja, ambalaža i filtri motornih ulja, ostaci lijekova i drugo, predviđeni su posebni spremnici. Reciklažno dvorište mora obavezno biti zaštićeno od

požara i prostor za odvajanje komponenti komunalnog otpada će se izgraditi s vodonepropusnom podlogom. U dvorište se predviđa postavljanje kontejnera za skladištenje, manipulativnih površina od vodonepropusnog betona sa sustavom odvodnje oborinskih voda, taložnika i separatora ulja i masti i tipskih betonskih boksova montažne konstrukcije. [12]

10.5. OBRADA OTPADNIH VODA

Na lokaciji centra za gospodarenje otpadom predviđa se izgradnja postrojenja za pročišćavanje onečišćenih otpadnih tehnoloških i procjednih voda. Preporučuje se obrada u membranskim bioreaktorima sa nanofiltracijom koji će procjedne vode pročistiti na razinu vode koje se mogu ispuštati u kanalizaciju.

Sustav za obradu otpadnih voda sastoji se od:

- otvorenog bazena za prikupljanje procjednih i tehnoloških voda
- uređaja za pročišćavanje otpadnih tehnoloških i procjednih voda
- zatvorenog spremnika za prihvat pročišćenih voda. [13]

10.6. ODLAGALIŠTE ZA NEOPASNI I INERTNI OTPAD

Odlagalište neopasnog i inertnog otpada će biti površine od oko 10,3 hektara. Izgradnja planiranog odlagališta provest će se kroz šest faza te bi se na kraju sastojalo od pet kazetnih prostora za odlaganje te prostorom za odlaganje inertnog otpada. Za svaku kazetu će se trebati voditi računa o zaštiti integriteta postavljenih sustava. Otpad koji se planira odlagati neće biti neobrađeni komunalni otpad kao što je prije bila praksa, već će najvećim dijelom biti obrađeni biootpad iz mehaničko-biološke obrade. [14]

Grad Split i Splitsko-dalmatinska županija (SDŽ) su krenuli u proces ekološkijeg zbrinjavanja otpada. Centar za gospodarenje otpadom imat će:

- Postrojenje za mehaničku obradu ostatka nerazvrstanog, miješanog komunalnog otpada
- Pogon za obradu mehanički izdvojenog biorazgradivog otpada

- Pogon za dozrijevanje kompostu sličnih proizvoda
- Pogon za biološku obradu prethodno izdvojenog biorazgradivog otpada
- Pogon za dozrijevanje komposta iz prethodno odvojenog biootpada
- Reciklažno dvorište
- Postrojenje za obradu građevnog otpada
- Odlagališta za obrađeni i neopasni otpad
- Sustav za prikupljanje i pročišćavanje otpadnih voda.

10.6. RAZMATRANJE PROJEKTA CGO

U ovoj će se točki pokušati kritički razmotriti neki aspekti projekta CGO-a. Što se tiče trenutačnog stupnja realizacije projekta, za izgradnju CGO potrebno je ishoditi građevinsku dozvolu i naći izvođače radova.

Tablicom 1. dana je SWOT analiza za Centar zs gospodarenje otpadom.

Tablica 1. SWOT analiza CGO SDŽ

Strengths	***Weaknesses***
- Jaka politička volja da se izgradi CGO - Financiranje od strane Europske unije - Moderno postrojenje koje zadovoljava regulative EU	- Kašnjenje u realizaciji projekta - Velika udaljenost CGO od pretovarnih stanica - Slaba infrastruktura za odvajanje otpada - Teritorijalna rascjepkanost SDŽ i manjak infrastrukture
Opportunities	***Threats***
- Svijest o potrebi rješavanja nagomilanih problema s otpadom - Ostvarivanje prihoda prodajom recikliranog materijala - Očuvanje okoliša u skladu s regulativama EU - Revitalizacija ruralnog dijela Dalmacije	- Negativan stav stanovnika općine Lećevica o odlagalištu otpada u njihovoj blizini - Povezivanje CSGO-a sa današnjim odlagalištima - Povećanje cijene komunalnih usluga - Nedostatak suradnje stanovništva u razvrstavanju otpada

Lećevica se nalazi na granici sa Šibensko-kninskom županijom i udaljena je 40-ak km od Splita te je na visini od 500 m nadmorske visine; usto Split se nalazi između Lećevice i svih ostalih planiranih pretovarnih stanica. Iznimka su mjesta u okolici Lećevice kao što je Trogir iz kojih će se otpad direktno dostavljati u odlagalište otpada Lećevica.

Skoro sav otpad koji građani Splitsko-dalmatinske županije proizvodu, a to je oko 450 000 ljudi, morat će se prevoziti kamionima na put otprilike dug 40 km i penjati se na nadmorsku visinu od 500 m. Takvim prijevozom se troši velika količina energije i ispušta ogromna količina ugljikovog dioksida u atmosferu. Cilj odlagališta otpada je briga o okolišu, a ovim načinom to postaje upitno. Bolji izbor možda bi bila izgradnja odlagališta u Splitu, na lokaciji gdje je sadašnje odlagalište otpada Karepovac (Tablica 2.). Karepovac je veličine 25 ha, isto kao što bi odlagalište otpada Lećevica trebalo biti. To bi i mijenjalo način izgradnje odlagališta. Više ne bi bilo građeno *ex-situ* metodom već *in-situ*. Na odlagalištu otpada Karepovac 2013. godine odloženo je 122 857 tona otpada, a u cijeloj Splitsko-dalmatinskoj županiju 213 540 tona otpada čime odlagalište otpada Karepovac već sada prima 57,5 % otpada Splitsko-dalmatinske županije. [26]

Tablica 2. Prednosti i nedostatci odabira lokacije CGO „Karepovac“

Prednosti	Nedostatci
- Ušteda na prijevozu miješanog komunalnog otpada	- Otpor stanovnika prema odlagalištu otpada u blizini njihovih domova
- Smanjenje emisije ugljikovog dioksida	- Nalazi se u blizini velikog broja stanovnika
- Unaprijed postojanje lokacije	- Moguće onečišćenje zraka
- Ne ugrožava se životinjsko stanište izgradnjom CGO na novoj lokaciji	- Štetne posljedice ako dođe do proboja procijedih voda

10.7. PRIJEDLOG POSTROJENJA ZA SORTIRANJE MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA U SPLITSKO-DALMATINSKOJ ŽUPANIJI

U ovom radu je naveden prijedlog rješenja za odvajanje reciklabilnog otpada od mješovitog komunalnog otpada, a nerazvrstani miješani komunalni otpad ide na mehaničko-biološki tretman.

U Splitsko-dalmatinskoj županiji ne postoji primarna selekcija otpada u punom smislu te riječi i zbog toga bi postrojenje za sortiranje otpada trebalo odvajati sav dovedeni otpad. Prerada mješovitog komunalnog otpada se ne treba izvoditi isključivo sortiranjem otpada u šarene kontejnere. Hrvatska kompanija Tehnix je preradu mješovitog komunalnog otpada dovela skoro do savršenstva i njihovu tehnologiju koriste Krk i Prelog.

Sortiranje otpada započinje dolaskom mješovitog komunalnog otpada u Centar za gospodarenje otpadom koji bi trebao biti na Karepovcu gdje dolazi do postrojenja za sortiranje otpada. Linija za predobradu otpada sadržavala bi ove uređaje i imala bi ove funkcije:

1. Vertikalni konvejer – dolazni otpad bi se transportirao na visinu prikladnu za rad ostalih uređaja.
2. Otvarač vreća – služi za oslobađanje otpada koji dođe u vrećama za smeće.
3. Vibracijski dodavač – ne trebaju sve linije za sortiranje imati ovaj uređaj, ali je potreban kod linija gdje se koriste senzori za razdvajanje otpada. Za uspješan rad senzora, otpad mora biti udaljen najmanje 30 mm.
4. Konvejer – služi za transport otpada između uređaja.

Iz miješanog komunalnog otpada bi se prvo odvajalo željezo. Odvajanje željeza se radi velikim industrijskim magnetima koji su postavljeni iznad transportne trake i odvajaju ga. Nakon toga MKO ide do sita s rotirajućim bubnjem koje razdvaja otpad na tri vrste s obzirom na promjer:

- $d < 80$ mm
- $80 < d < 300$ mm
- $d > 300$ mm.

Otpad kojemu je promjer manji od 80 mm se opet transportira do magneta za odvajanje željeza i separatora s izmjeničnom strujom za odvajanje aluminija te sve preostalo ide na aerobno kompostiranje i naposljetku na odlagalište otpada. Otpad promjera većeg od 300 mm ide do usitnjivača koji mu smanjuje dimenzije i vraća do početnog magneta. Ostali otpad nastavlja svoj put gdje dolazi do industrijskog magneta koji još jednom razdvaja željezo te na separator sa izmjeničnom strujom koji odvaja aluminij od otpada. Ovim postupcima bi se

trebala ukloniti velika većina metalnog otpada. Ostatak nerazvrstanog otpada dolazi do NIR senzora koji odvaja plastiku i šalje prema balističkom separatoru. Balistički separator razvrstava plastiku na laganu i tešku plastiku. Lagana plastika poput plastičnih folija se odvaja NIR senzorima a ostatak iskorištava kao gorivo. Za odvajanje teške plastike koriste se dva različita NIR senzora koja je odvajaju u PE/PP frakciju i PET frakciju. Ostatak plastike se spaja sa ostatkom lagane plastike i iskorištava kao gorivo. Početni dio otpada, koji nije razvrstan kao metal i plastika, dolazi do još jednoga NIR separatora koji odvaja papir i još jednoga koji odvaja staklo. Razdvojeni metal, plastika, papir i staklo se odvode na recikliranje a preostali otpad ide na odlagališta.

10. ZAKLJUČAK

Gospodarenje otpadom je za društvo veoma važna djelatnost koja se sastoji od više postupaka. Za uspješno gospodarenje otpadom se svi postupci moraju obavljati jednakim trudom. Gospodarenje otpadom mora početi individualnom akcijom u cjelokupnoj zajednici s ciljem njegova smanjenja, pronalaska nove upotrebe za nastali otpad i odvajanja otpada koji se može reciklirati. Samo zato što u neki centar za gospodarenje otpadom ide miješani komunalni otpad, ne znači da se možemo opustiti i prestati brinuti o okolišu. Državne strukture bi trebale preuzeti odgovornost i osigurati potrebnu infrastrukturu za ispravno gospodarenje otpadom i informirati javnost o načinima zbrinjavanja otpada.

Nažalost, nije moguće u potpunosti smanjiti otpad, naći mu ponovnu upotrebu ili ga reciklirati. Konačni načini rješavanja otpada kao što su odlagališta otpada moraju se odgovorno održavati tako da ne dođe do zagađivanja okoliša i trovanja ljudi. Odlagališta otpada se trebaju sanirati i zatvarati kada ispune svoju svrhu. Toplinskom obradom velika većina otpada nestaje i može se spaljivanjem stvarati korisna energija. Problem spaljivanja otpada kao konačnog rješenja je otpuštanje vrlo otrovnih tvari u atmosferu. Tvornice novijih generacija uspjele su smanjiti emisiju dioksina, ali još uvijek postoji rizik od takvog načina obrade otpada i javnost razumljivo ne želi da se tako rješava otpadom u blizini njihovih domova.

U radu je korištenjem SWOT analize razmotren projekt budućeg Centra za gospodarenje otpadom u Splitsko-dalmatinskoj županiji (CGO). Uspoređene su prednosti i nedostatci planirane lokacije CGO Lećevica i alternativne verzije „Karepovac“. Odlagalište otpada „Karepovac“ u ovom trenutku prima 57,5 % otpada Splitsko-dalmatinske županije.

Kako tijekom izrade nisu pronađene informacije o načinu procesiranja miješanog komunalnog otpada, u radu je predložen koncept postrojenja za sortiranje mješovitog komunalnog otpada. U tom postrojenju bi se odvajao sav reciklabilni otpad, a nerazvrstani miješani komunalni otpad odvodio na odlagalište otpada.

11. LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_management, Pristupljeno: 2019-09-05

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_minimisation, Pristupljeno: 2019-09-05

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Reuse, Pristupljeno: 2019-09-05

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Recycling, Pristupljeno: 2019-09-05

[5] https://www.cistoca-ri.hr/edukacija/kompostiranje,

[6] https://hr.wikipedia.org/wiki/Spalionice_otpada, Pristupljeno: 2019-09-05

[7] http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/odlagalista_otpada_i_sanacije/

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_hierarchy, Pristupljeno: 2019-09-05

[9] http://rcco.hr/zupanijski-centar-za-gospodarenje-otpadom/

[10] http://rcco.hr/postrojenje-za-mehanicko-biolosku-obradu-otpada/

[11] http://rcco.hr/obrada-gradevnog-otpada/

[12] http://rcco.hr/reciklazno-dvoriste/

[13] http://rcco.hr/obrada-otpadnih-voda/

[14] http://rcco.hr/odlagaliste-za-neopasni-i-inertni-otpad/

[15] https://stateofgreen.com/en/sectors/waste/denmarks-has-the-cleanest-waste-incineration-plants/

[16] https://greentumble.com/waste-incineration-advantages-and-disadvantages/

[17] https://hr.wikipedia.org/wiki/Rasplinjavanje Pristupljeno: 2019-09-11

[18] https://hr.wikipedia.org/wiki/Piroliza, Pristupljeno: 2019-09-11

[19] https://hr.wikipedia.org/wiki/Anaerobna_digestija, Pristupljeno: 2019-09-11

[20] https://en.wikipedia.org/wiki/Laser-induced_breakdown_spectroscopy, Pristupljeno: 2019-09-12

[21] Inženjerstvo zaštite okoliša; Prof. dr. sc. Z. Prelec

[22] Barković, D., Kunica, Z., Belić, D. (2017) *Sustav za automatsko sortiranje otpada - rješenje za Zagreb? = Automatic waste sorting system - a solution for Zagreb?* EGE: energetika, gospodarstvo, ekologija, etika, XXV. (4). pp. 102-105.

[23] https://www.cistoca-ri.hr/edukacija/otpad-nije-sme%C4%87e

[24] http://rcco.hr/osnovni-podaci/

[25] https://www.peaks-eco.com/ballistic-screen/ballistic-separator-cooperate-with-brt-11.html

[26] Strategija razvoja društva „regionalni centar čistog okoliša d.o.o.“ za razdoblje 2017.–2019.