Struktura sustava odlaganja otpada

Vorih, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:338164

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 363/GR/2019

Struktura sustava odlagališta otpada

Mario Vorih, 0966/336

Varaždin, kolovoz 2019. godine

Sveučilište
Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 363/GR/2019

Struktura sustava odlagališta otpada

Student

Mario Vorih, 0966/336

Mentor

Mirna Amadori, dipl. ing.

Varaždin, kolovoz 2019. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za graditeljstvo

STUDIJ: preddiplomski stručni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK: Mario Vorih | MATIČNI BROJ: 0966/336

DATUM: 21.8.2019. | KOLEGIJ: Organizacija građenja

NASLOV RADA: STRUKTURA SUSTAVA ODLAGANJA OTPADA

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Structure of the landfill system

MENTOR: Mirna Amadori | ZVANJE: predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA:
1. prof. dr. sc. Božo Soldo
2. Mirna Amadori, predavač
3. doc. dr. sc. Matija Orešković
4. doc. dr. sc. Lovorka Gotal Dmitrović
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 363/GR/2019

OPIS:

Pristupnik treba u svom radu detaljno obraditi način odlaganja otpada kao i opisati tehnologiju odlaganja otpada.

Rad treba sadržavati slijedeća poglavlja:

1. Uvod
2. Odlagališta otpada
3. Odlagalište otpada Jakuševec
4. Tijelo odlagališta
5. Tehnologija odlaganja otpada
6. Sustav otplinjavanja odlagališta
7. Generatorski kontejneri plinskog postrojenja
8. Kontejneri s bakljama plinskog postrojenja
9. Sustavi za prikupljanje i obrade procjednih voda
10. Postrojenje za biokompostiranje
11. Postrojenje za energiju iz deponijskog otpada

ZADATAK URUČEN: 23.08.2019. | POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE SJEVER

PREDGOVOR

Zahvaljujem svojoj mentorici dipl. ing. Mirni Amadori koja je pratila cijeli proces nastajanja ovog završnog rada. Koja me svojim savjetima i prijedlozima usmjeravala kako da prevladam probleme koji su se pojavili tijekom izrade završnog rada. Također želim zahvaliti svojim nesebičnim kolegama s posla, koji su mi pomagali tokom upoznavanja ove teme, također i neke dokumentacije iz koje su izvađene neke stvari. Hvala svim mojim dragim prijateljima i kolegama koji su uljepšali i olakšali ovaj put.

SAŽETAK

Naslov rada: Struktura sustava odlagališta otpada

Autor rada: Mario Vorih

Mentor: Mirna Amadori, dipl. ing. građ.

Cilj ovog istraživanja je prikazati strukturu i organizacijske sustave odlagališta otpada na konkretnom primjeru Jakuševca/Prudinca, na kojem sam neko vrijeme radio. U radu su opisani svi dijelovi (podsustavi) samog odlagališta, te kako funkcionira svaki zasebno i u cijelini. Cijelo odlagalište otpada je veliki sustav sačinjen od sklopa manjih podsustava, nije samo obična ploha u koju se ostavlja sve ono nepotrebno i štetno već je suvremeni pogon proizvodnje plina uz stalni nadzor podzemnih voda, zraka, otpada i životinjskog svijeta. Veliki podsustavi poput prikupljanja i obrade procjednih voda, odvodnje oborinskih voda, otplinjavanja tijela odlagališta, generatora, baklji su opisani zasebno u nastavku. Uz sve to postoji jos dosta dijelova odlagališta u koje spada i kompostana odnosno postrojenje za obradu biootpada gdje se od biološkog otpada, procesima dolazi do komposta. Dobiveni kompost to jest materijal koristi se za prekrivanje i ozelenjavanje gradskih i drugih zemljišta. Još jedan od podsustava je reciklažni građevinski otpad, gdje se isti odlaže i na postrojenju se obrađuje, te se razvrstava ovisno o frakcijama dobivenim nakon obrade. Sav taj reciklirani i nereciklirani građevinski materijal koristi se na odlagalištu a i izvan njega.

Ključne riječi: odlagalište otpada, plin, procjedne vode, oborinske vode, reciklažni, kompostana, recikažni građevinski otpad

ABSTRACT

Title: Structure of the landfill system

Author: Mario Vorih

Mentor: Mirna Amadori, dipl. ing. građ

The aim of this research is to present the structure and organizational system of the landfill on the specific example of Jakuševec/Prudinec, where I worked for a while. This work describes all components (systems) of the landfill itself, and how its functions separately and as whole. The entire landfill is a large system assembly, not only an ordinary surface into which all thats is unnecessary and harmful, but it is modern gas production facility with constant monitoring of groundwater, air, waste and wildlife. Large system such as leachate collection and treatment, storm water drainage, landfill body degassing systems, generator systems, torches are described separately below. In addition, there are many other parts of landfills that include compost or a bio-waste treatment plant, where bio-waste processes to compost. The resulting compost, that is material used to cover and green the city and other land. Another system is recycled counstrucion waste, where it is disposed of and treated at the plant and sorted according to the fractions obtained ater treatment. All of this recycled and non-recycled construcction material is used on landfill and outside him.

Keywords: landfill, gas, leachate, stormwater, recycling, composting, recycling construcion waste

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

PEHD	PolyEthylene High-density termoplastična masa koja nastaje polimerizacijom etilena (polietilen)
GP1	Generatorsko postrojenje 1
GP2	Generatorsko postrojenje 2
GP3	Generatorsko postrojenje 3
GP4	Generatorsko postrojenje 4
B1	Baklja 1
B2	Baklja 2
B3	Baklja 3
K1	Kompresor 1
K2	Kompresor 2
K3	Kompresor 3
SBR	Sekvencijalni biološki reaktor
EE	Elektronički i električni otpad
RGO	Reciklirani građevinski otpad
mm	milimetar
cm	centimetar
m	metar
m^3	kubični metar
kg	kilogram
kWh	kilovat po satu
MWh	megavat po satu
mbar	milibar
HEP	Hrvatska Elektroprivreda

SADRŽAJ

1. UVOD 11

1.1 Otpad prema svojstvima 11
1.2 Otpad prema mjestu nastanka 12
1.2 Načela gospodarenja otpadom 16

2. ODLAGALIŠTA OTPADA 17

2.1 Kategorije odlagališta otpada 17

3. ODLAGALIŠTE OTPADA JAKUŠEVEC 18

3.1 Povijest Jakuševca 19
3.2 Današnje stanje 20
3.3 Ulazna/izlazna zona odlagališta 20
3.4 Opisi postrojenja i lokacija 22

4. TIJELO ODLAGALIŠTA 23

4.1 Donji brtveni sloj i detekcija oštećenja geomembrane 23
4.2 Sustav za detekciju propuštanja 23
4.2 Prometnice i platoi za promet 24
4.3 Istovarna ploha otpada 24
4.4 Prekrivanje otpada čistom zemljom 25
4.5 Nasipi i međunasipi na odlagalištu 25
4.5.1 Obodni kanali za odvodnju oborinskih voda 25
4.5.2 Drenažno nožište odlagališta 26
4.5.3 Gornji brtveni sloj i gotova prekrivka 26
4.5.4 Plinski sustav stalnog i privremenog otplinjavanja odlagališta 26

5. TEHNOLOGIJA ODLAGANJA OTPADA 27

5.1 Istresanje otpada iz kamiona i rasprostiranje otpada u slojeve 27
5.2 Zbijanje otpada kompaktorima 27
5.3 Dnevno i međuetažno prekrivanje otvorenog otpada 28
5.4 Prometni putevi po odlagalištu 28

6. SUSTAV OTPLINJAVANJA ODLAGALIŠTA 29

6.1 Sustav otplinjavanja sondama 31

7. GENERATORSKI KONTEJNERI PLINSKOG POSTROJENJA 34

7.1 Sustav za upravljanje generatora 36

7.2 Sustavi za hlađenje motora/generatora 36
7.3 Detektiranje propuštanja plina 37
7.4 Stavljanje u pogon odnosno gašenje 37
7.5 Regulacija same smjese za izgaranje (metana) 38
7.6 Sustav čišćenja odlagališnog plina aktivnim ugljenom 39
7.7 Sustav čišćenja zraka za izgaranje i ventilaciju (odlaživač zraka) 39

8. KONTEJNERI S BAKLJAMA PLINSKOG POSTROJENJA 40

8.1 Upravljački kontejner plinskog postrojenja 41
8.2 Sanitarni kontejner s radionicom 41

9. SUSTAVI ZA PRIKUPLJANJE I OBRADE PROCJEDNIH VODA 42

9.1 Sanitarna otpadna voda 42
9.2 Oborinske vode s prometnica, površinske vode s odlagališta 42
9.3 Tehnološka otpadna voda iz perilišta kotača 43
9.4 Sustav upravljanja procjednim vodama 45

10. POSTROJENJE ZA BIOKOMPOSTIRANJE 47

10.1 Ozemljavanje 48
10.2 Opis tehnologije 49
10.2 Dozrijevanje i skladištenje 49

11. POSTROJENJE ZA RECIKLAŽU GRAĐEVINSKOG OTPADA 51

11.1 Opis postrojenja za reciklažu građevinske šute 52
11.2 Montirana oprema na postrojenju reciklažnog građevinskog otpada 53

12. ZONA ZA PRIVREMENO SKLADIŠTENJE 54
13. ZAKLJUČAK 55
14. LITERATURA 56
POPIS SLIKA 57

1. UVOD

Otpad su tvari i predmeti koje planiramo odbaciti jer nam više ne trebaju, ali se mogu ponovno iskoristiti ili reciklirati. Smeće je otpad s kojim se neprimjereno ili pogrešno rukuje. Miješanjem različitih vrsta otpada nastaje smeće koje je vrlo teško i samo djelomično moguće reciklirati uz visoke troškove. Čovjek je jedino biće na svijetu koje stvara otpad. Jedna osoba dnevno proizvede do 1,20 kg komunalnog otpada, a godišnje u Hrvatskoj se odloži 3 157 963 tona komunalnog otpada. Neselektirani otpad se svakodnevno gomila, a njegova razgradnja traje dugo (primjeri razgradnje):

- kora naranče - 2-5 tjedana
- papirnata maramica - 3 mjeseca
- novine - 3-12 mjeseci
- šibice - 6 mjeseci
- cigarete s filterom - 1-2 godine
- žvakaća guma - 5 godina
- limenka - 10-100 godina
- sintetički materijali - 500 godina
- plastične ambalaže - 1000 godina
- staklo - 4000 godina

1.1 Otpad prema svojstvima

1) **Opasan otpad** – uključuje otpad koji posjeduje jednu ili više karakteristika zahvaljujući kojima je opasan za život i zdravlje ljudi, okoliš ili imovinu osoba. 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, zarazno djelovanje. Manje količine opasnog otpada nastaju u domaćinstvu i zovu se problematične tvari.

Razvrstava se kao:

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

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

Inertni otpad je netopiv u vodi, nije goriv, niti na koji drugi način reaktivan, a ni 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.

1.2 Otpad prema mjestu nastanka

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.

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.

Može biti:

- **procesni** – otpadne tvari specifične za svaku industriju i razlikuju se po kemijskim i fizikalnim svojstvima
- **neprocesni** – 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.

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) Posebne kategorije otpada čine biootpad, otpadni tekstil i obuća, otpadna ambalaža, 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.

- 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 su 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, 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.

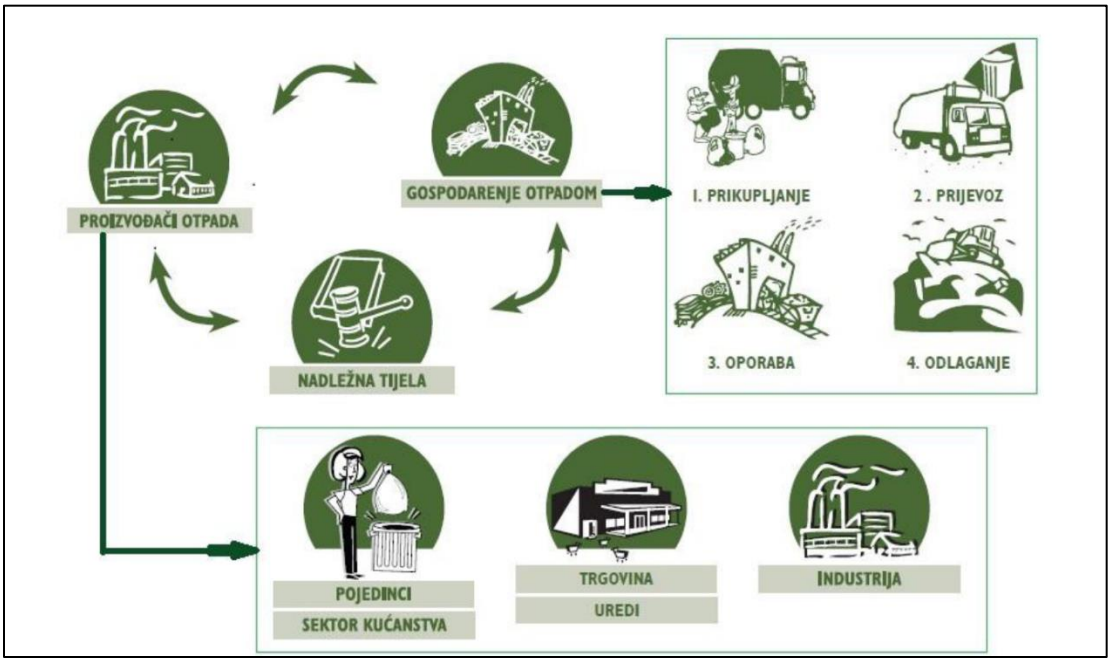
Svakodnevno u kućanstvima koristimo predmete koji se pri odlaganju klasificiraju kao opasni otpad (baterije, sprejevi ulja, boje, pesticidi, boce pod tlakom…). Iako opasni otpad čini mali dio komunalnog otpada, kada se pomiješa s ostalim otpadom može doći do kontaminacije te tako nastati veća količina opasnog otpada.

Gospodarenje otpadom vrlo je složena djelatnost koja zahvaća sve grane gospodarstva, proizvodnje i potrošnje, a sadrži čitav niz postupaka i tehnologija od kojih se velik dio primjenjuje u različitim oblicima. Gospodarenje otpadom predstavlja veliki problem zaštite okoliša u nerazvijenim zemljama trećeg svijeta, ali i u nekim razvijenim zemljama. Jedan od glavnih problema današnjice predstavlja konstantno prebacivanje otpada iz razvijenih zemalja u one nerazvijene, a često se kod tih prebacivanja otpad ne zbrine po propisima, odnosno najvišim standardima. Ekonomski troškovi zbrinjavanja otpada su visoki te se gospodarenje otpadom najčešće financira iz državnog ili lokalnog proračuna. Značajne uštede na troškovima

gospodarenja otpadom mogu se napraviti modernizacijom opreme za prikupljanje otpada, modifikacijom motornih vozila i javnom edukacijom o problemima zagađenja i neadekvatnog odlaganja otpada. Kako bi reducirale troškove i generalni volumen otpada određene zemlje u svijetu primjenjuju "pay as you throw" (plati koliko baciš) metodu. Recikliranje otpada također dovodi do smanjenja troškova gospodarenja tako što u konačnici smanjuje volumen proizvedenog otpada.

U okviru cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, zastupljeni su sljedeći važniji postupci, zavisno o vrsti i svojstvima otpada (slika 1.1.):

- izbjegavanje nastajanja otpada i smanjivanje opasnih svojstava:
- skupljanje i prijevoz otpada,
- vrednovanje – uporaba otpada (reciklaža, termička obrada, odvojeno skupljanje...)
- konačno zbrinjavanje ostatnog otpada - odlaganje na deponiju s i bez proizvodnje bioplina



Slika 1.1. Shematski prikaz gospodarenja otpadom

1.2 Načela gospodarenja otpadom

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

2. „načelo blizine“ – obrada otpada mora se obavljati u najbližoj odgovarajućoj građevini ili uređaju u odnosu na mjesto nastanka otpada, uzimajući u obzir gospodarsku učinkovitost i prihvatljivost za okoliš;

3. „načelo samodostatnosti“ – gospodarenje otpadom će se obavljati na samo dostatan način omogućavajući neovisno ostvarivanje propisanih ciljevana razini države, a uzimajući pri tom u obzir zemljopisne okolnosti ili potrebu za posebnim građevinama za posebne kategorije otpada;

4. „načelo sljedivosti“ – utvrđivanje porijekla otpada s obzirom na proizvod,ambalažu i proizvođača tog proizvoda kao i posjed tog otpada uključujući iobradu.

Red prvenstva gospodarenja otpadom:

- spriječiti nastanka otpada
- priprema za ponovnu uporabu
- recikliranje
- drugi postupci oporabe npr. energetska oporaba
- zbrinjavanje otpada

2. ODLAGALIŠTA OTPADA

Odlagalište otpada (deponija ili smetlište) je građevina namijenjena za trajno odlaganje otpada, kao organizirane komunalne djelatnosti. U sklopu odlagališta otpada mogu se nalaze i građevine za skladištenje te obrađivanje otpada. Primjer ovog završnog rada je odlagalište otpada Prudinec (Jakuševec) u Zagrebu. Aktivna odlagališta mogu se razvrstati u pet kategorija.

2.1 Kategorije odlagališta otpada

1. **Legalna odlagališta** otpada su građevine za (trajno) odlaganje otpada, predviđene odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i sagrađene u skladu s važećim propisima, a rade uz odobrenje nadležnog tijela na temelju provedene procjene o utjecaju na okoliš te ishođenih dozvola.
2. **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, ishođenje potrebnih dozvola.
3. **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, a rade na temelju rješenja ili odluke nadležnog tijela te su u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih komunalnih poduzeća.
4. **Dogovorna 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, ali djeluju uz znanje ili u dogovoru s nadležnim tijelom. Uglavnom nisu u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih osoba.
5. **„Divlja“ odlagališta otpada** – smetlišta su manji neuređeni prostori koji nisu predviđeni za odlaganje otpada, a formirali su ih najčešće građani bez prethodnog znanja tijela lokalne samouprave. Ne raspolažu nikakvim dokumentima relevantnim za njihovo djelovanje, a otpad uglavnom individualno, dovoze građani.

Naravno, odlagalište Jakuševec spada u legalno odlagalište otpada.

3. ODLAGALIŠTE OTPADA JAKUŠEVEC

U južnom dijelu grada Zagreba nalazi se poznato naselje Jakuševac, koji, pored poznatog sajma, svoju "popularnost" najviše duguje glavnom odlagalištu smeća u gradu Zagrebu. Odlagalište na Jakuševcu (Prudinec) je odlagalište stalnog otpada glavnog grada i naravno okolice, a nalazi se na desnoj obali Save u jugoistočnom dijelu Zagreba. Kao što znamo otpad je potreban, odnosno uvijek mora postojati mjesto gdje će se smeće odvoziti, ali nitko od nas ljudi ne želi da to bude u blizini naselja gdje živimo.

Odlaganje otpada se obavlja na određenu plohu, što znači da su zadovoljeni potrebni uvjeti zaštite okoliša. Bitno je znati kako je odlagalište na Jakuševcu kategorizirano u I. kategoriju, što znači da ste prilikom ulaza na otpad dužni predati zakonom propisanu dokumentaciju kako bi se provjerilo da odlažete otpad koji odgovara I. kategoriji otpada.

Odlagalište Jakuševec-Prudinec je odlagalište komunalnog i neopasnog otpada grada Zagreba i njegove okolice (slika 3.1.) i građevina je koja se gradi u skladu sa Zakonom o gradnji. Projekt sanacije i nastavno građenja odlagališta otpada Jakuševec obavlja se prema građevnoj dozvoli iz 2000. g. (nova 2016. g.). Prema toj dozvoli građenje će se obavljati sve dok se ne popune sve plohe, izvede završni prekrivni sloj i izvedu svi zdenci za otplinjavanje. Odlagalište nije samo obična ploha na koju gotovo milijunsko stanovništvo grada ostavlja sve ono što smatra nepotrebnim i štetnim. Ono je i suvremeni pogon u kome se reciklira građevinski otpad, proizvodi kompost i plin uz stalni nadzor podzemnih voda, zraka, otpada i životinjskog svijeta.

Postrojenja i sustavi na odlagalištu otpada:

- tijelo odlagališta
- plinsko postrojenje
- postrojenje za biokompostiranje (kompostana)
- postrojenje za reciklažu građevinskog otpada (drobilica)
- interventni crpni sustav
- postrojenje za pročišćavanje procjednih voda (pročistač)
- ulaz koji uključuje vagu



Slika 3.1. Slika iz zraka koja prikazuje prema južnoj strani odlagališta otpada

3.1 Povijest Jakuševca

Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševec počelo se formirati 1965. godine kao "divlje" gradsko odlagalište na nepripremljenom zemljištu u plitkim šljunčarama, na riječnoj strani uz desnu obalu rijeke Save. Na taj je način nastalo neuređeno odlagalište na površini većoj od 80 hektara u neposrednoj blizini stambenih naselja grada Zagreba, udaljeno svega oko 5-6km od samog središta grada. Tridesetak godina se bez ikakvog nadzora (nadzor je započeo sredinom 90-tih godina) na odlagalište bacao komunalni, tehnološki, a vjerojatno i neki opasni otpad. Gradsko poglavarstvo je početkom 1990. godine pokrenulo izradu idejnog rješenja uređenja i zatvaranja odlagališta Prudinec/Jakuševec kojim se započelo 1995. godine saniranjem prve plohe. Cjelokupna sanacija dovršena je 2003. godine kada su izgrađene 4 plohe te je odlagalište pretvoreno u kontrolirano odlagalište I. kategorije.

3.2 Današnje stanje

Na odlagalište Jakuševec se dnevno dopremi približno 971 tona neopasnog otpada, što godišnje čini masu od oko 350.000 tona. Tijekom posljednjih godina dnevna količina otpada koja se ugrađuje se znatno smanjila se što će na godišnjoj razni će iznositi 260.000 tona. Nakon ugradnje otpad se prekriva svakodnevno slojem zemljanog materijala u debljini od 10cm. Tijelo odlagališta je podijeljeno u 6 ploha, s time da je šesta ploha najveća, pa je zbog svoje veličine podijeljena u 3 dijela. Trenutno se popunjava drugi dio te plohe.

Na svim plohama izvedeni su temeljni donji brtveni slojevi sa sustavom drenaže.

3.3 Ulazna/izlazna zona odlagališta

Na ulazu je prostor s portom smješten na rubnom sjeverozapadnom dijelu odlagališta (ulaz sa Sajmišne ceste – slika 3.2.). U njemu se nalaze 3 elektroničke vage za vozila čistoće. Vozila s otpadom i zemljom se važu prilikom ulaza i izlaza te se u računalu evidentiraju potrebni podaci. Uz to se obavlja vizualna kontrola i preuzimanje propisane dokumentacije. Ulaz je opremljen opremom za video nadzor i uređajem za automatsko mjerenje radioaktivnosti.



Slika 3.2. Ulaz kamiona na odlagalište otpada

Na izlazu iz odlagališta kada kamion izvrši istovar smeća ili zemlje postoje dva uređaja za automatsko pranje kotača vozila (slika 3.3.). Na taj se način sprječava iznošenje onečišćenja i blata na prometnice izvan odlagališta. Taj automatski uređaj sadrži senzore kada kamion ili neki drugi korisnik uđe u njega, te se aktivira pranje koje traje otprilike minutu. Semaforom je označeno kada je pranje završeno.

Ukoliko nije vozilo dovoljno očišćeno, to isto može ponoviti proces više puta.



Slika 3.3. Automatski perač kotača kamiona i ostalih korisnika odlagališta otpada

3.4 Opisi postrojenja i lokacija

Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševec obuhvaća sljedeće cjeline:

- Ulazno – izlazna zona - služi za provođenje vaganja vozila s otpadom ili zemljom, pregled dokumentacije o otpadu te vizualna kontrola dovezenog otpada.
- Tijelo odlagališta – je zona za odlaganje otpada - odlagalište neopasnog otpada sastoji se od 6 ploha za odlaganje otpada ukupnog kapaciteta 15.12 mil. m^3.
- Sustav za prikupljanje i gospodarenje odlagališnim plinom – obuhvaća plinsko crpnu stanicu u okviru koje se gospodari odlagališnim plinom, tj.proizvodi se električna i toplinska energija. Sustav za prikupljanje odlagališnog plina obuhvaća aktivno otplinjavanje odlagališta koje se sastoji od plinskih zdenaca, kondenznih lonaca i plinovodne mreže do plinske stanice s opremom (generatorski kontejneri, kontejneri baklje..).
- Sustav za prikupljanje i obradu otpadnih voda - obuhvaća sustav za odvojeno prikupljanje i obradu procjednih voda, sustav za odvojeno prikupljanje sanitarne otpadne vode, sustav za odvojeno prikupljanje oborinske vode, sustav za odvojeno prikupljanje i obradu zauljenih oborinskih i otpadnih voda s manipulativnih površina, sustav za odvojeno prikupljanje tehnoloških otpadnih voda iz perilišta kotača
- Postrojenje za biokompostiranje - u biokompostani se iz odvojeno prikupljenog otpada (grana, kore, lišća, piljevine, te papira, biomuljeva i drugih kompatibilnih materijala) aerobnim procesom proizvodi kompost
- Postrojenje za reciklažu građevinskog otpada - samo za reciklažu sortiranog građevinskog otpada, kapaciteta 50 tona na sat, spriječava uništavanje prirodnih bogatstava, svojim proizvodima zamjenjujući one koje bismo morali uzimati iz prirodnog okoliša
- Zona za privremeno skladištenje – obuhvaća plato za međuodlaganje metalnog otpada i istrošenih guma

4. TIJELO ODLAGALIŠTA

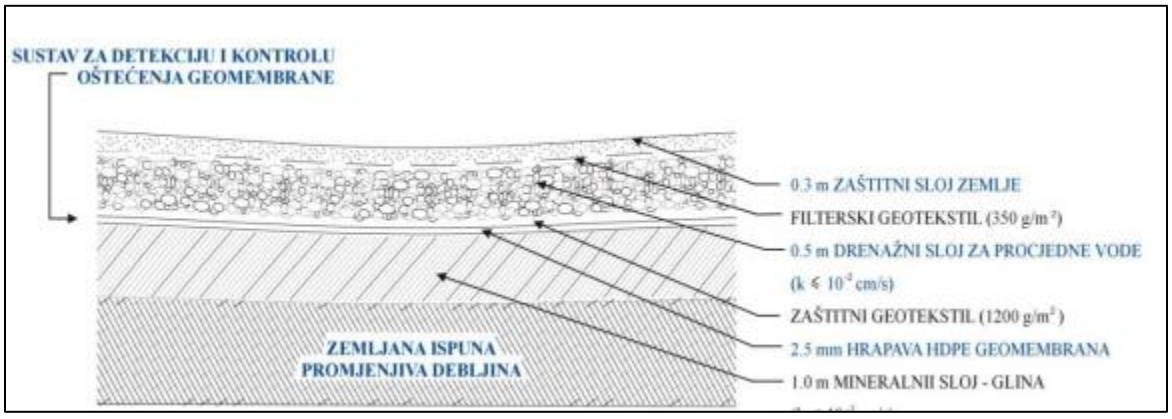
Tijelo odlagališta ima niz podsustava, a to su redom:

4.1 Donji brtveni sloj i detekcija oštećenja geomembrane

- na cijeloj površini tijela odlagališta izgrađen je temeljni donji brtveni sloj (slika 4.1.). Na dijelu na kojemu se još ne odlaže otpad potrebno je održavati taj izgrađeni dio, u skladu s projektom i pravilima struke.
- temeljni brtveni sustav za radne plohe izveden je kao složena cjelina koja se sastoji od 2,5 milimetara debele, fleksibilne geomembrane od polietilena visoke gustoće (PEHD – polistirenska plastika) koja je poduprta zaštitnim glinenim slojem niske propusnosti. Ta dva brtvena elementa osiguravaju zaštitu podzemne vode na način da se smanji mogućnost prodiranja procjednih voda do temeljnog sloja. Geomembrane od PEHD-a se često koriste u industriji odlaganja otpada zbog njihove čvrstoće, trajnosti i kemijske otpornosti na velik broj supstanci koje se obično nalaze na odlagalištima otpada. Na geomembranu ugrađen je sustav za detekciju propuštanja kako bi se moglo utvrditi da li membrana pušta nakon instaliranja.

4.2 Sustav za detekciju propuštanja

Nakon postavljanja geomembrane sustavom za otkrivanje propuštanja, koji se postavi ispod sloja, ispituje se integritet geomembrane. Ovim sustavom se, prije početka odlaganja otpada, utvrđuje da li ima nekih propuštanja na brtvenom sustavu.



Slika 4.1. Presjek temeljnog brtvenog sustava s opisanim slojevima

4.2 Prometnice i platoi za promet

- sve pristupne prometnice se moraju graditi na način propisan projektom. Također, platoi se moraju izgraditi prije nego otpad bude dovezen na ugradnju, plato se proširuje i priprema prema potrebama, a mjesto i način izgradnje također je propisan projektom dokumentacijom. Tijekom upotrebe svakodnevno se ti podsustavi održavaju.

4.3 Istovarna ploha otpada

- sama ploha na kojoj se otpad prihvaća i ugrađuje te na kojem se svakodnevno (slika 4.2.), nakon ugradnje, obavljaju radovi dnevnog prekrivanja zemljom (inertnim materijalom). Otpad se ugrađuje prema projektu, s opremom i načinom kako je projektom propisano.



Slika 4.2. Istovarna ploha nakon istovara smeća i prije prekrivanja zemljom

4.4 Prekrivanje otpada čistom zemljom

- otpad se dnevno prekriva zemljom (inertnim materijalom) u sloju od 10 cm, a za dio tijela odlagališta koji neće biti u upotrebi (na dijelu gdje se otpad neće ugrađivati) u razdoblju duljem od 30 dana, prekrivanje se obavlja u sloju od 30 cm. U pripremi je i upotreba membrane (umjetnih materijala) za privremeno prekrivanje, a prema suvremenim i tehnološki unaprijeđenim načinom produljenog prekrivanja.

4.5 Nasipi i međunasipi na odlagalištu

U samom tijelu odlagališta postoje mnogi nasipi i međunasipi koji okružuju cijelu deponiju, u to spadaju obodni kanali za odvodnju oborinske vode, zečji nasipi ili drenažno nožište, sustav skupljanja i odvod procjednih voda. Sve te funkcije su izuzetno dobro odrađene, te obavljaju svoj predviđeni posao.

4.5.1 Obodni kanali za odvodnju oborinskih voda

- kanali zahtijevaju kontinuirano održavanje, osobito na dijelu odlagališta gdje je izgrađen sustav oborinske odvodnje s tijela odlagališta (slika 4.3.). Izrađeni su od betona, oblika trapeza s odgovarajućim padom prema samom jezeru.



Slika 4.3. Betonski kanal za odvodnju oborinskih voda

4.5.2 Drenažno nožište odlagališta

- u drenažno nožište spada sustav kanala oko tijela odlagališta na kojemu se otpad ugrađuje. Izuzetno važan dio koji redovno mora biti održavan kako ne bi došlo do prelijevanja procjednih voda preko nasipa i time se spriječilo zagađenje odvodnje oborinskih voda. Naziva se još i zečji nasip i obložen je na samom vrhu vrlo čvrstom i debelom folijom.

4.5.3 Gornji brtveni sloj i gotova prekrivka

- gotov sloj izgrađen na plohama, to jest svim plohama osim zadnje koja se popunjava. Izgradnja gornjeg brtvenog sloja (završna prekrivka) izvodi se kada se postigne projektom zadana visina tijela odlagališta, a na način kako je propisano projektom. Gotova prekrivka se mora redovno održavati, a na već izgrađenom dijelu ugrađeni su i reperi te se prati slijeganje samog tijela odlagališta. Kontinurano se prati mjerenjima da plin (metan, CH_4) ne prisustvuje atmosferi.

4.5.4 Plinski sustav stalnog i privremenog otplinjavanja odlagališta

- sustav je izgrađen na završenom dijelu odlagališta na kojemu se otpad više ne ugrađuje te na dijelu odlagališta na kojemu se otpad ugrađuje u vidu privremenog otplinjavanja. Na tom dijelu će se, po završetku izgradnje, također izbušiti zdenci i glave trajnog otplinjavanja. Izuzetno važan podsustav koji zahtjeva svakodnevno praćenje, održavanje i upravljanje.

Uz te same bitne sustave imamo još i važne podsustave za cjelovito odlagalište a to su: deponija zemlje, stalne prometnice, parkirališta, odvodnja, separatori, uređaji za pranje kotača, vanjska hidrantska mrežav, odovodna mreža, telekomunikacijska mreža, elektro mreža, kabeli i razvodni ormari, trafostanice i vanjska ograda.

Također, najvažnije je istaknuti i 2 postrojenja: uređaj za pročišćavanje procjednih voda (pročistač vode), te izuzetno važno plinsko postrojenje.

Te sve stavke su opisane u samom nastavku.

5. TEHNOLOGIJA ODLAGANJA OTPADA

5.1 Istresanje otpada iz kamiona i rasprostiranje otpada u slojeve

Odlagališni otpad se do radne plohe dovozi vozilima za prijevoz otpada. Vozilo ulazi na internu prometnicu i tehnološkom prometnicom kreće se do odlagališne plohe. Potom se otpad nasipava u vodoravnim slojevima debljine od oko 60 cm u rastresitom stanju, nakon čega se provodi zbijanje ili kompaktiranje uz ponavljanje postupka dok se ne postigne konačna debljina sloja. Kada se započinje s odlaganjem na novo uređenu plohu (na temeljni brtveni sustav), prvo se puni tijelo odlagališne plohe probranim otpadom. Pod probranim otpadom smatra se otpad bezkrupnih, šiljatih i sličnih po obliku tako prodornih materijala odnosno komada metalnog porijekla. Prva dva metra se pune otpadom bez krupnijih komada, čime se brtveni slojevi štite od oštećivanja ili probijanja.

5.2 Zbijanje otpada kompaktorima

Samo zbijanje otpada se provodi s kompaktorom mase od minimalno 32 tone (slika 5.1.). lzvođač mora izvesti barem dva prolaza po sloju preko svih područja. Zbijena podloga mora biti glatka i stabilna. Područja nakojima se za vrijeme zbijanja pojave nestabilni uvjeti kao što su gumiranje, pomicanje ili blatno tečenje treba biti po potrebi iskopano, te dodatno obrađeno i zbijeno. Zbijenost ugrađenog otpada mora iznositi minimalno 0,6 t/m^3.



.

Slika 5.1. Kompaktor koji provodi zbijanje otpada po propisima

5.3 Dnevno i međuetažno prekrivanje otvorenog otpada

Međupokrov (dnevni pokrov) je zemljani materijal koji se koristi za prekrivanje novog otpada odloženog na plohe odlaganja. Predvidive količine inertnog zemljanog materijala za dnevno prekrivanje su oko 250 m^3 zemlje na dan. Dnevno prekrivanje se provodi svaki radni dan (ponedjeljak, uključivo i subotu). Dopremu i odlaganje zemlje na istovarnu plohu ovjerava djelatnik investitora. Razastiranje i ugradnja zemljanog materijala obuhvaća prekrivanje 2/3 do 3/4 površine razastrtog otpada, dok se na ostatku plohe istovaruje prispjeli otpad. Prije završetka radnog vremena prelazi se na prekrivanje preostalog dijela odlagališne plohe. Prosječna debljina dnevne prekrivke iznosi 10 cm. Nadzorni inženjer kontrolira i ovjerava dopremljene količine zemlje za dnevnu prekrivku.

5.4 Prometni putevi po odlagalištu

Sam prijevoz novog otpada unutar granica odlagališta, nakon prolaska kroz ulazno izlaznu zonu. Do mjesta njegova odlaganja obavlja se samo po internim i tehnološkim prometnicama unutar područja odlaganja otpada. Ne predviđa se korištenje nikakvih drugih prometnica izvan navedenog područja, odnosno izvan prostora odlagališta Prudinec/Jakuševec. Unutar tog područja (područje samog tijela odlagališta uključujući i pristupne rampe). Tehnološka prometnica unutar tijela odlagališta služi za prijevoz otpada na pojedine radne razine (platoe) gdje se odvija njegovo istresanje, razastiranje i zbijanje.

U načelu tehnološka prometnica je najmanje širine 8 metara kako bi se omogućilo nesmetano mimoilaženje vozila. Prometnica se izvodi nasipavanjem sloja krupnog i sitnijeg inertnog kamenog materijala dobivenog obradom građevinskog materijala. U cilju sprječavanja naglog propadanja ili prevrtanja vozila s otpadom, ispod inertnog kamenog materijala od kojeg se gradi tehnološka prometnica, postavlja se tkani geotekstil. Minimalna debljina postavljenog sloja inertnog kamenog materijala je ona koja omogućava uobičajeni gradilišni autoprijevoz (preporučeno min. 50 cm).

6. SUSTAV OTPLINJAVANJA ODLAGALIŠTA

Veći sustav otplinjavanja odlagališta otpada Prudinec sastoji se od plinske mreže i plinskog postrojenja (slika 6.1.).

Plinska mrežu čini sustav za otplinjavanje plina (metan-CH_4) iz tijela odlagališta koji se sastoji od otprilike 7,9km mreže plinovoda s odvajačima kondenzata, sabirnih kondenznih šahtova i jama pet plinskih linija privremenog otplinjavanja na radnoj plohi gdje se obavlja dnevno odlaganje otpada. Te se sve zajedno crpi podtlakom u prihvat plina. Sastoji se od 131 plinska zdenca s kontrolnim regulacijskim ventilima.

Plinsko postrojenje se sastoji od četiri plinska motora s generatorima kapaciteta 530 m^3 plina po satu po jednom motoru, tri generatora čine ukupnu električnu snagu 3 MW, a četvrti najnoviji čak 1,2 MW, u postrojenje također spadaju i tri visokotemperaturne baklje s kompresorima kapaciteta 1700 m^3 plina po satu, one se uključuju samo kad generatori ne stignu obraditi plin ili kad ga ima viška.



Slika 6.1. Plinsko postrojenje sa svojim sadržajem

Zbog izbjegavanja štetnih emisija i energetskog iskorištavanja plina, uređeno odlagalište otpada pretpostavlja i nadzirano prikupljanje te obradu odlagališnog plina. Na taj se način omogućuje zaštita ozonskog sloja, izbjegavanje efekta staklenika te proizvodnja električne i toplinske energije iz prikupljenog odlagališnog plina.



Slika 6.2. i 6.3. Mjerenje plina na sondama uređajima, postotak prisutnosti plina (CH_4, lijevo), pritisak tlaka (desno)

6.1 Sustav otplinjavanja sondama

U slojeve otpada koji je ugrađen na pojedinim završenim plohama sondiraju se perforirane cijevi koje prihvaćaju plin koji se stvara raspadanjem organske komponente otpada, te se isti kompresorima izvlači sustavom podzemnih plinovodnih cijevi odvodi u stanicu za prikupljanje bioplina (prihvat plina).

U sustav aktivnog otplinjavanja također su spojene i pet izgrađenih linija tzv. privremenog otplinjavanja, koje aktivno otplinjavaju plohu tijekom gradnje, to je ploha na koju se trenutno odvozi smeće. Tim privremenim sustavom otplinjavanja je tijekom zadnje 4 godine iscrpljeno oko 5,75 mil. m^3 odlagališnog plina iskorištenog za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije. To nam ukazuje koliko svježi otpad svojim raspadanjem pravi plina koji se može itekako dobro iskoristiti.

U stanici za prikupljanje odlagališnog plina se isti kontinuirano analizira i kontrolira njegov kemijski sastav to jest kvaliteta. Kompresorima (K1, K2, K3) se tako iscrpljeni plin tlači i transportira prema potrošačima, prvenstveno prema plinskim motor-generatorima (GP1, GP2, GP3) za proizvodnju električne energije i predaju u sustav HEP-a, a preostala količina se termički obrađuje-spaljuje na visokotemperaturnim bakljama (B1, B2, B3).

Od prosinca 2004. do kolovoza 2019. godine na plinskom postrojenju proizvedeno je 121.650 MWh električne energije, a iz tijela odlagališta je iscrpljeno je 139.98 tisuća m^3 odlagališnog plina.

		Godina	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	UKUPNO:
Količina plina	**UP** - Ulazno postrojenje	(**Tis. m^3**)	666	7.586	4.496	3.812	3.000	3.272	10.139	11.307	11.959	15.001	12.943	12.488	12.956	12.421	11.557	6.195	**139.798**
Električna energija	**mTEO**	(**MWh**)	716	9.281	6.405	4.896	4.036	1.960	1.203	*0*	*0*	1.886	12.004	17.524	19.007	13.610	18.298	10.101	**120.927**
	GP4	(**MWh**)	*U radu od 28.05.2019.*															723	**723**

Količina iscrpljenog odlagališnog plina i proizvedene električne energije

Zanimljivosti kod crpljenja i proizvedene električne energije tokom godina:

- u 2014. godini, radom dva plinska motor-generatora proizvedeno je 12.003.668 kWh električne energije, što je dovoljno za podmirenje prosječne godišnje potrošnje oko **4.000 domaćinstava**.
- u 2015. godini, radom sva tri plinska motor-generatora, od 13.02.2015. u radu je i treći plinski motor-generator, proizvedeno je 17.524.144 kWh električne energije, što je dovoljno za podmirenje prosječne godišnje potrošnje oko **5.500 domaćinstava**.
- u 2016. godini kada je radom sva tri plinska motor-generatora proizvedeno i u sustav HEP-a predano 19.006.584 kWh električne energije, što je dovoljno za podmirenje prosječne godišnje potrošnje oko **6.300 domaćinstava.**
- Tijekom 2017. godine proizvedeno je i u sustav HEP-a predano 13.609.660 kWh električne energije, što je smanjenje u odnosu na 2016. godinu zbog zastoja i provođenja velikih servisa na dva plinska motor-generatora, povećanih obima servisa na 24.000 radnih sati. Proizvedena električna energija dovoljna je za podmirenje prosječne godišnje potrošnje oko **4.500 domaćinstava.**
- u 2018. godini proizvedeno je i u sustav HEP-a predano 18.297.660 kWh električne energije, proizvedena električna energija dovoljna je za podmirenje prosječne godišnje potrošnje oko **6.100 domaćinstava.**
- od siječnja do lipnja 2019. godine proizvedeno je i u sustav HEP-a predano 10.101 MWh električne energije, proizvedena električna energija dovoljna je za podmirenje prosječne polugodišnje potrošnje oko **6.700 domaćinstava.**

Unutar kontejnera za prikupljanje plina smješten je kolektor na koji se spajaju pojedine cijevi koje dolaze s odlagališta (linije plina – slika 6.4.). Nakon postrojenja za prikupljanje plina, plin se razvodi u pojedine kontejnere s bakljama, odnosno motorima u kojima se vrši analiza plina. Između postrojenja za prikupljanje plina i pojedinih kontejnera s bakljama provodi se odvajanje kondenzata izljevom u kondenznu jamu. Ukoliko je sastav plina zadovoljavajući plin se iz kontejnera s bakljama vodi do generatorskih kontejnera gdje se on koristi za proizvodnju električne energije. Sistem za upravljanje postrojenjem smješten je u upravljačkom kontejneru. Podzemni (PEHD) cjevovod koji spaja stanicu za prikupljanje plina s kontejnerima, s bakljama ukopan je na nekoj manjoj dubini. Cjevovodi koji spajaju kontejner sa bakljom i generatore plinavode se nadzemno, a izvedeni su iz čeličnih cijevi i oslanjaju se na kontejnere. Svi cjevovodi za plin podvrgnuti su tlačnoj probi, te su zadovoljili samu probu.



Slika 6.4. Cijevi prihvata plina koje dovode plin sa same mreže

7. GENERATORSKI KONTEJNERI PLINSKOG POSTROJENJA

Dimenzije samih kontejnera su oko 12 x 3 x 3 m. U kontejnerima su smješteni generatori plina koji proizvode električnu energiju (slika 7.1. i 7.2.).

Specifikacije generatorskog kontejnera su:

- protočna količina plina po jednom generatorskom kontejneru: max. 560 Nm^3/h
  min. 280 Nm^3/h
- tlak pri ulazu u generatorski kontejner: -180 mbar
- tlak nakon izlaza iz generatorskog kontejnera: 100 mbar
- prirast tlaka u generatorskom kontejneru: 280 mbar

Motor

Generator se pogoni plinskim Otto-motorom koji ima takav pritisak zraka da su vrijednosti emisije dimnih plinova unutar dopuštenih za sve uvjete pogona. Za pogon motora predviđen je sljedeći sastav odlagališnog plina:

- CH_4 = 40 - 80 %
- CO_2 = 20 - 40 %
- O_2 = 0 - 5 %
- N_2 = 0 - 20 %
- F max. = 50 mg/m^3
- H_2S max. = 1500 mg/m^3

CH_4 – metan

CO_2 – ugljični dioksid

O_2 – kisik

N_2 – dušik

F – flour

H_2S – sumporovodik



Slika 7.1. i 7.2. Ulaz u kontejner generatorskog postrojenja i sama unutrašnjog motora

Prekoračenje vrijednosti sastava odlagališnog plina (F i H_2S) vodilo bi prema oštećenju motora. Pomoću pravovremene analize motornog ulja kontroliraju se gore navedene vrijednosti. Tlak odlagališnog plina se podešava na plinskoj rampi na vrijednost manju od 100 mbar. Zrak za izgaranje i odlagališni plin se miješaju pod istim tlakom tvoreći homogenu mješavinu. Snaga svakog od četiri generatora iznosi 1000 KW (GP4 čak 1200KW). Plinski generator smješten je u čelični kontejner koji je izoliran od buke. Kontejner je podijeljen u 2 odvojena prostora (prostorija za generator i prostorija za rukovanje) i montiran je na betonske temelje. Dovod odnosno odvod zraka u kontejner odvija se ventilatorom koji se uključuje u odnosu na temperaturu prostora. Ventilator usisava zrak preko prigušivača buke, a izlaz zraka je dijagonalno u odnosu na usis. Time se postiže optimalna izmjena zraka u prostoru. Izmjena zraka se provodi u odnosu na temperaturu prostora.

7.1 Sustav za upravljanje generatora

Sustav za upravljanje i kontrolni uređaji smješteni su odvojeno u dijelu kontejnera te osiguravaju trajni pogon bez nadzora pri čemu nisu potrebne niti vizualne niti akustičke kontrole dijelova na kojima mogu nastati štete. Svi uređaji u kontejneru rade automatski te se prilikom ispada pojedinih elemenata zaustavlja generator.

7.2 Sustavi za hlađenje motora/generatora

Na samom vrhu je smješten hladnjak za hlađenje generatora i ispušnih plinova. Za postizanje optimalnog učinka hladnjaka za hlađenje generatora ugrađeni su ventilatori koji rade ovisno o temperaturi. Za grijanje dijela kontejnera u kojem su smješteni komandni uređaji uzima se dio vode iz sistema hlađenja te se on vodi na ogrjevna tijela. Sistem hlađenja izvodi se u dva stupnja. Prvi stupanj hlađenja pokreće se prilikom startanja generatora dok se drugi uključuje po potrebi, to jest kada temperatura rashladne vode pređe 87 °C. Ovakav način hlađenja doprinosi uštedi energije. Dimni plinovi se nakon hlađenja odvode dimnjakom preko krova kontejnera u atmosferu. Visina dimnjaka je oko 7,2 m mjereno od poda kontejnera dok je njegov promjer Φ = 1900

mm. Uz to svaki kontejner ima dva dodatna ventilatora koji uz pomoć filtracije ulazi u svaki kontejner s zadnje strane, te se tako dodatno hladi sami motor.

7.3 Detektiranje propuštanja plina

Vodovi odlagališnog plina u generator te vod za odvodnju dimnih plinova opremljeni su uređajima za upozoravanje na prisutnost odlagališnog plina u kontejneru. Ti uređaji prilikom detekcije plina isključuju motor odnosno sprječavaju ponovljeni start.

Upozorenje na prisutnost (propuštanje) odlagališnog plina je sirenom.

7.4 Stavljanje u pogon odnosno gašenje

Da bi se osiguralo da se prilikom usisa ne stvori zapaljiva smjesa koja bi mogla uzrokovati nastajanje plamena postupak stavljanja u pogon odvija se na sljedeći način:

- pokretanja motora
- nakon 3 sekunde - startanje paljenja (početak paljenja)
- nakon 3 sekunde - otvaranje magnetskih ventila na plinskoj rampi

Postupak gašenja odvija se na sljedeći način:

- zatvaranje magnetskih ventila
- polagano iskapčanje plamena
- motor se gasi zbog nedostatka odlagališnog plina

Vrijeme gašenja je ovisno o volumenu cilindara motora kao i volumenu plina u cijevi između magnetskih ventila i motora. Kontroliranjem temperature ispusnih plinova koji izlaze iz svakog pojedinog cilindra izbjegava se npr. da prilikom kvara na svjećicama ili ventilatorima zapaljiva smjesa odlagališnog plina i zraka ne dospije u ispušnu cijev.

Plinska rampa

Plinska rampa sastoji se od sljedećih komponenti :

- zaporne slavina
- kontrola tlaka
- plinski filtar
- zaštita od plamena s nadzorom temperature
- regulatora tlaka s ispusnim ventilima
- manometar

7.5 Regulacija same smjese za izgaranje (metana)

Smjesa odlagališnog plina i zraka stvara se u ovisnosti o temperaturi izgaranja. U ovisnosti o koncentraciji CH_4, mijenja se i temperatura izgaranja odlagališnog plina, a omjer zraka i odlagališnog plina mijenja se kontinuirano. Programirana temperatura ostaje neovisna o koncentraciji CH_4 u smjesi. Da bi se postigla odgovarajuća smjesa odlagališnog plina i kisika potrebno je da se oni izmiješaju u komori za miješanje. Nakon toga se smjesa pomoću turbo ventilatora dodatno zgušnjava i zatim hladi i kao takva se vodi u cilindre motora. Ako je sadržaj CH_4 u smjesi zraka i odlagališnog plina manji od 30% motor ne može raditi. Prilikom smanjivanja sadržaja CH_4 na vrijednost ispod 40% motor iz punog pogona prelazi u prazni hod sto ima za posljedicu njegovo iskapčanje uz prethodnu dojavu kvara.

7.6 Sustav čišćenja odlagališnog plina aktivnim ugljenom

Samim sustavom čišćenja plina modernizirano je postrojenje koje je u funkciji već preko 16 godina, a čine ga jedinica za odvlaživanje i izdvajanje kondenzata, te jedinica s aktivnim ugljenom za čišćenja plina i eliminiranje silicijevih spojeva i silikata (slika 7.4.).

7.7 Sustav čišćenja zraka za izgaranje i ventilaciju (odlaživač zraka)

Odvlaživačem zraka poboljšani je rad postrojenja, svi plinski motor generatori, u cilju eliminiranja čestica prašine u zraku za izgaranje i ventilaciju, a time povećanja vremena rada i smanjenje obima i troškova održavanja plinskih motor-generatora (slika 7.3.).

Oba sustava su u „pokusnom radu“, te se unapređuju svakodnevno.

Slika 7.3. Odvlaživač plina





Slika 7.4. Jedinica s aktivnim ugljenom

8. KONTEJNERI S BAKLJAMA PLINSKOG POSTROJENJA

U unutrašnjosti svakog kontejnera s bakljom instalirana je posuda za odvajanje kondenzata, kompresor za transport plina te sistem za analizu plina. Dimenzije kontejnera, montiranog na betonske temelje su 6 x 2,4 x 2,6 m (slika 8.1. i 8.2.), sljedećih specifikacija:

- Protočna količina plina po jednoj baklji pri sadržaju CH_4 od 50%: max. 1700 Nm^3/h

  min. 170 Nm^3/h

- Učinak baklje pri sadržaju CH_4 od 50%: max. 8500
- Omjer učina baklje max:min 1:10
- Tlak plina pri ulazu u baklju: 100 mbar
- Sadržaj metana: 30-50%
- Temperatura spaljivanja: >1000°C.



Slika 8.1. i 8.2. Visokotemperaturne baklje s kompresorima

8.1 Upravljački kontejner plinskog postrojenja

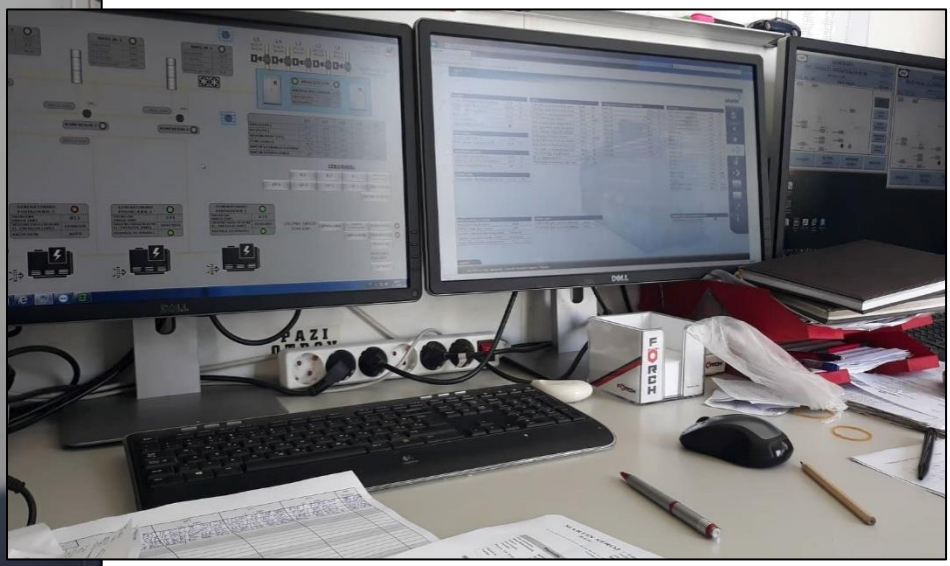
U unutrašnjosti upravljačkog kontejnera je smještena oprema za nadzor i upravljanje cjelokupnim postrojenjem. Električni kabeli se iz upravljačkog kontejnera podzemnim kanalima vode do generatoratorskih kontejnera te kontejnera s bakljama. Dimenzije upravljačkog kontejnera su 6 x 2.4 x 2.6 m. Montiran je na betonske temelje i opremljen suvremenom opremom (slika 8.3. i 8.4.).

8.2 Sanitarni kontejner s radionicom

Sanitarni kontejner je podijeljen u tri prostorije: ured, toalet te mala radionica. Dimenzije sanitarnog kontejnera su 6 x 2.4 x 2.6 m. Montiran je također na betonske temelje.



Slika 8.3. Kontrolna soba iz koje se može upravljati svim pripadajućim elementima plinskog postrojenja



Slika 8.4. Upravljačka računala svakog motora i baklje (info centar)

9. SUSTAVI ZA PRIKUPLJANJE I OBRADE PROCJEDNIH VODA

Na području cijelog odlagališta izgrađeni su sustavi za odvojeno prikupljanje:

- sanitarne otpadne vode
- oborinske vode
- tehnološke otpadne vode od pranja kotača
- procjedne vode

9.1 Sanitarna otpadna voda

Sanitarne otpadne vode se skupljaju u sabirnim jamama, koje se po potrebi prazne putem ovlaštene tvrtke. Na prostoru odlagališta nalazi se 5 sabirnih jama: sabirna jama 1 (ulaz na odlagalište), sabirna jama 2 (upravna zgrada), sabirna jama 6 (plinska stanica), sabirna jama 8 (prostor za međuodlaganje), sabirna jama 9 (upravna zgrada).

9.2 Oborinske vode s prometnica, površinske vode s odlagališta

Za odvodnju oborinskih voda s prometnica i ostalih asfaltiranih površina izvedeni su obodni kanali. Sjeverni i južni obodni odvodni kanali smješteni su uz nožicu obodnog nasipa oko odlagališta. Njima se sakuplja površinska voda s prostora odlagališta te odvodi preko separatora do retencijskog bazena (9 000 m^3). Obodnim kanalom sa sjeverne strane odvode se oborinske vode s cijelog sjevernog dijela odlagališta kao i oborinske vode s područja između odlagališta i nasipa rijeke Save. U obodni kanal također se slijevaju oborinske vode s područja zapadno od o dlagališta gdje se nalazi ulaz. Južni kanal projektiran je tako da ide uz obodni nasip odlagališta slijedi trase ceste. Južni kanal odvodi oborinske vode s zapadne i južne strane odlagališta, kao i vodu s obodne prilazne ceste. Kanali na sjevernoj i jugozapadnoj strani imaju isti betonski profil. Dubina kanala je otprilike 1,4 metra. Na odlagalištu suizvedene i kontrolne berme za oborinsku vodu i cijevi niz bočne stranice. Maksimalni protok sjevernog kanala procijenjen je na otprilike 4,5 m^3 /s, a južnog kanala 3,2 m^3 /s.

9.3 Tehnološka otpadna voda iz perilišta kotača

Automatski uređaj za pranje kotača namijenjen je za skidanje blata i gline, s kotača, šasija i donjeg postroja vozila prije priključivanja vozila s odlagališta na javnu cestovnu mrežu, osobito kad su kišni dani. Uređaj za pranje kotača pomoću mlaza vode uklanjanja prljavštinu s kotača. Voda koja se koristi zapranje kotača komunalnih vozila recirkulira u dva bazena od 25 m^3, a cca. jednom tjedno se ispušta putem separatora u retencijski bazen. Opremljeni su automatskom signalizacijom kada počinje proces, te kad završava.

Procjedne otpadne vode odlagališta

Sustav kontrolnih okana i bazeni procjednih voda u potpunosti su izvedeni s dvije stjenke tako da se prostor između stijenki može stalno nadzirati. Za prikupljanje procjednih voda izgrađen je drenažni sustav kojim se odvojeno prikupljaju procjedne vode sa sjeverne (sjeverni sabirni bazen – slika 9.2.) i južne strane odlagališta (južni sabirni bazen – slika 9.1.). Efektivni volumen svakog sabirnog bazena iznosi 350 m^3. Bazeni su trapeznog presjeka, širine dna 4,0 m, dubine 2,75 m, s pokosima u nagibu 1:1,5, te dužine 38 m.



Slika 9.1. i 9.2. Sabirni bazeni procjednih voda

Crpkama se procjedne vode iz sabirnih bazena odvode do uređaja za pročišćavanje procjednih voda. Na samom uređaju su izgrađena dva bazena koja se naizmjenično pune i prazne ovisno o režimu pročišćavanja.

Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda sastoji se od:

- sekvencijalnog biološkog reaktora (SBR) šaržnog tipa
- dva bazena dimenzija 20 x 9 x 6 m opremljena sustavom za aeraciju i mjernom opremom te sustavom za dekantaciju i uređajem za automatsko doziranje potrebnih kemikalija
- valjkastog spremnika promjera 4 x 6 m za stabilizaciju viška mulja.

Kapacitet uređaja: 400 m^3/dan.

Pročišćene procjedne otpadne vode kao i oborinske vode, prije ispusta u rijeku Savu, sakupljaju se u retencijskom bazenu. Voda iz retencijskog bazena se prije ispuštanja u rijeku Savu nadzire na kontrolnom mjernom oknu. Uređaj za pročišćavanje procjednih voda projektiran je za postizanje graničnih vrijednosti parametara u pročišćenim procjednim vodama potrebnih za ispust u sustav javne odvodnje (slika 9.3.).



Slika 9.3. Pročistač otpadnih voda sa spremnicima

9.4 Sustav upravljanja procjednim vodama

Sustav za upravljanje procjednim vodama sastoji se od tri glavne komponente:

- sustav za sakupljanje procjedne vode unutar radne plohe
- sustav za odvodnju procjedne vode kojim se ona odvodi iz radne plohe do postrojenja zapročišćavanje
- postrojenje za pročišćavanje

Sustav za sakupljanje procjedne vode s radnih ploha izveden je tako da sakuplja i odvodi tekućine u periodu aktivnog funkcioniranja odlagališta i nakon njegovog zatvaranja. Sustav za sakupljanje procjedne vode smješten je direktno iznad zaštitnog geotekstila koji je iznad geomembrane. Nagibi dna radnih ploha izvedeni su tako da podijele plohu radi odvodnje procjedne vode. Svaka ploha podijeljena je u dvije pod-plohe s uzdignutim dnom plohe uzduž kosine istok-zapad. Pod-plohe radnih ploha, koje su najšire plohe, također su podijeljene dodatnom kosinom sjever-jug. Tako je svaka ploha podijeljena na četiri dijela (odjeljka), a svaki dio ima posebne cijevi za gravitacijsku odvodnju koje izlaze duž sjeverne i južne strane plohe. Sustav za sakupljanje procjedne vode sadrži granulirani drenažni sloj debljine 0,5 metara, a svrha mu je da sakuplja procjedne vode iz odloženog otpada. Taj odvodni sloj dizajniran je tako da ima minimalnu hidrauličnu provodljivost. Drenažni sloj treba sakupiti i odvoditi procjednu vodu do perforirane cijevi za sakupljanje koja je smještena uzduž središnjeg dijela dna svakog odjeljka plohe. Dno odjeljka izvedeno je s nagibom prema kolektorskoj cijevi snagibom od 2,5%, a nagib cijevi prema mjestu gdje cijevi za odvodnju izlaze iz plohe je 1%. Procjedna voda izlazi iz sustava za sakupljanje kroz cijevi otjecanjem uslijed gravitacije kroz obodni nasip do šahtova koji se nalaze izvan obodnog nasipa. Perforirana cijev je izrađena od polietilenavisoke gustoće (PEHD). Granulirani materijal oko cijevi pospješuje slobodan protok u kolektorsku cijev. Perforirana kolektorska cijev za sakupljanje procjedne vode spojena je s čvrstom plastičnom (PEHD) cijevi u elementu koji se nalazi na obodnom nasipu.

Ovi se elementi izvedeni su od polietilena visokegustoće (kao i geomembrana) kako bi se osigurala nepropusnost ovakvog prijelaza na sljedeći način:

- predviđenim plohama koje omogućavaju spajanje (varenjem) tog tipskog elementa s geomembranom, postiže se nepropusnost uz ovaj element
- predviđenim tipskim nastavkom rješava se prijelaz drenažne cijevi u punu cijev, koja dalje kroz obodni nasip provodi procjedne vode do sabirnog sustava

Promjer punih cijevi je jednak kao i za drenažne cijevi. Revizjska okna su promjera 1,50 m, s dvostrukim stjenkama, izrađena od polietilena visokegustoće. Okna su međusobno spojena dvostrukim PEHD cijevima. Unutarnja cijev je promjera 300mm.

Zaštitni pokrovni sloj sustava za sakupljanje procjedne vode koji se stavlja iznad granuliranog drenažnog sloja ima zadatak zaštititi sustav od fizičkog oštećenja prilikom početnog odlaganja otpada. Taj zaštitni pokrov izvodi se od zemlje. Između zaštitnog pokrovnog sloja i granuliranog drenažnog materijala kao filtar se postavlja filtarski separacijski netkani geotekstil koji reducira mogućnost migriranja sitnijih čestica, odnosno njihovo prodranje u drenažni sloj.



Slika 9.4. Spremnik viška mulja

10. POSTROJENJE ZA BIOKOMPOSTIRANJE

U biokompostani se iz odvojeno prikupljenog otpada (grana, kore, lišća, piljevine, te papira, biomuljeva i drugih kompatibilnih materijala) aerobnim procesom proizvodi kompost (slika 10.1.). Isti se zatim prema recepturi umješava s zemljom u mjeri koja jamči generiranje tla prirodne kakvoće. Biokompostana, odnosno postrojenje za obradu biootpada se sastoji od dva dijela: mehaničko-biološke obrade otpada (u postrojenju zatvorenog tipa s potpunom kontrolom procesa i redukcijom emisije neugodnih mirisa, biorazgradivog otpada) i tehnologije za generiranje tla otvorenog tipa u hrpama.



Slika 10.1. Kompostana na odlagalištu otpada

Osnovni cilj bio-kompostiranja i generiranja tla je iskorištenje odvojeno prikupljenog biootpada koji dolazi na samo odlagalište. Proces obrade je aerobni biološki postupak, koji se u prvoj intenzivnoj fazi s biofilterom. Postrojenje zatvorenog tipa izvedeno je s punom kontrolom procesa i redukcijom emisije neugodnih mirisa.

Konačni produkt biokompostiranja koristi se, između ostalog, za ozemljavanje samog odlagališta otpada Jakuševec/Prudinec.

Postrojenje obrađuje 2 000 tona / god biorazgradivog otpada :

- kućnog bio-otpada (~ 726 tona /god)
- zelenog otpada (~ 987 tona /god)
- otpada s tržnica (voće, povrće) (~ 103 tona /god)
- prerađivačkog bio-otpada (~ 185 tona /god)

Krajnji proizvodi biokompostiranja su:

- gotovi kompost – visokovrijedno gnojivo u poljoprivredi, vrtlarstvu i sadnji nasada
- prosijani talog – koristi za ponovno kultiviranje zemljišta
- metalni otpad – reciklira se i zbrinjava na odgovarajući način

10.1 Ozemljavanje

Cilj projekta je proizvodnja tla prema utvrđenoj proceduri. Iz odvojeno prikupljenog otpada (grana, kore, lišća, piljevine, te papira, biomuljeva i drugih kompatabilnih materijala) aerobnim se procesom proizvodi kompost. Isti se zatim prema recepturi umješava s zemljom u mjeri koja jamči generiranje tla prirodne kakvoće. Dobiveni materijal koristi se za prekrivanje i ozelenjavanje tj. kultiviranje zemljišta. Postrojenje ima godišnji kapacitet do 30 000 tona /god.

10.2 Opis tehnologije

Pripremljeni zeleni otpad se miješa s malim količinama različitog mulja u procesu truljenja, često se okreće i truli do konačnog dozrijevanja. Tijekom truljenja dolazi do konačnog dozrijevanja ponavljanim okretanjem materijala.

Materijal za obradu na početku se utovarivačem slaže u trapezoidne hrpe postavljene na vrhu elemenata za dovod zraka (slika 10.2.). Ti su posebno izvedeni elementi lokalno umetnuti u bazu tako da se daljnje rukovanje (vlaženje i homogenizacija) materijala mogu provesti uz pomoć uređaja za okretanje trapezoidnih hrpa. Procesom truljenja upravlja se reguliranim uvođenjem zraka i redovitim okretanjem materijala.

Sustav za dovod zraka sastoji se od:

- kanala za dovod zraka
- stanice ventilatora

Sustav za naknadno truljenje – predviđeno je ukupno 4 x 4 trapezoidne hrpe (slika 10.3.), svaka volumena od 770 m^3. Jedan kanal za odvod zraka će opskrbljivati 2 trapezoidne hrpe (po 120 m). Kanali za dovod zraka također služe i za dovod vode. Ti su kanali napravljeni od kvadratnih (15 x 15 cm) cijevi od nehrđajućeg čelika.

10.2 Dozrijevanje i skladištenje

Nakon fine pripreme materijala uz pomoć instalacije za prosijavanje koja se koristila u gruboj pripremi (uz promjenu veličine otvora), materijal se odmah odvozi i upotrebljava kao materijal za ponovno kultiviranje zemljišta na lokalnom nasipnom terenu.

Krajnji proizvod postrojenja sastoji se od :

- gotovog komposta – koristi se na lokalnom nasipanom terenu kao sloj za ponovno kultiviranje zemljišta
- prosijanog taloga – vraća se u obradu ili se koristi za kultiviranje zemlje



Slika 10.2. Kompostana na odlagalištu otpada



Slika 10.3. Kompostana na odlagalištu otpada

11. POSTROJENJE ZA RECIKLAŽU GRAĐEVINSKOG OTPADA

Postrojenje za reciklažu samog građevinskog otpada, kapaciteta 50 tona na sat, spriječava uništavanje prirodnih bogatstava, svojim proizvodima zamjenjujući one koje bismo morali uzimati iz prirodnog okoliša (slika 11.1.).

Građevinski otpad se razvrstava i odlaže na postrojenje za reciklažu građevinskog otpada. Na postrojenju se građevinski otpad obrađuje i razvrstava ovisno o frakcijama dobivenim nakon obrade.

Reciklirani i nereciklirani građevinski materijal koristi se na samom odlagalištu (npr. za prekrivanje otpada, te izgradnju pristupnih putova na samom odlagalištu i slično).

Skraćenica sustava: RGO (reciklažni građevinski otpad).



Slika 11.1. Centar za reciklažu građevinskog otpada

Na odlagalištu otpada Jakuševec izgrađeno je postrojenje za reciklažu građevinskog otpada kojim se šuta, betonski lom te ostali otpad s gradilišta prerađuje u reciklirani materijal.

11.1 Opis postrojenja za reciklažu građevinske šute

Pod građevinskim otpadom koji se može reciklirati u postrojenju spadaju sljedeći materijali: opeka, beton, armirani beton, asfalt, kamen i tome slični građevinski otpad.

Postrojenje se sastoji od prilazne rampe, usipnog koša, primarne čeljusne drobilice, dijela za ručni odabir, sekundarne udarne drobilice, odvajanja lakih čestica te komplet sita za separaciju frakcija 0-4 mm, 4-8 mm, 8-16 mm i 16-32 mm i povratnim trakama za vraćanje zrna većih od 32 mm, jasno uz mogućnost grupiranja pojedinih frakcija u jedan izlaz. Tijekom radnog procesa zasebno se odvajaju lake frakcije (plastika, papir itd.), drvo, metali itd. U sklopu postrojenja je i bager s košarom i hidrauličkim čekićem, utovarivač te kamion-damper.

Primarna čeljusna drobilica može prihvatiti pojedinačne komade čije dvije najveće dimenzije ne prelaze 80x100cm. Veći komadi građevinskog otpada se trebaju usitniti pomoću hidrauličkog čekića montiranog na bageru. Reciklirani materijal na izlaznom dijelu postrojenja je sljedećih frakcija: 0-4 mm, 4-8 mm, 8-16 mm i 16-32 mm.

Zbog povećanja kapaciteta postrojenja, kao i osiguranja prihvata glomaznijeg betonskog loma, u liniji za reciklažu građevinske šute ugrađena je čeljusna drobilica.

Efektivni kapacitet postrojenja: 50 tona/sat

11.2 Montirana oprema na postrojenju reciklažnog građevinskog otpada

- usipni koš s pripadajućom rampom.
- vibro-dodavač s roštiljem za odvajanje zemljanog materijala i frakcija manjih od 45 mm.
- kružno pokretna transportna traka za prijenos materijala manjeg od 45 mm ispod roštilja dodavača.
- čeljusna drobilica.
- transportna traka drobilica – traka za ručni odabir.
- elektromagnetski odvajač metala.
- oprema za ručno izdvajanje krupnih komada (postolje, kućica, šest kontejnera).
- udarna drobilica.
- primarno jednostruko sito otvor 20 mm.
- transportna traka do glavnog sita.
- transportna traka do separatora lakih čestica.
- separator lakih čestica sa spojnom trakom na traku za glavno sito.
- glavno sito s četiri etaže (4 mm, 8 mm, 16 mm i 32 mm).
- kružno pokretne trake za frakcije 4-8 mm, 8-16 mm, 16-32 mm.
- stabilna traka za frakciju 0-4 mm s razdjelnikom za I. i II. klasu materijala.
- dvije trake za povrat materijala većeg od 32 mm.

12. ZONA ZA PRIVREMENO SKLADIŠTENJE

U sklopu ulaza izvedena je zona za privremeno skladište (slika 12.1.), odnosno plato za međuodlaganje iskoristivih vrsta otpada. Plato je podijeljen u nekoliko odjeljaka, tj. niz međusobno povezanih pregrada od prefabriciranih armirano betonskih elemenata visine 2,70 m, koji zatvaraju potreban korisni prostor. Plato je pravokutnog oblika dimenzija 85 x 75 m, te je s tri strane omeđen internim prometnicama odlagališta. Odjeljci za izdvajanje istovrsnih sastojaka (boksevi) su postavljeni s dvije strane uzduž platoa takoda svojim konturama fizički zatvaraju plato. U postavljene pregrade se odlažu iskoristivi materijali (metali, istrošene gume). Boksevi su složeni od betonskih elemenata u obliku slova "U" tlocrtnih dimenzija 14,25 x 11,25 m. Na platou se nalazi devet bokseva - četiri s zapadne i pet s istočne strane. Korisni volumen svakog boksa iznosi oko 200 m^3.



Slika 12.1. Centar za privremeno skladištenje (dva boksa)

13. ZAKLJUČAK

U završnom radu obradio sam način rada te održavanje pojedinih podsustava na najvećem odlagalištu otpada u ovom dijelu Europe, odlagalištu Jakuševec. Svi podsustavi odlagališta koji su opisani u ovom radu zasebno, funkcioniraju zajedno. Sami primjer je plinsko postrojenje koje ovisi o količini plina koji vuče iz samog tijela odlagališta, te o tome ovisi točnija proizvodnja električne energije po satu svakog generatora. Tako sve u krug uključujući i oborinske i procjedne vode s odlagališta. Generatori proizvodnje električne energije rade 24 sata dnevno pod stalnim ljudskim praćenjem, što znači da se plin s odlagališta ne prestaje crpiti. Na mjestima gdje se trenutno odlaže otpad, rade se sustavi privremenog otplinjavanja te oni donose najviše plina, kojeg radi „friški otpad“. Budući da motori rade svakodnevno, moraju se tako i održavati kako bi i dalje radili, pa se često treba raditi manji te veći servis svakog od njih. To se određuje po broju sati koliko motor odradi. Pročistač radi na principu prikupljanja procjednih voda, gdje se prikupljaju s sjeverne i južne strane odlagališta u dva sabirna bazena (južni i sjeverni). Nakon toga se crpkama procjedna voda odvodi do uređaja za pročišćavanje, te počinje režim pročišćavanja. Potom se pročišćena voda sakupljala u retencijskog bazenu, te se rade kontrole kvalitete vode, pa se potom ispušta u rijeku Savu (čista voda).

Svaki podsustav ovog opisanog odlagališta se mora kontrolirati svakodevno, zato i postoje stručni ljudi koji to rade već godinama. Smatram da je sve dobro osmišljeno te svi sustavi i održavanje funkcioniraju svakodnevno, zato i odlagalište otpada pripada u kontrolirano odlagalište I. kategorije. Moja preporuka svim ostalim odlagalištima u Hrvatskoj da primjene princip rada kao što je trenutno na Jakuševcu.

U Varaždinu,

_____

14. LITERATURA

[1] ECOINA: Tehničko tehnološko rješenje postojećeg postrojenja odlagališta otpada Prudinec/Jakuševec, Zagreb, 2014.

[2] ZGOS: Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševec, Zagreb, 2019.

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

[4] Kalambura, S., Krička, T., Kalambura, D.: Gospodarenje otpadom, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2011.

[5] Kiš, D., Kalambura, S.: Gospodarenje otpadom, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Osijek, 2018.

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

[7] Herceg, N.: Okoliš i održivi razvoj, Synopsis, Zagreb, 2013.

[8] Zakon o zaštiti okoliša – NN br. 153/13

[9] Zakon o otpadu – NN br. 178/04 i NN br. 111/06

[10] zgos.hr, dostupno 1.8.2019., web

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Shematski prikaz gospodarenja otpada.....15

Slika 3.1. Slika iz zraka koja prikazuje prema južnoj strani odlagališta otpada 19

Slika 3.2. Ulaz kamiona na odlagalište otpada.....20

Slika 3.3. Automatski perač kotača kamiona i ostalih korisnika odlagališta otpada 21

Slika 4.1. Presjek temeljnog brtvenog sustava s opisanim slojevima.....23

Slika 4.2. Istovarna ploha nakon istovara smeća i prije prekrivanja zemljom.....24

Slika 4.3. Betonski kanal za odvodnju oborinskih voda.....25

Slika 5.1. Kompaktor koji provodi zbijanje otpada po propisima.....27

Slika 6.1 Plinsko postrojenje sa svojim sadržajem.....29

Slika 6.2. i 6.3. Mjerenje plina uređajima, postotak plina, pritisak tlaka.....30

Slika 6.4. Cijevi prihvata plina koje dovode plin sa same mreže.....33

Slika 7.1. i 7.2. Ulaz u kontejner generatorskog postrojenja i sama unutrašnjog motora.....35

Slika 7.3. Odvlaživač plina.....39

Slika 7.4. Jedinica s aktivnim ugljenom.....39

Slika 8.1. i 8.2. Visokotemperaturne baklje s kompresorima.....40

Slika 8.3. Kontrolna soba iz koje se može upravljati svim pripadajućim elementima plinskog postrojenja.....41

Slika 8.4. Upravljačka računala svakog motora i baklje.....41

Slika 9.1. i 9.2. Sabirni bazeni procjednih voda.....43

Slika 9.3. Pročistač otpadnih voda sa spremnicima.....44

Slika 9.4. Spremnik viška mulja.....46

Slika 10.1 Kompostana na odlagalištu otpada.....47

Slika 10.2. Kompostana na odlagalištu otpada.....50

Slika 10.3. Kompostana na odlagalištu otpada.....50

Slika 11.1. Centar za reciklažu građevinskog otpada.....51

Slika 12.1. Centar za privremeno skladištenje.....54

Sveučilište
Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MARIO VOPIĆ *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom STRUKTURA SUSTAVA ODLAGANJA OTPADA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Mario Vopić
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MARIO VOPIĆ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom STRUKTURA SUSTAVA ODLAGANJA OTPADA *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Mario Vopić
(vlastoručni potpis)