

OSNOVNI ELEMENTI SISTEMA ZAŠTITE I ODRŽAVANJA DEPONIJA KOMUNALNOG OTPADA

BASIC ELEMENTS OF LANDFILL LINERS, COVERS AND MAINTENANCE

Maja Krajišnik, dipl.ing.maš.
Mašinski fakultet, Univerzitet u Zenici
Zenica

REZIME

Uređene deponije komunalnog otpada su sanitarno-tehnički prostori na kojima se vrši odlaganje otpada u skladu sa svim zahtjevima za sprečavanje zagađenja okoliša i zaštite zdravlja ljudi i životinja. U tijelu deponije se odvijaju složeni bio-hemijski procesi razgradnje organskih komponenti otpada, koji mogu imati štetan uticaj na elemente okoliša. Radi toga se projektovanje, izgradnja, vođenje procesa odlaganja, praćenje stanja i održavanje deponija otpada mora vršiti na okolinsko prihvatljiv način.

Sistemi zaštite i održavanja deponija komunalnog otpada zasnivaju se na primjeni savremenih geosintetičkih materijala i tehnoloških procesa koji osiguravaju smanjenje i sprečavanje negativnih uticaja deponija na elemente okoliša, zdravlje ljudi i životinja.

Ključne riječi: deponija, komunalni otpad, sistemi zaštite, održavanje

SUMMARY

Municipal waste landfills are areas designed for waste landfilling in accordance with all demands for environmental and human health protection. Inside landfill body, complex biochemical processes of organic compounds biodegradation are taking place and can have negative effect on the environment. That's why, projecting, construction, landfilling, monitoring and maintenance of municipal waste landfills must be carried out in an environmentally acceptable manner.

Systems for protection and maintenance of landfills are based on the application of modern geosynthetic materials and technological processes which assure reduction and prevention of negative impacts of waste landfills on the environment, human and animal health.

Key words: landfill, municipal waste, barriers systems, maintenance

1. UVOD

Savremena deponija komunalnog otpada je adekvatno projektovan i izgrađen sanitarno tehnički prostor na kojem se procesi odlaganja, održavanja i monitoringa provode na okolinski prihvatljiv način.

U Evropskoj uniji postoje brojni propisi koji se odnose na oblast upravljanja otpadom. Problematiku izgradnje deponija otpada uređuje Direktiva 1999/31/EC o deponijama koja propisuje opšte kriterije deponovanja otpada i određene tehničke standarde za deponije. Za oblasti za koje Direktiva ne obezbjeđuje relevantne tehničke zahtjeve, primjenjuju se opšti

principi IPPC Direktive. Sve zemlje Evropske unije su u obavezi da svoje nacionalne propise u potpunosti usklade sa zahtjevima za projektovanje deponija propisanih u Direktivi 199/31/EC. Evropska komisija još uvijek nije izradila referentni dokument sa najbolje dostupnim tehnikama (BREF) za deponije [3].

Do danas u Bosni i Hercegovini nisu definisani zakoni i pravilnici koji se odnose na tehničke detalje planiranja, projektovanja, eksploatacije i kontrole parametara u toku izgradnje, eksploatacije i nakon zatvaranja deponija (izuzev Zakona o upravljanju otpadom koji reguliše opšte principe upravljanja otpadom) [1].

2. KOMBINOVANI SISTEM ZAŠTITE DEPONIJE

Zaštitne barijere u kombinovanom sistemu zaštite deponije mogu se podijeliti na (slika 1) [1]:

- geološku barijeru koja se odnosi na podlogu, odnosno na noseći sloj deponije otpada,
- zaštitu (brtvljenje) dna deponije i
- sistem zaštite gornje površine deponije otpada.

Osnovna uloga ovih barijera jeste sprečavanje štetnih supstanci iz tijela deponije u okoliš. Materijali koji se koriste za izradu barijera moraju da zadovolje niz propisanih kriterija među kojima je najvažnija vodonepropusnost, hemijska otpornost, visok kapacitet sorpcije i nizak koeficijent difuzije. Takođe, moraju imati visoku otpornost na oštećenja i deformacije tokom izgradnje i eksploatacije, jednostavnu konstrukciju i nisku cijenu [3].



Slika 1. Barijere u kombinovanom sistemu zaštite deponije

2.1. Zaštita podloge i dna deponije

Osnovni zadatak geološke barijere, koja se odnosi na noseći sloj u podlozi deponije otpada jeste da spriječi [1]:

- deformaciju podloge deponije otpada pod uticajem težine odloženog otpada i
- da u slučaju havarije tehničke zaštite dna deponije spriječi prolazak štetnih tvari iz tijela deponije u osnovni stijenski masiv.

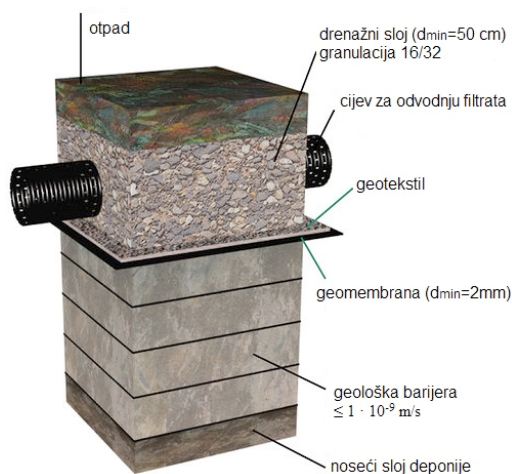
Direktiva 1999/31/EC propisuje koeficijent propustljivosti geološke barijere u podlozi deponije od $K \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s i debljinu $d \geq 1$ m za deponije neopasnog otpada. Kada prirodna geološka barijera ne pruža propisane uslove zaštite, ojačava se vještačkim materijalima koji

pružaju ekvivalentnu zaštitu (glinovitih materijala sa visokom sposobnošću bujanja u kontaktu sa vodom). Debljina sloja vještački uspostavljene geološke barijere bi trebala biti min 0,5m [2].

Zaštita dna deponije se vrši sintetičkom polietilenskom folijom visoke gustoće (HDPE), minimalne debljine 2 mm. Na foliju se postavlja zaštitni geosintetički sloj koji ima zadatak da osigura [1]:

- ravnomjernu raspodjelu opterećenja drenažnog sloja i odloženog otpada na podlogu deponije i
- da spriječi mehaničko oštećenje folije kamenim frakcijama drenažnog sloja.

Drenažni sloj se izrađuje od odgovarajućih kamenih agregata u debljini minimalno 0,5 m. Kameni agregat mora biti fizički, hemijski i biološki postojan. U sredinu svake sekcije deponije otpada (po dužini, sa nagibom > 1%) ugrađuje se drenažna perforirana cijev za sakupljanje i odvodnju deponijskog filtrata. Najčešće se koriste perforirane HDPE cijevi, prečnika 250 mm. Na slici 2 prikazan je izgled sistema zaštite podloge i dna deponije prema Direktivi 1999/31/EC [4].



Slika 2. Izgled sistema zaštite podloge i dna deponije prema Direktivi 1999/31/EC

2.2. Zaštita gornje površine deponije

U evropskoj Direktivi nisu navedeni zahtjevi za prekrivni sloj, već odgovarajući tehnički elementi koji imaju karakter preporuke za izgradnju zaštitne obloge sastavljene od: sloja za otplinjavanje (izravnavajućeg sloja), zaštitnog (brtvenog sloja), drenažnog sloja i rekultivacionog sloja [3].

Sloj za otplinjavanje se ugrađuje na završni sloj otpada i sastoji se od [1]:

- kamenog agregata, minimalne debljine 0,5 m i
- filterskog sloja od netkanog geotekstila.

Preko sloja za otplinjavanje postavlja se zaštitni brtveni sloj, koji ima zadatak da spriječi ulazak oborinskih voda u tijelo deponije. Izrađuje se od minimalno dva sloja glinovite stijenske mase, debljine 0,5m. Odvodnja oborinskih voda koje prođu kroz rekultivacioni sloj vrši se kroz drenažni sloj i dalje obodnim kanalima izvan tijela deponije. Za izradu drenažnog sloja obično se koriste kameni agregat minimalne debljine 0,3 m i filterski sloj izrađen od netkanog geotekstila. Osnovna uloga rekultivacionog sloja jeste osiguravanje zaštite sistema

brtvljenja gornje površine deponije od korijenja, mraza i oštećenja. Minimalna debljina rekultivacionog sloja iznosi 100 cm a sastoji se od dva sloja:

- temeljnog sloja, min debljine 70 cm (stijenska masa) i
- humusno-pjeskovitog sloja min debljine 30 cm.

Na slici 3 prikazan je izgled sistema zaštite gornje površine deponije prema Direktivi 1999/31/EC [4].



Slika 3. Izgled sistema zaštite gornje površine deponije prema Direktivi 1999/31/EC

3. OSNOVNI ELEMENTI SISTEMA ODRŽAVANJA DEPONIJA KOMUNALNOG OTPADA

Osnovni elementi sistema održavanja deponija su procesi koje je neophodno svakodnevno kontrolirati, a koji omogućavaju aktivnu eksploataciju deponije i istovremeno osiguravaju odgovarajuću zaštitu osnovnih elemenata okoliša. U te procese spadaju:

- održavanje anaerobnog stanja unutar tijela deponije,
- održavanje sistema odvodnje deponijskog filtrata i oborinskih voda
- održavanje sistema za otplinjavanje tijela deponije
- održavanje stalnih i privremenih pristupnih puteva.

3.1. Održavanje anaerobnog stanja u tijelu deponije

Tehnologija sanitarnog odlaganja otpada se sastoji od istresanja otpada na radnu površinu, rasprostiranja otpada u slojevima kompaktorom ili buldozerom, sabijanja otpada kompaktorom ili buldozerom, prekrivanja otpada slojem inertnog materijala, zatvaranja gornje površine deponije slojem inertne stijenske mase i slojem humusa i ozelenjavanja rekultivacionog sloja, odnosno gornje površine i bočnih kosina deponije [1]. Sve navedene operacije se vrše uz sakupljanje i odvodnju deponijskog filtrata u lagunu i sakupljanje i odvodnju deponijskog plina iz tijela deponije preko plinskih kolektora.

Održavanje anaerobnog stanja unutar tijela deponije je osnovni proces koji stvara predispoziciju za uspješno odvijanje procesa razgradnje otpada uz nastanak deponijskog plina a uz minimalnu mogućnost obrazovanja unutrašnjih požara. Održavanje anaerobnog stanja tijela deponije se postiže:

- zbijanjem odloženog otpada,
- redovnim prekrivanjem odloženog otpada slojem inertnog materijala,
- sprečavanjem prekomjernog zagrijavanja tijela deponije.

Održavanje kvaliteta procesa odlaganja otpada ogleda se u redovnom zbijanju odloženih količina otpada. Proces zbijanja otpada je važan jer: kompaktovan otpad pruža stabilnu površinu za kretanje vozila i izgradnju privremenih puteva, smanjuje se slijeganje tijela deponije i povećava stabilnost odlagališta, smanjuje se širenje neugodnih mirisa, smanjuje se mogućnost pojave požara, pospješuje se uspostava anaerobnih uslova u tijelu deponije i intenzivira nastanak deponijskog plina, pospješuje se odvođenje oborinskih voda sa površine deponije, smanjuje se prostor koji zauzima otpad i istovremeno produžava eksploatacijski vijek deponije.

Odgovarajuće vrijednost koeficijent zbijanja otpada je prvi siguran znak dobrog vođenja procesa odlaganja. Koeficijent zbijanja otpada ovisi od prethodne pripreme otpada, tehnologije odlaganja, broja prolaza kompaktora i kreće se od $\rho_{z.o.} = 0,4$ do $1,8 \text{ t/m}^3$ [1]. Pri gustini otpada od $0,8 \text{ t/m}^3$ sprečava se ulazak zraka u tijelo deponije i sprečava se nastanak unutrašnjih (skrivenih) požara. Za postizanje ove gustine potreban je prolazak kompaktora preko jedne tačke tri do četiri puta za debljinu soja odloženog otpada od oko $0,5\text{m}$. Gustine manje od $0,6 \text{ t/m}^3$ značajno umanjuju efikasnost odvijanja procesa anaerobne razgradnje unutar tijela deponije i povećavaju rizik od pojave unutrašnjih požara.

Redovno prekrivanje odloženih količina otpada inertnim materijalom je osnovni način kontrole direktnih uticaja na okoliš koji potiču sa površine deponije. Glavni ciljevi koji se postižu redovnom primjenom dnevne prekrivke su: minimiziranje količina otpada koji se raznesu djelovanjem vjetra, kontrola emisija supstanci neprijatnog mirisa, onemogućavanje direktnog pristupa otpadu pticama i glodavcima, pospješuje se oticanje oborinskih voda sa površine deponije, smanjuje se infiltracija oborina u tijelo deponije i nastanak deponijskog filtrata, ubrzava se formiranje anaerobnih uslova i pospješuje nastanak deponijskog plina, smanjuje se mogućnost pojave požara.

Iako veća gustina odloženog otpada smanjuje mogućnost ulaska zraka u tijelo deponije, ukoliko je zbijanje preveliko ograničava se gubitak toplote prema okolini i dolazi do povećanja temperature unutar tijela deponije što može predstavljati prvi korak ka nastanku unutrašnjeg požara. Zagrijavanje tijela deponije ima loš uticaj na sigurnost i izdržljivost sistema za sakupljanje i odvođenje deponijskog plina i deponijskog filtrata, sistema za zaštitu dna i gornje površine deponije te dovodi do oštećenja rekultivacionog sloja gornje površine deponije i biljnog pokrivača na tom sloju [1].

3.2. Održavanje sistema odvodnje deponijskog filtrata i oborinskih voda

Deponijski filtrat predstavlja jedan od najsloženijih vidova zagađenja koji potiču sa deponija otpada. Redovno održavanje sistema odvodnje deponijskog filtrata iz tijela deponije, odnosno reparatura sistema neophodna je zbog opasnosti od obrazovanja kore u cijevima, te pomijeranja i loma cijevi uslijed narušene stabilnosti mase odloženog otpada.

Oborinska voda se sistemom obodnih kanala, koji se nalaze oko tijela deponije odvodi u oborinski šaht. Potrebno je redovno održavanje ovih kanala kako bi se spriječilo njihovo začepljenje.

3.3. Održavanje sistema za otplinjavanje tijela deponije

Deponijski plin nastaje u procesu biološke razgradnje organskih komponenti otpada u tijelu deponije. Na nastanak plina utiču mnogi faktori poput sastava i starosti odloženog otpada, sabijanja i prekrivanja inertnim materijalom svježe odloženog otpada, količine kisika i količine vlage u tijelu deponije i dr.

Kontrola migracije deponijskog plina je od posebne važnosti, kako sa aspekta eksploatacije deponije tako i sa aspekta njenog održavanja. Kada se otplinjavanje ne vrši na adekvatan način, plin ostaje zarobljen u tijelu deponije te dolazi do povećanja pritiska unutar tijela deponije. Takvo stanje može dovesti do pucanja gornje površine deponije i nastanka pukotina, što omogućava penetraciju oborinske vode u tijelo deponije. Povećana količina vode uzrokuje veći nastanak deponijskog filtrata i deponijskog plina te doprinosi diferencijalnom tonjenju površine deponije i destabilizacije bočnih strana deponije zbog veće težine otpada.

Slijeganje deponije, uslijed razgradnje otpada kao i kretanje vozila po privremenim putevima na površini deponije uzrokuje deformaciju i savijanje plinskih zdenaca. Ukoliko se radi o pasivnom otplinjavanju, potrebno je redovno vršiti nadogradnju plinskih zdenaca sa porastom količine odloženog otpada kako bi se spriječilo njihovo začepljenje ili lom. [5].

Tačka 4 Direktive 1999/31/EC propisuje zahtjeve za kontrolu deponijskog plina za sve klase deponija. Specifični zahtjevi koji se odnose na tretman i upotrebu deponijskog plina su [2]:

- prevencija nekontrolisanog kretanja plina primjenom barijerne zaštite dna i površine deponije,
- kontrolisana odvodnja i sakupljanje plina iz tijela deponije (aktivno ili pasivno otplinjavanje),
- deponijski plin se mora sakupljati sa svih deponija na koje se odlaže biorazgradivi otpad. Skupljeni plin mora iskoristavati. Ukoliko iskorištavanje nije moguće potrebno ga je spaljivati na baklji.

3.4. Održavanje stalnih i privremenih pristupnih puteva

Stalni pristupni putevi su asfaltirani i omogućavaju pristup do odlagališne plohe. Prilikom njihovog projektovanja potrebno je riješiti odvodnju oborinskih voda poprečnim nagibom ceste i izgradnjom trapeznih kanala. Sprečavanje prenosa nečistoća sa deponije na javne puteve provodi se redovnim pranjem točkova svih vozila koja dođu u kontakt sa odlagalištem. Ni jedno vozilo ne smije napustiti deponiju prije nego što prođe postupak pranja točkova.

Da bi se vršio transport otpada do radnog polja potrebno je izgraditi privremene (interne) ceste. Privremene ceste imaju karakter makadamskog puta. Grade se uporedo sa proširenjem i rastom visine deponije. Ove ceste nisu stalne i moraju biti izgrađene tako da pružaju siguran pristup radnom čelu u svim vremenskim uslovima i da izdrže opterećenje, s obzirom da se postavljaju na otpad (slabo nosivo tlo).

Stalni i pristupni putevi, sistem oborinskih trapeznih kanala moraju se održavati u dobrom stanju. Trošak njihovog održavanja je mnogo manji od troškova popravke oštećenja na prevoznim sredstvima nastalih uslijed lošeg stanja na putu [5].

Pored monitoringa parametara deponije otpada i održavanja, koje je potrebno vršiti tokom eksploatacijskog vijeka deponije, iste je potrebno vršiti i nakon prestanka odlaganja i zatvaranja deponije i to u trajanju od najmanje trideset godina.

Aktivnosti na održavanju deponije nakon zatvaranja uključuju:

- održavanje i nadzor sistema zaštite gornje površine deponije,
- održavanje i nadzor slijeganja tijela deponije,
- nadzor i održavanje rekultivacionog sloja,

- održavanje i monitoring sistema za otplinjavanje,
- održavanje i monitoring sistema odvodnje otpadnih i procjednih voda,
- održavanje pristupnih puteva.

4. LITERATURA

- [1] Sredojević J.: Obrada i deponije otpada, Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet, Zenica, 2003 godine
- [2] Direktiva Vijeća 1999/31/EZ od 26. aprila 1999 godine o deponijama otpada (Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste)
- [3] Karanac M., Jovanović M., Timmermans e., Mulleneer H., Mihajlović M., Jovanović J.: Prilog projektovanju vodonepropusnih slojeva deponija, Časopis Saveza hemijskih inženjera, Hem. Ind. 67 (6) 961-973 (2013)
- [4] <http://www.globalsynthetics.com.au/> (pristupljeno 08.04.2013 god.)
- [5] J. Jaramilo: Guidelines for the design, construction and operation of manual sanitary landfills, 2003

