

OTPLINJAVANJE ODLAGALIŠTA NEOBRAĐENOG KOMUNALNOG OTPADA

LANDFILL GAS COLLECTING SYSTEMS

Viktor Kumić, Zlatko Milanović

¹Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

Odlagališta neobrađenog komunalnog otpada nepredvidivi su bioreaktori koji u slučaju lošeg rukovođenja i nadzora predstavljaju niz opasnosti. Ključno kod takvih odlagališta jest pristupiti im sa stajališta prevencije mogućih posljedica, a to znači organizirano odlaganje otpada, a zatim i sakupljanje odlagališnog plina, koji je neminovna posljedica kod odlaganja neobrađenog komunalnog otpada, koji u sebi sadrži visoki udio biorazgradive tvari. Osnovni preduvjet za kontroliranje opasnosti koje predstavlja odlagališni plin, jest izvedba sustava za njegovo sakupljanje i obradu, koji su u principu sustav cijevi i zdenaca, a prema potrebi izvedeni na različite načine, ovisno o dogovoru za potrebe pojedinog odlagališta.

Abstract

Municipal solid waste landfills are unpredictable bioreactors which in cases of mishandling and bad supervision pose a number of risks. The key with municipal waste landfills is to approach them from a standpoint of prevention of the possible consequences, which means using methods of organized waste disposal, and also utilizing landfill gas, an unavoidable consequence with disposal of municipal solid waste with a high share of biodegradable organic matter. The basic precondition for controlling the risks posed by landfill gas is to build a landfill gas extraction system, which is based on a system of pipes and wells, which can be built in different ways, based on the needs of a certain landfill.

1. Uvod

1. Introduction

Sakupljanje i obrada odlagališnog plina na odlagalištima komunalnog otpada nužno je zbog opasnosti koje nastajanje odlagališnog plina predstavlja, a koje imaju utjecaj na ljudsko zdravlje, širi okoliš, a na posljetku i globalnu klimu. Najbitniji razlog zbog kojeg odlagališta komunalnog otpada predstavljaju niz opasnosti jest veliki udio lagano biorazgradive tvari u otpadu. Opasnosti koje odlagališni plin predstavlja jesu: njegove migracije, širenje neugodnih mirisa, te emisije stakleničkih plinova. Na uređenom odlagalištu komunalnog otpada, nije prihvatljivo dopustiti nekontroliranu migraciju odlagališnog plina. Zato suvremeno odlaganje otpada obavezno pretpostavlja sakupljanje, zbrinjavanje i iskorištavanje odlagališnog plina.

- Sakupljanje i kontrolirano zbrinjavanje odlagališnog plina nužno je jer:
- odlagališni plin je značajan izvor emisije štetnih plinova, i samim time onečišćenja atmosfere
- nekontrolirano postupanje sa odlagališnim plinom može prouzročiti požar i snažne eksplozije na odlagalištunatkrivanje/prekrivanje odlagališta nije moguće provesti bez izdvojenog obuhvaćanja odlagališnog plina.[1]

Pri odlaganju otpada, pod gospodarenjem odlagališnim plinom podrazumijeva se:

- sakupljanje (sa što većim obuhvatom)
- obrada (odvajanje kondenzata, čišćenje, povećanje energetske vrijednosti)

- zbrinjavanje sa ili bez energetskog iskorištavanja.

Ovaj članak bavit će se pregledom tehnika kojima se odlagališni plin sakuplja, točnije načinima kojima se pristupa izvedbi sustava za sakupljanje odlagališnog plina.

2. Sakupljanje odlagališnog plina

2. *Landfill gas collecting*

Već nakon 4 mjeseca od odlaganja otpada, na odlagalištu se može očekivati razvoj stabilne metanske faze, koja će zatim trajati godinama. Zato najkasnije 6 mjeseci nakon početka odlaganja otpada treba početi kontrolirano sakupljanje i obrada odlagališnog plina. U odlagalištu bez prekrivnog brtvenog sloja prosječno je moguće obuhvatiti oko 50% količine odlagališnog plina koji nastaje, dok je u odlagalištu sa izvedenim brtvenim slojem moguće obuhvatiti i do 80% količina odlagališnog plina[2].

Prema Europskoj direktivi o odlaganju otpada (1999/31/EC, 1882/2003, 1137/2008) smatra se da je potrebno otplinjavati svako odlagalište komunalnog otpada sa više od 10.000 m³ otpada godišnje.

2.1 Sustav za sakupljanje odlagališnog plina

2.1 *Landfill gas collection systems*

Projektom sustava za sakupljanje odlagališnog plina mora se naročito uzeti u obzir:

- sastav i količina plina
- slijeganje odlagališta
- količina kondenzata
- stanje voda u tijelu odlagališta.

Sustav za sakupljanje odlagališnog plina mora ispuniti sljedeće osnovne zahtjeve:

- moguće veći stupanj zahvata količine odlagališnog plina
- dugoročno siguran pogon
- fleksibilnost zbog mogućnosti velikih slijeganja tijela odlagališta
- smanjenje mogućnosti usisavanja eksplozivne smjese plinova u plinski sustav
- dugogodišnju postojanost upotrebljenih materijala protiv značajnih fizikalnih (temperatura, slijeganje, eksplozija), kemijskih

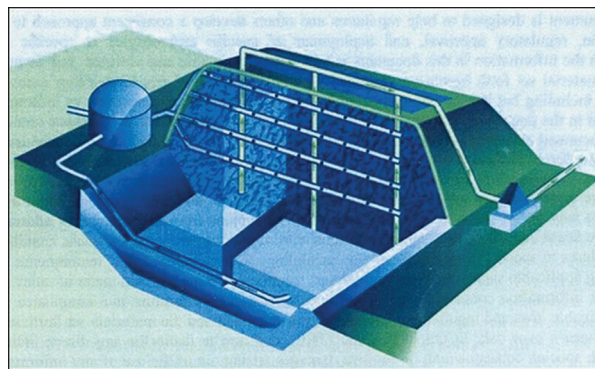
(korozija) i bioloških (mikroorganizmi) opterećenja

- što manje potrebe za održavanje plinskog sustava
- dobru mogućnost regulacije rada plinskih kolektora, odnosno skupine plinskih kolektora
- primjenu aktivnog načina otplinjavanja bez smetnji u normalnom pogonu odlagališta.[1]

2.1.1 Značajke sustava

2.1.1 *System features*

Sustav za otplinjavanje tijela odlagališta sastoji se od sustava horizontalnih drenažnih cijevi i vertikalnih plinskih zdenaca, te spojnog cjevovoda i postrojenja za iskorištavanje proizvedenog bioplina.



Slika 1 Shematski prikaz mreže horizontalnih cijevi i vertikalnih zdenaca[3]

Figure 1 A layout of landfill gas collecting horizontal trenches and vertical wells

Vodoravne plinske drenažne cijevi imaju promjer oko 110 mm. Mogu biti izrađene od polietilena povećane gustoće (PEHD), isto kao i bunari. Polazu se u horizontalne jarke dubine 1 m i širine 0,8 m, koji su ispunjeni tucanikom bez vapnenca. Udaljenost vodoravne plinske drenaže od dna je od 6 do 8 m, a od prekrivnog brtvljenja najmanje 4 m. Nagib vodoravne drenaže mora biti i nakon slijeganja najmanje 3%. Korištenje vodoravne drenaže treba početi tek kada je iznad nje odložen sloj otpada debeo barem 4 m. Razmak između drenaža vodoravno je oko 30, a okomito oko 15 m. Obavezno treba predvidejeti mogućnost istežanja cjevovoda zbog slijeganja odlagališta. Izvedbi i polaganju plinovoda na odlagalištu treba posvetiti posebnu pozornost, ponajviše zbog opasnosti od eksplozije i požara.

Dimenzije plinovoda treba proračunati tako da brzina strujanja plina bude manja od 10 m/s (između 5 i 8 m/s). Također, odabir promjera plinovoda treba biti dovoljno velik da zbog kontrole kroz njega može prolaziti pokretna kamera.

Broj plinskih zdenaca i izvedba ovise o vrsti, veličini i lokaciji odlagališta. Za okomite plinske bunare područje djelovanja je u polumjeru od 25 do 30 m.

Uobičajeno je da se vodoravni sustav za otplinjavanje koristi za vrijeme pogona (punjenja) odlagališta. Nakon zatvaranja odlagališta, odnosno određenog područja odlagališta, dodatno se još koriste i plinski zdenci.

Plinski bunari imaju promjer između 0,6 i 1,2 m, te dubinu do 15 m. U bunarima koji su duži od 15 m, plin se isisava po etažama. U glavi plinskog bunara su mjerni instrumenti za tlak, temperaturu i kontrolu koncentracije plina. Često se na ulazu u bunar ugrađuje i prigušnica za mjerenje protoka plina, što automatski omogućuje nadzor i kontrolu otplinjavanja odlagališta.

Povezivanje plinskih zdenaca na stanicu za zahvat i obradu plina može biti preko:

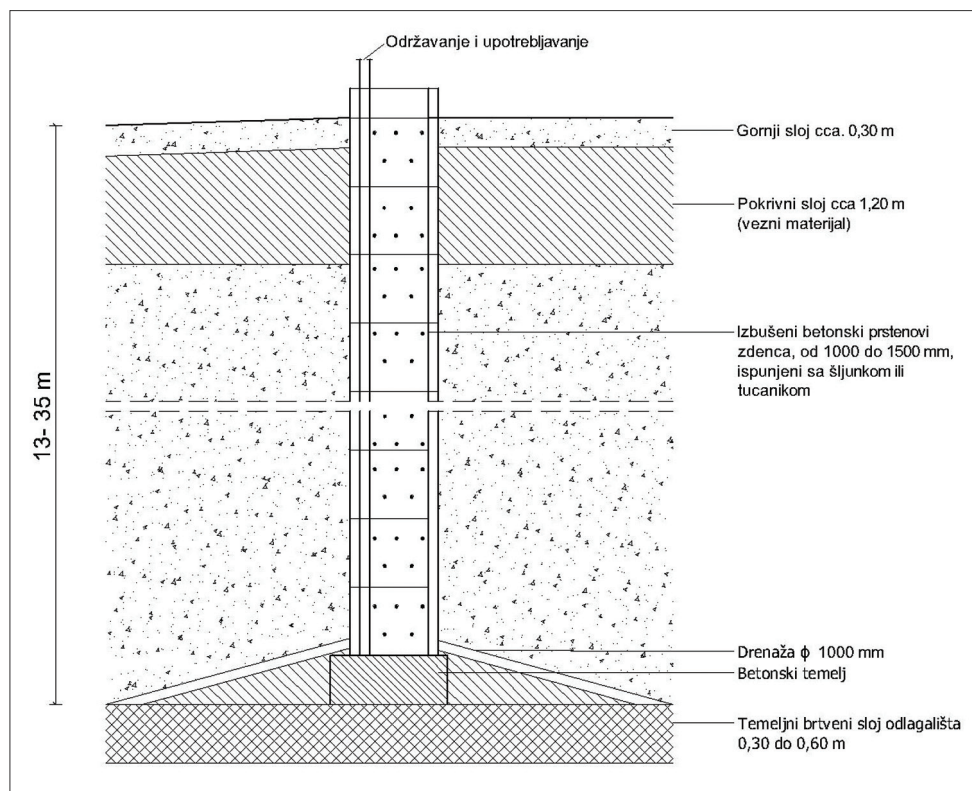
- obodnog plinovodnog prstena, što olakšava polaganje, ali smanjuje pojedinačnu kontrolu i mogućnost regulacije

- pojedinačnih plinovoda, što omogućuje veoma dobru automatsku kontrolu i regulaciju, ali znatno poskupljuje izvedbu
- skupnog povezivanja više bunara na jedan plinovod, što je kompromisna varijanta između primjene obodnog prstena i pojedinačnog povezivanja.

2.1.2 Izvedbe plinskih zdenaca

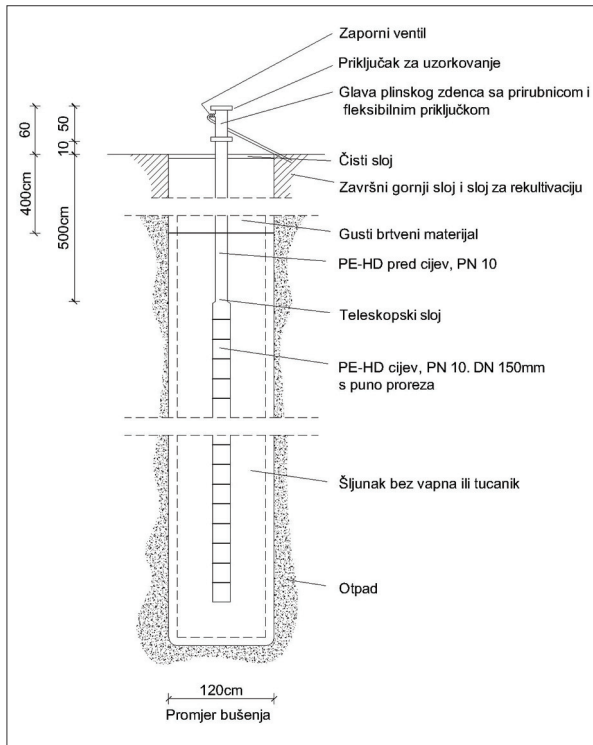
2.1.2 Gas extraction wells

Uobičajeni plinski zdenac (Slika 2) postavlja se na početku odlaganja otpada. Kod novijih se odlagališta ovo provodi kao standardna izvedba. Problemi se javljaju u području vodoravnih plinovoda, u slučaju odsisavanja sa dna odlagališta. Oni su prije svega ugroženi pri ugradnji i također kod eventualnih slijeganja. Tako ovisno o sastavu otpada može doći do mjesta začepjenja, koji vode k tome da su plinovodi potopljeni vodom ili se pak zapunjavaju vodom, što otežava odsisavanje (manja količina plina) ili ga potpuno onemogućuje. Zbog toga je uobičajeno, da se nakon ispunjenja odlagališta do predviđene visine prijeđe na odsisavanje plina s vrha odlagališta.[4]



Slika 2
Shema plinskog zdenca izvedenog na početku odlaganja otpada [4]

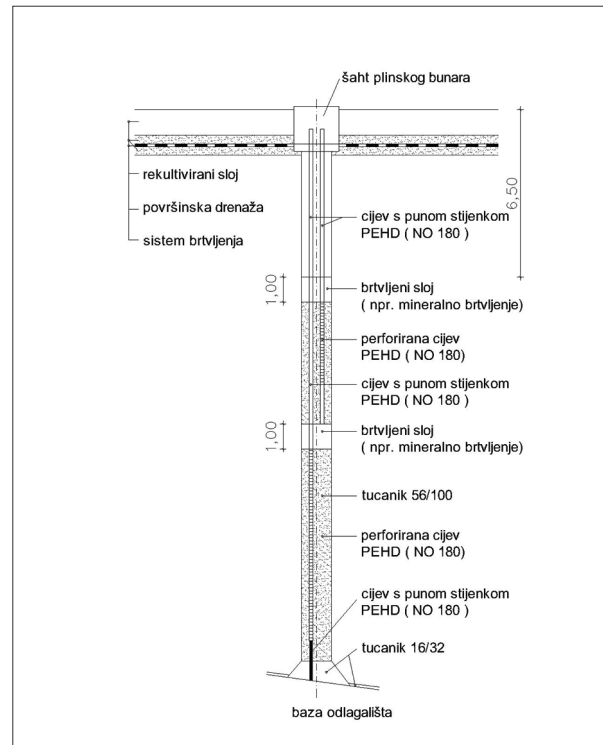
Figure 2
Gas well built in before disposal



Slika 3 Naknadno izvedeni plinski zdenac [4]

Figure 3 Gas well built in after disposal

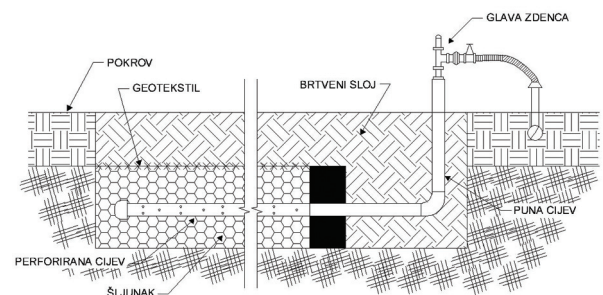
Na neuređenim starim odlagalištima, kod kojih od početka nije bilo predviđeno otplinjavanje, mogu se naknadno izvesti (tj. izbušiti) plinski zdenaci. Tada je potrebno napraviti što veći promjer bušotine, kako bi površina odsisavanja bila što veća. Kod naknadno izvedenih plinskih zdenaca problem leži u tome, što većinom ne postoji spoj na odvodnju procjednih voda. Stalnim odsisavanjem, odnosno ostvarenim podtlakom se osim plina također odsisava i vlaga (kondenzat). Tako se mogu odvoditi i fine čestice koje se talože u prolazima, zbog čega se s vremenom voda skuplja u plinskim zdenacima i tamo ostaje, što onemogućava odsisavanje plina.[4] Začepljenje plinskih zdenaca uzrokuje također i krivo odabrani drenažni materijal. Kod drenažnog šljunka s prevelikom udjelom karbonataa procjedne vode ispiru vapno te se stvara neka vrsta sluzi, koja opet pridonosi začepljenju. U većini slučajeva taj se problem može riješiti samo izvođenjem (bušenjem) novih plinskih zdenaca. U slučaju dubokog plinskog zdenca (Slika 2), unutarnja perforirana cijev (oko 10% površine) ima promjer 180 mm i izvedena je na nazivni tlak od 10 bara. Izrađena je iz polietilena povećane gustoće (PEHD). Oko perforirane cijevi postavlja



Slika 4 Shema dubokog plinskog zdenca [1]

Figure 4 Deep landfill gas extraction well

se tucanik, odnosno separirani šljunak, koji ne sadrži vapnenac. Perforacija unutarnje cijevi počinje na oko 6,5 m dubine. Preporuča se da se sve cijevi spajaju zavarivanjem.



Slika 5 Horizontalni zdenac [5]

Figure 5 Horizontal well

3. Princip rada

3. Work principles

U osnovi postoje dva načina otplinjavanja odlagališta:

- pasivno otplinjavanje
- aktivno otplinjavanje

3.1 Pasivno otplinjavanje

3.1 *Passive collecting*

Pasivno otplinjavanje podrazumijeva iskorištavanje vlastitog tlaka plina u tijelu odlagališta, te nema dodatne potrošnje energije za otplinjavanje. Ovakav sustav otplinjavanja rijetko se koristi, iako je njegovo održavanje olakšano, što je posebno važno nakon zatvaranja odlagališta. Kod pasivnog otplinjavanja odlagališni plin lagano se istiskuje iz odlagališta, te se ne razrjeđuje vanjskim usisom zraka. Kod takvog sustava postiže se manji koeficijent obuhvata plina, te je potrebno povećati količinu opreme za sakupljanje plina u tijelu odlagališta. Pasivnim otplinjavanjem povećava se opasnost od nekontroliranog istjecanja plina, a najveći nedostatak ovog sustava je njegova ovisnost o promjenama atmosferskog tlaka. Pri naglom padu tlaka iz tijela odlagališta izlaze velike količine plina, a pri povišenju atmosferskog tlaka emisija plina može čak i izostati.

3.2 Aktivno otplinjavanje

3.2 *Active collecting*

Aktivno otplinjavanje obuhvaća postupak isisavanja plina iz tijela odlagališta. Pomoću uređaja i opreme za zahvat plina u cijevima za njegovo prikupljanje i u samom tijelu deponija, održava se podtlak između 50 i 150 milibara. Na taj način podržava se izdvajanje plina i ustaljuje se proces biorazgradnje otpada.

Sustav za aktivno otplinjavanje mora biti napravljen tako da se osigura:

- održavanje djelotvornog podtlaka u odlagalištu
- minimalno usisavanje zraka u tijelo odlagališta
- isisavanje, tj. funkcioniranje za vrijeme pogona odlagališta i nakon njegova zatvaranja
- pouzdanost sustava kroz duže vrijeme
- dinamičko prilagođavanje kapaciteta otplinjavanja proizvodnji plina.

4. Zaključak

4. *Conclusion*

Odlagališni plin predstavlja izuzetno veliku opasnost za zdravlje ljudi i okoliš. Veliki su lokalni (neugodni mirisi, požari, eksplozija) i globalni (staklenički plinovi, gubitak energetske vrijednosti) rizici uzorokvani emisijom odlagališnog plina. U Republici Hrvatskoj, oko 85% količine komunalnog otpada još uvijek se odlaže u neobrađenom obliku, te na taj način nastaje neizbježna posljedica: odlagališni plin.

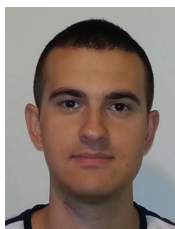
Nastajanje odlagališnog plina traje i 20 godina nakon zatvaranja uređenih odlagališta neobrađenog komunalnog otpada kao i proizvodnog otpada, koji sadrži lagano biorazgradive dijelove. Generiranje odlagališnog plina započinje već nakon nekoliko mjeseci od početka odlaganja otpada. U cilju smanjivanja rizika nužno je, od samo početka odlaganja otpada i zatim trajno najmanje dvadeset godina nakon svršetka odlaganja, odlagalište otplinjavati, a plin sakupljati te prema mogućnostima iskorištavati i/ili obraditi. Naročito je važno stalno nadzirati stanje odlagališnog plina na i u okolici odlagališta. Izgradnjom usklađenih (uređenih) odlagališta sa sustavom sakupljanja, nadziranja i uporabe odlagališnog plina rizici od odlagališnog plina se smanjuju ali ne i potpuno otklanjaju. U Republici Hrvatskoj teži se smanjenju broja neuređenih odlagališta neobrađenog komunalnog otpada, te odvoženju otpada na velika uređena odlagališta i to zbog učinkovitijeg nadzora, te mogućnosti aktivnog otplinjavanja. Takva odlagališta potrebno je, prema propisima, nadzirati još 30 godina nakon njihovog zatvaranja. Upravo iz tog razloga, ključno je na velikim odlagalištima izvođenje sustava za otplinjavanje, kako bi se opasnosti od odlagališnog plina stavile pod kontrolu. Ono što će u budućnosti biti konačan cilj, a razvijene europske zemlje već su do toga došle, jest da se odlaganje neobrađenog otpada u potpunosti obustavi, odnosno zabrani. Odvojenim prikupljanjem biootpada, sortiranjem i obradom u potpunosti treba smanjiti proizvodnju odlagališnog plina i na taj način ukloniti opasnosti od odlagališnog plina kod odlaganje otpada s visokim udjelom lagano biorazgradive tvari.

5. Reference

5. References

- [1] Milanović, Z.: Deponij, trajno odlaganje otpada. Javno poduzeće Zbrinjavanje gradskog otpada; 1992.
- [2] Milanović, Z. i Novosel, M.: Odlagališni plin i druge opasnosti na odlagalištu otpada. Udruga gospodarenjem otpadom, Zagreb; 2011.
- [3] Kumić, V.: Odlagališni plin i opasnosti na odlagalištu komunalnog otpada/ završni rad. Zagreb, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2015.
- [4] UEG International Holding GmbH: Gasbildung und Gasbehandlung bei Hausmülldeponien; Graz, 2008.
- [5] Kovačić, Đ.: Nastanak plinova i rješavanje problema zahvata plina u odlagalištu otpada. Osijek, Poslijediplomski doktorski interdisciplinarni studij Zaštita prirode i okoliša, 2015.

AUTOR · AUTHOR



Viktor Kumić

Viktor Kumić rođen je 17.8.1990. godine u Zagrebu. Pohađa Specijalistički diplomski stručni studij na Tehničkom veleučilištu Zagrebu, gdje je u srpnju 2015. godine stekao titulu

Stručnog prvostupnika inženjera građevinarstva.



Zlatko Milanović

Zlatko Milanović diplomirao, magistrirao i doktorirao na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu. Od diplomiranja stalno radio u gospodarstvu,

te honorarno na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, Geotehničkom fakultetu u Varaždinu, Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu te na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu. Autor i koautor je više od sto stručnih i znanstvenih radova, te brošura, priručnika i knjiga iz područja gospodarenja otpadom. Pokrenuo je i organizirao najveći hrvatski međunarodni stručni skup iz područja gospodarenja otpadom, te uređivao i izdavao stručni časopis "Gospodarstvo i okoliš"