Monitoring odlagališta

Šušak, Dora

Master's thesis / Diplomski rad

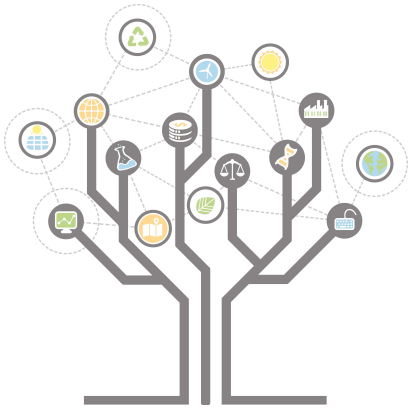
2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:076833

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

DORA ŠUŠAK

MONITORING ODLAGALIŠTA

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

MONITORING ODLAGALIŠTA

KANDITAT: DORA ŠUŠAK

MENTOR: izv.prof.dr.sc. ALEKSANDRA ANIĆ VUČINIĆ

VARAŽDIN, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnica: DORA ŠUŠAK

Matični broj: 191 - 2017./2018.

Smjer: UPRAVLJANJE VODAMA

NASLOV DIPLOMSKOG RADA:

MONITORING ODLAGALIŠTA

Rad treba sadržati: 1. Uvod
2. Gospodarenje otpadom
3. Građa odlagališta otpada
4. Utjecaj odlagališta na okoliš
5. Monitoring emisija odlagališta
6. Odlagalište komunalnog otpada Ivančino brdo - Križevci
7. Odlagalište komunalnog otpada Prdavac- Grubišno polje
8. Zaključak
9. Literatura

Pristupnica je dužna predati mentoru jedan uvezen primjerak diplomskog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade diplomskog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 21.03.2019. Rok predaje: 05.09.2019.

Mentor: Predsjednik Odbora za nastavu:

Izv.prof.dr.sc. Aleksandra Anić Vučinić Izv.prof.dr.sc. Igor Petrović

REPUBLIKA HRVATSKA - VARAŽDIN - GEOTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom

MONITORING ODLAGALIŠTA

(naslov diplomskog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **izv. prof. dr. sc. Aleksandre Anić Vučinić.**

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 10.9.2019.

Dora Šušak

(Ime i prezime)

Dora Šušak

(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK RADA

Ime i prezime: Dora Šušak

Naslov rada: Monitoring odlagališta

Stvaranje prekomjerne količine otpada kroz tisućljeća dovodi do sve većeg broja odlagališta. Kako bi se smanjili ili uklonili mogući negativni utjecaji odlagališta komunalnog otpada na okoliš, potrebno je provoditi konstantni nadzor emisija iz odlagališta. U ovom radu obrađivali su se podatci monitoringa dobivene s dva odlagališta u Hrvatskoj - odlagalište komunalnog otpada Ivančino brdo- Križevci i odlagalište komunalnog otpada Prdavac – Grubišno polje. Interpretirani su rezultati provedenog monitoringa u svrhu utvrđivanja mogućeg negativnog utjecaja odlagališta na okoliš.

Ključne riječi: monitoring, odlagalište, odlagališni plinovi, procjedne vode, utjecaj na okoliš

SADRŽAJ

1 Uvod 1

2 Gospodarenje otpadom 2

3 Građa odlagališta otpada 7

3.1 Brtveni sloj 9

3.2 Pokrovni brtveni sustav 10

3.3 Sustav za otplinjavanje 12

3.4 Sustav za obradu procjednih tekućina 14

4 Utjecaj odlagališta na okoliš 16

4.1 Odlagališni plinovi 16

4.2 Neugodni mirisi 17

4.3 Procjedne vode 17

4.4 Buka 18

5 Monitoring emisija sa odlagališta 19

5.1 Direktiva Vijeća 1999/31/EZ o odlaganju otpada 20

5.2 Okolišna dozvola 24

6 Odlagalište komunalnog otpada Ivančino brdo – Križevci 27

6.1 Monitoring Ivančino brdo – Križevci 28

7 Odlagalište komunalnog otpada Prdavac – Grubišno polje 32

7.1 Monitoring Prdavac – Grubišno polje 33

8 Zaključak 36

9 Literatura 37

Popis slika 39

Popis tablica 40

1 UVOD

Naglo povećanje proizvodnje svih vrsta potrošnih dobara prati povećanje količina otpada. Proporcionalno s povećanim količinama otpada, raste i onečišćenje okoliša. Iako sav otpad nije direktno opasan, predstavlja sve veći problem zbog opasnosti od potencijalnog onečišćivanja okoliša tijekom vremena te time ugrožavanja ljudskog zdravlja. Nekontrolirana odlagališta otpada predstavljaju veliku ekološku prijetnju zbog onečišćenja podzemnih i površinskih voda te zbog nastanka štetnih plinova. Kvalitetnom sanacijom postojećih odlagališta te izgradnjom novih uređenih odlagališta, smanjuje se rizik od onečišćenja.

Procesom raspadanja organskog dijela otpada nastaje odlagališni plin, a u dodiru otpada s vodom nastaju procjedne vode. Odlagalište, stoga, mora imati osigurano brtvljenje s donje i gornje strane, mogućnost prihvaćanja i pročišćavanja procjednih voda i osiguran sustav otplinjavanja. Kako bi cijela funkcija odlagališta radila kako treba, treba svakako vršiti monitoring odlagališta kako bi se smanjio ili u potpunosti uklonio sav negativan utjecaj odlagališta na okoliš. Vrši se mjerenje kvalitete vode, kvalitete zraka, emisija buke, mjerenje koncentracije i sastava odlagališnih plinova, a također se prate i meteorološki podaci.

2 GOSPODARENJE OTPADOM

Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19) otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadom se smatra i svaki predmet i tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa. Otpad se može podijeliti prema svojstvima i prema mjestu nastanka. [1]

Hijerarhijom gospodarenja otpadom u na čelu se određuje slijed prioriteta u skupini najboljih opcija za okoliš u okviru okolišnog zakonodavstva i okolišne politike, pri čemu odstupanje od te hijerarhije može biti nužno za pojedine tokove otpada, tamo gdje je to opravdano na temelju razloga koji uključuju, među ostalim, tehničku izvedivost, gospodarsku održivost i zaštitu okoliša. Europska Unija u području gospodarenja otpadom potiče i druga opća načela zaštite okoliša, kao što su predostrožnost i održivost, tehnička izvedivost i gospodarska održivost, zaštita resursa, kao i sveukupni učinak na okoliš, ljudsko zdravlje, gospodarstvo i društvo. [2]



Slika 1 Prikaz hijerarhije gospodarenja otpadom [2]

Prevencija podrazumijeva mjere koje se poduzimaju prije no što određena tvar, materijal ili proizvod postanu otpad, a koje smanjuju:

- količinu otpada, kroz ponovno korištenje proizvoda, ili produženje životnog ciklusa proizvoda
- štetan učinak generiranog otpada na okoliš i zdravlje ljudi
- sadržaj štetnih tvari u materijalima i proizvodima.

Ponovno korištenje podrazumijeva svako djelovanje na temelju kojega se proizvodi ili komponente, koje nisu otpad, ponovno koriste u istu svrhu za koju su zamišljeni.

Oporaba podrazumijeva svaki postupak čiji je temeljni rezultat otpad koji služi nekoj korisnoj svrsi, na način da zamjenjuje druge materijale koji bi se inače koristili za ispunjavanje konkretne funkcije, odnosno čiji je rezultat otpad koji se priprema za ispunjavanje te funkcije, u postrojenju ili u široj ekonomiji. Dodatak II Okvirne direktive o otpadu uključuje nepotpuni popis postupaka oporabe.

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

Kako bi se relevantna hijerarhija gospodarenja otpadom provela u djelo, Europska unija odredila je u Okvirnoj direktivi o otpadu WFD 2008/98/EC nove ciljeve:

- do 2020. godine priprema za ponovno korištenje i recikliranje otpadnih materijala, u najmanju ruku papira, metala, plastike i stakla iz domaćinstava, a mogu će i iz drugih izvora u mjeri u kojoj su ti tokovi otpada slični otpadu iz kućanstava, povećat će se na najmanje 50% mase otpada;
- do 2020. godine priprema za ponovno korištenje, recikliranje i druge vrste oporabe materijala iz neopasnog građevinskog otpada, uključujući postupke zatrpavanja u kojima se otpad koristi kao zamjena za druge materijale, a isključujući prirodne materijale definirane u kategoriji 17 05 04 u popisu otpada, povećat će se na najmanje 70% mase otpada. [2]

Ključni dokumenti za planiranje i provođenje sustavnih aktivnosti u području gospodarenja otpadom u Hrvatskoj su Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05) i njen provedbeni dokument Plan gospodarenja otpadom. Ciljevi koje je Strategija definirala u području gospodarenja otpadom su strateški i kvantitativni izbor ciljeva polazi od temeljnih na čela i shvaćanja kako postoji hijerarhija postupaka s otpadom određena opterećenjem okoliša otpadom. Izbjegne li se nastajanje otpada,

uklonjen je pritisak na okoliš u potpunosti i, suprotno, sve što se odloži izlaže okoliš pritisku. Ostvarivanje strateških ciljeva jamči jačanje sustava i njegovo funkcioniranje, a kvantitativni ciljevi određuju dinamiku ostvarivanja strateških ciljeva. [2]

Strategija se sastoji od 5 ciljeva, a konkretno u drugom strateškom cilju govori o razvitku infrastrukture za cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (stvaranje uvjeta za učinkovito funkcioniranje sustava) :

- usklađivanje hrvatske regulative i informacijskog sustava s EU-om
- gradnja infrastrukturnih građevina i postrojenja – regionalna odlagališta.energane na otpad i spalionice. Postrojenja za mehaničko – biološku obradu, biokompostane, odlagališta
- gradnja kapaciteta servisnih službi sustava gospodarenja otpadom [2]

Postoje dvije glavne podjele otpada, s obzirom na njegova svojstva i njegovo podrijetlo. Otpad se prema svojstvima dijeli na: [3]

- Opasni otpad - otpad koji sadržava jedno ili više opasnih svojstava
- Neopasni otpad - otpad koji nema niti jedno od opasnih svojstava
- Inertni otpad - otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim i/ili biološkim promjenama pa ne ugrožava okoliš.

Podjela otpada prema nastanku: [3]

- Komunalni otpad - otpad iz kućanstava, otpad sličan otpadu iz kućanstva, osim proizvodnog otpada i otpada iz poljoprivrede i šumarstva
- Proizvodni otpad - otpad koji nastaje u proizvodnim procesima u industriji, obrtu i drugim procesima, osim ostataka iz proizvodnog procesa koji se koriste u proizvodnom procesu istog proizvođača

Prema Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/15), za odlagališta za neopasni otpad se utvrđuju slijedeće podkategorije odlagališta:

- Podkategorija 1: Bioreaktorsko odlagalište
- Podkategorija 2: Odlagalište za odlaganje otpada za stabiliziranu frakciju otpada nakon postupka mehaničko-biološke obrade

- Podkategorija 3: Odlagalište anorganskog neopasnog otpada s niskim sadržajem organske/biorazgradive tvari.

Otpad je dozvoljeno odlagati samo na odlagalištima koja moraju ispunjavati uvjete iz odgovarajućeg pravilnika. Otpad treba biti prethodno obrađen. Bez prethodne obrade može se odobriti samo odlaganje inertnog otpada, kada njegova obrada nije tehnički izvediva i drugog neopasnog otpada ako njegova obrada ne smanjuje količinu ili svojstva otpada koji uzrokuju štetne utjecaje na okoliš ili ljudsko zdravlje. Odobrenje za odlaganje otpada utvrđuje nadležno tijelo, u dozvoli za obavljanje djelatnosti odlaganja otpada. Kriteriji za odlaganje na određene kategorije odlagališta utvrđeni su u odgovarajućim pravilnikom. [4]

Na odlagalište za inertni otpad odlaže se samo inertni otpad. Na odlagalište za neopasni otpad dozvoljeno je odlaganje:

- komunalnog otpada prema kriterijima za prihvat
- neopasnog otpada bilo kojeg podrijetla koji ispunjava kriterije za prihvat otpada na navedeno odlagalište.

Iznimno je dozvoljeno odlaganje komunalnog otpada s visokim sadržajem biorazgradivih tvari u posebnom odjeljku koji se određenim postupcima koristi samo u svrhu proizvodnje energije iz odloženog otpada. Na odlagalište za opasni otpad dozvoljeno je odlaganje samo opasnog otpada koji ispunjava kriterije za prihvat istog. Miješanje otpada s drugim otpadnim tvarima ili otpadom zabranjeno je u svrhu smanjivanja sadržaja opasnih tvari u otpadu i zadovoljavanja propisanih kriterija za prihvat otpada na odlagališta otpada. [4]

U Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/15, 103/18, 56/19), zadani su kriteriji za odlaganje otpada na odlagalište neopasnog otpada prema kojima otpad da bi bio kategoriziran kao neopasan mora zadovoljavati slijedeće uvjete [6] :

2.1. Granične vrijednosti parametara eluata otpada za granularni (zrnati) neopasan otpad koji se odlaže u isti odjeljak odlagališta sa stabilnim nereaktivnim opasnim otpadom

određene su u Odluci 2003/33/EZ – Prilog Kriteriji i postupci za prihvat otpada na odlagališta

2.2.2. Granične vrijednosti za neopasni otpad. Koriste se granične vrijednosti parametara eluata otpada izračunate na temelju omjera tekuće – čvrsto (T/K) od 10 l/kg. Ako izmjerena vrijednost za DOC (otopljeni organski ugljik) prelazi graničnu vrijednost iz odjeljka 2.2.2. i odjeljka 2.3.1.

Odluke 2003/33/EZ kod vlastite pH vrijednosti eluata, analiza se može provesti kod pH vrijednosti između 7,5 i 8,0 pri čemu treba upotrijebiti normu HRN EN 14429:2015 Karakterizacija otpada – Ispitivanje ponašanja pri izluživanju – Utjecaj pH-vrijednosti na izluživanje uz početni dodatak kiseline/lužine (EN 14429:2015).
Smatra se da otpad zadovoljava uvjete prihvata za DOC ako rezultat ovog ispitivanja ne prelazi 800 mg/kg suhe tvari.

2.2. Dodatne granične vrijednosti parametara onečišćenja otpada za stabilizirani nereaktivni opasni otpad
Uz granične vrijednosti određene u točki 2.1. ovoga Priloga, granularni (zrnati) opasni otpad mora zadovoljiti dodatne granične vrijednosti iz Odluke 2003/33/EZ – Prilog Kriteriji i postupci za prihvat otpada na odlagališta u odjeljku 2.3.2. Drugi kriteriji. Mora se procijeniti kapacitet neutralizacije kiseline (ANC), izražen u mol/kg.

2.3. Kriterij stabilnosti i nereaktivnosti opasnog otpada koji je prikladan za prihvat na odlagalište neopasnog otpada određen je u Odluci 2003/33/EZ – Prilog Kriteriji i postupci za prihvat otpada na odlagališta u odjeljku 2.3. Kriteriji za opasni otpad koji je prikladan za prihvat na odlagališta neopasnog otpada. Stabilizirani nereaktivan opasan otpad ne smije se odlagati u odjeljak s obrađenim komunalnim otpadom ili odvojeno prikupljenim frakcijama neopasnog komunalnog otpada. [6]

3 GRAĐA ODLAGALIŠTA OTPADA

Odlagalište otpada je građevina namijenjena za trajno odlaganje otpada, kao organizirane komunalne djelatnosti. U sklopu odlagališta otpada mogu se nalaziti i građevine za skladištenje i obrađivanje otpada. Odlagališta se mogu podijeliti prema kategorijama, odnosno pravnom statusu, veličini, vrstama odloženog otpada, stanju aktivnosti, utjecaju na okoliš i opremljenosti. [5]

Aktivna odlagališta mogu se razvrstati u pet kategorija na temelju pravnog statusa (posjedovanje lokacijske, građevinske i uporabne dozvole):

1. Legalna uređena 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. Razlikuju se: 1a – potpuno legalizirana uređena odlagališta koja posjeduju sve tri dozvole, 1b – djelomično legalizirana uređena odlagališta koja raspolažu barem jednom dozvolom, a u fazi su ishođenja preostalih, 1c – uređena odlagališta u postupku legalizacije koja nemaju nijedne dozvole, ali su započela postupak ishođenja prve od njih (lokacijska dozvola)
2. Službena odlagališta otpada su velika odlagališta na koja komunalna poduzeća ili koncesionari na temelju odluke nadležnog tijela lokalne uprave i samouprave redovito i organizirano dopremaju i odlažu komunalni otpad. Nisu opremljena uređenom građevinom za odlaganje otpada i ne posjeduju nijednu od potrebnih dozvola. Uspostavljen je samo djelomičan nadzor i provode se neke mjere zaštite okoliša. Predviđena su dokumentima prostornog uređenja.
3. Odobrena odlagališta djeluju na temelju odgovarajućeg odobrenja nadležnog tijela lokalne samouprave. Na njih otpad dovoze manji koncesionari ili sami proizvođači otpada. Nisu opremljena uređenim građevinama, nisu predviđena dokumentima prostornog uređenja.
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 lokalnom samoupravom. Uglavnom nisu u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih osoba, na tim lokacijama otpad se povremeno poravnava i prekriva inertnim materijalom.

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, bez ikakvih mjera zaštite i nadzora. [6]

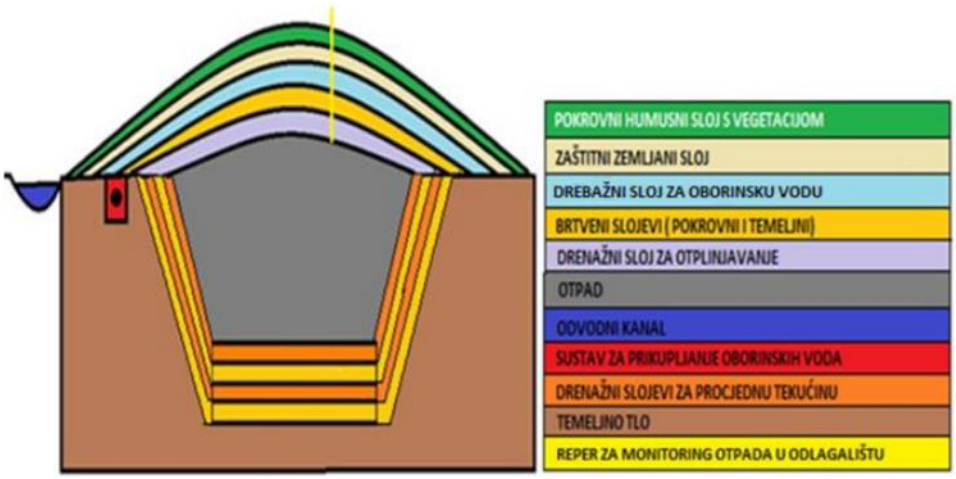
Kada na lokaciji odlagališta ne postoji temeljno tlo koje zadovoljava navedene uvjete, moguće je izgraditi umjetne brtvene slojeve iznad temeljnog tla i bočnih strana tijela odlagališta kako bi se dobila odgovarajuća zaštita s obzirom na vodo(ne)propusnost podloge odlagališta.

Uz osiguranje mehaničke otpornosti i stabilnosti odlagališta kao građevine, glavni cilj sanitarnog odlaganja je trajno onemogućavanje nekontroliranog širenja onečišćujućih tvari, procjednih tekućina i plinova iz otpada u okoliš. Za učinkovito postizanje takvih ciljeva neophodno je projektirati i izgraditi odgovarajuće brtvene i drenažne sustave odlagališta te održavati njihovo valjano funkcioniranje kroz čitavi životni vijek odlagališta. Odlagalište otpada smješta se na temeljno tlo na koje se polažu temeljni brtveni slojevi i drenažni sustav kako je shematski prikazano na slici 1. Kada je taj donji dio odlagališta izgrađen i prekontroliran, može se započeti sa odlaganjem otpada. Napunjeno odlagalište prekriva se sa završnim pokrovom, kojim se sprječava širenje neugodnih mirisa, onemogućuje pristup pticama i drugim grabežljivcima te sprječava natapanje otpada oborinama. Problem stvaranja plinova rješava se sustavom za otplinjavanje. Na slici 2 shematski je prikazan poprečni presjek kroz tijelo odlagališta.

Sve nabrojene prethodne dijelove odlagališta svrstavamo :

- temeljni i bočni brtveni sustav
- drenažni sustav za prikupljanje procjednih tekućina

- sustav za otplinjavanje
- sustav za prikupljanje oborinskih voda
- završni pokrov
- sustav za obradu procjednih tekućina iz otpada i sustav za kontrolu plina [7]



Slika 2 Poprečni presjek odlagališta [7]

3.1 Brtveni sloj

Kod odlagalištima otpada procjeđivanje vode u temeljno tlo nedopustivo. To znači da su zahtjevi za projektiranje i izvedbu te osiguranje kvalitete u gradnji brtvenih sustava znatno složeniji. Brtvene sustave u odlagalištu otpada čine pokrovni i temeljni barijerni slojevi. Namjena pokrovnog brtvenog sustava jest spriječiti procjeđivanje oborinskih voda u tijelo odlagališta i nekontroliranu emisiju plina u okoliš, a temeljnog spriječiti istjecanje procjedne tekućine iz tijela odlagališta u temeljno tlo. [7]

Temeljni brtveni sustav se obično sastoji od:

- zbijene glinene barijere (CCL, engl. compacted clay liner) ili geosintetičke glinene barijere (GCL, engl. geosynthetic clay liner)
- geomembrane (GM). Osnovna namjena temeljnog brtvenog sustava je da spriječi prolazak procjedne tekućine iz tijela odlagališta otpada u temeljno tlo. [7]

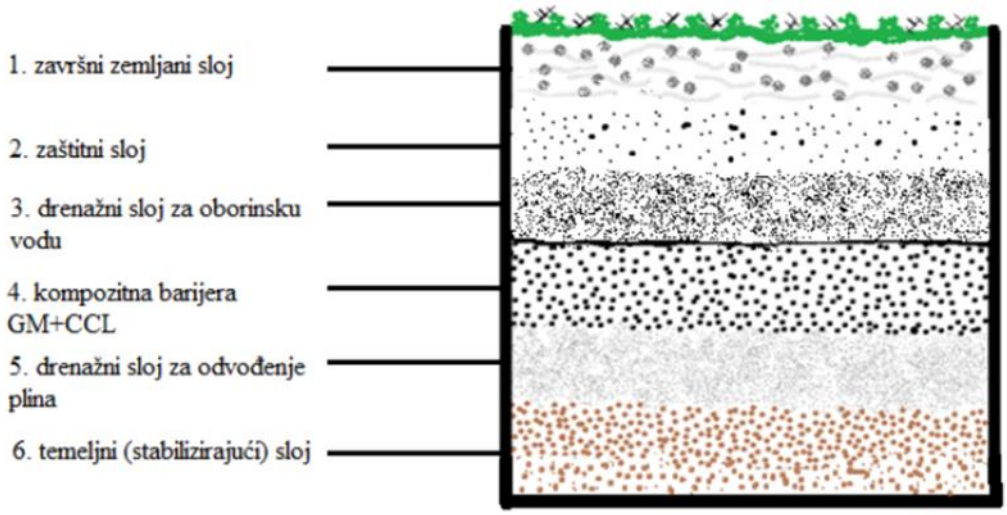
3.2 Pokrovni brtveni sustav

On prekriva i izolira otpad od okoliša odnosno da omogući kontrolu izlaznih plinova iz tijela odlagališta. Pokrov mora sprječavati ulazak atmosferskih (oborine) i površinskih voda u tijelo odlagališta otpada. [7]

Pokrov odlagališta treba biti :

- otporan na djelovanje erozije (voda, vjetar)
- siguran od djelovanja glodavaca i korijenja biljaka
- otporan na povišene temperature
- sposoban podnesti značajna diferencijalna slijeganja bez pucanja
- dovoljne posmične čvrstoće da ne dođe do klizanja.

Na slici 4 prikazan je presjek pokrova odlagališta:



Slika 4 Presjek pokrova odlagališta

U nastavku su detaljnije opisani dijelovi pokrovnog sustava :

1) Završni pokrovni sloj – sastoji se od plodnog tla i vegetacije koja sprječava eroziju i ublažava utjecaj oborina. Potreban je pravilan izbor biljnih vrsta (kratko korijenje). Minimalna debljina sloja 15 cm.
2) Zaštitni sloj tla – sprječava smrzavanje brtvenog sloja (glina) i zamuljivanje drenažnog sloja, umanjuje mogućnost isušivanja brtvenog sloja. Ugradnja oblutaka (kameni oblutci dimenzija 10-30 cm) se koristi za sprječavanje ulaska glodavaca do brtvenog sloja.
3) Drenažni sloj – drenira vodu koja se procjeđuje iz površinskih slojeva pokrovnog zaštitnog sustava, smanjuje tlak vode na kontaktu s brtvenim slojem i pridonosi stabilnosti pokosa. Minimalna debljina sloja mora biti 30 cm, a vodopropusnost mu treba biti veća od 1.0 x 10-4 m/s . Nagib treba biti minimalno 3%.
4) Brtveni sustav – sprječava ulazak vode u odlagalište i izlazak odlagališnog plina u atmosferu. [7]
5) Drenažni sloj za odvođenje plina – služi za prikupljanje plina i njegovo kontrolirano odvođenje iz tijela odlagališta. 6. Temeljni sloj – preuzima kontakt s otpadom i smanjuje utjecaj diferencijalnog slijeganja na gornje slojeve (potrebna je dobra zbijenost temeljnog sloja). [7]

Kvaliteta gornjeg brtvenog sloja ovisi o pravilnom odabiru materijala za brtvljenje te načinu njihove ugradnje. Pravilnom i što kvalitetnijom izvedbom pokrovnog sloja na odlagalištu, stvaramo nepropusnu barijeru štetnim plinovima koji dolaze iz samog tijela odlagališta.

Na isti način, kvalitetno izveden sustav prekrivanja, sprječava procjeđivanje vode koja dolazi iz samog okoliša ili atmosfere (oborine). Voda koja dospije u tijelo odlagališta postaje zagađena i puno ju je teže ukloniti nego sa površine. Zaustavljanjem infiltracije vode s površine u tijelo odlagališta, uvelike smanjujemo rizik od zagađenja podzemnih voda. [7]

3.3 Sustav za otplinjavanje

Odlagališni plin je rezultat biološke razgradnje organskog otpada u odlagalištu komunalnog otpada. Odnosno to je smjesa plinova nastalih biokemijskim procesima u tijelu odlagališta. Imamo ulazne i izlazne elemente koji se nalaze u odlagalištu otpada. Najčešći ulazni elementi su otpad i voda, dok su izlazni odlagališni plin i procjedna tekućina. Bioplin (odlagališni plin) je sam po sebi agresivan, otrovan, zapaljiv, eksplozivan, često toksičan. Sustav za otplinjavanje nam služi za sprječavanje nekontroliranog izlaženja plina u atmosferu i okolno tlo koji može imati strašne posljedice za narušavanje okoliša.

Odlagališni plin sastoji se od nekoliko komponenta (Slika 5.) [7]

Komponenta	Postotak
Metan (CH_4)	45 do 58
Ugljični dioksid (CO_2)	35 do 45
Dušik (N_2)	< 1 do 20
Kisik (O_2)	< 1 do 5
Vodik (H_2)	< 1 do 5
Vodena para (H_2O)	1 do 5
Komponente u tragovima	<1 do 3

Slika 5 Sastav odlagališnog plina [7]

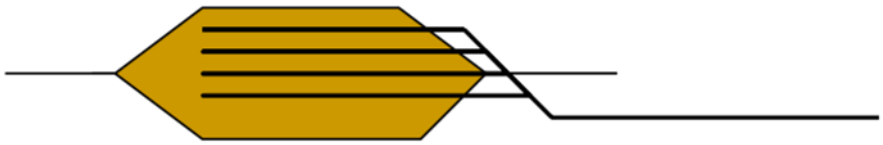
Kretanje plina nastaje uslijed (gradijenta) tlaka,koncentracije i temperature. Pogoduju mu djelomično zasićeno tlo, pukotine u stijeni, instalacije u tlu kao cjevovodi. Postoji nekoliko faktora koji utječu na pojačanu emisiju odlagališnog plina, a to su:

- intenzitet nastajanja plina
- leće šljunka i pijeska
- povećana vlažnost u atmosferi
- pad atmosferskog tlaka [7]

Postoje dvije vrste sustava za otplinjavanje :

- pasivno
- aktivno.

Pasivno otplinjavanje (Slika 6) 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. [8]



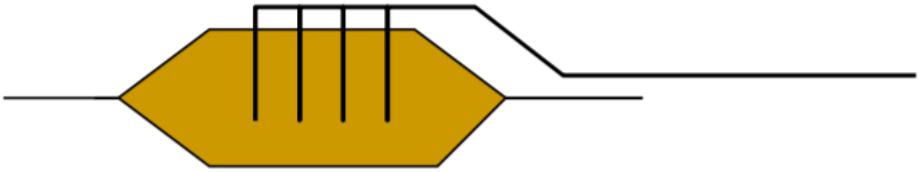
Slika 6 Pasivno otplinjavanje [7]

Aktivno otplinjavanje (Slika 7) 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

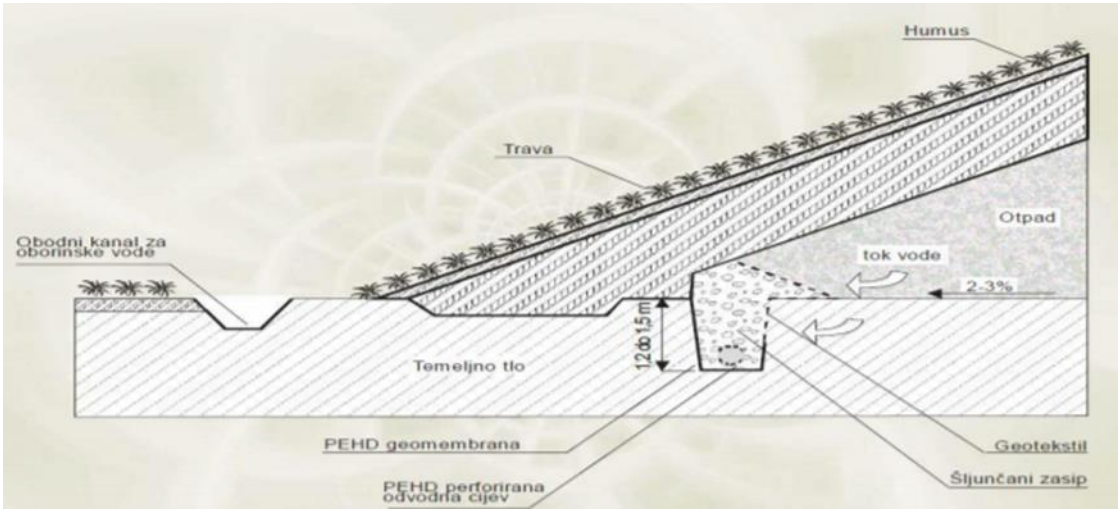
- isisavanje, tj. funkcioniranje za vrijeme pogona odlagališta i nakon njegova zatvaranja
- pouzdanost sustava kroz duže vrijeme
- dinamičko prilagođavanje kapaciteta otplinjavanja proizvodnji plina [8]



Slika 7 Aktivno otplinjavanje [7]

3.4 Sustav za obradu procjednih tekućina

Sustav za upravljanje procjednim tekućinama (Slika 8) sastoji se od tri glavne komponente. Sloja za sakupljanje procjedne tekućine unutar radne plohe, cijevi za transport tekućine sa radne plohe 19 i konačno bazena u kojima se sakuplja procjedna tekućina. Procjedna tekućina, ovisno o primijenjenom sustavu odlaganja, može biti recirkulirana na vrh odloženog otpada ili pak odvođena na uređaj za pročišćavanje.Sama odvodnja može biti pomoću pumpi ili se može primijeniti gravitacijski sustav. Površina temeljnog brtvenog sustava je profilirana odnosno s odgovarajućim poprečnim i uzdužnim nagibima, čime je omogućeno gravitacijsko tečenje procjedne tekućine kroz sustav drenažnih cijevi prema rubovima odlagališta. Tekućine sakupljene u drenažne cijevi otječu gravitacijski iz radnih ploha van tijela odlagališta odnosno do okana koja se nalaze uz vanjsku nožicu obodnog nasipa. Takvim oknima se osigurava pristup zbog inspekcije i nužnog održavanja (čišćenje taloga) sustava. Procjedne tekućine protječu dalje gravitacijski od okana do bazena za sakupljanje. Dio sakupljene procjedne tekućine se može vraćati natrag u tijelo odlagališta pomoću sustava za recirkulaciju koji se izvodi ispod prekrivnog sloja.



Slika 8 Sakupljanje procjedne tekućine [2]

Procjedne vode, koje prolaze kroz tijelo odlagališta, u kontaktu sa otpadom, onečiste se različitim organskim i anorganskim tvarima, te kao takve mogu znatno onečistiti okolno tlo i podzemne vode do kojih dospiju. Kako bi se spriječilo takvo onečišćavanje podzemnih i površinskih voda, nastala tekućina se treba prikupljati u betonske spremnike ili bazene na rubnim dijelovima odlagališta. Uz spremnike se grade i crpne stanice u koje će se smjestiti crpno postrojenje za recirkulaciju procjednih tekućina u odlagalište i to količina koje su nužne u procesu razgradnje i stabilizacije otpada. Sustav za sakupljanje procjedne vode iz tijela odlagališta sakuplja i odvodi pocjedne vode u periodu aktivnog funkcioniranja odlagališta i nakon njegovog zatvaranja.[2]

4 UTJECAJ ODLAGALIŠTA NA OKOLIŠ

Postoji nekoliko načina na koji otpad utječe ne samo na okoliš nego i na ljude. Otpad predstavlja problem svojom količinom, sastavom i stvaranjem neugodnih mirisa, divljim odlaganjem, skupim načinima prerade. Sam po sebi može biti zapaljiv te zbog toga postoji mogućnost od samozapaljenja i pojave opasnih plinova. Ukoliko se pravilno ne razvrstava može biti i fizički opasan u slučaju da se radi o staklu ili nekim drugim oštrim predmetima a ako gledate na to da se otpad prevozi, obrađuje, prerađuje također stvara i određenu količinu buke koja u nekim slučajevima nije zanemariva. Ukoliko odlagalište nije dobro koncipirano ili ako se radi o divljem odlagalištu može doći do kontaminiranja podzemnih voda. Divlja odlagališta su mjesto gdje se može pronaći razne životinje koje mogu biti prijenosnici teških bolesti. Iz otpada se razvijaju staklenički plinovi kao što su metan, ugljični dioksid, freoni koji uzrokuju oštećenje ozonskog sloja u visokim dijelovima atmosfere. Zato možemo reći da odlagališta imaju više faktora koja utječu na okoliš.

4.1 Odlagališni plinovi

Odlagališni plin nastaje na svakom odlagalištu neobrađenog komunalnog otpada. U odlagališta komunalnog otpada ulazi nepoznat i promjenjiv kemijski sastav različitih tvari. Zbog toga u tijelu odlagališta dolazi do nedovoljno poznatih biokemijskih procesa i razgradnje organske mase. Kako su ti procesi vrlo složeni, oni ovise o nizu čimbenika kao što su vrsta i količina odloženog materijala, količina zraka/kisika u tijelu odlagališta, količina vode u tijelu odlagališta, atmosferski uvjeti način i vođenje otplinjavanja, tehnika odlaganja otpada, vrijeme odlaganja i dr. [5]

Plin koji je prisutan u aerobnoj fazi razgradnje sadrži kisik, O_2 i dušik, N_2, a u toj fazi nastaje i najveća količina ugljikovog dioksida, CO_2. U anaerobnim uvjetima nastaje metan, CH_4 i nešto manja količina već spomenutog CO_2. CO_2 je teži od zraka i pada na dno, gdje se topi u vodi te povećava kiselost i korozivnost procjednih voda. CH_4 je plin bez boje i mirisa, slabo se otapa u vodi, a u koncentraciji od 5 do 15 % sa zrakom stvara

eksplozivnu smjesu. Nastajanje plinova može predstavljati opasnost zbog zapaljivosti i u određenim slučajevima eksplozivnosti metana. Stvaranje metana negativno djeluje i na završni vegetacijski pokrivač odlagališta. Potrebno je provoditi kontrolirano otplinjavanje, kako bi se izbjegla ekološka nesreća. [4]

4.2 Neugodni mirisi

Procjedne vode, odlagališni plin i neugodni miris ostalog otpada su najčešći uzrok nastajanja neugodnih mirisa na odlagalištima. Neugodan miris je uzrokovan tragovima sumporovodika, H_2S i hlapivih organskih spojeva kao što su merkaptani. Miris se može neutralizirati sakupljanjem i spaljivanjem plinova. Najčešća tehnika za kontrolu puteva plinova je izgradnja glinenih barijera i odzračnih okna. Otplinjavanje se provodi ugrađivanjem okomitih šljunčanih kanala promjera 100 cm na međusobnoj udaljenosti od oko 40 m. Odzračnici su izvedeni tako da su betonske, izbušene cijevi postavljene okomito u tijelo odlagališta i ispunjene batudom. Kada se oko istih otpad zapuni, na postojeće cijevi postavljaju se nove. Na ovaj način sukcesivno nastaje ventilacijski kanal koji raste zajedno s visinom odlagališta. Pri zatvaranju odlagališta u te šljunčane kanale potrebno je ugraditi perforiranu HDPE cijev promjera 100 mm. [4]

4.3 Procjedne vode

Procjedne vode izravno ugrožavaju površinske i podzemne vode na području i u okolici odlagališta. Procjedne vode mogu biti onečišćene organskim tvarima i zasićene anorganskim spojevima. U njima se nalaze nedopuštene koncentracije koliformnih i patogenih bakterija, zatim moguće su koncentracije cijanida, te soli teških metala. Jedna od mjera zaštite je da se filtrat ne upušta u podzemne vode prije nego se on pročisti. Filtrat se može upuštati u podzemne vode preko zona aeracije koje predstavljaju prirodne filtre ili se pak može vršiti upuštanje filtrata u dublje hidrogeološke slojeve preko upojnih bunara, ali samo ako za to postoje povoljni uvjeti. Zaštita podzemnih voda obavlja se i uređenjem nepropusne podloge odlagališta i odvodnjom filtrata do

najnižeg mjesta, odakle se odvodi na tretman. [9] Kod izrade odlagališta bi trebalo voditi računa da se ono locira tamo, gdje nije potrebna izgradnja umjetne nepropusne podloge, a ako to nije slučaj, potrebno je postaviti umjetnu zaštitu za sprečavanje dotjecanja bočnih voda sa zonom odlaganja, čime se ujedno i sprječava onečišćenje podzemnih voda. Veliki problemi javljaju se u ravničarskim područjima, na velikim aluvijalnim terenima gdje ne postoji veliki izbor za lociranje odlagališta, već se mora postaviti na dijelu gdje su i značajni izvori podzemnih voda koje tada treba zaštititi od onečišćenja. Tada se oko odlagališta izvodi sustav drenaže, koji preko zone aeracije prirodno pročišćuje filtrat, zatim prihvaća i odvodi do sabirnog bunara iz kojeg se može provesti crpljenje vode koja se ne koristi za vodoopskrbu.

4.4 Buka

Svako postrojenje, pa tako i odlagalište otpada, proizvodi određenu količinu buke. Bilo da se radi o procesima prijevoza otpada, pretovara, utovara ili samog procesa zbrinjavanja otpada na odlagalištu. Buka na odlagalištu može biti neprekidna ili isprekidana. Neprekidna buka obuhvaća rad strojeva i vozila tijekom izgradnje i rada odlagališta dok se pod isprekidanom bukom smatraju plinski topovi za rastjerivanje ptica i praskovi koji su općenito bučni te pulsni tonovi.

Neke od tehnika nadzora buke su :

- trajni akustični zakloni na obodu odlagališta
- privremene akustične zaklone oko radnih područja
- tampon zone između objekta odlagališta i vanjskog okruženja
- oprema usklađena s normama o buci u EU
- smještanje bučnog uređaja dalje od stambenih područja uzimajući pritom u obzir topografiju lokacije i okolnih područja i dr. [9]

5 MONITORING EMISIJA SA ODLAGALIŠTA

Praćenje stanja okoliša igra veliku ulogu u procjeni rizika za odlagališta i za njegovo stručno vođenje prije početka bilo kakvih operacija. Monitoring omogućuje informacije koje nam govore kako odlagalište utječe na okoliš te osigurava da se odlagalištem upravlja u kontroliranim i propisanim standardima.

Postoje 3 ključne faze monitoringa odlagališta:[13]

1. Prije početka operacija na odlagalištu – ovdje se istražuje područje na kojem će odlagalište biti te priprema za prijavu dozvole za gradnju odlagališta
2. Za vrijeme rada odlagališta - u skladu sa odlagališnim dozvolama
3. Sanacija odlagališta - u skladu s odlagališnim dozvolama.

Ciljevi monitoringa odlagališta su slijedeći:[10]

- Utvrđivanje glavnih okolišnih uvjeta
- Utvrđivanje utjecaja na okoliš
- Omogućavanje informacija za dobivanje okolišne dozvole
- Prikaz poduzimanja mjera za očuvanje okoliša po zakonu
- Pomoć u postupku dobivanja okolišne dozvole kako bi se utvrdili svi procesi koji se odvijaju unutar samog odlagališta
- Poštivanje zadanih uvjeta u okolišnoj dozvoli
- Prikaz podataka svih emisija na odlagalištu
- pristup podataka dostupnih za građanstvo
- Prikaz podataka za poboljšanje programa monitoringa
- Prikaz podataka u slučaju velikih emisija kako bi se one smanjile.

Monitoring odlagališta je interaktivni proces koji uključuje dobivanje rezultata vrste terena,procjene utjecaja na okoliš, rezultate praćenja stanja okoliša, procjena rizika i prikaz svih zaključaka donesenih na temelju provedenog istraživanja. Nadzor nikad ne prestaje i vrši se i nakon zatvaranja odlagališta.

Trebalo bi se pratiti sve medije koji su mogli biti zahvaćeni samim procesom operacija vršenih na odlagalištu.

Na odlagalištu s komunalnim otpadom radi se monitoring:

- Površinskih voda
- Podzemnih voda
- Procjednih voda
- Plinova
- Mirisa
- Buke
- Meteoroloških uvjeta
- Prašina, partikularne čestice
- Topografija i stabilnost tla
- Ekologija. [10]

5.1 Direktiva Vijeća 1999/31/EZ o odlaganju otpada

Cilj ove Direktive je pomoću strogih radnih i tehničkih zahtjeva o otpadu i odlagalištima, osigurati mjere, postupke i smjernice za sprečavanje štetnih utjecaja na okoliš ili njihovo smanjenje u najvećoj mogućoj mjeri, i to naročito za sprečavanje i smanjenje onečišćenje površinskih voda, podzemnih voda, tla i zraka te globalnog okoliša, uključujući efekt staklenika, kao i svake opasnosti za zdravlje ljudi do kojeg bi moglo doći zbog odlaganja otpada tijekom cijelog životnog vijeka odlagališta. U pogledu tehničkih značajki odlagališta, ova Direktiva sadrži odgovarajuće tehničke uvjete za odlagališta na koja se primjenjuje Direktiva 96/61/EZ o integriranom sprječavanju i kontroli onečišćenja kako bi se na konkretan način razradili opći zahtjevi te Direktive. Odgovarajući zahtjevi Direktive 96/61/EZ smatraju se ispunjenima ako su ispunjeni zahtjevi ove Direktive. [11]

Strategija osigurava:

(a) Smanjenje količine odlaganja biorazgradivog otpada - Da se do 2016 godine količina biorazgradivog otpada smanji za 50% do 31. prosinca 2016 godine,a do 2020. za 35% od ukupnog iznosa proizvedenog 1995. ili 1994.
(b) Odlaganje otpada – do 2018 godine zabrana odlaganja otpada na neusklađena odlagališta
(c) Komunalni otpad - Jedinice lokalne samouprave do 2015 godine moraju osigurati odvojeno prikupljanje otpadnog papira,metala,plastike,stakla,tekstila i krupnog (glomaznog) otpada. Do 2020. Priprema otpada za ponovnu uporabu i recikliranje mora biti do 50%.[12]

Prema čl. 12 Direktive države članice poduzimaju mjere kako bi takva kontrola te postupci nadzora za vrijeme aktivnog korištenja odlagališta ispunjavali barem sljedeće uvjete:

(a) operater odlagališta je dužan tijekom aktivnog razdoblja provoditi program nadzora i kontrole kako je pobliže određeno u Prilogu III Direktive.;
(b) operater obavješćuje nadležno tijelo o svim značajnijim štetnim utjecajima na okoliš koje postupci nadzora i kontrole otkriju, te slijedi odluku nadležnog tijela o prirodi i rokovima poduzimanja potrebnih korektivnih mjera. Troškove tih mjera snosi operater odlagališta.

    S učestalošću koju utvrđuje nadležno tijelo, ali u svakom slučaju najmanje jednom godišnje, operater na temelju prikupljenih podataka izvješćuje nadležno tijelo o svim rezultatima nadzora s ciljem dokazivanja poštovanja uvjeta dozvole, te s ciljem stjecanja novih znanja o ponašanju otpada na odlagalištima;
(c) kontrolu kvalitete analitičkih operacija kontrolnih i nadzornih postupaka i/ili analiza provode nadležni laboratoriji. [11]

Prema Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/15) daju se odgovarajuće mjere za odlaganje otpada:

1) Dno odlagališta otpada mora biti najmanje 1 m iznad najviše moguće razine podzemne vode.
2) Podzemni dio tla odlagališta, najmanje na području tijela odlagališta, mora biti geološki i hidrogeološki jedinstven i takvog geološkog sastava da osigurava zaštitu tla te onečišćenje podzemne i površinske vode.
3) Zaštita podzemnih i površinskih voda postiže se kombinacijom geološke barijere (temeljno tlo) i donjeg brtvenog sloja za vrijeme aktivnog korištenja odlagališta te kombinacijom geološke barijere (temeljno tlo) i površinskog brtvenog sloja nakon prestanaka rada odlagališta.
4) Geološka barijera (temeljno tlo) je određena geološkim i hidrogeološkim svojstvima ispod i u blizini odlagališta osiguravajući dovoljnu nepropusnost (sposobnost zadržavanja) koje osigurava zaštitu od mogućeg onečišćenja tla i podzemnih voda. [6]
5) Geološka barijera (temeljeno tlo) i bočne strane odlagališta sastoje se od mineralnog sloja koji udovoljava uvjete vodonepropusnosti i debljine tla s kombiniranim učinkom u smislu zaštite tla, podzemnih i procjednih voda koji su barem jednaki učinku koji se dobiva ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:
6) Prosječna vodonepropusnost tla na području temeljnog tla i bočnih strana tijela odlagališta mora biti manja od:
    - za odlagalište za opasni otpad: k= $1x10^{-9}$ m/s u debljini tla najmanje od pet metara
    - za odlagalište za neopasni otpad: k= $1x10^{-9}$ m/s u debljini tla od najmanje jednog metra,
    - za odlagalište za inertni otpad: k= $1x10^{-7}$ m/s u debljini tla od najmanje jednog metra. U slučaju da geološka barijera (temeljno tlo) na prirodan način ne udovoljava gore navedene uvjete ona se može osigurati i dopuniti nanošenjem umjetnih brtvenih slojeva kako bi se ispunili navedeni uvjeti vodonepropusnosti. [13]

7) Ukoliko se koristi umjetni brtveni sloj potrebno je provjeriti je li geološka podloga dovoljno stabilna da se spriječi slijeganje koje bi moglo oštetiti umjetni brtveni sloj. Umjetna geološka barijera (temeljni tlo/sloj) ne smije biti tanja od 0,5 metra. Iznimno od navedenog, uvjeti prosječne vodonepropusnosti tla i umjetne geološke barijere iz ove točke ne moraju se primijeniti za odlagalište inertnog otpada ukoliko se propisanim postupcima sukladno posebnim propisima o zaštiti voda potvrdi da nema nikakvih štetnih utjecaja na kvalitetu tla, podzemne i površinske vode.
8) Za tijelo odlagališta potrebno je urediti temeljno tlo i bočne strane tijela odlagališta na način koji osigurava stabilnost odlagališta i izvedbu brtvenih i drenažnih slojeva. [13]
9) Uz uvjet na temeljno tlo i bočne strane odlagališta mora se postaviti nepropusni umjetni brtveni sloj.
10) Na odlagalištu za opasni i neopasni otpad mora se osigurati odvođenje procjednih voda kroz drenažni sloj i njihovo sakupljanje izvan tijela odlagališta.
11) Drenažni sloj mora biti debljine veće od 0,5 m.
12) Sakupljene procjedne vode moraju se pročistiti prije ispusta u prijemnik prema propisima o zaštiti voda.
13) Prodiranje otpada u drenažni sloj se mora spriječiti odgovarajućim prihvatljivim tehničkim rješenjima. [13]

Kod prekrivanja odlagališta potrebno je:

1) Površine ispunjenih dijelova tijela odlagališta za neopasni i opasni otpad treba prekrivati i osigurati potrebno površinsko brtvljenje s ugrađenim sustavom površinske odvodnje oborinske vode i sustavom otplinjavanja.
2) Oborinske vode ne smiju doći u dodir s ispunjenim tijelom odlagališta i moraju se sakupljati odvojeno od procjednih voda. [13]

Zahtjevi za površinsko brtvljenje dani su u sljedećoj tablici (Tablica 1):

Tablica 1 Zahtjevi za površinsko brtvljenje prema [13]

Vrsta odlagališta	Odlagalište za neopasni otpad	Odlagalište za opasni otpad
Sloj za otplinjavanje	zahtijeva se	ne zahtijeva se
Nepropusni umjetni brtveni sloj	ne zahtijeva se	zahtijeva se
Nepropusni mineralni sloj	zahtijeva se	zahtijeva se
Drenažni sloj > 0,5m	zahtijeva se	zahtijeva se
Rekultivacijski sloj > 1m	zahtijeva se	zahtijeva se

Prema [13] postavljeni su zahtjevi i za gospodarenje odlagališnim plinom:

1) Ukoliko na odlagalištu nastaje odlagališni plin potrebno je osigurati sustav sakupljanja odlagališnog plina koji se mora obraditi i koristiti.
2) Ako se sakupljeni odlagališni plinovi ne mogu upotrijebiti za dobivanje energije, treba ih spaliti na području odlagališta ili spriječiti njihovu emisiju u zrak upotrebom drugih postupaka koji su jednakovrijedni spaljivanju odlagališnih plinova. [13]

5.2 Okolišna dozvola

Okolišna dozvola se izdaje s ciljem cjelovite zaštite okoliša putem integriranog sprječavanja i kontrole onečišćenja, osiguravajući visoku razinu zaštite okoliša i uvjete za sprječavanje značajnog onečišćenja okoliša zbog industrijskih aktivnosti. Obvezu ishođenja okolišne dozvole imaju i postrojenja za obradu otpada kao i odlagališta otpada (Prilog I. Uredbe). [14]

Okolišna dozvola je dozvola za rad postrojenja koju je operater dužan ishoditi prije puštanja u rad postrojenja, uključujući probni rad, za rad postojećih postrojenja, te prije značajne promjene u radu postrojenja namijenjenog obavljanju djelatnosti kojom se mogu prouzročiti industrijske emisije, uključujući velike uređaje za loženje, postrojenja za spaljivanje otpada, te postrojenja za suspaljivanje otpada. Okolišna dozvola se izdaje nakon izdavanja rješenja o prihvatljivosti zahvata na okoliš. [14]

Operater za čije je postrojenje u skladu sa Zakonom o zaštiti okoliša (NN 118/18) izdana okolišna dozvola, obavezan je Ministarstvu dostavljati podatke o rezultatima praćenja emisija u tlo, zrak, vode i more te druge sastavnice okoliša sukladno propisanim obvezama o izvješćivanju te dodatnim zahtjevima za dostavu i praćenje podataka koji su određeni okolišnom dozvolom, te bez odgađanja prijaviti inspekciji zaštite okoliša na svaki nepredviđeni događaj u postrojenju ili djelovanje u okolišu koji utječu na okoliš. [15]

Prema Uredbi o okolišnoj dozvoli (NN 08/14, 5/18) uređuju se djelatnosti kojima se mogu prouzročiti emisije kojima se onečišćuje tlo, zrak, vode i more, zahtjev i kriteriji za izdavanje okolišne dozvole, način dostavljanja podataka o praćenju emisija u sastavnice okoliša, uvjete kada se za postrojenje moraju utvrditi nove ili izmijeniti i dopuniti tehnike zaštite okoliša navedene u dozvoli, izuzeća od primjene referentnih dokumenata za najbolje raspoložive tehnike (u daljnjem tekstu: RDNRT), način utvrđivanja graničnih vrijednosti emisija, način primjene jednakovrijednih parametara i ostalih tehničkih mjera te izuzeća od primjene jednakovrijednih parametara i ostalih tehničkih mjera, određivanje praćenja procesa i industrijskih emisija prema zahtjevima najboljih raspoloživih tehnika (u daljnjem tekstu: NRT), način primjene općih obvezujućih pravila za djelatnosti za koje se ishodi okolišna dozvola, obrasce koji su dio zahtjeva za okolišnu dozvolu, sadržaj Temeljnog izvješća, popis onečišćujućih tvari, kriterije na temelju kojih se utvrđuju NRT, način određivanja NRT-a, rokove za primjenu NRT-a, te druga pitanja s tim u vezi. [14]

U članku 37. Uredbe o okolišnoj dozvoli (NN 08/14, 5/18)stoji da mjere predviđene za praćenje emisija u okoliš (monitoring), s metodologijom mjerenja, učestalošću mjerenja i vrednovanjem rezultata mjerenja iz okolišne dozvole sukladno Zakonu i članku 34.

stavku 4. podstavku 2. ove Uredbe, temelje se na zaključcima o praćenju koji su opisani u zaključcima o NRT-u, osim u slučajevima kada se utvrđivanje uvjeta okolišne dozvole provodi s NRT-a koje nisu opisane niti u jednom od postojećih zaključaka o NRT-u ili se ti zaključci ne odnose na sve potencijalne učinke koje djelatnost ili proces imaju na okoliš. Također učestalost periodičnog praćenja iz okolišne dozvole koje se odnosi na praćenje tla i podzemnih voda u vezi s opasnim tvarima za koje je vjerojatno da bi se mogle pronaći na lokaciji određuje se u okolišnoj dozvoli za svako postrojenje pojedinačno ili se propisuje općim obvezujućim pravilima, u skladu sa zahtijevanom kakvoćom okoliša iz rješenja o procjeni utjecaja zahvata na okoliš ili na drugi način u skladu sa Zakonom i ovom Uredbom, ukoliko zahtijevana kakvoća okoliša ne zahtijeva strože uvjete. Isto tako mjere koje se odnose na praćenje i gospodarenje otpadom nastalim u postrojenju određuju se u okolišnoj dozvoli za svako postrojenje pojedinačno ili se propisuju općim obvezujućim pravilima, u skladu sa zahtijevanom kakvoćom okoliša iz rješenja o procjeni utjecaja zahvata na okoliš ili na drugi način u skladu sa Zakonom i ovom Uredbom, ukoliko zahtijevana kakvoća okoliša ne zahtijeva strože uvjete. [14]

Učestalost periodičnog praćenja koje se odnosi na praćenje tla i podzemnih voda određuje se najmanje svakih 5 godina za podzemne vode i svakih 10 godina za tlo, osim ako je najmanja vrijednost učestalosti praćenja određena sustavnim praćenjem i procjenjivanjem rizika onečišćenja. [14]

6 ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA IVANČINO BRDO – KRIŽEVCI

Na odlagalištu otpada „Ivančino brdo“(Slika 9) odlaže se komunalni i neopasni/inertni otpad s područja Grada Križevaca, Općine Sveti Petar Orehovec, Općine Gornja Rijeka i Općine Kalnik. [9]



Slika 9 Sanacija odlagališta otpada Ivančino brdo [16]

Sanacija odlagališta završena je krajem 2008. godine na način da je stari dio odlagališta saniran i zatvoren, a na novom dijelu izgrađene su dvije kazete za odlaganje otpada na sanitaran način. Vrijednost navedene investicije iznosila je 7.008.056,81 kn od čega je Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost sudjelovao sa 45%, a Grad Križevci sa 55%.

U sklopu odlagališta izgrađena je i kazeta za odlaganje azbestnog otpada koja se sastoji od gline kao donjeg brtvenog sloja debljine 100 cm, gornjeg brtvenog sloja-geomembrana debljine 2,5 mm i zaštitnog sloja geotekstila te zaštitnog drenažnog šljunčanog sloja debljine 30 cm. Od 1.1.2016. godine odlagalište otpada je zatvoreno za slobodan dovoz miješanog komunalnog otpada građanima, kojima je omogućeno da svoj otpad mogu odvojeno, po vrstama otpada, odložiti na reciklažnom dvorištu. [9]

6.1 Monitoring Ivančino brdo – Križevci

Tvrtka koja je odradila ispitivanje odlagališnih plinova je Dvokut-Ecro, i ispitivanja su odrađena tokom perioda od 2017. do 2019. godine.

Plinovi koji su se ispitivali su metan, ugljikov dioksid, kisik, vodik i sumporov oksid. Bilo je nekoliko mjesta na kojima je obavljeno mjerene i dobivene su prosječne vrijednosti te ukupne satne emisije s mjerenih odušnika. Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu dane su u tablici 2:

Tablica 2. Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima

Ivančino - brdo	**Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu**			
	DATUM			
Parametar (g/cm^3)	21.3.2017	5.9.2017	20.6.2018	28.9.2018
CH_4	0,000612	0,000144	0,000369	0,000163
CO_2	0,001201	0,002008	0,000746	0,000659
O_2	0,026462	0,025239	0,025992	0,027491
H_2	0	0	0	0
H_2S	0	0	0	0

Ukupne satne emisije s mjerenih odušnika dane su u tablici 3:

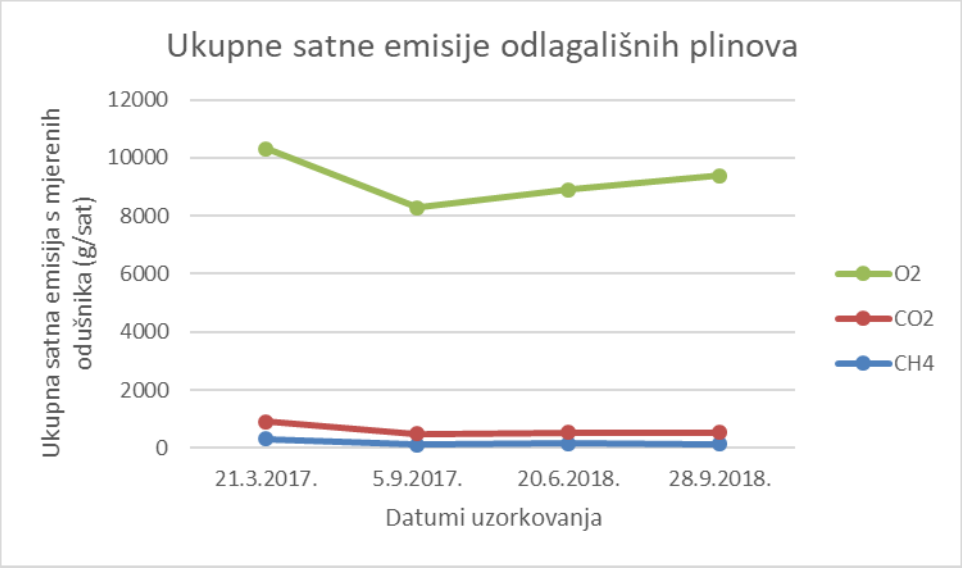
Tablica 3 Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika

Ivančino - brdo	**Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika**			
	DATUM			
Parametar (g/sat)	21.3.2017	5.9.2017	20.6.2018	28.9.2018
CH_4	1187,82	102,3	155	128,35
CO_2	2143,89	395,76	377,96	412,96
O_2	20549,43	7787,12	8375,23	8842,73
H_2	0	0	0	0
H_2S	0	0	0	0

Također i grafički prikaz rezultata mjerenja (slika 11,12) iz kojih se zaključuje da se količina štetnih plinova smanjila kroz godine, a količina kisika se povećala. Što navodi dobar sustav kontrole i pridržavanje svih mjera zakona za očuvanje okoliša.



Slika 11 Kretanje odlagališnih plinova kroz određeno vremensko razdoblje



Slika 12 Ukupne satne emisije odlagališnih plinova sa odlagališta Ivančino brdo kroz određeno vremensko razdoblje

Također je vršen i monitoring otpadnih voda na odlagalištu, čija je ispitivanja otpadne vode izvršio Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar. Ispitivanje je odrađeno u Laboratoriju za otpadne vode, laboratoriju za atomsku spektroskopiju i spektrometriju masa i laboratoriju za plinsku kromatografiju i spektrometriju masa, a otpadna voda koja je poslana na analizu uzeta je s kontrolnog okna K-1.

Rezultati za 2016. i 2017. godinu prikazani su na slici 13:

Ivančino brdo - Križevci										
Uzorak : Otpadna voda	DATUM									
Naziv analize (mg/L^{-1})	14.6.2016		19.12.2016		3.5.2017		28.9.2017		28.12.2017	
	Rezultat	MDK***	Rezultat	MDK***	Rezultat	MDK***	Rezultat	MDK***	Rezultat	MDK***
Krom VI	< 0,04	≤ 0,1	< 0,04	≤ 0,1	< 0,04	≤ 0,1	< 0,04	≤ 0,1	< 0,04	≤ 0,1
Bakar	0,086	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5	0,1600	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5	0,130	≤ 0,5
Cink	0,122	≤ 2	< 0,05	≤ 2	0,1300	≤ 2	0,060	≤ 2	0,090	≤ 2
Nikal	0,180	≤0,5	< 0,05	≤0,5	0,0900	≤0,5	0,070	≤0,5	0,050	≤0,5
Olovo	< 0,05	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5
Kadmij	< 0,02	≤ 0,1	< 0,03	≤ 0,1	< 0,03	≤ 0,1	<0,03	≤ 0,1	< 0,03	≤ 0,1
Arsen	0,032	≤ 0,1	0,0070	≤ 0,1	0,0130	≤ 0,1	0,029	≤ 0,1	0,023	≤ 0,1
Živa	< 0,001	≤ 0,01	< 0,001	≤ 0,01	< 0,001	≤ 0,01	< 0,001	≤ 0,01	< 0,001	≤ 0,01
Barij	0,330	5,0	< 0,05	5,0	0,0800	5,0	0,20	5,0	0,180	5,0
Selen	0,040	≤ 0,1	< 0,01	≤ 0,1	< 0,005	≤ 0,1	< 0,005	≤ 0,1	< 0,005	≤ 0,1
Ukupni krom	2,4	≤ 0,5	< 0,03	≤ 0,5	1,0300	≤ 0,5	0,620	≤ 0,5	0,870	≤ 0,5
Mangan		≤ 4	< 0,03	≤ 4	0,1000	≤ 4	0,320	≤ 4	0,570	≤ 4
Lakohlapljivi aromatski ugljikovodici (BTX)	0,072	≤1	< 0,005	≤1	< 0,005	≤1	< 0,005	≤1	< 0,005	≤1

Slika 13 Vrijednosti parametara procjednih voda sa odlagališta za određeni vremenski period

Uvidom u rezultate analize otpadne vode sa odlagališta otpada Ivančino-brdo Križevci, može se uočiti smanjenje količine cinka, nikala, arsena, selena i lakohlapljivih ugljikovodika, sa svakim ispitivanjem tokom perioda od 2016. do 2017. godine. MDK je kratica za maksimalno dopuštene koncentracije metala u vodi odobrene prema Pravilniku o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08 i 116/08). Svi rezultati su u granicama MDK, ako ne i duplo manji. Stoga se može zaključiti da je monitoring otpadnih voda na odlagalištu pod dobrom kontrolom i da se provode sve potrebne mjere u svrhu očuvanja okoliša.

Ako se gleda period zadanih mjerenja u 2018. godini (Slika 14), svi metali su u granicama MDK. Isto tako, tokom godine dolazi do smanjenja vrijednosti cinka, nikala, arsena i barija. Stoga se može zaključiti da je monitoring procjednih voda na odlagalištu pod dobrom kontrolom i da se provode sve potrebne mjere u svrhu očuvanja okoliša.

Ivančino brdo - Križevci						
Uzorak : Otpadna voda	DATUM					
Naziv analize	14.3.2018		29.6.2018		19.9.2018	
(mg/L $^{-1}$)	Rezultat	MDK***	Rezultat	MDK***	Rezultat	MDK***
Krom VI	< 0,04	≤ 0,1	< 0,04	≤ 0,1	< 0,04	≤ 0,1
Bakar	0,150	≤ 0,5	0,15	≤ 0,5	0,07	≤ 0,5
Cink	0,070	≤ 2	0,11	≤ 2	0,09	≤ 2
Nikal	< 0,05	≤0,5	0,10	≤0,5	0,11	≤0,5
Olovo	< 0,05	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5	< 0,05	≤ 0,5
Kadmij	< 0,03	≤ 0,1	< 0,03	≤ 0,1	< 0,03	≤ 0,1
Arsen	0,004	≤ 0,1	0,01	≤ 0,1	0,025	≤ 0,1
Živa	< 0,001	≤ 0,01	< 0,001	≤ 0,01	0,0012	≤ 0,01
Barij	0,12	5,0	0,30	5,0	0,17	5,0
Selen	< 0,005	≤ 0,1	< 0,005	≤ 0,1	< 0,005	≤ 0,1
Ukupni krom	0,2	≤ 0,5	1,25	≤ 0,5	1,72	≤ 0,5
Mangan	0,79	≤ 4	0,69	≤ 4	0,64	≤ 4
Lakohlapljivi aromatski ugljikovodici (BTX)	< 0,005	≤1	< 0,005	≤1	< 0,005	≤1

Slika 14 Rezultati analize procjedne vode za 2018. godinu

7 ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA PRDAVAC – GRUBIŠNO POLJE

Odlagalište otpada Prdavac prikazano na slici 9 zauzima površinu od cca 6 ha. Otpad se na lokaciji odlaže od 1989. godine. Lokacija se nalazi izvan vodozaštitnog područja. Najbliži vodotok odlagalištu je potok Injatica na oko 250 m zapadno, koji 2 km sjeverozapadno utječe u potok Barnu. Prostor oko odlagališta je obrašten niskim gustim šumskim pokrovom. Tehnološka jedinica u kojoj se odvija glavna djelatnost je prostor za odlaganje neopasnog otpada i sanirani dio odlagališta otpada. Dio odlagališta na kojem se danas odlaže otpad zauzima površinu od cca 0,5 ha. Sanirani dio odlagališta otpada zauzima površinu cca 1,5 ha. Navedeni prostor zauzima cca 0,5 ha na kojem je moguće odložiti cca 18.750 t neopasnog otpada. [3]



Slika 15 Odlagalište komunalnog otpada Prdavac [17]

7.1 Monitoring Prdavac – Grubišno polje

Tvrtka koja je odradila ispitivanje odlagališnih plinova je Dvokut-Ecro d.o.o. i ispitivanja su odrađena tokom perioda od 2016. do 2017. godine. Plinovi koji su se ispitivali su metan, ugljikov dioksid, kisik, vodik i sumporov oksid. Bilo je nekoliko mjesta na kojima je obavljeno mjerene i dobivene su prosječne vrijednosti te ukupne satne emisije s mjerenih odušnika.

Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu i ukupne satne emisije s mjerenih odušnika prikazane su u tablicama u nastavku:

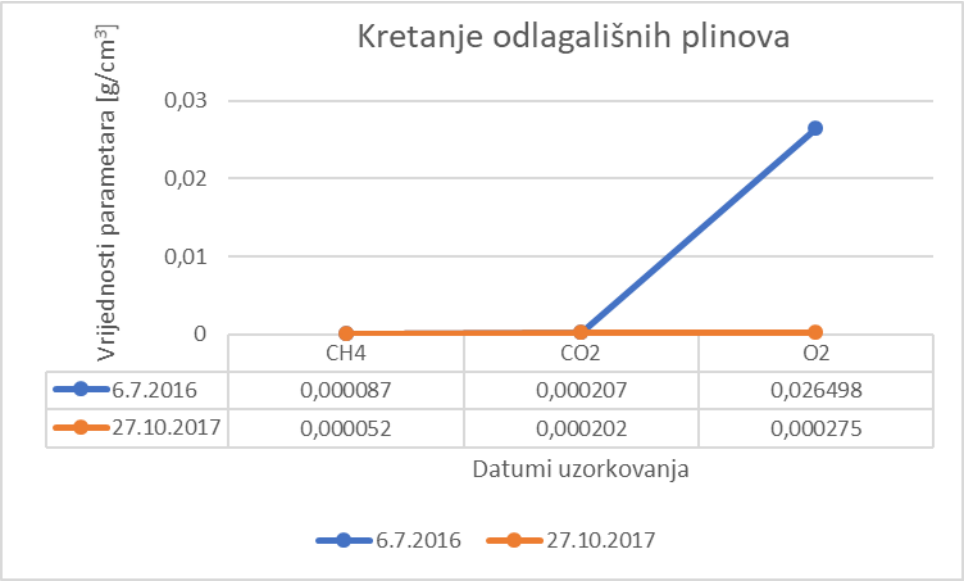
Tablica 4 Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu

Prdavac	**Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu**	
	DATUM	
Parametar (g/cm^3)	6.7.2016	27.10.2017
CH_4	0,000087	0,000052
CO_2	0,000207	0,000202
O_2	0,026498	0,000275
H_2	0	0
H_2S	0	0

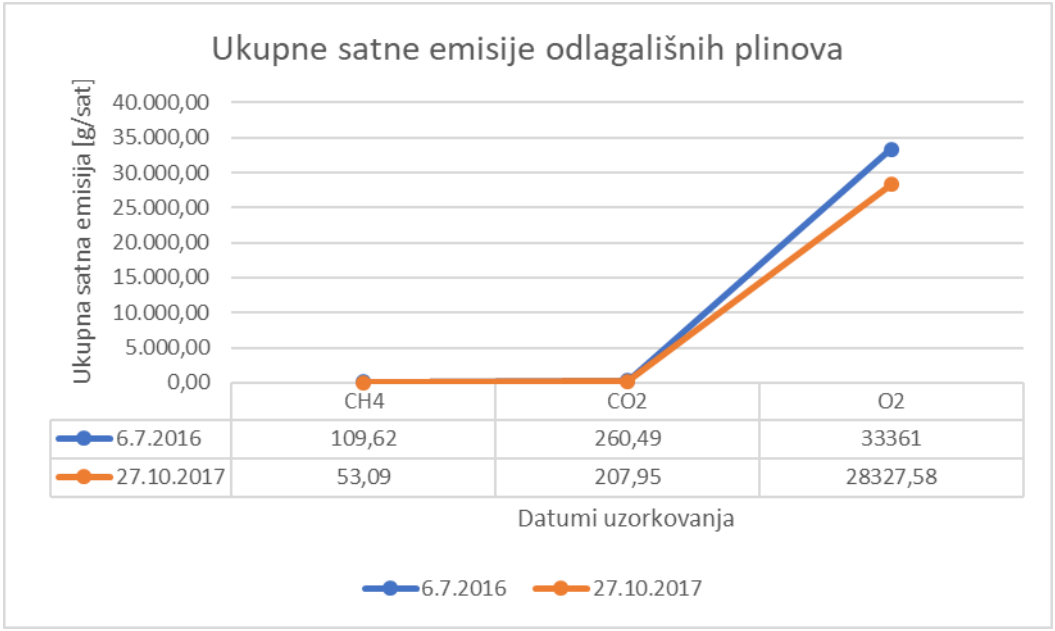
Tablica 5 Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika

Prdavac	**Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika**	
	DATUM	
Parametar (g/sat)	6.7.2016	27.10.2017
CH_4	109,62	53,09
CO_2	260,49	207,95
O_2	33361	28327,58
H_2	0	0
H_2S	0	0

Gornje tablice su dane radi lakšeg razumijevanja na grafovima na slikama 16 i 17:



Slika 16 Kretanje odlagališnih plinova kroz određeno vremensko razdoblje



Slika 17 Ukupne satne emisije odlagališnih plinova sa odlagališta Prdavac (Grubišno polje) kroz određeno vremensko razdoblje

Što se tiče monitoringa procjednih voda na odlagalištu ispitivanja je odradio zavod za javno zdravstvo Bjelovarko-bilogorske županije. Radila se fizikalno-kemijska analize vode i pomoću gravimetrije utvrdile su se ukupne suspendirane tvari i ukupni

ugljikovodici u otpadnoj vodi. Oni su se uspoređivali s maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK) određenim Pravilnikom o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08 i 116/08). [18]

Svi rezultati su unutar granica tako da su uvjeti procjedne vode zadovoljavajući, kao što se može vidjeti na tablici 6.

Tablica 6 Prikaz količina ukupno suspendiranih tvari i ukupnih ugljikovodika

Naziv analize mg/L	DATUM				
	1.3.2017	11.5.2017	28.9.2017	16.11.2017	MDK
Ukupna suspendirana tvar	2	<2	25	14	25
Ukupni ugljikovodici	0,1	0,94	1,2	0,07	10

8 ZAKLJUČAK

Broj ljudi na svijetu raste, a tako i količina otpada koji se proizvodi te je potrebno osigurati prostor za njegovo sigurno skladištenje i odlaganje. Brtveni i drenažni sustavi s dugotrajnim vijekom trajanja postaju krucijalni za očuvanje i zaštitu podzemnih i površinskih voda te zraka. Prije svega potrebno je utvrditi sve moguće mehaničke kemijske i ostale utjecaje kojima će odlagalište otpada biti izloženo, kako bi se minimizirali negativni utjecaji na okoliš. Konstantnim nadzorom odlagališta održava se funkciju samog postrojenja stabilnom i u skladu sa svim zakonima i pravilnicima.

Analizirajući podatke monitoringa emisija sa odlagališta otpada Ivančino-brdo Križevci i odlagališta otpada Prdavac-Grubišno polje, utvrđeno je kako su poduzete sve mjere kako bi se emisije iz plinova i procjednih voda smanjile. Plinovi koji su se ispitivali su metan, ugljikov dioksid, kisik, vodik i sumporov oksid. Bilo je nekoliko mjesta na kojima je obavljeno mjerenje i dobivene su prosječne vrijednosti te ukupne satne emisije s mjerenih odušnika. Količine štetnih plinova se postepeno kroz godine smanjuju, a količina kisika povećava.

Što se tiče procjednih voda na odlagalištu Ivančino-brdo, koncentracije cinka, nikla, arsena, selena i lakohlapljivih ugljikovodika se smanjuju sa svakim ispitivanjem tokom perioda od 2016. do 2017. godine, dok su svi ostali metali ispod maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK). Na odlagalištu Prdavac koncentracije ukupno suspendiranih tvari i ukupnih ugljikovodika u otpadnoj vodi uspoređivali su se sa MDK. Svi rezultati su unutar Pravilnikom propisanih granica tako da su uvjeti procjedne vode zadovoljavajući. Može se zaključiti kako odlagališta predstavljena u radu ne utječu na okoliš.

9 LITERATURA

1. *Zakon o održivom gospodarenju otpadom. Narodne novine 94/13, 73/17, 14/19*.
2. Ž. Medven and K. Veidemane, "EU I ZAŠTITA OKOLIŠA Gospodarenje otpadom na lokalnoj razini," Zagreb, 2009. Dostupno na: www.rec-croatia.hr Pristupljeno: 1.9.2019.
3. IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., "STRUČNA PODLOGA ZAHTJEVA ZA IZDAVANJE OKOLIŠNE DOZVOLE ZA ODLAGALIŠTE OTPADA PRDAVAC, GRUBIŠNO POLJE," 2014.
4. D. Vujević, M. Čalopek, Ma. Novosel, and A. Anić Vučinić, Sastav odlagališnog plina na odlagalištu otpada Prudinec/Jakuševac, *Inženjerstvo okoliša*, vol. 1, no. 1, pp. 33–41, 2014.
5. T. Pintarić. *Brtveni i drenažni sustavi u odlagalištu otpada.* Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Geotehnički fakultet. 2018.
6. D. Barčić and V. Ivančlć, "Utjecaj odlagališta otpada Prudinec/Jakuševec na onečišćenje okoliša," *Sumar. List*, vol. 134, no. 7–8, pp. 347–359, Aug. 2010.
7. B. Kavur, *Nastavni materijali iz kolegija "Geotehničko-ekološki zahvati."* Sveučilište u Zagrebu Geotehnički fakultet.
8. V. Kumić and Z. Milanović, Otplinjavanje odlagališta neobrađenog komunalnog otpada, *Polytech. Des.*, vol. 4, no. 2, pp. 111–116, 2016.
9. P. Kretić. *Utjecaj odlagališta otpada na okoliš*. Završni rad. Međimursko veleučilište, 2017.
10. Environmental Protection Agency, "LANDFILL MONITORING 2nd Edition," in *LANDFILL MANUALS*, Ireland, 2003, p. 92.
11 Direktiva Vijeća 1999/31/EZ od 26. travnja 1999. o odlagalištima otpada, *Službeni List Eur. unije*, vol. 15, no. L 182/1, 1999.
12. Gospodarenje otpadom u RH Tematski INFO dan-Program LIFE. Dostupno na: https://lifeprogramhrvatska.hr/wp-content/uploads/2018/04/Preze Pristupljeno: 26.08.2019.
13. *Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada*. Narodne novine 114/15, 103/18, 56/19.
14. *Uredba o okolišnoj dozvoli.* Narodne novine 8/14, 5/18.
15. *Zakon o zaštiti okoliša.* Narodne novine 118/18.

16. Dostupno na https://www.klikaj.hr/foto-krizevci-evo-gdje-su-radovi-u-tijeku-i-kako-napreduju/. Pristupljeno 30.08.2019.
17. Komunalac d.o.o. Grubišno polje, "Zbrinjavanje otpada - Komunalac d.o.o. Grubišno Polje," 2018. Dostupno na https://www.komunalac-gp.hr/komunalac/zbrinjavanje-otpada/8/. Pristupljeno 06.09.2019.
18. *Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima.* Narodne novine 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08 i 116/08.

POPIS SLIKA

Slika 1 Prikaz hijerarhije gospodarenja otpadom [2] 2
Slika 2 Poprečni presjek odlagališta [7] 9
Slika 3 Presjek pokrova odlagališta [7] 10
Slika 4 Presjek pokrova odlagališta 10
Slika 5 Sastav odlagališnog plina [7] 12
Slika 6 Pasivno otplinjavanje [7] 13
Slika 7 Aktivno otplinjavanje [7] 14
Slika 8 Sakupljanje procjedne tekućine [2] 15
Slika 9 Sanacija odlagališta otpada Ivančino brdo [16] 27
Slika 10Kretanje odlagališnih plinova 29
Slika 11 Kretanje odlagališnih plinova kroz određeno vremensko razdoblje 29
Slika 12 Ukupne satne emisije odlagališnih plinova sa odlagališta Ivančino brdo kroz određeno vremensko razdoblje 29
Slika 13 Vrijednosti parametara procjednih voda sa odlagališta za određeni vremenski period 30
Slika 14 Rezultati analize procjedne vode za 2018. godinu 31
Slika 15 Odlagalište komunalnog otpada Prdavac [17] 32
Slika 16 Kretanje odlagališnih plinova kroz određeno vremensko razdoblje 34
Slika 17 Ukupne satne emisije odlagališnih plinova sa odlagališta Prdavac (Grubišno polje) kroz određeno vremensko razdoblje 34

POPIS TABLICA

Tablica 1 Zahtjevi za površinsko brtvljenje prema [11] 24
Tablica 2. Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima 28
Tablica 3 Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika 28
Tablica 4 Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu 33
Tablica 5 Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika 33
Tablica 6 Prikaz količina ukupno suspendiranih tvari i ukupnih ugljikovodika 35
Tablica 1 Zahtjevi za površinsko brtvljenje **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**
Tablica 2. Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**
Tablica 3 Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**
Tablica 4 Prosječne izmjerene vrijednosti na mjernim mjestima na odlagalištu ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**
Tablica 5 Ukupna satna emisija s mjerenih odušnika **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**
Tablica 6 Prikaz količina ukupno suspendiranih tvari i ukupnih ugljikovodika **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**