

Otpadne vode deponija komunalnog otpada

Peco Dino, bacc.sanit.ing.

Jedan od osnovnih problema upravljanja otpadom koji se susreću na deponijama u praksi je problem sakupljanja i obrade procjednih voda (filtrata). Intenzitet njihove produkcije, a time i količine, ovisi o nizu faktora: starosti deponije, vrste otpada, klimatski čimbenici i sl. Ove otpadne vode se ne smiju ispuštati direktno u okruženje bez prethodnog sakupljanja i pročišćavanja. Otpadne vode deponija nastaju procijeđivanjem oborinskih voda kroz tijelo deponija prilikom čega dolazi do ekstrakcije topivih, koloidnih i suspendiranih tvari iz otpada. Procjedne deponijske vode predstavljaju medij čiji se sastav i količina značajno mijenjaju u toku životnog vijeka deponija. Najnovija istraživanja u sagledavanju problema procjednih voda sa deponija komunalnog otpada pokazuju da ove vode predstavljaju jedan od najsloženijih izvora zagađenja u prirodi.

Cilj rada bio je napraviti pregled značaja otpada i otpadnih voda, te utvrditi higijensko-sanitarnu važnost tretmana otpadnih voda deponija komunalnog otpada, te provesti obavezne fizikalno-kemijske analize. Korištene su standardne fizikalno-kemijske metode. U Mostaru su rađene fizikalno-kemijske analize tretirane otpadne vode u laboratorijama Zagrebinspekt d.o.o. Mostar.

U Mostaru su ukupno urađene 43 fizikalno-kemijske analize, od toga 24 analize vode iz pijezometra B7, 9 analiza vode rijeke Neretve uzvodno od deponije, i 10 analiza vode rijeke Neretve nizvodno od deponije. Uzorci su uzeti iz tokova rijeke Neretve i iz J.P. Deponija d.o.o. Mostar. S obzirom da su analize rađene s tretiranom otpadnom vodom svaka od njih je bila ispod graničnih vrijednosti za tehnološke i komunalne otpadne vode.

Fizikalno-kemijska i mikrobiološka kontaminacija se može povezati s kakvoćom otpada na deponiji jer se radi o komunalnom otpadu svih vrsta. Da bi se ta otpadna voda mogla pustiti u površinske tokove ili sustave javne odvodnje treba se izvršiti pročišćavanje vode da se dovede u okvire graničnih vrijednosti za tehnološke i komunalne otpadne vode. Kako bi se očuvao okoliš, otpadne vode deponija komunalnog otpada potrebno je tretirati sukladno EU direktivama.

Ključne riječi: otpadne vode deponije, fizikalno-kemijska analiza, mikrobiološka analiza, kontaminacija, granične vrijednosti.

1. Uvod

Deponija krutog komunalnog otpada J.P. Deponija d.o.o. Mostar se sastoji od:

- ulazno-izlazne (prijemno-otpremne) zone i
- zone deponiranja otpada.

Ulazno-izlazna (prijemno-otpremna) zona obuhvata sve potrebne objekte sa infrastrukturom neophodnom za normalan rad sanitarne deponije od kojih su najznačajniji poslovni objekat iz koga se upravlja radom deponije sa garderobom, sanitarnim čvorom, kupatilom i laboratorijom, kolska vaga, praonica za vozila i prostor za dezinfekciju vozila, garaže za specijalna vozila sa odgovarajućim radionicama, skladišta za prirodna sredstva, parking prostor, objekat za tretman filtrata, rasvjeta.

U regionalnoj deponiji krutog komunalnog otpada vršiti će se prihvata komunalnog i manjih količina neopasnog proizvodnog otpada preko mreže organiziranog sakupljanja na obližnjim područjima. U regionalnoj deponiji krutog komunalnog otpada se odvijaju različite aktivnosti vezane za obradu otpada prije njegovog konačnog odlaganja na odlagalištu neopasnog otpada, koje uključuju:

- prihvata ili obradu sortiranog ili nesortiranog otpada
- prihvata i skladištenje otpada koji se može ponovno upotrijebiti ili reciklirati
- prihvata i privremeno skladištenje ,te daljnja predaja opasnog otpada iz domaćinstava
- prihvata, privremeno skladištenje i distribucija otpada koji se može koristiti u druge svrhe i
- odlaganje obrađenog otpada.

Regionalna deponija krutog komunalnog otpada ima obavezu zbrinjavati neopasni otpad iz kategorije 20 Pravilnika o kategorijama otpada sa listama (Sl. novine Federacije BiH, br. 19/05), dok će se ostali neopasni otpad (prvenstveno neopasni proizvodni otpad), zbrinjavati u sklopu regionalne deponije krutog komunalnog otpada ukoliko za to ne postoji nikakvo drugo okolišno prihvatljivo rješenje (odlagalište inertnog otpada, adekvatno odlaganje u krugu proizvodnih kapaciteta i sl.).

Procjedne vode iz deponije su posebno opasni zagađivači. To su oborinske, podzemne i površinske vode iz tijela deponije koje mogu biti zagađene teškim metalima i raznim organskim i anorganskim toksičnim supstancama koje se otapaju iz sloja otpada kao što su

pesticidi, fenoli, dioksini i sl. Zbog toga se ove vode moraju kontrolirati tako što se vrši njihovo dreniranje sa nepropusnog dna deponije, odvodnja, te sprječavanje ispuštanja u površinske i podzemne vodotoke.

Procjedne vode iz tijela deponije mogu biti veoma zagađene toksičnim i biološkim materijama i kao takve predstavljaju potencijalnu opasnost po zdravlje stanovništva i životinja. Najčešće primjenjivan i najjednostavniji proces za preradu filtrata je recirkulacija u tijelo deponije. Kod ovog načina obrade, tijelo deponije se koristi kao anaerobni biološki filter. Poslije prskanja filtrata po površini deponije, jedan dio filtrata se ispari, drugi se izgubi u hidrotermičkim procesima u deponiji, dok se preostali najmanji dio, ponovno vraća u proces recirkulacije. Ovaj način je usvojen i na regionalnoj deponiji krutog komunalnog otpada, a njegovu osnovu čine taložnik (bazen) za prikupljanje filtrata, pumpna stanica i tlačni cjevovodi sa raspršivačima.

Da bi se onečišćena voda vratila u prirodu ili dalji postupak, mora se izvršiti njeno pročišćavanje, koje se obavlja mehaničkim, kemijskim i biološkim metodama.

Mehaničke metode se u načelu izvode taloženjem i filtriranjem. Mehanički postupci zasnivaju se na uklanjanju fizičkih nečistoća vode i na principu djelovanja fizičkih sila (gravitacija, pritisak).

Kemijskim procesima pročišćavanja nazivamo procese u kojima se pročišćavanje obavlja pomoću određenih kemijskih reakcija ili određenih fizikalno-kemijskih fenomena. Po pravilu, to su aditivni procesi: unose se kemikalije u vodu da bi se uklonilo zagađenje.

Biološki procesi pročišćavanja zasnivaju se na aktivnosti kompleksne mikroflore, koja u toku svog životnog ciklusa usvaja organski i dio anorganskih materija koje čine zagađenje otpadne vode, koristeći ih za održavanje životnih aktivnosti i za stvaranje novih stanica. Otpadni materijal iz procesa prerade otpadnih voda trebalo bi da ima visok udio izdvojenih komponenti i mali udio preostale vlage. Kod većine postrojenja za pročišćavanje produkti iz procesa pročišćavanja su u vidu mulja sa masenim udjelom vode 96–98%. Izbor postupaka obrade i odlaganja muljeva najviše zavisi od njihovih karakteristika. Muljevi su, u općem slučaju, veoma različiti, naročito muljevi pročišćavanja industrijskih otpadnih voda. Od količine mulja i koncentracije suspendovanih čestica najviše i zavisi način obrade mulja.

Kompostiranje je najjednostavniji način obrade biološki razgradivog mulja. To je biokemijski proces prerade komponenata mulja u stabilan proizvod kompost, koji je sličan humusu.

Kompost može da se koristi i u poljoprivredi za poboljšanje sastava zemljišta. Jedna od mogućnosti je primjena mulja i pročišćene vode na poljoprivrednim poljima, pod uslovom da ne sadrže teške metale i druge štetne materije u nedozvoljenim količinama.

Najnovija istraživanja u sagledavanju problema procjednih voda sa deponija komunalnog otpada pokazuju da ove vode predstavljaju jedan od najsloženijih izvora zagađenja u prirodi. Procjedne deponijske vode predstavljaju medij čiji se sastav i količina značajno mijenjaju u toku životnog vijeka deponija. Filtrati sa deponija spadaju među najproblematičnije vrste otpadnih voda, gledano sa aspekta toksičnosti, kao i u smislu izbora odgovarajućih metoda (tehnika) za njihovo pročišćavanje.

Svaka deponija predstavlja zaseban sustav i u tom smislu, i sastav i količina procjedne vode ovisi isključivo o karakteristikama same deponije. Osnovni izvor deponijskih procjednih voda predstavljaju padaline koje dolaze na površinu deponije i procjeđuju se kroz tijelo deponija. Dio te vode otječe kao oborinska voda sa deponije, dio se vraća u atmosferu isparavanjem sa gornje površine deponije ili vegetacije (evapotranspiracija), a ostatak se zadržava u gornjem sloju deponije, pri čemu dolazi do povećanja vlage u otpadu. Kada ova vlaga prijeđe stupanj zasićenja otpada vlagom (koeficijent zasićenja otpada koji izražava sposobnost otpada da upije i zadrži određenu količinu vlage), nastaje procjeđivanje viška vode kroz slojeve otpada. Stupanj zasićenja otpada vlagom predstavlja maksimalnu vlažnost koja može biti zadržana bez kontinuiranog gravitacijskog procjeđivanja vode.

Kretanje vode kroz otpad ovisi o propusnosti otpada, poroznosti, vlažnosti, debljini, kemijskoj migraciji i unutrašnjim prekrivkama koje formiraju nepropusne barijere i akumulacijske zone u otpadu. Količina sakupljene vode u slojevima otpada do momenta postizanja stupnja zasićenja vlagom, predstavlja kapacitet zadržavanja vlage u otpadu. U toj fazi vlaga iz otpada počinje formirati procjednu vodu deponije. Količina procjedne vode, koja nastaje kao produkt bioloških i kemijskih procesa razgradnje otpada, je praktično neznatna u usporedbi sa ostalim izvorima, osim u zemljama sa suhom klimom.

Sve vode koje nastaju tijekom rada na deponijama, prema EU Direktivi o deponiranju otpada 1999/31/EC, treba sakupiti i pročititi, prije bilo kakvog ispuštanja u krajnji recipijent.

U procjednim vodama deponija komunalnog otpada uglavnom se nalaze spojevi kisika, dušika, fosfora, teški metali, anioni, kationi i razni organski spojevi:

- Spojevi sa dušikom: u organski vezanom obliku i u obliku amonijaka, predstavljaju najveći postotak otopljenih spojeva s dušikom u procjednim deponijskim vodama i nastaju biorazgradnjom prisutnih organskih tvari. Dušik u nitratnom obliku se troši u anaerobnim uvjetima i zato je prisutan u niskim koncentracijama. Nitratni ioni su vrlo mobilni.
- Spojevi sa fosforom: uključeni su u fizikalne, kemijske i mikrobiološke transformacije. Topivost im ovisi o pH vrijednosti i u procjednim vodama su prisutni u malim koncentracijama.
- Teški metali: u većini filtrata iz komunalnih deponija se javljaju određene koncentracije teških metala, i to: Al, As, Cu, Ba, Fe, Zn, Cd, Co, Ag, Pb i Hg.
- Kationi: najčešći kationi koji se javljaju u procjednim vodama su: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} . Reagaju jedni sa drugima, i sa kationima iz otpada stvarajući komplekse.
- Anioni: Cl^- , SO_4^{2-} , S^{2-} i HCO_3^- se samo djelimično transformiraju. Sulfat se desorbira radi povećanja pH, a nakon desorpcije se taloži. Sulfidi i karbonati se vežu za metale ili plinove poput SO_2 i CO_2
- Organsko onečišćenje: izraženo kao BPK₅, KPK i TOC
- Klorirani ugljikovodici i pesticidi
- Specifični organski spojevi: aromatski ugljikovodici, fenoli, klorirani alifatski spojevi koji se nalaze obično u tragovima.

Generalno, iz dosadašnjeg pregleda kvalitativnih osobina deponijskog filtrata, može se zaključiti da se osnovne kvalitativne karakteristike filtrata mogu predstaviti preko sljedećih svojstava:

- boja: tamno smeđa do crna
- neugodan miris
- pH: kod “mladih” deponija pH kiseo; kod “starih” deponija bazičan (pH = 5,3 - 9,1)
- BPK₅ i KPK: vrlo visokih vrijednosti u fazi kiselog vrenja, u fazi metanskog vrenja značajno niži
- sadržaj teških metala: u fazi kiselog vrenja relativno visok, tijekom metanskog vrenja gotovo zanemariv
- sadržaj klorida u fazi kiselog vrenja relativno visok
- visok sadržaj amonijaka i
- vrlo mali sadržaj fosfora.

Produkcija filtrata razgradnjom komunalnog čvrstog otpada sa deponija bezopasnog otpada, mijenja se s vremenom, budući da se otpad razgrađuje kroz 4 faze biorazgradnje.

U toku radnog vijeka deponija, postoje izražene 4 faze razgradnje otpada, i to:

I - aerobna faza je početna, kratka faza razgradnje, traje oko mjesec dana. U ovoj fazi razgradnju otpada provode aerobne bakterije.

II – anaerobna, nemetanska faza traje okvirno nekoliko mjeseci. U ovoj fazi su aktivne bakterije koje ne trebaju kisik. Razgradnjom otpada se uglavnom stvaraju organske kiseline i alkoholi. Ova faza predstavlja fazu hidrolize i acidogeneze.

III – anaerobna nestabilna metanska faza traje od nekoliko mjeseci do godinu dana. U ovoj fazi počinju djelovati bakterije i dolazi do početka formiranja metana. Kemijska struktura otpada se stabilizira; kao produkti se stvaraju acetati i vodik.

IV – anaerobna stabilna metanska faza traje godinama. U ovoj fazi su aktivne metanogene bakterije, koje su osjetljive na pH vrijednost i egzistiraju samo kad je pH oko 7. Tu je dominantno nastajanje CH_4 i CO_2 .

Kod nekih autora je dodatno uvedena i faza V, kao završna faza razgradnje otpada. U ovoj fazi se kod nekih deponija u gornjim slojevima mogu pojaviti aerobne zone.

2. Materijali i metode

Za ispitivanje kakvoće deponijskih otpadnih voda u laboratoriju korištene su fizikalno-kemijske analitičke metode koje su propisane standardima i za koje postoje detaljne procedure o njihovom izvođenju. Analize uzoraka su provedene u laboratoriju Zagrebinspekt d.o.o Mostar.

Neki od pokazatelja koji se ispituju u otpadnim vodama su: pH-vrijednost, BPK_5 , KPK, nitriti, nitrati, amonijev ion, željezo, fosfor, sulfati, ukupna suspendirana tvar, žarni ostatak, ukupna suha tvar, alkalitet, ukupni organski ugljik (TOC) i drugi parametri, s tim da se neki parametri ispituju isključivo u netretiranoj vodi.

3. Rezultati i diskusija

U sljedećim tabelama prikazani su rezultati analize, odnosno fizikalno-kemijski parametri tretirane deponijske otpadne vode i voda rijeke Neretve uzvodno i nizvodno od J.P. Deponija

d.o.o. Mostar. Dakle uzorci su uzeti iz pijezometra B7, te uzorci rijeke Neretve uzvodno i nizvodno od J.P. Deponija d.o.o. Mostar , te je u laboratoriju Zagrebinspekt d.o.o. Mostar provedena analiza.

Tabela 1. Rezultati fizikalno-kemijske analize iz pijezometra B7

Analizirani parametri	Mjerna jedinica	Rezultati analize
Temperatura	°C	4,0
pH		7,6
Miris		Bez
Boja		Bez
Sadržaj otopljenog kisika	mg/L	9,1
Elektroprovodljivost	μS/cm	721
Alkalitet	mg/L CaCO ₃	240
Isparni ostatak na 105 °C	mg/L	397
Ortofosfati	mg/L P	0,20
Ukupni fosfor	mg/L	-
Kloridi	mg/L	5,83
Sulfati	mg/L	24,8
Test toksičnosti Daphnia Magna Straus	48hEC50 %	-
Ulja i masti	mg/L	-
Mutnoća	FTU	0
Potrošnja KmnO ₄	mgO ₂ /L	3,57
Kalcij, Ca	mg CaCO ₃ /L	56
Kalij, K	mg/L	0,82
Natrij, Na	mg/L	2,92
Magnezij, Mg	mg CaCO ₃ /L	230
Željezo, Fe	mg/L	1713
Bikarbonati	mg CaCO ₃ /L	317,8
Ukupna tvrdoća	mg CaCO ₃ /L	286
Silikati	mg/L	5,44

Tabela 2. Rezultati fizikalno-kemijske analize vode rijeke Neretve uzvodno od deponije

Analizirani parametri	Mjerna jedinica	Rezultati analize
-----------------------	-----------------	-------------------

Temperatura	°C	7,1
pH		7,7
Miris		Bez
Boja		Bez
Sadržaj otopljenog kisika	mg/L	11,9
Elektroprovodljivost	μS/cm	361
Alkalitet	mg/L CaCO ₃	186
Isparni ostatak na 105 °C	mg/L	237
Pepeo na 550 °C	mg/L	180

Tabela 3. Rezultati fizikalno-kemijske analize vode rijeke Neretve nizvodno od deponije

Analizirani parametri	Mjerna jedinica	Rezultati analize
Temperatura	°C	6,8
pH		7,2
Miris		Bez
Boja		Bez
Sadržaj otopljenog kisika	mg/L	12,5
Elektroprovodljivost	μS/cm	368
Alkalitet	mg/L CaCO ₃	187
Isparni ostatak na 105 °C	mg/L	237
Pepeo na 550 °C	mg/L	176
Volatilne tvari na 550 °C	mg/L	61

Svi rezultati su ispod graničnih vrijednosti za tehnološke i komunalne otpadne vode što ukazuje na dobar postupak pročišćavanja.

Istovremeno se, uslijed povećanja vlažnosti tijela deponije, ubrzavaju procesi biokemijske razgradnje organskih materija.

Kao rezultat svega toga, vremenom dolazi do stabilizacije biološkog sistema, ubrzava se proces produkcije metana i razgradnja otpada.

Biokemijskim tretmanom pripravcima na bazi efektivnih mikroorganizama, došlo je do smanjenja neugodnog mirisa procjednih voda i do pada vrijednosti velikog broja fizikalno-kemijskih parametara koji su obuhvaćeni redovnim mjesečnim monitoringom. Na ovaj način otpadna-procjedna voda deponije zabilježi smanjenje onečišćenja za preko 50% za mjesec dana.

Biokemijskim tretmanom i pripravcima na bazi efektivnih mikroorganizama, došlo je do smanjenja neugodnog mirisa procjednih voda i do pada vrijednosti velikog broja fizikalno-kemijskih parametara koji su obuhvaćeni redovnim mjesečnim monitoringom.

Pri samom procesu pročišćavanja u filtrate se mogu dodavati komercijalni proizvodi koji mogu pomoći pri razgradnji organske materije u otpadnim vodama, te smanjuju neugodne mirise metana i organskih komponenti.

Moderni načini pročišćavanja otpadnih voda deponije daju vidljive rezultate i vrlo su zahvalni s obzirom da vodu koja mnogo odstupa od svih mjerenih parametara dovede do graničnih vrijednosti za ispuštanje u sustave javne odvodnje i površinske tokove.

Generalno, neizmjerena je važnost mikrobioloških, toksikoloških i fizikalno-kemijskih ispitivanja otpadnih voda kako bi se doprinijelo pri pravilnom odabiru metoda prerade otpadnih voda i doprinijelo smanjenju zagađenja voda, a samim tim i okoliša.

Otpad i postupanje s otpadom stanovništvo u pravilu percipira kao problem, međutim ne osjeća i ne doživljava ga kao svojim, nego tuđim problemom koji mora riješiti neko drugi: država, njezine agencije, županije, industrija itd. Javljaju se sukobi pri određivanju novih lokacija postrojenja za gospodarenje otpadom i postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda s obzirom da zauzimaju veliki prostor.

Samo mali dio stanovništva shvata da su otpad i otpadne vode najznačajniji problem zaštite okoliša u Bosni i Hercegovini, a velik broj nema svijesti o potrebi odvojenog prikupljanja sekundarnih sirovina, recikliranju i pročišćavanju otpadnih voda. Učinkovito gospodarenje otpadom složen je proces, a izazovu će se lakše odgovoriti ako svi budu osposobljeni i potaknuti na sudjelovanje u procesima odlučivanja glede upravljanja i gospodarenja otpadom.

4. Zaključak

- Vežano za J.P. Deponija d.o.o. Mostar ukupno su urađene 43 fizikalno-kemijske analize, od toga 24 analize vode iz pijezometra B7, 9 analiza vode rijeke Neretve uzvodno od deponije, i 10 analiza vode rijeke Neretve nizvodno od deponije. Uzorci su uzeti iz tokova rijeke Neretve i iz J.P. Deponija d.o.o. Mostar. S obzirom da su analize rađene s tretiranom otpadnom vodom svaki od ispitivanih parametara je ispod graničnih vrijednosti za tehnološke i komunalne otpadne vode.
- Fizikalno-kemijska i mikrobiološka kontaminacija se može povezati s kakvoćom otpada na deponiji jer se radi o komunalnom otpadu svih vrsta. Vrlo je logično da nastane ovakva kontaminacija s obzirom da ta otpadna voda nije tretirana niti pročišćavana na bilo koji način. Da bi se ta otpadna voda mogla pustiti u površinske tokove ili sustave javne odvodnje treba se izvršiti pročišćavanje vode da se dovede u okviru graničnih vrijednosti za tehnološke i komunalne otpadne vode.
- Jedino rješenje za otpadne vode deponije komunalnog otpada je pročišćavanje istih, ali to zahtijeva značajna materijalna sredstva kako bi se ispoštovale EU direktive. Također, radi se i zdravsteno-higijenski nadzor otpadnih voda koji pored fizikalno-kemijskih i toksikoloških analiza obuhvaća i lokalni pregled deponije, otpada i otpadnih voda. Lokalnim pregledom se utvrđuje generalno stanje deponije i njene okoline. Ako deponija ispuni uvjete lokalnog pregleda, tek tada se počinje vršiti pročišćavanje.

5. Literatura

1. Sincero A.P, Sincero G.A. Physical-Chemical treatment of water and wastewater, CRC Press, New York, 2002.
2. Kalambura S, Jovičić N, Pehar A. Sustav gospodarenja otpadom, Znanstveno-istraživački stručni rad, Zavod za znanstveno-istraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, Bjelovar, 2012.
3. Bećiraj A, Džaferović A, Toromanović M, Landeka-Dragičević T. Biorazgradnja otpadne vode sa odlagališta gradskog otpada, Znanstveno-istraživački projekt, Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, Bihać, 2013.
4. Glancer-Šoljan M, Landeka-Dragičević T, Šoljan V, Ban S. Biološka obradba otpadnih voda, Kugler, Zagreb, 2002.
5. Pilić Z, Buntić N, Mišković I. Tehnologija i analiza voda, Interna skripta, Fakultet zdravstvenih studija, Mostar, 2013.
6. Perušina M., Značajke i obrada industrijskih otpadnih voda, Završni rad dodiplomskog studija, Fakultet kemijskog inženjerstva Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2010.
7. Pravilnik o graničnim vrijednostima opasnih, štetnih tvari za tehnološke i komunalne otpadne vode pri njihovom ispuštanju u sustav javne kanalizacije, Službene novine Federacije BiH 50/07, 2007.
8. EU Landfill directive, Council Directive 1999/31/EC, Brussels (Brisel), 1999.
9. Uredba o uvjetima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sustav javne kanalizacije, Zakon o vodama, Službene novine Federacije BiH 70/06, 2006.
10. Pravilnik o kategorijama otpada sa listama, Službene novine Federacije BiH 19/05, 2005.