

Časopis „Poslovne studije”, 2017, godina 9, broj 17-18, str. 47-52

Časopis za poslovnu teoriju i praksu

Rad primljen: 28.04.2017.

Rad odobren: 29.05.2017.

UDK: 502.171:628.472.2(497.6 Ramići)

DOI: 10.7251/POS1718047K

Predhodno saopštenje

Kalamanda Obrenija, Fakultet za ekologiju, Univerzitet za poslovne studije Banja Luka, Bosna i Hercegovina, obrenija.kalamanda@univerzitetps.com

Vujčić Slobodanka, Fakultet za ekologiju, Univerzitet za poslovne studije Banja Luka, Bosna i Hercegovina

PREČIŠĆENE PROCEDNE VODE REGIONALNE DEPONIJE RAMIĆI

Rezime: *Upravljanje otpadnim materijama podrazumeva sprovođenje propisanih mera i kontrole nastanka otpadnih materija i postupanje sa istim u okviru skladištenja, prikupljanja, transporta i krajnjeg odlaganja, uključujući i nadzor nad tim aktivnostima i brigu o postrojenjima nakon zatvaranja deponije. Iako se upravljanje otpadnim materijama u mnogim zemljama provodi metodama reciklaže, kompostiranja i spaljivanja, za mnoge zemlje odlaganje otpada na deponije je najrašireniji, ali najmanje poželjan način zbrinjavanja otpada. Savremene deponije podrazumevaju specijalno projektovano mesto za odlaganje otpada na površini ili ispod površine zemlje. Jedna od glavnih svrha i najvećih izazova deponija je da se otpadni materijal zadrži tako da ne uzrokuje probleme u životnoj sredini. Razlaganjem otpadnih materija na deponiji nastaju procedne vode koje se nagomilavaju u osnovi deponije i njihovu količinu je teško odrediti. Procedna voda prolaskom kroz slojeve otpada onečišćava se različitim organskim i neorganskim materijama od kojih se ističu opasne i toksične. Podzemne vode kod svih novih deponija su zaštićene postavljanjem odgovarajućih vodonepropustljivih podloga, a sakupljanje procednih voda se vrši perforiranim cevima koje prolaze kroz deponiju. Sakupljene procedne vode se zatim odvođe u sabirnu lagunu. U sabirnoj laguni procedna voda se analizira na prisustvo različitih hemikalija. Posle analiza procedna voda se mora tretirati kao svaka otpadna voda. Procedne vode deponije Ramići su se do 2014. godine direktno ispuštale u prirodni recipijent, a od 2014. godine se prečišćavaju.*

Cilj rada je da se odrede fizičko-hemijski parametri prečišćene procedne vode deponije Ramići koja se ispušta u potok Glogovac. Ispitivanja su vršena u avgustu 2015. godine. Određivani su: temperatura, pH-vrednost, elektroprovodljivost, HPK, BPK, ukupni fosfor, nitrati, sulfati, hloridi, teški metali (Mn, Fe, Pb i dr.). Dobijeni podaci biće obrađeni i analizirani u skladu sa zakonom propisanim vrednostima iz Pravilnika o граниčnim vrednostima za otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode (Sl.gl. RS br.44/01).

Ključne reči: *procedne deponijske vode, otpadne materije, deponija*

JEL klasifikacija: *Q51, Q53.*

UVOD

Komunalni otpad čini sav otpad iz domaćinstva koji nije opasan, otpad koji nastaje u ustanovama koji se bave trgovinom, uslugama, kancelarijskim poslovima i otpad sa javnih površina. Povećanje količina otpada koji nastaje i njegovo gomilanje rezultat je masovne proizvodnje i potrošnje. Stvaranjem sve većih količina otpada čovek značajno narušava prirodnu ravnotežu, pa pristup rešavanju problema otpada čini jedan od prioriteta u smanjenju zagađenja životne sredine (Kalambura i Racz i Toth 2017, 271). Jedan od najprisutnijih problema današnjice je zbrinjavanje komunalnog otpada. Deponovanje otpada je jedan od najraširenijih, ali najmanje poželjnih načina upravljanja otpadom. U samom početku

deponovanja otpada, smatralo se da su deponije jeftin način zbrinjavanja otpada i nije se vodilo računa o zagađenju životne sredine. Deponija je mesto za konačno odlaganje otpada, najstariji je i najviše primenjivan način uklanjanja otpada (Kalamanda 2016, 165). Komunalni otpad je po svom sastavu složen, heterogen materijal koji sadrži razne supstance organskog i neorganskog porekla. Komunalni otpad se bez ili uz vrlo malu predobradu odlaže na deponije kontrolisano i trajno. U krajnje heterogenoj materiji komunalnog otpada, od momenta istovara na deponiju, odvija se niz procesa transformacija. Oni uglavnom zavise od sastava prikupljenog otpada, od pripreme otpada i načina odlaganja. Proizvodi procesa koji se odvijaju u unutrašnjosti deponije i sami mogu opterećivati okolinu, ali se njihovo delovanje može kanalisati pre konačnog odlaganja i smanjiti njihova mera. Novije deponije su projektovane tako da zadrže produkte razlaganja otpada i u dužem periodu ne zagađuju životnu sredinu (Vujić 2009). Kod svih deponija postoje dva osnovna problema: stvaranje i zagađenost procedne vode i stvaranje deponijskih gasova. Stvaranje i zagađenost procedne vode čine vode sadržane u otpadu, vode koje nastaju procesima razlaganja u odloženom otpadu i vode koje prolaze kroz odložen otpad (sneg, kiša). Procedna deponijska voda sadrži dispergovane, desorbovane i rastvorene materije iz otpada (visok sadržaj teških metala, nitrata, amonijaka, raznih organskih jedinjenja među kojima najčešće toksična i kancerogena). Nastale i sakupljene procedne deponijske vode je pre ispuštanja u vodotoke neophodno prečistiti, jer negativan uticaj procednih voda na površinske vode se odražava kroz narušavanje prirodne ravnoteže u vodotoku, nedostatka kiseonika u delu vodotoka, promene u flori i fauni i drugo.

1. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA

Procedne vode (otpadne vode deponija otpada) se sakupljaju i prečišćavaju da bi se uklonile štetne materije ili svele na nivo prihvatljiv za životnu sredinu. Tokom radnog veka deponija otpada, uključujući operativne faze i faze naknadnog zatvaranja, potrebno je provoditi kontrolu procedne – otpadne vode, kao i tokova u okolini deponija, čime se prati migracija procednih voda u okolni životni prostor. Procedne vode deponija komunalnog otpada spadaju među najproblematičnije vrste otpadnih voda, gledano sa aspekta toksičnosti i predstavljaju jedan od najsloženijih izvora zagađenja u prirodi, kao i u smislu izbora odgovarajućih metoda (tehnika) za njihovo prečišćavanje.

Baveći se saznanjem o negativnom uticaju procednih deponijskih voda na površinske vode cilj rada je da se odrede fizičko-hemijski parametri prečišćene procedne vode deponije Ramići koja se ispušta u potok Glogovac. Polazeći od predmeta istraživanja u radu bi trebalo proveriti i potvrditi osnovnu hipotezu. Osnovna hipoteza istraživanja je da deponijske vode nakon tretmana u postrojenju za prečišćavanje ispunjavaju uslove koje propisuje Pravilnik o ispuštanju otpadnih voda u površinske vode. Obezbeđenje potrebnog kvaliteta vode postiže se dovođenjem u granice, prema važećim zakonskim propisanim vrednostima iz Pravilnika o graničnim vrednostima za otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode (Službeni glasnik RS br.44/01).

2. MATERIJAL I METODE RADA

U cilju utvrđivanja kvaliteta prečišćene procedne vode koja nastaje na deponiji Ramići određivani su fizičko-hemijski parametri vode koja se ispušta u površinske vode i to: temperatura, pH-vrednost, elektroprovodljivost, HPK, BPK, ukupni fosfor, nitrati, sulfati, hloridi, teški metali (Mn, Fe, Pb i dr). Ispitivanja su vršena u avgustu 2015. godine.

Ukupna površina deponije Ramići iznosi 290.000 m². Od 2004. godine je uveden regionalni pristup odlaganja otpada, pa se na ovoj deponiji odlaže otpad cele banjalučke regije, koju čine grad Banja Luka, opštine Čelinac, Laktaši, Kotor Varoš, Kneževno, Gradiška, Prnjavor i Srbac.

Regionalna deponija otpada je locirana u severozapadnom delu Banje Luke, na lokalitetu Crkvine, u naselju Ramići, na levoj strani magistralnog puta Banja Luka – Prijedor na udaljenosti od oko 150 m od puta (Kalamanda i Vujčić i Delić-Jović 2015, 282).

Godišnje količine otpada koje se odlažu na deponiji Ramići su oko 112.500 tona. Procedne deponijske vode sa deponije Ramići su se direktno ispuštale bez prethodnog tretmana u potok Glogovac koji je desna pritoka rečice Dragočaj, leve pritoke reke Vrbas. Potok Glogovac je formiran od više izvora u podnožju deponije, pa ne postoji mogućnost uzimanja „nultog uzorka“ i porediti rezultate kvaliteta potoka pre i posle ispusta procednih deponijskih voda.

Od 2014. godine je pušteno u rad postrojenje za prečišćavanje procednih deponijskih voda primenom reverzne osmoze. Reverzna osmoza je fizički postupak razdvajanja. Reverznom osmozom izdvajaju se čestice od 0,01 do 0,00015 μm (mikrona), ultrafiltracijom manje od 1,0 do 0,0013 μm i mikrofiltracijom česticom manje od 10 do 0,015 μm . Konvencionalnom filtracijom izdvajaju se čestice do 10 μm (Jahić 2006, 12). Osnova za prečišćavanje deponijskog filtrata reverznom osmozom zasniva se na tome da se sve rastvorljive organske i neorganske supstance mogu zadržati na membrani do 98 %. Kroz difuzionu membranu prolazi prečišćeni permeat, a na membrani ostaje koncentrat. Ovaj koncentrat sadrži i deo vode. Permeat koji prođe kroz membranu predstavlja prečišćenu vodu i može se direktno ispuštati u površinske vodotokove. Membrana reverzne osmoze deluje kao barijera, na kojoj se odvija proces prečišćavanja deponijskog filtrata sa jednostavnim i preciznim merenjem električne provodljivosti. Primena ovog postupka prečišćavanja omogućuje visoku sigurnost u funkcionisanju sistema. Potrebni radni pritisak za odvijanje procesa reverzne osmoze ostvaruje se pomoću napojno reverzne pumpe. Koncentrat sa membrane iznosi 15-25 % od ukupne količine filtrata i zbrinjava se na aktivnu površinu deponije. Reverznom osmozom sa recirkulacijom koncentrata na deponiju, uklanjaju se: 90-99 % suspendovanih koloidnih čestica, boja, amonijačni azot, teški metali, većina rastvorenih materija, BPK, HPK, biohemijski tretman koncentrata kroz filtraciju i adsorpciju, jednostavno proširenje kapaciteta i dodatak modula i fleksibilnost u procesu uspostavljanja različitih kvalitativnih i kvantitativnih parametara. Postrojenje za prečišćavanje je kapaciteta 50 m³/dan, uz mogućnost proširenja na 80 m³/dan. Puštanjem u rad ovog postrojenja regionalna deponija Ramići odgovara zahtevima sanitarnog odlaganja otpada, koje propisuje naše zakonodavstvo kao i Direktive EU. Deponijske vode nakon tretmana u postrojenju za prečišćavanje treba da ispunjavaju uslove koje propisuje Pravilnik o ispuštanju otpadnih voda u površinske vode (Službeni glasnik RS 44/01). Za potrebe istraživanja uzorkovane su prečišćene deponijske vode na izlazu iz uređaja za prečišćavanje u toku avgusta 2015. godine.



Slika 1. Savremena metoda prečišćavanja deponijskih voda na regionalnoj deponiji Ramići (autori u toku istraživanja)

Fizičko-hemijski parametri su analizirani prema standardnim metodama za ispitivanje otpadnih voda koje se ispuštaju u površinske vode: pH (BAS ISO 10523), elektroprovodljivost (EC) (BAS EN 27888), BPK₅ (BAS ISO 5815-1), HPK – dihidromatni (BAS ISO 6060), nitrati (JUS ISO 7890-1:1994), ukupni fosfor (BAS ISO 6878.2004). Metali (Cr, Pb, Zn) su analizirani primenom atomske apsorpcione spektrometrije (SMEWW 19th). Mangan i gvožđe su ispitivani spektrofotometrijski (SMEWW 19th), dok je sadržaj sulfata i hlorida u površinskoj vodi analiziran volumetrijskom metodom.

Dobijeni rezultati određivanja fizičko-hemijskih parametara prečišćene deponijske vode na izlazu iz uređaja za prečišćavanje dati su u Tabeli 1.

3. REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Odlaganje otpada na deponije koji se usled prirodnih procesa s vremenom razlaže ima redovno za posledicu stvaranje procedne vode, koja u sebi nosi sve rastvorne opasne supstance koje su bile odložene na deponiju ili opasne produkte raspadanja deponijskog materijala. Količinu procednih voda je dosta teško odrediti (Jahić 2006, 11). Nesumljivo da degradacioni procesi često doprinose povećanju stepena zagađenja deponijskih procednih voda i da se zato moraju intenzivno izučavati sa ciljem da se blagovremeno spreči širenje opasnih supstanci u površinske i podzemne vode. Otpadna voda sa deponija se sakuplja i prečišćava da bi se uklonile štetne materije ili se svele na nivo prihvatljiv za životnu sredinu (Marković i Milanović 2016, 104). Određivanje fizičko-hemijskih parametara prečišćene deponijske vode na izlazu iz uređaja za prečišćavanje na deponiji Ramići dati su u Tabeli 1.

Tabela 1. Fizičko-hemijski parametri prečišćene deponijske vode na izlazu iz uređaja za prečišćavanje (Autor 2015).

R.br.	Parametar	Ispitna metoda	Merna jedinica	Granična vrednost	Rezultat
1.	Temperatura	BAS DIN 38404-4:2010	°C	do 30	27,7
2.	pH - vrednost	BAS ISO 10523:2010	-	od 6,5 do 9,0	7,57
3.	Suspendovane čvrste materije	BAS EN 872:2006	g/m ³	35	< 0,2
4.	Elektrolitička provodljivost	BAS EN 27888:2002	µS/cm	-	436
5.	Taložive materije po Imhoff-u	EPA 160.5:1974	ml/l	0,5	< 0,2
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK ₅	BAS ISO 5815-2:2004	gO ₂ /m ³	25	10,9
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	BAS ISO 6060:2000	gO ₂ /m ³	125	42,2
8.	Sadržaj amonijaka	BAS ISO 6778:2002	g/m ³	-	0,24
9.	Sadržaj aminijačnog azota	BAS ISO 6778:2002	g/m ³	10	0,20
10.	Sadržaj nitritnog azota	EPA 354.1:1971	g/m ³	1	0,03
11.	Sadržaj nitratnog azota	JUS ISO 7890-1:1994	g/m ³	10	< 0,01
12.	Azot po	BAS ISO 5663:2000	g/m ³	15	0,76

	Kjeldalu				
13.	Sadržaj ukupnog fosfora	BAS ISO 6878:2004	g/m ³	3	0,02
14.	Sadržaj sulfata	ASTM D 516:2007	mg/m ³	200	24,0
15.	Sadržaj hlorida	JUS ISO 9297:1989	mg/m ³	250	31,0
16.	Test toksičnosti Daphnia Magna Straus	BAS ISO 6341:2003	% otpadne vode u razblaženju	>50	85,8
17.	Sadržaj gvožđa	BAS ISO 6332:2000	mg/m ³	2000	31,4
18.	Sadržaj mangana	BAS ISO 6333:2003	mg/m ³	500	12,0
19.	Sadržaj olova	BAS ISO 8288:2002	mg/m ³	10	< 0,1
20.	Sadržaj hroma - ukupni	BAS ISO 1233:2002	mg/m ³	100	9,2
21.	Sadržaj hroma - šestovalentni	BAS ISO 1233:2002	mg/m ³	-	3,6
22.	Sadržaj cinka	BAS ISO 8288:2002	mg/m ³	1000	21,0

Analizom podataka iz Tabele 1. gde su predstavljeni rezultati ispitivanja fizičko-hemijskih parametara prečišćene deponijske vode na izlazu iz uređaja za prečišćavanje može se uočiti da je temperatura prečišćene vode iznosila 27,7 °C, što je niža vrednost u odnosu na granične vrednosti po Pravilniku. Prosečna pH vrednost ispitivane prečišćene vode je 7,57, što je u granicama propisanih vrednosti (6,5-9) po Pravilniku. Suspendovane čvrste materije su < 0,2 g/m³, što je znatno niže od propisanih graničnih vrednosti (35 g/m³). Vrednost elektroprovodljivosti u prečišćenim procednim vodama deponije Ramići je 436 μS/cm. Određene taložive materije po Imhoff-u su < 0,2 ml/l, što je niže od graničnih vrednosti (0,5 ml/l). BPK je osnovni pokazatelj koji služi takođe i kao indikator pretpostavljenog uticaja zagađenih voda na vodu recipijenta (prijemnika) u kome dolazi do sniženja sadržaja rastvorenog kiseonika (Jahić 2004, 86). Dobijena vrednost za biološku potrošnju kiseonika (BPK₅) prečišćenih procednih voda deponije Ramići je 10,5 g O₂/m³, što je znatno niže poređenjem sa propisanim vrednostima iz Pravilnika (25 g O₂/m³), kao i za hemijsku potrošnju kiseonika (HPK) 42,2 g O₂/m³, a dozvoljene vrednosti su 125 g O₂/m³. Na osnovu čega se može zaključiti da je tretmanom procednih voda smanjen sadržaj organskih materija. Sadržaj amonijaka u prečišćenoj deponijskoj vodi je 0,24 g/m³. Dobijene vrednosti za sadržaj amonijačnog, nitratnog i nitritnog azota su znatno niže od propisanih vrednosti po Pravilniku. Određivani azot po Kjeldalu u prečišćenim deponijskim vodama je 0,76 g/m³, što je niža vrednost od granično propisanih (15 g/m³). Koncentracija ukupnog fosfora je 0,02 g/m³, a po Pravilniku je propisana 3 g/m³. Dobijene vrednosti za sadržaj sulfata i hlorida su niže od dozvoljenih. Određen je test toksičnosti Daphnia Magna Straus i iznosi 85,8 % otpadne vode u razblaženju, što znači da je u graničnim vrednostima (>50 % otpadne vode u razblaženju). Koncentracije gvožđa, olova, mangana, hroma i cinka u prečišćenim procednim vodama deponije Ramići su znatno niže od graničnih vrednosti propisane Pravilnikom o graničnim vrednostima za otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode. Dobijeni parametri za koncentracije amonijaka, sulfata i hlorida pokazuju da je značajno smanjen sadržaj neorganskih materija, kao i koncentracije teških metala (Cr, Zn, Pb) tretmanom procednih deponijskih voda.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata rada može se zaključiti:

- Ukupna površina deponije Ramići iznosi 290.000 m².
- Od 2004. godine je uveden regionalni pristup odlaganja otpada, pa se na ovoj deponiji odlaže otpad iz 8 opština banjalučke regije.
- Godišnje količine otpada koje se odlažu na deponiji Ramići su oko 112.500 tona.
- Procedne deponijske vode sa deponije Ramići su opterećene organskim i neorganskim materijama i teškim metalima.
- Deponijske otpadne vode deponije Ramići su dugi niz godina bez prečišćavanja ispuštane direktno u potok Glogovac.
- Od 2014. godine se vrši prečišćavanje procednih deponijskih voda na deponiji Ramići membranskom tehnikom primenom reverzne osmoze.
- Takvim tretmanom značajno je smanjen sadržaj organskih i neorganskih materija i teških metala procednih deponijskih voda deponije Ramići koje se ispuštaju u prirodne recipijente.
- Određivanjem fizičko-hemijskih parametara prečišćenih deponijskih voda dobijeni podaci su obrađeni i analizirani u skladu sa zakonom propisanim vrednostima iz Pravilnika o graničnim vrednostima za otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode i može se zaključiti da se nalaze ispod granica dozvoljenih vrednosti, što znači da takve vode nemaju štetan uticaj na površinske i podzemne vode čime je potvrđena polazna hipoteza.

LITERATURA

1. Jahić, Munir. 2004. „Osnovni parametri kvalitete zagađenih voda“. *Voda i mi*. 86:38-39.
2. Jahić, Munir. 2006. „Tretman filtrata na sanitarnoj deponiji“. *Voda i mi*. 48 : 11-21.
3. Kalamanda, Obrenija i Delić Jović, Mirjana i Vujčić, Slobodanka. 2015. „Ispitivanje kvaliteta vazduha na lokalitetu regionalne deponije Banja Luka“. *Poslovne studije*. 13-14: 277-289.
4. Kalamanda, Obrenija. 2016. „Ekološki prihvatljivo odlaganje komunalnog otpada na području Republike Srpske“. *Poslovne studije*. 15-16: 163-179.
5. Kalambura, Sanja i Racz, Aleksandar i Jovičić, Nives i Toth, Marko. 2017. „Percepcija problema, mogućnosti i navika odvojenog prikupljanja otpada“. *Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociološka istraživanja okoline*. 25(3):271-287.
6. Marković, Sonja i Milanović, Jelena. 2016. Upravljanje procednim vodama na regionalnoj deponiji u Kikindi. *Trendovi u poslovanju*. 7:104-111.
7. Vujčić, Goran. 2009. *Održivo upravljanje otpadom*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
8. Pravilnik o graničnim vrednostima za otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode. *Službeni glasnik Republike Srpske* br.44/01.