

IZBOR PROCESA PREČIŠĆAVANJA PROCJEDNIH VODA SANITARNIH DEPONIJA

Amra SERDAREVIĆ, vanr.profesor
Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Patriotske lige 30, 71000 Sarajevo, BiH
e-mail: amra.serdarevic@gf.unsa.ba

REZIME

Procjedne vode deponija se mogu definisati kao sve vode koja su „bile u kontaktu“ sa otpadom odloženim na deponiji. Prvenstveno se tu misli na oborine koje prolaze kroz tijelo deponije. Međutim, u vodni bilans deponijskih voda ulazi i vlaga koja je sadržana u samom otpadu ili, u slučaju neadekvatno izoliranih deponija, prodor podzemnih voda u tijelo deponije, te određena količina vode koja nastaje biohemijskim razlaganjem otpada. Procjedne vode ili filtrat (*eng.leachate*) prikupljaju se drenažnim sistemom i prije ispuštanja tretiraju se do postizanja propisanih vrijednosti za parametre kvaliteta efluenta, dozvoljene za ispuštanje u sisteme javne kanalizacije ili prirodni recipijent. Najčešće se primjenjuju biološki procesi prečišćavanja, ali zbog visokih vrijednosti pojedinih parametara i nakon završenog sekundarnog i tercijarnog procesa prečišćavanja (HPK, AOX, Cl i dr.) neophodno je primijeniti fizičko – hemijski tretman kao alternativu ili dodatni postupak prečišćavanja. Naizgled jednostavno opisan problem za prečišćavanje ovih otpadnih voda, u praksi vrlo često predstavlja veliki problem kako u procesu projektovanja, tako i u samom pogonu i održavanju sistema. Zašto je prečišćavanje procjednih voda deponija toliko zahtjevno, kompleksno i vrlo često skup proces sa dosta problema u pogonu i održavanju? Uglavnom je to zbog veoma izražene razlika i oscilacija u sastavu i količinama procjednih voda koji zavise o uvjetima i radu deponije o čemu će biti govora u ovom članku.

Ključne riječi: Procjedne vode, sastav, količine, metode za prečišćavanje, recirkulacija.

UVOD

Zagađenost procjednih voda je rezultat bioloških, hemijskih i fizičkih procesa na deponijama koji zavise

od sastava otpada koji se odlaže, starosti i veličine deponije kao i vodnog bilansa deponijskih voda. Najznačajnija karakteristika ove otpadne vode je promjena sastava, odnosno pojedinih parametara u zavisnosti od promjene bioloških procesa u tijelu deponije. Da bi se obezbijedilo dugoročno stabilno prikupljanje procjednih voda i kontinuirano, ekonomski održivo prečišćavanje, neophodno je uspostaviti kontrolu količina (produkciju filtrata) i što ujednačeniji sastav procjednih voda za prečišćavanje.

Sa pooštrenjem mjera i standarda za zaštitu kvaliteta voda, povećavani su značajno i zahtjevi u pogledu prečišćavanja procjednih voda. Analize za izbor procesa prečišćavanja počinju tako od minimiziranja produkcije procjednih voda, te ujednačavanja sastava i količina koje će dolaziti na postrojenje.

U nastavku se daje pregled produkcije procjednih voda, pristup kontroli produkcije i pregled najčešće primjenjenih tehnoloških postupaka u procesu prečišćavanja procjednih voda.

Kao ilustracija, opisan je membransko biološki reaktor primjenjen za prečišćavanje procjednih voda na sarajevskoj sanitarnoj deponiji. O samoj izgradnji uređaja i puštanju u pogon, kao i problemima u radu se pisalo u ranijim brojevima ovog časopisa te je to jedan od razloga zbog čega se u nastavku teksta prikazuje nastavak daljih istraživanja sastava i količina procjednih voda iz 2017. godine i pregled planiranih aktivnosti na ponovnom pokretanju uređaja za prečišćavanje procjednih voda. Program radova je dio cjelovitog projekta sanacije i otvaranja Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići u Kantonu Sarajevo. Jedan dio ovog kompleksnog programa radova je i rekonstrukcija i izgradnja uređaja za prečišćavanje procjednih voda o čemu će biti riječi u nastavku.

SASTAV PROCJEDNIH VODA – AEROBNI I ANAEROBNI BIOHEMIJSKI PROCESI

Procjedne deponijske vode su veoma zagađene otpadne vode. Sastav procjednih voda određuje se fizičkim, hemijskim i mikrobiološkim analizama kompozitnih i trenutnih uzoraka.



Slika 1. Procjedne vode - česta slika na deponijama

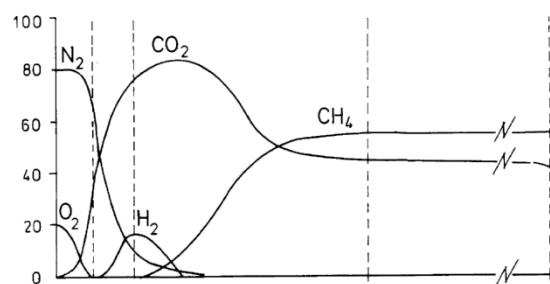
Oscilacije u sastavu procjednih voda zavise od biohemijskih procesa u tijelu deponije. Tako se u zavisnosti od faza razgradnje otpada mijenja i sastav procjednih voda (slika 2). Zbog toga su izražene razlike između novih deponija, odnosno deponija sa svježim otpadom i onih starih, sa višegodišnje odloženim otpadom.

Generalno, faze razlaganje otpada se dijele na četiri osnovne faze: I-aerobna razgradnja, II-acidogena fermentacija, III-intermedijska anaerobna faza i IV faza anaerobne degradacije koju karakteriše stabilna metanska produkcija. U literaturi se ponekad govori i o V fazi, aerobnoj fazi, koja nastaje nakon prestanka produkcije metana, dugi niz godina nakon zatvaranja deponije.

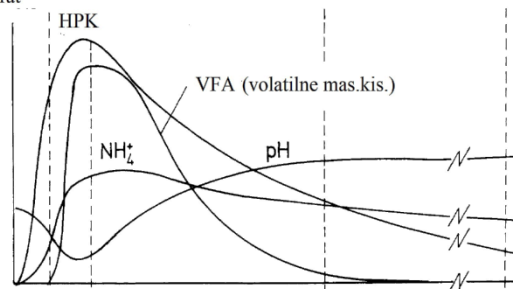
U I fazi razgradnje otpada, aerobnoj fazi, javlja se visoka potrošnja kisika s obzirom na razgradnju velikih količina organskih materija. Unos kisika je ograničen samo na gornje slojeve aktivne plohe na deponiji, preko kojih se „unos“ kisik.

Aerobna faza je prilično kratka i nikakva značajna produkcija procjednih voda se ne očekuje.

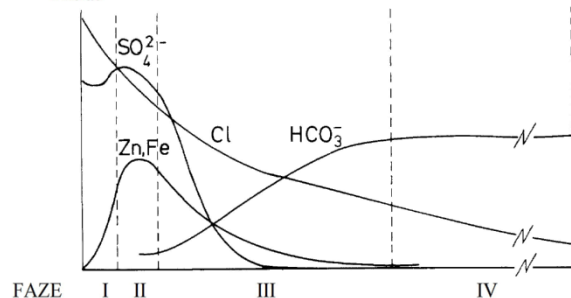
Sastav deponijskog plina, vol. %



Filtrat



Filtrat



Slika 2. Promjenjivost sastava filtrata u zavisnosti od procesa razgradnje otpada (I-IV) u deponiji (Qasim, 1994)

Iza prve, aerobne faze, slijedi faza anaerobne razgradnje otpada koja se dijeli na tri faze. Prva faza anaerobne degradacije je acidogena fermentacija, što uzrokuje smanjenje pH vrijednosti procjednih voda, povećanje koncentracija isparljivih masnih kiselina i prisustvo značajnih koncentracija neorganskih jona (na primjer, Cl, SO_4^{2-} , Na^+).

Sastav procjednih voda iz ove faze karakteriše visoka vrijednosti BPK_5 (najčešće >10.000 mg/L), i visoki odnos BPK_5 /HPK (obično $> 0,7$), kisela pH vrijednost (tipično 5-6) i visoke koncentracije amonijaka (često od 500 do 1.000 mg / L) (Robinson, 2005).

Druga, anaerobna faza (faza III, slika 2) počinje sporim rastom metanogenih bakterija. Ovaj rast može biti inhibiran viškom organskih isparljivih kiselina. Razgradnja masnih kiselina dovodi do povećanja pH vrijednosti i alkalnosti, s posljedičnim smanjenjem rastvorljivosti kalcijuma, željeza, mangana i teških metali. Teški metali su najčešće precipitirani kao sulfidi.

Treću fazu (faza IV, slika 2) anaerobne razgradnje otpada karakteriše metanogena fermentacija izazvana metanogenim bakterijama. pH vrijednost, tolerisana od metanogenih bakterija je izuzetno ograničena i kreće se od 6 do 8. U ovoj fazi, sastav procjednih voda karakteriše gotovo neutralna pH vrijednost uz niske koncentracije isparljivih kiselina. Procjedne vode tokom ove faze imaju relativno niske vrijednosti BPK i niske vrijednosti odnosa BPK/HPK $\leq 0,2$.

U literaturi postoji niz primjera sastava i količina procjednih voda, a za ilustraciju, u Tabeli 1, prikazane su vrijednosti za procjedne vode „mladih“ i „starijih“ deponija.

Tabela 1. Sastav procjednih voda novih i starih deponija. (<http://leachate.co.uk>)

Parametri (mg/L) osim pH		Filtrat A	Filtrat B
		„svježi” otpad	„stari” otpad
pH		6.2	7.5-8
HPK		23 800	1 160
BPK ₅		11 900	260
TOC		8 000	465
VFA (masne kis.)	(kao C)	5 688	5
NH ₄ -N		790	370
Orthofosfati		0.73	1.4
Hloridi		1 315	2 080
Natriji	(Na)	960	1 300
Magneziji	(Mg)	252	185
Kaliji	(K)	780	590
Kalciji	(Ca)	1 820	250
Željezo	(Fe)	540	23
Nikl	(Ni)	0.6	0.1
Bakar	(Cu)	0.12	0.03
Cink	(Zn)	21.5	0.4
Olovo	(Pb)	0.4	0.14

Filtrat A predstavlja sastav procjednih voda nastalih iz relativno „mladih“ deponija, sa dosta svježije odloženog

otpada iz domaćinstava, u aktivnoj „kiseloj“ fazi anaerobnog razlaganja, sa značajnom razgradnjom organske materije. (<http://leachate.co.uk>)

Sastav filtrata B je karakterističan za stare deponije, sa niskom vrijednosti parametra biorazgradljivosti otpadne vode (BPK/HPK $\leq 0,2$), iako je u ovoj fazi izražena biološka aktivnost kroz razlaganje azotnih spojeva (amonijačni azot) (<http://leachate.co.uk>). Međutim, sastav ovih voda nije pogodan za biološko prečišćavanje pa je neophodno primjeniti i druge postupke prečišćavanja.

KOLIČINE PROCJEDNIH VODA

U jednačinu vodonog bilansa, za proračun količina procjednih voda, uzimaju se u obzir količine oborina, isparavanje, površinsko oticanje, infiltracija podzemnih voda, vlažnost otpada, odnosno kapacitet zadržavanja vode u deponiji i dr.

U područjima umjereno suhe klime, razlika između padavina i isparavanja, sa različitim vegetacijskim pokrivačima na deponiji, je pozitivna.

Osim isparavanja, količine padavina koja se infiltrira u deponiju se umanjuju i za veličinu površinskog oticanja. Problem površinskog oticanja sa pokosa se oprezno kontrolira radi sprječavanja erozije pokosa nasipa.

U literaturi se nalaze podaci da količine procjednih voda (deponije u Njemačkoj), iznose od 12 do 22 %, sa srednjom vrijednosti od 18%, količina padavina. Vrijednosti manje od 10% padavina odnose se na vrlo mlade deponije, a vrijednosti iznad 25% od količine padavina odnose se na deponije pred zatvaranje. Procesi razgradnje organske materije opadaju, samim tim i potrošnja vode potreba za razgradnju, što dovodi do povećanja količine procjednih voda do vrijednosti količine padavina umanjene za evaporaciju. (Serdarević, 2016; Rettenberger 2006) Danas na tržištu postoje programi (HELP, EPA i dr.) koji se koriste za proračun količina procjednih voda.

REDUKCIJA KOLIČINA PROCJEDNIH VODA

U cilju dugoročne kontrole produkcije procjednih voda i smanjenja troškova prečišćavanja, smanjenje infiltracije oborina u tijelo deponije je jedan od prioritetnih zadataka. Nekada je ova mjera neophodna, posebno za odlagališta koja nemaju donju multibarijernu zaštitu. Produkcija i sastav procjednih voda direktno je vezana za sastav i količine otpada koji se odlaže. U slučaju

biološki nerazgradljivog otpada i njegovog potencijalnog štetnog djelovanja na vode, zaštita deponija od infiltriranja oborina je glavna opcija za minimiziranje stvaranja procjednih voda koje mogu biti vrlo složene, toksične i kompleksne za procese prečišćavanja (završni, multibarijerni sloj je obavezan za sve dijelove deponije na kojima se ne odlaže otpad, a na ostalim dijelovima se preporučuje korištenje folija za privremeno prekrivanje radne plohe). Za slučaj aktivnih deponija sa pretežno biorazgradljivim otpadom od domaćinstava, infiltracija oborina je poželjna i potrebna radi uspostavljanja razgradnje do potpune biostabilizacije i stabilne produkcije metana. Za slučaj velikih, otvorenih površina deponije, preporučuje se izvršiti pokrivanje onih dijelova na kojima se ne namjerava dalje odlaganje otpada.

Analiza sastava i produkcije filtrata posebno se vrši za deponije koje u svom redovnom pogonu koriste recirkulaciju procjednih voda u tijelo deponije ili se za tretman procjednih voda koristi reverzna osmoza, pri čemu se 20%-50% količine filtrata vraća u tijelo deponije kao koncentrat.

IZBOR METODA ZA PREČIŠĆAVANJE PROCJEDNIH VODA

Netretirane procjedne vode predstavljaju veliki teret onečišćenja i opasnost po okoliš ako se takve vode direktno ispuštaju u otvoreni vodotok. Stoga, neophodno je primijeniti određene tehnološke postupke prečišćavanja ovih voda, te uz postizanje dozvoljenih koncentracija ispustiti djelomično tretirane ili potpuno tretirane procjedne vode u sistem kanalizacije ili otvoreni vodotok.

Kako su procjedne vode veoma opterećene složenim i teško razgradljivim spojevima, proces prečišćavanja na lokaciji deponije, do nivoa ispuštanja u prirodni recipijent, je vrlo složen i zahtjevan postupak. Takva postrojenja imaju složen tehnološki postupak, a sami pogonski troškovi su vrlo visoki. Zbog toga se češće primjenjuje predtretman procjednih voda na lokaciji i nakon toga se vrši ispuštanje u kanalizaciju, a djelomično tretirane procjedne vode miješaju se sa komunalnim otpadnim vodama i tretiraju na gradskim uređajima za prečišćavanje otpadnih voda.

Ova rješenja su daleko prihvatljivija i sa tehničko-tehnološke strane, ali i sa ekonomske strane održivosti deponije i uređaja za prečišćavanje procjednih voda.

Biološki postupci prečišćavanja mješavine otpadnih voda od domaćinstava i procjednih voda sanitarnih deponija

Objavljeni podaci o rezultatima prečišćavanja mješavine komunalnih otpadnih voda i procjednih otpadnih voda pokazuju da je ovakav način prečišćavanja moguće uspostaviti. (Kaysers, 1986; Dahm, 1994)

Pri tom, neophodno je obratiti pažnju na moguće posljedice koje se mogu javiti usljed miješanja procjednih voda sa upotrebljenim vodama domaćinstva.

Ako su procjedne vode dodate bez bilo kakvih promjena u sastavu, opterećenje uređaja za tretman komunalnih otpadnih voda će se povećati, a također i količina efluenta i produkcija mulja. Povećanja mogu dovesti do redukcije procesa nitrifikacije, a visoke koncentracije amonijaka mogu dovesti do toksičnosti vode.

To znači da opterećenje koje može da podnese gradski uređaj za prečišćavanje ne smije biti prekoračeno miješanjem procjednih voda. Ograničenja se moraju postaviti i za slučaj ako se komunalne otpadne vode trebaju koristiti kao izvor ugljika za uspostavljanje procesa denitrifikacije (kanalizacije i procjedne vode sa starih deponija sa niskim koncentracijama organskih sastojaka). Koncentracije teških metala su relativno niske u procjednim vodama deponija i ne predstavljaju značajan problem za tretman. Međutim, i to ovisi o fazama razgradnje otpada, sastava i količina otpad i dr. Tako npr. u procjednoj vodi iz deponija koje se nalaze u kiseloj, acetogenoj fazi razgradnje otpada, mogu biti prisutne visoke koncentracije cinka koji se tokom biološkog tretmana, precipitira i ostaje u mulju.

Zajednički tretman komunalnih otpadnih voda i procjednih deponijskih voda je dokazana tehnologija i dobro funkcionira, ako je postrojenje za tretman pažljivo projektovano i kontinuirano se profesionalno kontrolira sastav i količine voda koje dolaze na postrojenje. Iskustva su pokazala da je rad postrojenja za tretman komunalnih i procjednih voda zajedno stabilan, uz zanemarljive manje oscilacije.

Međutim, današnji zahtjevi za prečišćavanje procjednih voda, do nivoa ispuštanja u recipijent, uvjetuju primjenu sofisticiranih i složenih tehnologija, sa vrlo zahtjevnim uvjetima rada uređaja, povećanim pogonskim troškovima i većom vjerovatnoćom kvarova i neuspjeha u radu. Takvo stanje ima za posljedicu dalja ulaganja i

investicije u poboljšanje rada uređaja, a sve skupa može dovesti do još skupljih i složenijih rješenja.

Biološki postupci prečišćavanja procjernih voda

Tehnologije koje se danas najčešće koriste za prečišćavanje procjernih voda baziraju se uglavnom na primjeni bioloških postupaka prečišćavanja kao što su procesi sa aktivnim muljem, MBR, SBR, ali se iste vrlo često moraju kombinirati sa fizičko-hemijskim procesima kao što su koagulacija, flokulacija, precipitacija, oksidacija, filtracija, reverzna osmoza da bi se postigao propisani kvalitet efluenta (*Sudar et al. 2012; Qasim, 2004*).

Biološki procesi prečišćavanja procjernih voda mogu se podijeliti na anaerobne i aerobne procese.

Najširu primjenu imaju procesi sa aktivnim muljem, gdje pored redukcije organskih materija, veoma važnu ulogu ima i proces redukcije amonijaka. Eliminacija azota postaje sve važnija kako deponija stari. Tretman takvih procjernih voda je komplikovaniji nego kod visokih organskih vrijednosti. Ako se uzme u obzir proces nitrifikacije, može se očekivati smanjenje pH vrijednosti kao rezultat smanjenja alkaliteta. Da bi se smanjile visoke koncentracije nitrata u efluentu postrojenja i stabilizirale vrijednosti pH, uspostavlja se proces denitrifikacije.

Ovo je veoma važno za stare deponije. Proces denitrifikacije zavisi od recirkulacije otpadne vode i mulja, te se mora posebno voditi računa o odnosu BPK₅ i N. Ukoliko procjedne vode ne sadrže dovoljne koncentracije organske materije za uspostavljanje procesa denitrifikacije, potrebno je osigurati vanjske izvore ugljika kao što je sirćetna kiselina, metanol i sl.

Procesi biološke obrade su vrlo efikasne metode za smanjenje organskog zagađenja procjernih voda čak i kod odnosa BPK/HPK <0,2, HPK se može ukloniti i do 50%. Preostali parametri zagađenja koji se ne mogu dovoljno ukloniti biološkim postupkom, najčešće se dalje eliminiraju primjenom fizičko – hemijskih postupaka.

Tako se u kombinaciji sa biološkim prečišćavanjem vrlo često primjenjuje adsorpcija na aktivnom uglju, membranska filtracija, nanofiltracija, reverzna osmoza, dok je primjena hemijske oksidacije za smanjenje pojedinih parametara zagađenja u procjernim vodama vrlo složen i skup proces.

PRIMJENA REVERZNE OSMOZE ZA PREČIŠĆAVANJE PROCJERNIH VODA

U toku zadnjeg desetljeća postupak prečišćavanja procjernih voda primjenom reverzne osmoze (RO) se sve više primjenjuje. Za razliku od biološkog prečišćavanja, RO je proces separacije toka permeata i visoko zagađenog koncentrata koji se recirkulira u tijelo deponije ili se vrši vaporizacija.

Vrlo često se koristi postupak višestepene reverzne osmoze (RO) sa ili bez kombinacije predtretmana sa membransko biološkim reaktorima. Postupka uključuje recirkulaciju koncentrata koji se vraća u tijelo deponije, pa je neophodno pratiti geomehaničke parametre stabilnosti deponije, promjenu i sastavu i količini procjernih voda i dr. Ovaj izbor tehnologije je posebno adekvatan za postrojenja sa malim dnevnim dotokom procjernih voda (30-50 m³/dan).

Primjena RO je i dalje dosta skup proces koji zahtjeva dovoljno obezbjeđenje sredstava za kontinuirane pogonske troškove (nabavke hemikalija, rezervnih filtera i dr.).

KOMBINACIJE METODA PREČIŠĆAVANJA PROCJERNIH VODA

Sadašnja postrojenja za prečišćavanje procjernih voda se uglavnom sastoje od nekoliko gore pomenutih metoda prečišćavanja, koje u konačnici trebaju da zadovolje postavljene kriterije za efluent, u zavisnosti o uvjetima ispuštanja.

Za koncept postrojenja za prečišćavanje procjernih voda sanitarnih deponija potrebno je uzeti u obzir nekoliko aspekata:

- postizanje propisanih koncentracija u efluentu
- ostvarivanje minimalnih zahtjeva za pogon (potrošni materijali i hemikalije)
- potrošnja energije za rad postrojenja,
- količinu otpada (muljeva i dr.)
- uticaj po okoliš,
- ekonomski održiv i efikasan rad postrojenja.

Na bazi pouzdanih podataka o radu deponije, sastavu i količinama procjernih voda, te zahtjevanom stepenu prečišćavanja procjernih voda, uzimajući u obzir navedene aspekte, moguće je izvršiti pravilan odabir tehnologije i veličine postrojenja za prečišćavanje procjernih voda.

Takav pristup primjenjen je i kroz program radova na sanaciji i rekonstrukciji uređaja za tretman procjednih voda na sarajevskoj sanitarnoj deponiji u sastavu Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići.

PROCJEDNE VODE SARAJEVSKE SANITARNE DEPONIJE

Sarajevska deponija (Smiljevići) je najveća regionalna deponija u Bosni i Hercegovini (BiH) koja godišnje prima cca 200.000 tona komunalnog čvrstog otpada. Izgrađeno MBR postrojenje za tretman procjednih voda na lokaciji nije u funkciji od 2011. godine, što za posljedicu ima značajan uticaj na okoliš. Projekt sanacije deponije i rekonstrukcije uređaja za prečišćavanje procjednih voda započeo je 2016. godine, kao dio sveobuhvatnog projekta pretvorbe deponije i pratećih objekata u Regionalni centar za upravljanje otpadom na Kantonu Sarajevo. Vremenski period za realizaciju svih etapa projekta je 5 godina (*Serdarević, 2016*)

U nastavku se daje kratak prikaz aktivnosti koje se provode i planiraju se provesti u cilju određivanja sastava i količina procjednih voda, te izbora procesa prečišćavanja procjednih voda u Kantonu Sarajevo.



Slika 3. Objekti starog MBR uređaja za tretman procjednih voda na sarajevskoj deponiji

Sastav i količine procjednih voda sa sarajevske sanitarne deponije

Sistem prikupljanja procjednih voda na sarajevskoj deponiji je vrlo složen i sastoji se praktično iz tri sistema. Prvi predstavlja drenažni sistem koji se nalazi ispod postavljenog multibarijernog brtvenog sloja i koji

prikuplja procjedne vode iz dubokih slojeva odloženog („duboke drenaže“) stabiliziranog starog otpada.

Iznad multibarijerne zaštite, postavljen je drenažni sistem („plitke drenaže“) koji prikuplja procjedne vode sa aktivne plohe deponije. Treći izvor potiče iz najniže tačke deponije, zacjvljenog Lepeničkog potoka, gdje se na tjemenu tunela procjeđuju procjedne vode („kalota“) koje dospiju do te najniže tačke deponije.



Slika 4. Tri cijevi sa različitim kvalitetima procjednih voda (*Serdarević, 2016*)

Influent PTPV koji dolazi iz različitih sistema za sakupljanje procjednih voda veoma se razlikuje čak i ako se samo vizeuelno porede sva tri izvora onečišćenja. Tako tamno smeđe i zamućene procjedne vode potiču iz plitkih i dubokih drenaža, dok iz kalote dolazi bistra, nezamućena voda. Hemijski sastav ova tri izvora procjednih voda se također značajno razlikuju. Najopterećenije su vode „plitkih drenaža“, čije onečišćenje potiče od svježe odloženog otpada, dok su najmanje opterećene procjedne vode iz slojeva stabiliziranog otpada (duboke drenaže). Na osnovu prethodnih analiza, moguće je uspostaviti različit pristup i izbor proces prečišćavanja za svaku od procjednih voda koje se prikupljaju.

Pojedinačne analize uzoraka procjednih voda u periodu 2015. -2017. ukazuju na velike oscilacije u sastavu procjednih voda. Iako se radi o velikim razlikama, dio objašnjenja se može tražiti i u vrsti i količina otpada koji se odlagao na aktivnu plohu deponije. Stoga, pored ostalih mjera, kroz program radova se insistira i na kontroli i pravilnom odlaganju isključivo otpada od domaćinstava.

Kako bi se dobila pouzdana baza podataka za dalji rad i izbor adekvatne tehnologije za prečišćavanje procjednih voda, napravljen je program za monitoring procjednih voda na sarajevskoj deponiji, u trajanju od minimalno godinu dana. Planirane su analize sva tri izvora procjednih voda. Također, planirano je da se u narednoj godinu dana postave pilot uređaji na kojima bi se testirale različite tehnologije za prečišćavanja.

Iako za sastav procjednih voda ne postoji dovoljno dug niz pouzdanih podataka koji bi bili dovoljni za analizu i određivanje tehnologije za prečišćavanje, količine procjednih voda, na osnovu odsadašnjih podataka, procjenjuju se na cca. 400 m³/dan. Široka površina nepokrivenog svježeg otpada na deponiji, u kombinaciji s ravnim nagibom kosina na završenoj, ali nepokrivenoj površini deponije od cca 10 hektara, ključna je stvar koja dovodi do velike proizvodnje procjednih voda.

Kao dio programa sanacionih radova, razmatra se opcija pokrivanja većeg dijela deponije na koji se više neće vršiti odlaganje otpada. Time će se povećati sakupljanje čistih površinskih voda i smanjiti infiltracija oborinskih voda u tijelo deponije, a time i proizvodnja procjednih voda.

Opsežni pripremni radovi i monitoring procjednih voda na sarajevskoj deponiji je tek počeo i predstoji još dosta posla do izbora i uspostavljanja procesa prečišćavanja procjednih voda o čemu će sigurno biti riječi i u nekom od narednih izdanja ovog časopisa. Umjesto zaključka, za kraj, naglašene su samo osnovne napomene koji se odnose na određivanje sastava i količina procjednih voda i izbora adekvatnog procesa prečišćavanja na koje se treba obratiti pažnja.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Procjedne vode sanitarnih deponija su kompleksne i vrlo zagađene otpadne vode. Sastav i količine procjednih voda zavise od niza faktora od kojih se mogu izdvojiti količine oborina, veličina deponije i površina otkrivene aktivne plohe, vrste otpada, način odlaganja, starost deponije i dr.

Upravo zbog zavisnosti od niza faktora, sastav i količine procjednih voda su podložne velikim varijacijama što u mnogome otežava izbor adekvatne tehnologije za prečišćavanje. Međutim, polazna osnova za stabilan i održiv rad uređaja za prečišćavanje procjednih voda je minimiziranje produkcije procjednih voda, pa tek onda

analiza svih drugih mjera i procesa koji se planiraju primijeniti.

Danas, na osnovu dugogodišnjih iskustava u ovom domenu, na osnovu raspoloživih savremenih tehnologija, moguće je izabrati kombinaciju tehnoloških postupaka koji će predstavljati optimalan izbor uređaja za prečišćavanje procjednih voda, uz prihvatljive investicione i pogonske troškove.

Kao zaključak svega naprijed iznesenog ponoviće se osnovni koraci u procesu prečišćavanju procjednih voda o kojima je potrebno voditi računa:

- Tehnologija odlaganja otpada na deponiji mora se provoditi u skladu sa minimiziranjem proizvodnje procjednih voda
- Kontrolom otpada koji se dovozi i odlaže na deponiji poboljšava se kvalitet procjednih voda (po mogućnosti)
- Na lokaciji se razmatraju/ procjenjuju mogućnost predtretmana i priključka na lokalno PTOV ili druga postrojenja za tretman industrijskih otpadnih voda (ako ista postoje) kao dugoročna opcija.
- Izbor tehnologija je veoma širok, ali neki od najčešće primjenjivanih su postupak biološkog procesa prečišćavanja u kombinaciji sa hemijsko-fizičkim postupcima (kao što je, MF, NF, RO) koji mogu biti optimalan izbor za tretman procjednih voda. Pored toga, mogu se razmotriti i druge raspoložive kombinacije kao što su: biološki tretman/MBR u kombinaciji s granularnim aktivnim ugljenom ili reverzna osmoza sa ili bez MBR predtretmana i recirkulacijom koncentrata.

Izbor procesa prečišćavanja procjednih voda je složen zadatak i zahtjeva pouzdane podatke za analizu i konačan izbor.

LITERATURA

- [1] Qasim, S. C. W., 1994. Sanitary Landfill Leachate-Generation, Control and Treatment. s.l.:Technomic Publishing Co., Inc. Pennsylvania, USA: ISBN: 1-56-676129-8.
- [2] Rettenberger, G., 2006. Sanitary Landfill Sites in Germany - Status, Problems, Energy Utilisation, Maintenance in the Future. Trier: Fachhochschule Trier, University of Applied Science Trier.

- [3] Robinson, A., June 2005. Landfill leachate treatment. Membrane Technology, Cranfield University, UK, pp. 6-12.
- [4] Serdarević, A., 2007. Otpadne vode sanitarnih deponija i postupci njihovog prečišćavanja. Sarajevo: Građevinski fakultet u Sarajevu, Univerzitet u Sarajevu,.
- [5] Serdarević, A., 2014. Razvoj i primjena MBR tehnologije u procesu prečišćavanja otpadnih voda. Vodoprivreda, No 267-272, pp. 77-89.
- [6] Sudar N., Perić M. i Đokić D. , 2012. Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Bileća po SBR tehnologiji - realizacija i efekti prečišćavanja. Vodoprivreda, NO 255-257, pp. 127-138.
- [7] Serdarević, A. *Upravljanje čvrstim otpadom*, Građevinski fakultet u Sarajevu, 2016.
- [8] <http://leachate.co.uk/main/leachate-chemistry-testing/landfill-leachate-composition/>, (10.01.2017).
- [9] Ehrig H.-J. Leachate Quality, in: Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, (Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R. Eds.), pp. 213 – 230 Academic Press, London UK, 1989.
- [10] Dahm, W., Kollbach., Gebel, J. (1994): Sickerwasserreinigung: Stand der Technik 1993/94; zukünftige Entwicklungen, EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, ISBN 3-924511-79-9
- [11] Kayser R. (1986): Leistungsfähigkeit komm. Kläranlagen für die Sickerwasserbehandlung, Proceedings: Deponiesickerwasserbehandlung, Aachen

SELECTION OF THE LEACHATE TREATMENT PROCESS

by

Amra SERDAREVIĆ, Assoc.Prof.
Faculty of Civil Engineering, University of Sarajevo
Patriotske lige 30, 71000 Sarajevo, BiH
e-mail: amra.serdarevic@gf.unsa.ba, mob.tel. + 387 61 174 020

Summary

The landfill leachate can be defined as all waters that were "in contact" with the waste disposed at the landfill. Primarily, this refers to the precipitation that percolate through the body of the landfill, but the water balance includes the moisture contained in the waste itself or, in the case of inadequately isolated landfills, the penetration of groundwater into the body of the landfill, and also the smaller share of water resulting from the biochemical decomposition of waste. Leachate is collected by the drainage system and before discharge is treated to achieve the desired values of effluent quality parameters allowed for discharge into public sewage systems or natural recipients. Most often, biological treatment processes are applied, but due to high values of individual parameters and after the final treatment (COD, AOX, Cl, etc.) it is necessary to apply

physical and chemical treatment as an alternative or an additional treatment process. The seemingly simply described problem of treatment of these wastewater, in practice, very often causes big problems both in the design process, as well as in the operation and maintenance of the system. Why is treatment of leachate so demanding, complex and very often a process with many problems in the operation and maintenance of a leachate treatment plant? It is mainly due to the very pronounced difference in the composition and quantities of leachate, oscillations and demanding conditions for the operation of the treatment plant, which will be discussed in this paper.

Key words: leachate, composition, quantities, methods for treatment, recirculation.

Redigovano 21.10.2017.