

## ZNAČAJ ISPITIVANJA SASTAVA I KOLIČINA PROCJEDNIH VODA – REZULTATI MONITORINGA NA SARAJEVSKOJ SANITARNOJ DEPONIJU

Amra SERDAREVIĆ  
Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, BiH

### REZIME

Trenutno se u svijetu godišnje proizvede preko 2 milijarde tona otpada. Velika većina ovog otpada završava na deponijama gdje zagađuje lokalni ekosistem, ispušta štetne emisije i stvara niz ekoloških i javnozdravstvenih problema. Nažalost, ovaj problem neće nestati uskoro, jer se do 2050. godine očekuje da će količina otpada koji se proizvodi u svijetu porasti na nevjerovatnih 3,4 milijarde tona.

Sanitarne deponije, kao metoda odlaganja čvrstog otpada u odnosu na druge tehnike i tehnologije, podrazumjevaju niže kapitalne i pogonske troškove, te jednostavne operacije, stoga su veoma često primjenjene kao jedina opcija kontroliranog zbrinjavanja otpada. Kako bi se minimizirali štetni utjecaji na okoliš, opštinske deponije, tačnije istresišta se saniraju i pretvaraju u kontrolirane sanitarne deponije. Nove deponije su projektovane i kontrolirane postrojenja za odlaganje čvrstog otpada. Deponije su locirane, projektovane, vođene i nadgledane kako bi se osigurala usklađenost sa propisima iz oblasti upravljanja otpadom i zaštite okoliša. Niz mjera i aktivnosti se sprovode radi minimizaciji i sprječavanja zagađenja i nekontroliranog širenja u okoliš. Nus produkti na deponijama su procjedne vode i deponijski plin.

Produkcija vrlo zagađenih procjednih voda, predstavlja značajan problem u praksi odlaganja otpada. Procjedne vode potrebno je tretirati prije ispuštanja u sistem javne kanalizacije ili recipijent. Procjednu vodu deponija komunalnog otpada karakterizira vrlo visoka hemijska potrošnja kisika (HPK) i biološka potrošnja kisika

(BPK<sub>5</sub>). Općenito, parametri karakteristični za rješavanje procjednih voda su starost deponije, omjer HPK/BPK<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>-N, Cl, Si, Br, pH, NO<sub>3</sub>-N, te su ujedno i odlučujući faktori u odabiru odgovarajućih tehnologija za tretman deponijskog filtrata. Postupci i tehnologije za tretman procjednih voda se biraju iz širokog dijapazona bioloških, fizičko-hemijskih i hibridnih tehnoloških postupaka, a izbor se bazira na ulaznim podacima (sastavu i količini procjednih voda), efikasnosti izabrane metode i iskustvima u primjeni, ekonomskim i okolišnim parametrima, finacijama i dr. Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo formiralo je 2016.godine Operativni tim sa ciljem da se izradi Program aktivnosti na sanaciji i revitalizaciji sarajevskog odlagališta kućnog otpada za period 2016-2020. Kroz program se utvrdila potreba za ispitivanje sastava i količina procjednih voda deponije u cilju rekonstrukcije/izgradnje postrojena za predtretman/tretman procjednih voda. Monitoring procjednih voda proveden je u trajanju od godinu dana, u toku 2018/2019 godine. U radu su prikazani rezultati provedenih ispitivanja, kao i osvrt na prethodna iskustva i aktivnosti na deponiji Smiljevići u vezi ispitivanja procjednih voda.

**Ključne riječi:** Deponija, procjedne vode, monitoring procjednih voda, odlaganje otpada.

### UVOD

Metoda odlaganja otpada na sanitarne deponije, kao opcija za konačno zbrinjavanje komunalnog otpada, i dalje je široko prihvaćena metoda kao optimalno rješenje u mnogim zemljama (Serdarević, 2016). Tendencija odlaganja otpada na deponije, uz minimalne negativne efekte po stanovništvo i okoliš, propisano je nizom zakonskih i podzakonskih akata kao i okolinskim dozvolama. Procjedne vode na deponijama uglavnom potiču od prirodnih padavina, površinskog oticanja vode i procjeđivanja kroz slojeve otpada, infiltracije

Podaci o prihvatanju članka

Primljen: 20.6.2023.

Ispravljen: 6.8.2023.

Prihvaćen: 15.8.2023.

Kontakt: amraserdarevic11@gmail.com

podzemnih voda kroz slojeve otpada, vode sadržane u čvrstom otpadu te metaboličke vode koje stvaraju mikroorganizmi koji razgrađuju smeće. Stvaranje procjedne vode sa deponija je teško spriječiti.

Procjedne vode sa deponije su uglavnom tamno smeđe boje sa neugodnim mirisom i imaju karakteristike složenog sastava, visoke koncentracije zagađujućih materija i visoke toksičnosti (Serdarević, 2021). Organski zagađivači u procjednoj vodi deponija su raznoliki po vrstama i visoko koncentrirani, što otežava tretman. Ako se netretirana procjedna voda sa deponije infiltrira u podzemlje ili direktno ispušta u vodotoke rezultat će biti zagađenje i šteta po okoliš i ljudsko zdravlje. Zbog toga, posebnu pažnju treba posvetiti ispitivanju i kontinuiranom praćenju sastava i količina procjednih voda, uz primjene mjera na minimizaciji produkcije istih.

Kako regionalna deponija „Smiljevići“ u Sarajevu postoji još od 1962. i ujedno je najveća deponija komunalnog otpada u BiH, sa godišnjom količinom komunalnog otpada oko 200.000 tona, sistem prikupljanja procjednih voda je vrlo složen (slika 1)..

Vlada Kantona Sarajevo pokrenula je 2016.godine niz aktivnosti i projekata na unapređenju uvjeta rada sanitarne deponije Smiljevići u Sarajevu. Jedan od pokrenutih projekata je bio rješenje problema ispuštanja procjednih voda te rekonstrukcija/izgradnja uređaja za tretman procjednih voda. Prvi korak je bio da se ispita stanje postojećeg uređaja na lokaciji, a zatim pristupi sveobuhvatnom jednogodišnjem ispitivanju količina i sastava procjednih voda na lokaciji, te da se utvrdi mogućnost primjene određenih tehnoloških postupaka pomoću rezultata rada pilot postrojenja (Serdarević, 2021).

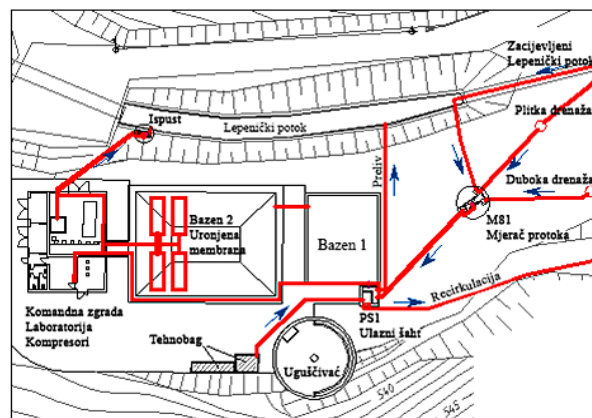
## MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA

### Uzimanje uzoraka procjednih voda

Procjedne vode na lokaciji deponije Smiljevići se prikupljaju drenažnim sistemom koji se sastoji od tri podsistema: plitke drenaže (konstrukcija drenažnog sistema za prikupljanje procjednih voda kroz otpad, izgrađeno 2002. godine), duboke drenaže (drenažni sistem ispod multibarijerne zaštite - stari otpad) i kalota, cjevovod pričvršćen na tjeme tunela kroz koji protiče Lepenički potok (slika 1).

U toku sanacije stare deponije i pretvorbe u sanitarnu deponiju izveden je i projekat ugradnje drenažnih sistema. Kolektor „plitke drenaže“ je položen na

multibarijernu zaštitu sanitarne deponije, izgrađenu 2002. godine na slojevima starog otpada. Drugi kolektor – dubokih drenaža prikuplja vodu upravo iz tih dubokih slojeva otpada, ispod multibarijerne zaštite, a treći kolektor prikuplja i dovodi procjedne vode prikupljene na najnižim tačkama deponije u zbirno okno MS1 (slika 1).



Slika 1. Shema drenažnog sistema na deponiji Smiljevići (Serdarević, 2021)

Količina procjednih voda varira u zavisnosti od hidroloških uvjeta, vrste otpada koji se odlaže i načina upravljanja deponijom (kompaktiranje otpada, dnevne prekrivke, pokrivanje deponije i dr.). Količina procjednih voda na deponiji Smiljevići iznosi cca. 3,5 l/s.

Za ispitivanje procjednih voda koje nastaju na sarajevskoj deponiji Smiljevići napisan je projektni zadatak kojim su definisani obim i vrsta ispitivanja, uvjeti koje treba da ispuni laboratorija i spisak opreme kojom raspolaže ponuđač uz prateće certifikate o kalibraciji koja će se koristiti za mjerenje/ispitivanje.



Slika 2. Okno sa ugrađenim mjeracem dotoka - ulaz drenažnih cijevi i miješanje procjednih voda (MS1) (Serdarević i saradnici, 2021)



Slika 3. Ulaz drenažnih sistema u zbirno okno MS1 (Serdarević, 2016)

Program ispitivanja obuhvatio je period 01.07.2018 do 01.07.2019. u toku kojeg je izvršeno uzimanja uzoraka prema programu ispitivanja na četiri karakteristična mjesta: ispust plitkih drenaža, ispust dubokih drenaža, ispust iz kalote, te uzorak na izlazu iz okna gdje se miješaju sve prikupljene procjedne vode (okno MS1). Već sam mehanizam i funkcioniranje drenažnog sistema predstavljao je složen zadatak ispitivanja, veliki broj uzoraka i načina stabiliziranja uzoraka do prebacivanja i analiziranja u laboratoriji.

Na lokaciji su definisana mjerna mjesta za sve drenažne sisteme kao i mješoviti uzorak procjednih voda. Uzorkovanje je provedeno po principu uzimanja 24-satnog kompozitnog uzorka za mješovite procjedne vode, dok su ostali uzorci uzimani kao trenutni, na pojedinačnim drenažnim ispustima.



Slika 4. Automatski uzorkivač (lijevo) i uzorkivač postavljen na deponiji Smiljevići

Na svim mjernim mjestima, u trenutku uzorkovanja izvršeno je mjerenje protoka, te mjerenje: rastvorenog kisika, elektroprovodljivosti, pH, temperature vode. Uzorci su skladišteni u pokretne frižidere u kojima je održavana temperatura od cca 4°C do momenta deponiranja u laboratoriji (fiksni frižideri), odnosno do momenta njihovog analiziranja.



Slika 5. Pogonski laboratorija na lokaciji deponije Smiljevići (Serdarević, 2021)

### Analiza parametara kvaliteta procjednih voda

Od samo početka istresanja smeća na ovoj lokaciji proteklo je više od 60 godina. Iako bi trebala da služi isključivo za odlaganje komunalnog, biorazgradivog otpada, na sanitarne plohe odlagale su se i odlažu se i druge kategorije otpada koje ne spadaju u komunalni otpad (otpad životinjskog porijekla, različiti materijali koji su se uništavali po nalogima inspekcije na sanitarnoj plohi, inertni i građevinski otpad i dr.). Sva dosadašnja praksa imala je i dalje ima utjecaj na sastav procjednih voda.

Uzimajući u obzir vremenski period, prostorni obuhvat, količine i vrste otpada koji se odlagao i odlaže na deponiju, te lekcije naučene iz prošlosti u vezi rada MBR prostrojenja na lokaciji, planiranje ispitivanja je bio izuzetno složen i obiman zadatak.

Prema programu, definisanom kroz projektni zadatak, obuhvaćena su sljedeća ispitivanja:

**A/ ispitivanje opštih fizičko-hemijskih parametara (27 parametara) na četiri mjerna mjesta, 2 puta sedmično, tj. 8 puta mjesečno, uz mjerenje protoka - ukupno 96 uzoraka na 4 mjerna mjesta;**

**B/ ispitivanje specifičnih parametara procjednih voda (8 parametara), 4 puta u toku 12 mjeseci na 4 mjerna mjesta;**

**C/ ekotoksikološko ispitivanje procjednih voda, 12 puta u toku godine, na 4 mjerna mjesta;**

**D/ mikrobiološko ispitivanje procjednih voda, 2 puta u toku godine na 4 mjerna mjesta;**

**E/ laboratorijsko ispitivanje skrame/pjene iz drenažnih sistema i okna MS1, 4 puta u toku godine.**

Tokom ispitivanja uzoraka korištene su samo akreditirane i validirane metode ispitivanja. Za konzerviranje i čuvanje uzoraka korištene su Smjernice za čuvanje i rukovanje uzorcima vode - metode uzorkovanja (BAS EN ISO 5667-3:2005), a za uzorkovanje otpadne vode Smjernice za uzorkovanje otpadnih voda (BAS ISO 5667-10:2010). Također, za sve parametre su obavljena ispitivanja u skladu sa metodama i važećim standardima, uz definisanje mjernog opsega i jedinica (Mirković, 2020).

Rezultati mjesečnih ispitivanja su obrađeni u formi tabela, grafikona i izvještaja. U tabelama je, osim rezultata laboratorijskih ispitivanja prikazana i osnovna statistička obrada rezultata (min, max, srednja vrijednost (average), standardna devijacija (stdev) i vrijednost Pearson koeficijenta korelacije (r)). Rezultati su komentirani u odnosu na granične vrijednosti dozvoljene za ispuštanje prečišćenih tehnoloških voda u sistem javne kanalizacije.

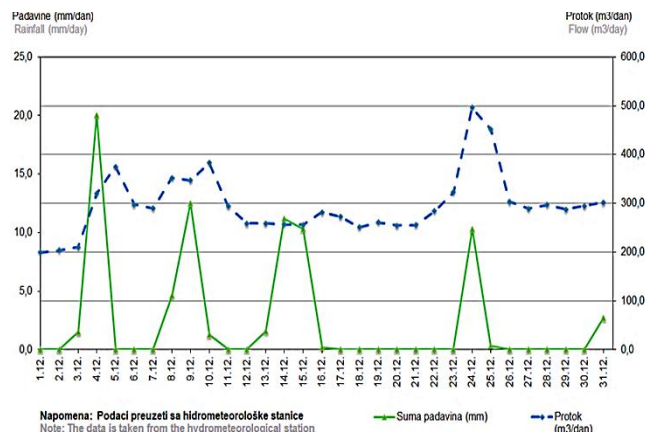
## REZULTATI I DISKUSIJA

### Karakterizacija procjernih voda sa deponije

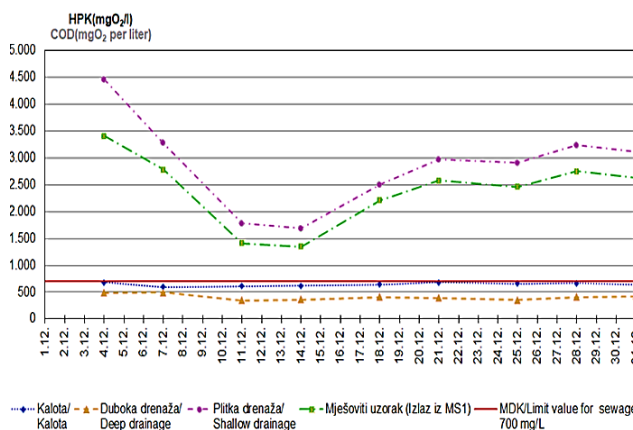
Procjedne vode (filtrat) sanitarnih deponija su veoma zagađene otpadne vode koje, uglavnom, sadrže visoke koncentracije organskih materija, amonijačnog azota, sulfida, hlorida i drugih štetnih supstanci, te zahtjevaju izuzetno ozbiljan pristup u smislu utvrđivanja njihovog fizičkog, hemijskog i biološkog stanja. Procjedne vode karakterišu visoke koncentracije teško razgradljivih organskih jedinjenja (HPK prosječno oko 2000 mg/L), amonijaka ( $\text{NH}_4\text{-N}$  prosječno oko 800 mg/L), hlorida (Cl), kao i nešto povećane vrijednosti žive, silicija, bora, ukupnih suspendovanih materija (Hg, Si, B, TSS) i vrijednosti koje se odnose na toksičnost ovih voda.

Prilikom analize rezultata ispitivanja pratio se utjecaj padavina na vrijednosti fizičko-hemijskih pokazatelja kvaliteta procjernih voda. Kao primjer dati su grafovi iz analiza rezultata na slici 6 i 7 (TQM, 2019) gdje su prikazani grafikoni padavina i količina procjernih voda (slika 6.) i oscilacije u vrijednostima parametra HPK (slika 7.).

Na datim grafovima se može uočiti kako padavine, tačnije oscilacije u protoku za decembar mjesec 2018. godine, utječu na izmjerene vrijednosti analiziranih fizičko-hemijskih pokazatelja (oscilacije u vrijednostima hemijske potrošnje kisika u decembru 2018. godine (HPK)). U slučaju većih količina oborina povećane su količine procjernih voda na plitkim drenažama.



Slika 6. Dnevne vrijednosti protoka (plava) i padavina (zeleno) za mjesec decembar 2018.



Slika 7. Izmjerene vrijednosti HPK po danima (dec.2018)

Što se tiče sumiranih dvanaestomjesečnih fizičko-hemijskih rezultata, razlike su uočene u odnosu na izvor nastajanja procjernih voda. Zbog toga su i provedene analize na četiri različita uzorka, kako bi se utvrdilo koji od drenažnih sistema najviše utječe na promjene u sastavu i količinama miješanih procjernih voda.

U nastavku će biti prikazani rezultati za mješoviti uzorak svih procjernih voda sa deponije:

- proticaj prosječan tokom perioda juli 2018. - juni 2019. iznosio je cca 320 m<sup>3</sup>/dan. U toku godine, usljed utjecaja padavina, doticaj je dosta je varirao (min. 162 m<sup>3</sup>/dan, max 692 m<sup>3</sup>/dan). U mješavini procjernih voda koje dotiču u zbirno okno MS1, utvrđen je značajniji utjecaj na sastav filtrata od plitkih drenaža sanitarnih deponije, nego starih, dubokih drenaža. Tokom 12 mjeseci ispitivanja utvrđeno je značajno variranje količina padavina, što je značajno "raspršilo" vrijednosti



većine parametara kvaliteta filtrata, a time dodatno kompliciralo analizu i povezivanje dobivenih rezultata.

Utjecaj padavina posebno je bio evidentan kod najvažnijih pokazatelja kvaliteta procjednih voda, kao što su: HPK (hemijska potrošnja kisika),  $\text{NH}_4\text{-N}$  (amonijak),  $\text{BPK}_5$  (biološka potrošnja kisika), hloridi, TN (ukupni azot), fenoli, i dr., a koji se trebaju svesti u zahtjevane normalne vrijednosti.

Za ispuštanje tretirane procjedne vode u sistem javne kanalizacije utvrđeni su sljedeći parametri koji su u kontinuitetu prelazili MDK vrijednosti: HPK,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , TN, hloridi, B, a povremeno:  $\text{BPK}_5$ , nitrati, sulfati, fenoli, TP, Fe, Cr (1 od 4 ispitivanja).

Za ispuštanje tretirane procjedne vode u površinske vode stalno prelaze MDK vrijednosti slijedećih parametara: HPK,  $\text{BPK}_5$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , TN, hloridi, fenoli, TP, Fe, B, a povremeno: nitrati, ukupne suspendovane materije, sulfati, Cr (1 od 4 ispitivanja);

Toksičnost procjednih voda je u oba slučaja utvrđena kao jako toksična otpadna voda.

Dio godišnjih rezultata ispitivanja procjednih voda, upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem, za mješoviti uzorak procjednih voda (izlaz iz MS1) je prikazan u tabeli 1. Prikazani je dio tabele, sa dijelom parametara koji su analizirani, te i rezultati statističke obrade (minimalne, maksimalne vrijednosti i prosječne vrijednosti parametara za period juni 2018.- juli 2019.).

## ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Projektnim zadatkom jednogodišnjeg monitoringa sastava i količina procjednih voda sa sarajevske deponije Smiljevići bilo je predviđeno uzorkovanje i analize parametara sa sva tri drenažna sistema procjednih voda, kao i uzorkovanje i analiza mješovitog uzorka procjedne vode iz postojećih drenažnih sistema.

Podaci o doticaju su mjereni automatski, u mjernom kanalu (MS1) u sklopu hidrološke stanice Smiljevići. Podaci o padavinama i ostali meteorološki podaci su se evidentirali također automatski na meteorološkoj stanici MS Smiljevići.

Na sva četiri ispusta procjednih voda izvršena su laboratorijska ispitivanja i to:

1. Ispitivanje fizičko-hemijskih parametara (temperatura, pH, elektprovodljivost, TDS, mutnoća, boja, suspendovane materije, HPK,  $\text{BPK}_5$ ,

ukupni azot, Kjeldahov azot, amonijak, nitrati, nitriti, ortofosfati, ukupni fosfor, sulfati, sulfidi, hloridi, fenoli, silicijum, bor, željezo, živa, protok, ulja i masti).

2. Ispitivanje specifičnih parametara (cijanid, bakar, kadmijum, hrom, nikl, olovo, cink, arsen) – četiri puta godišnje na sva četiri mjerna mjesta.
3. Ekotoksikološko ispitivanje parametara (akutna toksičnost) – 12 puta godišnje .
4. Mikrobiološko ispitivanje parametara (koliformne bakterije, *Escherihia coli*, Intestinal enterocolitis, klostridije, uzgoj bakterija na 22 °C, uzgoj bakterija na 37 °C) – 2 puta u toku godine.

Uzorkovanje i ispitivanje kvaliteta (monitoring) procjednih voda izvedeno je u skladu sa važećom zakonskom regulativom, Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH br. 101/15, 01/16, 26/20 i br.96/20) i važećim standardima.

Rezultati ispitivanja su očekivano vrlo kompleksni i pojedini parametri znatno prekoračuju maksimalno dozvoljene vrijednosti za ispuštanje u sistem javne kanalizacije, a još rigoroznije su granice za slučaj ispuštanja u prirodni recipijent. Sastav procjednih voda je očekivan obzirom na veličinu i starost deponije, kao i različitost otpada koji se odlaže na deponiju Smiljevići preko 60 godina.

Formirana baza podataka je dobra osnova za diskusiju i razmišljanja kako unaprijediti sistem prikupljanja procjednih voda, smanjiti količine istih, te koristiti dobivene rezultate kao ulazne parametre za izbor tehnologije i dimenzioniranje uređaja za prečišćavanja procjednih voda. Praćenje podataka sa hidrometeorološke stanice, analize rezultata pogonske laboratorije, kao i rezultati analiza certificirane laboratorije omogućavaju detaljnije analiziranje međusobne povezanosti sastava procjednih voda, padavina, količine i vrste otpada te ispitivanje korelacije između pojedinih parametara i uvjeta rada deponije. Ipak za potrebe povezivanja i matematske obrade bilo bi potrebno pratiti i mjeriti količine padavina, protok, promjenu u dotoku na mjerачu protoka, vrijeme retencije u tijelu deponije zajedno sa podacima o debljini slojeva otpada, vrsti otpada, temperaturi zraka, broju kišnih dana u analiziranom periodu. Veliki broj faktora i promjenjivih koji se uzimaju u obzir čine analize procjednih voda veoma složenim i kompleksnim, a potrebna su i znatna finacijska sredstva kako bi se obavila mjerenja potrebna za modeliranja i analize međusobnih odnosa u kontinuitetu.

Tabela 1. Tabela prikaz godišnjih rezultata ispitivanja procjernih voda, upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem, za mješoviti uzorak procjernih voda (izlaz iz MS1) (dio tabele)

Parametri/ <i>Parameters</i>	Jedinica mjere/ <i>Unit</i>	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem	MIN	MAX	AVERAGE
Količina padavina/ <i>Rainfall*</i> (sumarne padavine u toku dana)	L/m <sup>2</sup>	/	0.00	25.00	2.21
Protok/ <i>Flow*</i>	m <sup>3</sup> /dan	/	162.20	692.20	320.28
Temperatura vode/ <i>Water temperature</i>	°C	30	16.10	27.10	21.47
Protok/ <i>Flow</i>	m <sup>3</sup> /dan	/	160.50	685.20	317.41
pH/ <i>pH</i>	/	6,5-9,5	7.82	8.50	8.29
Elektroprovodljivost/ <i>Conductivity</i>	µS/cm	/	950.60	17190.00	11546.61
Hemijska potrošnja kisika/ <i>COD</i>	mgO <sub>2</sub> /L	700	740.00	4300.00	2244.56
Biološka potrošnja kisika/ <i>BOD</i>	mgO <sub>2</sub> /L	250	129.00	332.10	242.66
Amonijak/ <i>Ammonia</i>	mgN/L	40	327.40	982.40	615.28
Nitrati/ <i>Nitrates</i>	mgN/L	50	5.10	76.10	19.94
Sulfati/ <i>Sulphates</i>	mg/L	300	70.00	340.00	207.80
Sulfidi/ <i>Sulfides</i>	mg/L	1	0.00	0.00	0.00
Hloridi/ <i>Chlorides</i>	mg/L	250	627.40	2339.89	1383.32
Fenoli/ <i>Phenols</i>	mg/L	10.0	4.30	12.30	8.55
Cijanidi/ <i>Cyanides</i>	mg/L	10.0	0.09	0.49	0.22
Ukupni fosfor/ <i>Total phosphorus</i>	mgP/L	5.0	1.60	22.00	5.53
Ortofosfati/ <i>Orthophosphates</i>	mgP/L	/	0.03	0.29	0.15
Masti i ulja/ <i>Fats and oils</i>	mg/L	100	0.10	0.54	0.17
Željezo/ <i>Iron-Fe</i>	mg/L	2	1.46	5.18	3.39
Bor/Borron-B	mg/l	10	9.70	19.60	15.17
Silicijum-Si	mg/l	/	32.00	82.00	57.95
Bakar (Cu)	mg/L	0.5	0.04	0.06	0.05
Kadmijum (Cd)	mg/L	0.1	0.01	0.02	0.01
Hrom (Cr)	mg/L	0.5	0.02	0.66	0.30
Nikl (Ni)	mg/L	0.5	0.11	0.31	0.21
Olovo (Pb)	mg/L	0.5	0.03	0.34	0.17
Cink (Zn)	mg/L	2	0.04	0.22	0.13

Iskustvo iz ovog projekta je vrlo pozitivno. Rezultati i obim ispitivanja otvorili su pitanja i razmišljanja o izboru tehnologije za prečišćavanje procjednih voda, kao i opcije minimiziranja količina procjednih voda kao jedan od preduvjeta koji treba ispuniti. Na kraju jednogodišnjeg monitoringa, Operativni tim je preporučio da se kontinuitet analiza procjednih voda, mjerenja količine padavina i količine procjednih voda nastavi. Bilo bi poželjno da svaka deponija formira svoje baze podataka o deponijskom gasu, sastavu i količinama procjednih voda, te evidencija o vrstama i količinama otpada koji se odlaže na deponiju kako bi se na temelju takvih baza podataka što bolje upravljalo takvim građevinama i razmjenjivala stečena iskustva.

Što se tiče sarajevske sanitarne deponije, buduće mjere i aktivnosti u vezi zbrinjavanja procjednih voda bi svakako trebale razmotriti rezultate jednogodišnjeg monitoringa procjednih voda kao i rezultate rada pilot postrojenja u periodu juni - septembar 2018.godine, te sva mjerenja i podatke koji su se nastavili prikupljati pri narednim koracima u izboru tehnologije i izgradnji uređaja za tretman procjednih voda.

#### LITERATURA

- [1] Alves B. (31. Aug 2023). *statista.com*. Preuzeto od <https://www.statista.com/topics/4983/waste-generation-worldwide/>
- [2] Serdarević A. (2016). Upravljanje čvrstim otpadom. Građevinski fakultet -Univerzitet u Sarajevu.
- [3] Serdarević A. (2021). Prečišćavanje procjednih voda - rezultati rada pilot uređaja kao pomoć pri izboru tehnologije za prečišćavanje. *Vodoprivreda* 0350-0519, Vol. 53 (2021), 309-311 p.
- [4] Serdarević A, Garstnauer T., Mayr B. (2021). Test Operation of the MBR Pilot Plant for Leachate Treatment at the Sarajevo Sanitary Landfill. U N. M. Ademović, *Advanced Technologies, Systems, and Applications VI. IAT 2021. . Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 316. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-90055-7\_37
- [5] Mirković G. (2019). Finalni Izvještaj u vezi obavljenog ispitivanja procjednih otpadnih voda (juli 2018. - juni 2019. godine) u sklopu realizacije aktivnosti iz Programa sanacije i rekonstrukcije sani. Sarajevo: Design Q&C.
- [6] Serdarević A. (2016). Upravljanje čvrstim otpadom. Građevinski fakultet Nacionalna i univerzitetska biblioteka BiH. doi:ISBN 978-9958-638-47-3, COBISS.BH-ID 23588614
- [7] TQM. (2019). Monitoring procjednih voda deponije u sklopu RCUO Smiljevići – izvještaji 2018/2019. TQM d.o.o, Lukavac.

## THE SIGNIFICANCE OF TESTING THE COMPOSITION AND QUANTITY OF LEACHATE - MONITORING RESULTS AT THE SARAJEVO SANITARY LANDFILL

by

Amra SERDAREVIĆ

Faculty of Civil Engineering, University of Sarajevo, BiH

### Summary

Nowadays, over 2 billion tons of waste are produced annually in the world. Most of this waste finishes in landfills where it pollutes the local ecosystem, emits harmful emissions, and creates several environmental and public health problems. Unfortunately, this problem is not going away anytime soon, because by 2050, the amount of waste produced in the world is expected to increase to a staggering 3.4 billion tons.

Sanitary landfills, as a solid waste disposal method, require not only lower costs but also simple operations, therefore they are very often used as the only waste disposal option. In order to minimize the harmful effects on the environment, municipal landfills, more precisely disposal sites, are rehabilitated and turned into controlled sanitary landfills. New landfills are designed and controlled solid waste disposal facilities. Landfills are located, designed, managed, and monitored to ensure compliance with waste management and environmental regulations. A series of measures and activities are in effect in order to minimize and prevent pollution and uncontrolled spread into the environment. A by-product of waste disposal and the existence of a landfill is the generation of leachate.

The production of highly polluted leachate represents a significant problem in the practice of waste disposal. Leachate must be treated before discharge into the public sewage system or recipient. Leachate from municipal waste landfills is characterized by very high

chemical oxygen consumption (COD) and biological oxygen consumption (BOD<sub>5</sub>). In general, leachate parameters such as the age of the landfill, the ratio of HPK/BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>-N as well as the content of some other parameters are decisive factors in the selection of suitable landfill filtrate treatment methods. Different technologies for leachate treatment are evaluated and selected from a wide range of biological, physico-chemical and hybrid methods, and the choice is based on input data (composition and amount of leachate), efficiency of the chosen method, economic and environmental parameters, financing, etc.). In 2016, the Ministry of Spatial Planning, Construction and Environmental Protection of the Canton of Sarajevo established an Operational Team with the aim of creating a program of activities for rehabilitation and revitalization of the Sarajevo household waste disposal site for the period 2016-2020. Through the program, the need for testing the composition and quantity of landfill leachate was determined for the purpose of reconstruction/construction of a facility for pre-treatment/treatment of leachate. Leachate monitoring was conducted for one year, during 2018/2019. The paper presents the results of the conducted tests, as well as a review of previous experiences and activities at the Smiljevići landfill.

Key words: Landfill, leachate, leachate monitoring, waste disposal.