



Integrisana savetovanja sa međunarodnim učešćem
5. Savetovanje

**OPASAN INDUSTRIJSKI OTPAD, TRETMAN
INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA, KOMUNALNI
OTPAD I DEPONIJE KOMUNALNOG OTPADA**

Integrated Symposium with international participation
5th Symposium

**HAZARDOUS INDUSTRIAL WASTE AND
TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTE WATER, MUNICIPAL
WASTE AND MUNICIPAL WASTE LANDFILLS**

**ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS**

22. - 23. maj 2019. godine
Vrdnik, Fruška gora

5. savetovanje sa međunarodnim učešćem
5th Symposium with International participation

**OPASAN INDUSTRIJSKI OTPAD, TRETMAN
INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA, KOMUNALNI OTPAD
I DEPONIJE KOMUNALNOG OTPADA**

**HAZARDOUS INDUSTRIAL WASTE, AND
TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTE WATER, MUNICIPAL
WASTE AND MUNICIPAL WASTE LANDFILLS**

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS

22-23. maj 2019.
Vrdnik, Fruška gora

**5. Savetovanje sa međunarodnim učešćem
OPASAN INDUSTRIJSKI OTPAD, TRETMAN
INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA, KOMUNALNI OTPAD
I DEPONIJE KOMUNALNOG OTPADA**

**5th Symposium with International participation
HAZARDOUS INDUSTRIAL WASTE, AND
TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTE WATER, MUNICIPAL
WASTE AND MUNICIPAL WASTE LANDFILLS**

Oganizator

Udruženje Klaster komora za zaštitu
životne sredine i održivi razvoj, Beograd

Organizer

Association Cluster Chamber for Environmental
Protection and Sustainable Development, Belgrade

Urednik/Editor

Ljiljana Tanasijević, dipl.hem

Za izdavača/For publicher

Ljiljana Tanasijević, dipl.hem.

Izdavač/Publisher

Udruženje Klaster komora za zaštitu životne sredine
i održivi razvoj, Beograd

Recenzenti / Reviewers

Prim.dr.sci.med. Branislava Matić, dr sci.med. Dušanka Danojević, dr Vladica Čudić
Doc.dr Nataša Stojić, dr Irma Dervišević, Prof.dr Ljiljana Trumbulović, dr Milovan
Rakijaš, dr Miroslav Poznić, Ljiljana Tanasijević, dipl.hem, Danijela Božić, dipl.inž

Štampa/Printer by

SaTCIP, Vrnjačka Banja, 2019..

Tiraž/Copies

200

ISBN

978-86-80464-15-2

PROGRAMSKI ODBOR

Nemanja Erceg, pomoćnik pokrajinskog sekretara
za urbanizam i zaštitu životne sredine, Novi Sad
Radmila Šerović, dipl.inz, načelnik odelenja za otpad,
Ministarstvo zaštite životne sredine, Novi Sad
Prof dr Nebojša Nikolić, Institut za strateška istraživanja i analize, Beograd
Prof.dr Filip Kokalj, Univerzitet Maribor, R Slovenija
Doc. dr Slobodanka Pavlović, dekan, Fakultet za ekologiju, Banja Luka, BiH
Doc.dr Nataša Stojić, EDUCONS, Sremska Kamenica
Prof. dr Tatjana Bugarski, Pravni fakultet, Novi Sad
Prof. dr Brankica Luković, VS, Aranđelovac
Prof.dr Rajko Bojčić, Green Energy Save Group, Novi Sad
Prof.dr Milica Cvetković, VTS, Niš
Prof. dr Mira Pucarević, EDUCONS, Sremska Kamenica
Prof.dr Ljiljana Trumbulović, VŠSS, Užice
dr sci.med. Dušanka Danojević, Institut za javno zdravlje R Srpske, BiH
Prim.dr.sci.med. Branislava Matić, Institut IZJZS Batut, Beograd
dr Irma Dervišević, FTN Kosovska Mitrovica
dr Anica Milošević, VTS, Niš
dr Miroslav Poznić, REMONDIS, Zrenjanin
dr Milovan Rakijaš, Hidro-georad, Beograd
dr Vesna Pešić, PMF, Novi Sad
dr Vladica Čudić, PWW doo, Niš
dr Goran Radoičić, JKP „Mediana“ Niš
dr Miroslav Tomić, RB Kolubara, Lazarevac
dr Čedo Lalović, VŠS, Aranđelovac
mr Svetlana Marušić, Pokrajinski sekretarijat za
urbanizam i zaštitu životne sredine, Novi Sad
mr Maja Milić, KEMIS, Beograd
mr Jelena Ćesarević, Fakultet bezbednosti Univerzitet u Beogradu
mr Miodrag Marjanović, direktor, JZU Institut ZJZ, Banja Luka, BiH
Slobodan Cvetković, dipl.inž, PWW doo, Niš
mr Ljiljana Đorđević, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd
Nevena Čolić Mohora, dipl.inž., MITECO, Beograd
Miliša Jovanović, dipl.inž, EMS, Beograd

ORGANIZACIONI ODBOR

Ljiljana Tanasijević, dipl.hem. Udruženje Klastera za ŽŽS, Beograd
Danijela Božić, dipl.inž. RTB Bor Grupa, TIR doo
dr Boriša Milekić, Opšta bolnica "Impuls", d.o.o., Beograd
Sandra Petrović, dipl.inž.EMS, Beograd
Predrag Simić, dipl.inž., JP EPS Ogranak, RB Kolubara, Lazarevac
Ljiljana Kostić Despotović, dipl.inž, YUGO-IMPEX doo, Niš

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

628.3/.4(082)(0.034.2)

502.3/.7(082)(0.034.2)

САВЕТОВАЊЕ са међународним учешћем Опасан индустријски отпад, третман индустријских отпадних вода, комунални отпад и депоније комуналног отпада (5 ; 2019 ; Врдник)

Zbornik radova [Elektronski izvor] = Proceedings / 5. savetovanje sa međunarodnim učešćem Опасан индустријски отпад, третман индустријских отпадних вода, комунални отпад и депоније комуналног отпада = 5th Symposium with international participation hazardous industrial waste, treatment of industrial waste water, municipal waste and municipal waste landfills, 22-23. maj 2019. Vrdnik, Fruška gora ; [urednik, editor Ljiljana Tanasijević]. - Beograd : Udruženje Klaster komora za zaštitu životne sredine i održivi razvoj, 2019 (Vrnjačka Banja : SaTCIP). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemski zahtevi: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Tekst ćir. i lat. - Tiraž 200. - Napomene i bibliografske reference uz radove. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-80464-15-2

а) Отпадне воде -- Зборници б) Отпадне материје -- Зборници в) Животна средина -- Загађење -- Зборници

COBISS.SR-ID 276195596

SADRŽAJ/CONTENT

SOCIJALNA DIMENZIJA EKOLOŠKE BEZBEDNOSTI –NIMBY SINDROM <i>SOCIAL DIMENSION OF ENVIRONMENTAL SECURITY –NIMBY SYNDROME</i>	
Jelena Česarević.....	8
KORIŠĆENJE BIOMASE I KOMUNALNOG OTPADA KAO OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE <i>THE USE OF BIOMASS AND MUNICIPAL WASTE AS A RENEWABLE ENERGY</i>	
Ljiljana Trumbulović, Milena Tomić, Ivana Radmilović.....	13
ORGANSKO OPTEREĆENJE OTPADNIH VODA PIVARE NA RIJECI VRBAS <i>ORGANIC LOAD OF WASTE WATER OF THE BREWERY ON THE RIVER VRBAS</i>	
Nataša Mazalica, Dušanka Danojević, Duška Račić, Miodrag Marjanović.....	20
PLASTIKA U CIRKULARNOJ EKONOMIJI I SMANJENJE OTPADA NA DEPONIJAMA <i>PLASTICS IN CIRCULAR ECONOMY AND REDUCING SOLID WASTE IN LANDFILLS</i>	
Dušanka Danojević	27
MONITORING DEPONIJSKIH GASOVA DEPONIJE NEOPASNOG OTPADA – STUDIJA SLUČAJA, DEPONIJA NEOPASNOG OTPADA “GIGOŠ”, JAGODINA / LANDFILL GAS MONITORING AT THE LANDFILL FOR NON – HAZARDOUS LANDFILL – CASE STUDY, LANDFILL FOR NON- HAZARDOUS WASTE „GIGOS“, JAGODINA	
V.Ivetić, V.Čudić, M.Janković i M.Radovanović, A.Čudić.....	34
POTENCIJAL BIOGASA POREKLOM IZ ČVRSTOG OTPADA U REGIONU CENTRALNE SRBIJE <i>BIOGAS POTENTIALS ORIGIN OF SOLID WASTE IN THE REGION OF CENTRAL SERBIA</i>	
Čedo Lalović	45
UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA VODAMA U NIS A.D. I ZD U PERIODU 2009-2018. GODINA <i>IMPROVING WATER MANAGEMENT IN NIS J.S.C IN THE PERIOD 2009-2018. YEAR</i>	
Svetlana Bošković, Ivona Blagojević, Staniša Brankov.....	52
IMPLEMENTACIJA PROJEKTA IZGRADNJE REGIONALNOG CENTRA ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SUBOTICA / ESTABLISHMENT OF SUSTAINABLE SYSTEM OF MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN THE REGION OF SUBOTICA	
Bojana Kunovčić, Lila Mihalji.....	59
POLIHLOROVANI BIFENILI U UZORCIMA ZEMLJIŠTA PORED DIVLJIH DEPONIJAMA U APV <i>POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN SOIL SAMPLES NEAR ILLEGAL WASTE DUMPS IN APV</i>	
Nataša Stojić, Mira Pucarević, Dunja Prokić, Željka Jeličić Marinković, Snežana Štrbac.....	66
ANALIZA NASTANKA I ŠIRENJA POVRŠINA POD JALOVIŠTIMA I INDUSTRIJSKIM DEPONIJAMA U ZONI OGRANKA RB „KOLUBARA“ LAZAREVAC / ANALYSIS AND SPREAD OF AREA UNDER TAILINGS AND INDUSTRIAL WASTE DUMPS IN ZONE BRANCH RB “KOLUBARA” LAZAREVAC	
Milislav Tomić; Ivan Dragičević; Ivan Ribać; Ana Đerić ; Tijana Tomić.....	72
HIGIJENSKO-SANITARNI STATUS KOMUNALNIH DEPONIJAMA U REPUBLICI SRBIJI ANALIZIRAN U MREŽI INSTITUCIJA JAVNOG ZDRAVLJA ZA PERIOD 2016-2018 / THE HYGIENIC-SANITARY STATUS OF MUNICIPAL LANDFILLS IN THE REPUBLIC OF SERBIA ANALYZED IN THE NETWORK OF PUBLIC HEALTH INSTITUTIONS FOR THE 2016-2018 PERIOD	
Branislava Matić, Snežana Đuranović, Snežana Dejanović, Sunčica Knežević.....	79

КАНЦЕРОГЕНЕ МАТЕРИЈЕ КАО ОПАСАН ОТПАД – УТИЦАЈ НА ЗДРАВЉЕ ЉУДИ <i>CARCINOGENS AS HAZARDOUS WASTE - IMPACT ON HUMAN HEALTH</i>	
Бранкица Луковић, Љиљана Плећевић, Вахид Ибруљ, Тамара Бартошек	85
SANACIJA I REKULTIVACIJA NESANITARNIH KOMUNALNIH DEPONIIA I SMETLIŠTA <i>REHABILITATION AND RECLAMATION SANITARY MUNICIPAL LANDFILLS AND DUMPS</i>	
Milovan Rakijaš, Msc. Kristina Vojvodić	89
SAVREMENE TEHNIKE KONTROLE KVALITETA PODZEMNIH VODA U ZONI REGIONALNE DEPONIIJE U PIROTU / <i>MODERN TECHNIQUES OF GROUNDWATER QUALITY CONTROL IN THE REGIONAL LANDFILL AREA IN PIROT</i>	
Nenad Đorđević	97
ON-LINE MONITORING UTJECAJA POTENCIJALNIH ZAGAĐIVAČA NAKVALITE PODZEMNIH VODA / <i>ON-LINE MONITORING THE IMPACT OF POTENTIAL CONTAMINANTS ON THE GROUND WATER QUALITY</i>	
Gordan Vrbaneć	102
UTICAJ PROCEDNIH VODA DEPONIIJE NA KVALITET POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA I PREDLOG MERA ZA SANACIJU ZAGAĐENJA / <i>THE IMPACT OF LEACHATE ON THE QUALITY OF SURFACE AND GROUNDWATER AND PROPOSAL OF MEASURES FOR POLLUTION REMEDIATION</i>	
Irma Dervišević, Almin Dervišević, Jovana Galjak, Jelena Đokić	108
ANALIZA PROCEDNIH VODA KOMUNALNIH DEPONIIA ČVRSTOG OTPADA I IDENTIFIKACIJA FARMACEUTIKA / <i>ANALYSIS OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL LEACHATE AND IDENTIFICATION OF PHARMACEUTICALS</i>	
Katarina Antić, Maja Sremački, Maja Petrović, Maja Turk-Sekulić, Dragan Adamović, Dušan Sakulski, Jelena Radonić	124
PRIKAZ NESANITARNIH I SANITARNIH KOMUNALNIH DEPONIIA I SMETLIŠTA U SRBIJI <i>DISPLAY-SANITARY AND MUNICIPAL LANDFILLS AND DUMPS IN SERBIA</i>	
Milovan Rakijaš	130
KVANTIFIKACIJA LIPOFILNIH PERZISTENTNIH I EMERGENTNIH ORGANSKIH POLUTANATA U SEDIMENTU REKE DUNAV, SRBIJA / <i>QUANTIFICATION OF LIPOPHILIC PERSISTENT AND EMERGING ORGANIC POLLUTANTS IN THE DANUBE RIVER SEDIMENT, SERBIA</i>	
Maja Brborić, Mirjana Vojinović Miloradov, Jelena Radonić, Bojana Zoraja, Maja Turk Sekulić	150
ZBRIŃAVAŃE ANIMALNOG OTPADA KROZ PODRŠKU ODRŽIVOM UPRAVLJAŃU PREDATORIMA U REPUBLICI SRBIJI / <i>DISPOSAL OF ANIMAL WASTE THROUGH SUPPORT TO SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PREDATORS IN THE REPUBLIC OF SERBIA</i>	
Nikoleta Česnak, Natasha Bućumirić	158
PRIMARNA SELEKCIJA KOMUNALNOG OTPADA – RAZVOJ I PRIMENA ODGOVARAJUĆEG MODELA / <i>PRIMARY SELECTION OF COMMUNAL WASTE - DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A COMPATIBLE MODEL</i>	
Marijana Markez, Saša Mudrinić	164
UGROŃAVANJE EKOLOŠKE BEZBEDNOSTI U SKLADIŠTIMA OPASNIH MATERIJA: INCIDENTI U VOJNIM SKLADISTIMA / <i>VIOLATION OF ECOLOGICAL SECURITY IN WAREHOUSES WITH DANGEROUS GOODS: ACCIDENTS IN MILITARY WAREHOUSES</i>	
Nebojša Nikolić	172

ANALIZA PROCEDNIH VODA KOMUNALNIH DEPONIJ ČVRSTOG OTPADA I
IDENTIFIKACIJA FARMACEUTIKAANALYSIS OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL LEACHATE AND
IDENTIFICATION OF PHARMACEUTICALS

Katarina Antić, Maja Sremački, Maja Petrović, Maja Turk-Sekulić, Dragan Adamović,
Dušan Sakulski, Jelena Radonić

Apstrakt: *Procedne vode nastaju rastvaranjem različitih supstanci u vodi koja se proceđuje kroz telo deponije. Kontaminirane procedne vode dolaze u dodir sa zemljištem i infiltriraju se u podzemne vode izazivajući značajno zagađenje vodonosnog sloja i zemljišta. U okviru istraživanja realizovana je analiza procedne vode na dve deponije komunalnog čvrstog otpada u Vojvodini, Republika Srbija, nesanitarnoj (L1) i sanitarnoj (L2). Cilj rada je da se odrede osnovne fizičko-hemijske i mikrobiološke karakteristike vode i da se sprovede skrining analiza kolektovanih uzoraka kako bi se utvrdio kvalitet procedne vode na oba deponijska lokaliteta kao i da se sprovede skrining analiza kolektovanih uzoraka u cilju identifikacije farmaceutika.*

Ključne reči: *Procedne vode, Komunalne deponije čvrstog otpada, Fizičko-hemijski parametri, Mikrobiološki parametri, Farmaceutici*

Abstract: *Leachate is produced by dissolving of various substances in water inside the landfill body. Contaminated leachate water can infiltrate into ground water and surrounding soil, causing significant water and soil pollution problems. Depending on the type of waste, presence of polluting substances is the result of chemical and biological reactions within the landfill body. The analysis of the leachate was carried out on two municipal solid waste landfills in Vojvodina region, Serbia, non-sanitary (L1) and sanitary (L2). The aim of the paper is to determine the basic physico-chemical and microbiological characteristics of water and to conduct screening analysis of the collected samples in order to determine the quality of leachate from both landfill sites and to conduct screening analyzes of the collected samples for the purpose of identifying the pharmaceuticals.*

Keywords: *Landfill leachate, Municipal solid waste landfill, Physico-chemical parameters, Microbiological parameters, Pharmaceuticals*

UVODNA RAZMATRANJA

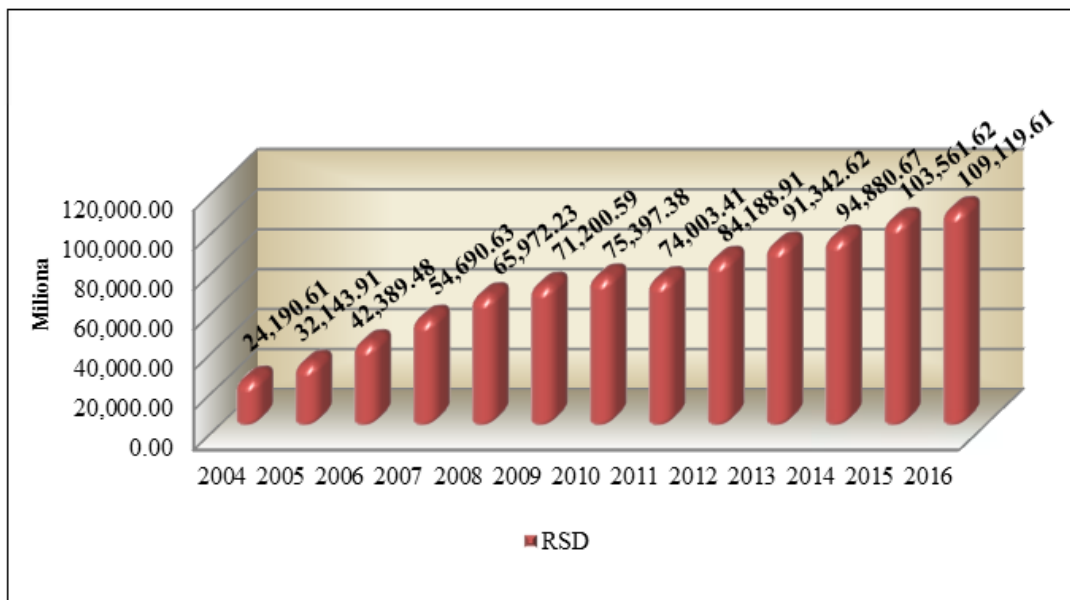
Kompleksnim hemijskim reakcijama, infiltracijom atmosferske vode u telo deponije i vode sadržane u otpadu, kao i rastvaranjem polutanata iz otpada, nastaju procedne vode, koje zbog svog toksičnog sastava kontaminiraju zemljište i podzemne vode. Filtratne vode atmosferskog porekla, konstitutivna voda, kao i voda koja nastaje u telu deponije, formiraju tečni fluid u koji se oslobađaju zagađujuće materije organskog i neorganskog porekla i na taj način, negativno utiču na kvalitet procednih voda deponije (3).

Realni sastav procednih voda deponije veoma je teško predvideti usled složene dinamike procesa koji se odvijaju u telu deponije i uticaja velikog broja promenljivih faktora. Registrovane i identifikovane opasne i toksične materije su aromatični ugljovodonici, halogenovane komponente, fenoli, pesticidi, teški metali, nutrijenti (3). Novija istraživanja ističu značaj identifikacije i kvantifikacije farmaceutika koji su u širokoj upotrebi u humanoj i veterinarskoj medicini, kao i u vidu suplemenata u ishrani. Farmaceutici su jedinjenja malih molekulskih masa i specifičnih svojstava, u vidu izražene lipofilnosti koja im omogućava značajnu biološku dostupnost i aktivnost (4). Prema poreklu, farmaceutici se klasifikuju na prirodne, polusintetske i sintetske. Gotovi farmaceutski proizvodi sastoje se od jedne ili više farmaceutske aktivne materije (eng. Active Pharmaceutical Ingredient-API), pomoćnih sredstava i aditiva, kao što su neorganske soli ili druge organske hemikalije poput šećera, mirisa, pigmenta i boja. Struktura farmaceutskih aktivnih materija može imati značajan

uticaj na sudbinu gotovog proizvoda u životnoj sredini (4, 6).

Unos farmaceutika u medijume životne sredine moguć je na nekoliko načina: neadekvatnim odlaganjem farmaceutskih proizvoda, primenom suplemenata i lekova, neefikasnim tretmanom komunalnih i industrijskih otpadnih voda, odnosno koncentrisanjem u okviru aktivnog mulja i neadekvatnim tretmanom izlaznog toka (4, 5, 6). Kontinuirani unos farmaceutika u životnu sredinu, čak i pri niskim koncentracijama, doprinosi formiranju veoma kompleksnih smeša koje imaju negativan uticaj na zdravlje ljudi i kvalitet životne sredine.

Analizom farmaceutskog tržišta utvrđeno je da je za zdravstvenu zaštitu ljudi u Evropskoj Uniji odobreno oko 3000 različitih farmaceutskih aktivnih jedinjenja (eng. Pharmaceutical active compounds-PhAC), pri čemu se u svetu primenjuje oko 4000 farmaceutskih aktivnih jedinjenja, čija godišnja proizvodnja iznosi više od 1000 tona (5). Na osnovu Izveštaja o prometu i potrošnji gotovih lekova za humanu upotrebu u Republici Srbiji u 2016. godini, predstavljen je ukupan promet lekova u periodu od 2004. do 2016. godine, u Republici Srbiji, izražen u dinarima (Grafik 1) (1). U toku 2014. godine, ukupan promet lekova za humanu upotrebu iznosio je 94.880.672.904,41 dinara, dok je tokom 2016. godine potrošnja iznosila 109.119.614.200,30 dinara, iz čega se može zaključiti da je upotreba lekova u kontinualnom porastu.



Grafik 1. Ukupan promet lekova za period od 2004. do 2016. godine u Republici Srbiji izražen u dinarima (1)

Graph 1. Total turnover of medicines for the period from 2004. to 2016. in the Republic of Serbia expressed in RSD (1)

Najveće učešće u prometu imaju lekovi koji se koriste za potrebe lečenja kardiovaskularnog sistema (39,24%) i medikamenti koji deluju na krv i krvotvorne organe (17,52%). Lekovi koji deluju na bolesti digestivnog trakta i metabolizma nalaze se na trećem mestu po potrošnji u 2016. godini (14,63%), dok udeo lekova koji deluju na centralni nervni sistem iznosi 12,57% (1).

Cilj rada je da se odrede osnovne fizičko-hemijske i mikrobiološke karakteristike procedne vode sa dva deponijska lokaliteta koja karakteriše različita praksa upravljanja otpadom, kako bi se utvrdio kvalitet procedne vode kao i da se sprovede skrining analiza kolektovanih uzoraka u cilju identifikacije farmaceutika.

MATERIJALI I METODE

Kampanja uzorkovanja procednih voda realizovana je u zimskom periodu tokom 2019. godine, u ciklusima od po 2 časa na svakoj lokaciji (Slika 1.). Na oba lokaliteta kolektovano je po 4,5 l procedne vode (2 l za skrining analizu, 2 l za fizičko-hemijsku analizu i 0,5 l za mikrobiološku analizu). Svi uzorci su dopremani u laboratoriju i skladišteni na temperaturi od 40C do momenta pripreme uzorka za analizu.



Slika 1. Kolektovanje procedne vode na nesanitarnoj, L1 (levo) i sanitarnoj, L2 (desno) deponiji čvrstog komunalnog otpada

Picture 1. Sampling of landfill leachate on unsanitary, L1 (left) and sanitary, L2 (right) MSW landfill

U okviru fizičko-hemijske analize kolektovanih uzoraka procedne vode realizovana su terenska merenja i laboratorijska analiza parametara: temperatura procedne vode, pH vrednost, elektroprovodljivost, HPK, BPK5, NH₄⁺-N, SO₄²⁻, ukupni fosfor, ortofosfati, mutnoća, suspendovane materije. Određivanje parametara pH vrednost i elektroprovodljivost realizovano je primenom multiparametarskog uređaja WTW Multi 340i, na terenu. Laboratorijska analiza neorganskih parametara realizovana je korišćenjem uređaja za određivanje biološke potrošnje kiseonika BOD Trak HACH i UV-VIS spektrofotometra HACH DR5000.

Za skrining analizu uzorci su pripremljeni tečno-tečnom ekstrakcijom i upareni u Kuderna-Danish aparaturi. Za analizu je korišćen QP2010-Ultra GC-MS, Shimadzu.

Analiza hemijskih parametara i skrining analiza sprovedene su u akreditovanoj Laboratoriji za monitoring deponija, otpadnih voda i vazduha Departmana za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Određivanje mikrobioloških parametara (broj aerobnih heterotrofa, ukupan broj koliformnih bakterija, ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porekla, otkrivanje i broj crevnih enterokoka) realizovano je u Institutu za javno zdravlje Vojvodine u Novom Sadu, Republika Srbija.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati fizičko-hemijske analize procedne vode sa nesanitarnе, L1 i sanitarnе, L2, deponije čvrstog komunalnog otpada predstavljani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Vrednosti fizičko-hemijskih parametara procednih voda sa deponijskih lokaliteta L1 i L2
Table 1. Values of physico-chemical parameters of leachate from landfill sites L1 and L2

Parametar	Jedinica	L1	L2
Temperatura procedne vode	[°C]	7,3	6,2
pH	[-]	7,31	8,51
Elektroprovodljivost	[mS cm ⁻¹]	10,56	16,23
HPK	[mg l ⁻¹]	3,54	4,38
BPK5	[mg l ⁻¹]	1,04	1,80
BPK5/HPK	[mg l ⁻¹]	0,29	0,41
Amonijum jon	[mg l ⁻¹]	166	38,15
Sulfati	[mg l ⁻¹]	188	102,7
Ukupni fosfor	[mg l ⁻¹]	26,25	66,25
Ortofosfati	[mg l ⁻¹]	1,96	2,56
Mutnoća	[NTU]	87,1	17,8
Suspendovane materije	[mg l ⁻¹]	7,4	4,29

Vrednosti dobijene za parametre organskog opterećenja, HPK i BPK5, ukazuju na starost lokacije i istorijsko odlaganje otpada na selektovanim lokalitetima kao i da se deponija nalazi u metanogenoj fazi. Poređenjem rezultata fizičko-hemijskih analiza predstavljenih u Tabeli 1. i rezultata ranijih istraživanja (7), procedna voda sa deponijskog lokaliteta L1 (nesanitarna deponija) može da se svrsta u kategoriju procednih voda srednje starosti, dok procedna voda sa deponijskog lokaliteta L2 (sanitarna deponija) pripada kategoriji starih procednih voda.

Na osnovu rezultata mikrobioloških analiza prikazanih u Tabeli 2, uzorak procedne vode sa deponijskog lokaliteta L1 (nesanitarna deponija) ne odgovara, dok uzorak procedne vode sa deponijskog lokaliteta L2 (sanitarna deponija) odgovara graničnim vrednostima definisanim Uredbom o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. Glasnik RS", br. 67/11, 48/12 i 01/16) (8). U oba uzorka procedne vode utvrđeno je prisustvo *Escherichia coli* (37°C, 44°C), dok je u uzorku procedne vode sa lokaliteta L2 utvrđeno prisustvo i *Klebsiella pneumoniae* (37°C, 44°C).

Tabela 2. Vrednosti mikrobioloških parametara procedne vode kolektovane na deponijskim lokalitetima L1 i L2

Table 2. Values of microbiological parameters of leachate from landfill sites L1 and L2

Parametar	Jedinica	L1	L2	Granična vredost ¹
Broj aerobnih heterotrofa	cfu/1mL	32.227.273,00	302.272,00	-
Ukupan broj koliformnih bakterija	cfu/100mL	20.000.000,00	200	10.000,00
Ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porekla	cfu/100mL	9.000.000,00	100	2.000,00
Određivanje broja crevnih enterokoka	cfu/100mL	8.000.000,00	200	400

¹Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. Glasnik RS", br. 67/11, 48/12 i 01/16), član 13, Tabela 4; prilog 2, glava III Komunalne otpadne vode.

¹Regulation on emission limit values for pollutants in waters and deadlines for their reaching ("Official Gazette of the RS", No. 67/11, 48/12 and 01/16), article 13, Table 4; Annex II, Chapter III Urban wastewaters.

Skrining analizom kolektovanih uzoraka procedne vode sa deponijskih lokaliteta L1 i L2 utvrđeno je prisustvo 39 organskih jedinjenja (11 farmaceutika) i 54 organska jedinjenja (10 farmaceutika), respektivno (Tabela 3 i Tabela 4).

Tabela 3. Farmaceutici detektovani u procednoj vodi sa deponijskog lokaliteta L1

Table 3. Pharmaceuticals detected in L1 landfill leachate samples

Jedinjenje	CAS Broj	Molekulska formula	Molekulska težina [g mol ⁻¹]	Retenciono vreme
Guanozin	118-00-3	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₅	283.24	11.57
Fenol, 4-metil-	106-44-5	C ₇ H ₈ O	108.14	25.145
Indol	120-72-9	C ₈ H ₇ N	117.15	40.948
N,N-Dimetil sukcinaminska kiselina	2564-95-6	C ₆ H ₁₁ NO ₃	145.16	49.518
2,6-Dimetil fenil izocijanat	28556-81-2	C ₉ H ₉ NO	147.17	53.973
Tributil fosfat	126-73-8	C ₁₂ H ₂₇ O ₄ P	228.31	56.628
4-Okso-4-(para-tolil)-buterna kiselina	4619-20-9	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	192.21	59.698
cis-Z.-alfa.-Bisabolene epoksid	29837-07-8	C ₁₅ H ₂₄	204.3546	70.93
Cikloheksan karboksilna kiselina, heksil estar	27948-10-3	C ₁₃ H ₂₄ O ₂	212.32846	77.115
Propifenazon	479-92-5	C ₁₄ H ₁₈ N ₂ O	230.31	80.12
Oktasumpor	10544-50-0	S ₈	256.528	81.868

Tabela 4. Farmaceutici detektovani u procednoj vodi sa deponijskog lokaliteta L2

Table 4. Pharmaceuticals detected in L2 landfill leachate samples

Jedinjenje	CAS Broj	Molekulska formula	Molekulska težina [g mol ⁻¹]	Retenciono vreme
Trans-2-undecilenska kiselina	15790-94-0	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	184.28	11.47
Benzensulfonamid	98-10-2	C ₆ H ₇ NO ₂ S	157.19	57.803
Gabapentin	60142-96-3	C ₉ H ₁₇ NO ₂	171.24	58.76
Cis-1-Hloro-9-oktadekan	16507-61-2	C ₁₈ H ₃₅ Cl	286.93	59.615
1-Heksadekanol	36653-82-4	C ₁₆ H ₃₄ O	242.44	59.648
Stigmastan-3,6-dion	22149-69-5	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	428.70	71.198
Korimbolon	97094-19-4	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	236.35	75.935
Propifenazon	479-92-5	C ₁₄ H ₁₈ N ₂ O	230.31	80.083
5-hidroksi-8-metoksi-2-metil-2-(4-metil-3-pentenil)-2H-1-benzopiran-6-il metil	/	C ₁₉ H ₂₄ O ₄	316.39	88.838
Oleamid	301-02-0	C ₁₈ H ₃₅ NO	281.48	114.68

Tri farmaceutika detektovana u procednoj vodi deponijskog lokaliteta L1, Fenol, 4-metil-, Tributil fosfat i Propifenazon nalaze se na NORMAN (eng. Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances) listi emergentnih

supstanci od 2011. godine. Na deponijskom lokalitetu L2, dva identifikovana farmaceutika nalaze se na NORMAN listi emergentnih supstanci od 2011. godine (Benzensulfonamid i Propifenazon) i jedan od 2015. godine (Gabapentin).

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Rezultati istraživanja ukazuju na loš kvalitet procedne vode sa oba deponijska lokaliteta što može da bude posledica istorijskog neadekvatnog odlaganja različitih kategorija otpada. Poseban rizik po zdravlje humane populacije i kvalitet životne sredine predstavlja prisustvo farmaceutika zbog čega je važno uključiti ovu grupu supstanci u buduće naučno-istraživačke monitoring programe procednih voda, izvršiti kvantifikaciju odabranih supstanci i odrediti ekotoksičnost (2).

LITERATURA

1. Agencija za lekove i medicinska sredstva Srbije - ALIMS. 2017. Promet i potrošnja gotovih lekova za humanu upotrebu u Republici Srbiji u 2016. godini. Agencija za lekove i medicinska sredstva Srbije - ALIMS, P.Print, Beograd, Republika Srbija, ISSN: 1452-9815.
2. Akyel, A., Alsancak, Y., Yayla, Ç. R., Şahinarslan, A., Özdemir, M. 2011. Acute inferior myocardial infarction with low atrial rhythm due to propyphenazone: Kounis syndrome. *International Journal of Cardiology*, 148 (3): 352–353, DOI: 10.1016/j.ijcard.2010.05.038.
3. Đogo, M., Ubavin, D., Mihajlović, I., Brborić, M., Milovanović, D., Radonić, J. 2016. Procena uticaja kvaliteta procednih voda na podzemne vodene tokove selektovanih lokaliteta u AP Vojvodina. Konferencija Otpadne vode, komunalni čvrst otpad i opasan otpad, Zbornik radova, ISBN: 978-86-82931-77-5, Vršac, 13 – 15 April 2016., pp. 167 – 171.
4. Kaštelan-Macan, M., Petrović, M. 2013. Analitika okoliša. HINUS & Fakultet kemijskog inženjstva i tehnologije; Zagreb, Republika Hrvatska, ISBN: 978-953-6904-29-7.
5. Masoner, R.J., Kolpin, W.D., Furlong, T.E., Cozzarelli, M.I., Gray, L.J. 2015. Landfill leachate as a mirror of today's disposable society: Pharmaceuticals and other contaminants of emerging concern in final leachate from landfills in the conterminous United States. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35 (4): 906-918, DOI: 10.1002/etc.3219.
6. Periša Biošić, M., Babić, S. 2016. Farmaceutici u okolišu. *Kemija u industriji*, 65 (9-10): 471-482, DOI: 10.15255/KUI.2015.026.
7. Renou, S., Givaudan, G.J., Poulain, S., Dirassouyan, F., Moulin, P. 2008. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials*, 150 (2008): 468–493, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2007.09.077.
8. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl.Glasnik RS", br. 67/11, 48/12 i 01/16).

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je finansijski podržano od strane projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Projekat III46009 i Projekat TR 34014) i Projekta Gradske uprave za zaštitu životne sredine grada Novog Sada, broj VI-501-2/2018-18b-6.