



ПРОЦЕНА РИЗИКА ЕКОСТАТУСА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ НОВОГ САДА У
ОКОЛИНИ ДЕПОНИЈЕ КОМУНАЛНОГ ОТПАДА

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF THE MUNICIPAL LANDFILL SITE IN
THE VICINITY OF NOVI SAD

Милица Адамов, Младенка Новаковић, Маја Петровић,
Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ
ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Кратак садржај – Циљ рада је утврђивање степена контаминације процедурне воде помоћу индекса загађености процедурне воде. У раду је описано узорковање процедурне воде у децембру 2018. године, фебруару 2019. године, априлу 2019. године и у јулу 2019. године на три мерна места на депонији комуналног отпада у Новом Саду. Параметри који су детектовани приликом анализе: температура, рН вредност, електропроводљивост, суспендоване материје, сулфати, хлориди, гвожђе, бакар, олово, укупан хром, кадмијум, никл и цинк. Резултати анализе су показале да су концентрације свих детектованих параметара задовољавале прописане граничне вредности емисије, односно да је индекс загађености процедурне воде био на ниском нивоу.

Кључне речи: Комунална депонија, Процедна вода, Загађење, Индекс загађености, Процена ризика

Abstract – The aim of this paper was to determine the status of leachate contamination using the leachate pollution index. The paper describes the sampling of leachate in December 2018, February 2019, April 2019 and in July 2019 at three measuring points at the municipal solid waste landfill in Novi Sad. Parameters detected during the analysis: temperature, pH value, electrical conductivity, suspended solids, sulfates, chlorides, iron, copper, lead, total chromium, cadmium, nickel and zinc. The results of the analysis showed that the concentrations of all detected parameters met the prescribed emission limit values, and that the leachate pollution index was low.

Keywords: Municipal solid waste landfill, Leachate, Pollution, Leachate pollution index, Risk assessment

1. УВОД

Развојем модерног друштва долази до све већег генерисања свих врста отпада, а неадекватан систем управљања отпадом постаје глобални проблем.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Маја Петровић, доцент.

У Србији се већина отпада неадекватно депонује јер локалне депоније не задовољавају минималне услове, а поред локалних све чешћа је појава тзв. дивљих депонија, док мали број депонија спада у санитарне депоније. Циљ мастер рада је утврђивање степена контаминације процедурне воде на комуналној депонији у Новом Саду помоћу индекса загађености процедурне воде. У раду је описана метода за одређивање индекса загађености процедурне воде и поступак његовог одређивање, а добијени резултати су табеларно приказани.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

2.1. Опште карактеристике депонија комуналног отпада

Законом о управљању отпадом, депонија је дефинисана као место за крајње одлагање отпада на површини или испод површине земље [1].

Депонија комуналног отпада представља засебну површину на којој се депонује најчешће кућни отпад. Међутим, на депоније комуналног отпада пристижу и друге врсте неопасног отпада, као што су: комерцијални чврсти отпад, неопасни муљ и други облици неопасног отпада који су по саставу слични кућном отпаду [2].

Према званичним подацима, просечан становник Републике Србије генерише 0,87 килограма комуналног отпада по дану, тј. 318 килограма годишње. Депоније на удаљености мањим од 100 метара од насеља или на удељаности мањим од 50 метара од реке или језера представљају висок степен ризика по здравље људи и животну средину [3].

Према подацима Агенције за заштиту животне средине, у Србији постоје 164 комуналне депоније, од којих се на 117 врши прекривање отпада инертним материјалом, најчешће земљом [4].

2.2. Законска регулатива у области управљања отпадом у Републици Србији

Закон о управљању отпадом се заснива на томе да се отпад депонује само уколико не постоји друго решење које је у складу са начелом хијерархије управљања отпадом. Према овом закону, одлагању отпада мора да претходи одговарајући третман у

зависности од врсте отпада, те се након тога отпад мора одлагати на депонији која задовољава прописане техничке и технолошке услове [1].

2.3. Пресек стања управљања отпадом у АП Војводини

Регионални план управљања отпадом је стратешки документ региона који приказује тренутно стање, али и начин решавања проблема управљања отпадом за регион који је обухваћен Планом, усклађен са националном Стратегијом управљања отпадом. Циљ Плана је успостављање одрживог система управљања отпадом који неће имати велики утицај на животну средину и здравље људи.

На новосадској депонији, у хали за сепарацију отпада, део сакупљеног отпада се обрађује, а остатак се директно вози на депоновање. Депонија има изграђен систем за дегазацију који спречава нагомилавање метана у телу депоније, а редовно се врши и прекривање депоније инертним материјалом [5].

Регионални план управљања отпадом за период 2019-2028. је наставак стратешког приступа усвојеног у Регионалном плану из 2012. године. Локални планови су усвојени у периоду 2010-2012. године, али их је потребно ревидовати. У Новом Саду постављени су подземни контејнери и установљен је систем примарне сепарације на два тока тј. мешани рециклабилни и преостали отпад.

Постројење за секундарно издвајање отпада издваја преко 20 различитих рециклабилних материјала. Циљ рада постројења је тетман претходно разврстаног отпада. На територији региона не постоји систем управљања посебним токовима отпада.

Није изграђена инфраструктура за адекватно управљање отпадом као што су рециклажна дворишта, санитарна депонија и слично [6].

2.4. Законска регулатива у области мониторинга медијума животне средине на депонијама у Републици Србији

Мониторинг представља континуално праћење стања животне средине, односно праћење штетних утицаја на животну средину, као и активности и мере које треба применити у циљу редукације негативних утицаја и повећања нивоа квалитета животне средине [7].

2.5. Пресек стања праћења загађења на депонијама комуналног отпада у АП Војводини са акцентом на процедурне воде

Процедна вода представља сву воду формирану унутар депоније која се процеђује кроз тело депонија. Формирању загађених процедурних вода доприносе и воде атмосферског порекла. Заштита подземних вода од инфилтрације процедурних вода са депоније, постиже се уградњом непропусних фолија на санитарним депонијама.

Квалитет процедурних вода углавном зависи од састава отпада, али пошто се под утицајем временских прилика састав отпада мења, промениће се и квалитет процедурних вода [8].

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

3.1. Опис локалитета

Депонија се састоји од три засебна поља на којима се одлаже отпад. Површина депоније износи око 28 ha, а површина засебних поља износи око 9 ha, 8,5 ha и 7,5 ha за поља I, II и III, респективно. Отпад је депонован на целој површини депоније до висине од приближно 15-17 m изнад линије тла. На телу депоније редовно се користе радне машине за сабијање и површинско планирање отпада.

Депонија поседује једноставан систем за одвођење и сакупљање процедурне и атмосферске воде у периферном депонијском каналу. Канали су повезани малим потоком који се улива у канал Дунав-Тиса-Дунав и на крају у реку Дунав.

3.2. Узорковање процедурне воде

Узорковање процедурне воде на депонији комуналног отпада у Новом Саду реализовано је кроз 4 кампање (децембар 2018., фебруар 2019., април 2019. и јул 2019). Узорци воде у којима су одређиване физичке и неорганске хемијске карактеристике процедурних вода колектовани су у две флаше од по 1 l, пластичној и стакленој. Узорак воде у стакленој боци је на лицу места стабилизован додавањем азотне киселине, до постизања рН вредности мање од 2.

Сви узорци процедурних вода представљају двочасовни композитни узорак који се састоји од осам случајних узорака узетих у току два часа, у интервалима од по 15 min, са дубине од око 1 m од површине. Узорци су транспортовани и чувани на 4°C до анализе. Добијени резултати изражени су mg/l узорковане воде.

3.3. Теренска и лабораторијска анализа воде

Теренска анализа: Да би се извршило исправно узорковање, пре одласка на терен, извршена је припрема опреме за узорковање и опреме за теренске анализе.

Мултипараметарским уређајем Multi 3320i одређиван је растворен кисеоник, електропроводљивост и рН вредност. Пре теренских мерења извршена је калибрација и међупровера сонди мултипараметарског уређаја. Еталонирани дигитални убудни термометар коришћен је за мерење температуре. Пре него што се употреби на терену, измерена вредност се пореди са вредношћу добијеном на другом термометру. Ове вредности се евидентирају у Запису о међупровери термометра [9].

Лабораторијска анализа: Пре почетка извођења лабораторијских анализа, температура узорака прилагођена је собној температури. Употребом квантитативних филтер папира узорци су филтрирани да би се одстраниле суспендоване честице које могу представљати интерференце приликом анализе на UV-VIS спектрофотометру.

У раду су описане методе одређивања сулфата, суспендованих материја, хлорида и метала (гвожђе, бакар, олово, укупан хром, кадмијум, никл и цинк) [9].

3.4. Методе за одређивање индекса загађености процедурне воде (LPI индекс)

Процена загађења процедурних вода, као и њиховог утицаја на квалитет животне средине може се изразити преко различитих индекса загађења. Један од најчешће употребљаваних индекса је индекс контаминације процедурних вода, ЛПИ (енг. *Leachate Pollution Index*, LPI).

Детаљан опис методологије прорачуна LPI дат је у раду аутора Кумар и Алапат (2005). LPI може имати вредности од 5 до 100 јединица које описују потенцијал контаминације процедурних вода. Када је вредност индекса контаминације већа од 35, процедурна вода је веома лошег квалитета са значајним утицајем на животну средину [10].

LPI се може израчунати помоћу једначине:

$$LPI = \sum w_i \cdot p_i \quad (1)$$

где је

- LPI - индекс загађености процедурне воде
- w_i - тежина полутанта као променљиве
- p_i - подиндекс полутанта као променљиве
- n - број променљивих које се користе за израчунавање LPI [11].

Да би се процениле грешке у израчунавању индекса загађења процедурним водама, због недоступности карактеристика процедурних вода, коришћена су два приступа:

- Искључивање података о полутантима на основу фактора тежине и
- Искључивање података о полутантима на основу вредности подиндекса [12].

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

4.1. Резултати анализе процедурне воде

Резултати анализе свих колектованих узорка кроз четири кампање показали су да је концентрација бакра, олова, хрома, кадмијума, никла и цинка занемарљива, самим тим њихов утицај на животну средину, у овом раду, није разматран.

Такође, на основу свих резултата анализе процедурне воде, закључује се да ниједан од испитиваних параметара није премашио прописану граничну вредност емисије.

4.2. Одређивање индекса загађености процедурне воде (LPI)

У Табели 1 представљене су добијене вредности подиндекса за све детектоване параметре мерене у свим мерним местима, као и вредност тежинских фактора који су коришћени за одређивање LPI.

У Табели 2 приказан је прорачун LPI, односно вредности LPI које су добијене помоћу подиндекса и тежинских фактора.

Табела 1. Вредност тежинских фактора (w_i) и p_i вредности

Параметар	Значајност	Тежински фактор (w_i)	p_i									
			ЛГД	ЛГФ	К1Ф	К2Ф	ЛГА	К1А	К2А	ЛГЈ	К1Ј	К2Ј
рН вредност	3,509	0,055	5,0	4,4	4,2	4,04	4,37	4,38	4,08	4,43	4,39	4,14
Суспендоване материје	3,196	0,050	13	42	21	8,4	8,4	80,0	8,4	-	-	-
Хлориди	3,078	0,048	10	9,5	22,5	5,0	7,46	14,23	3,45	24,52	15,5	8,07
Гвожђе	2,830	0,045	5,5	0,05	0,11	0,02	0,13	0,23	0,41	0,023	0,044	0,02
Σw_i		0,433										

Табела 2. Прорачун LPI

Параметар	p/w_i											
	ЛГД	ЛГФ	К1Ф	К2Ф	ЛГА	К1А	К2А	ЛГЈ	К1Ј	К2Ј		
рН вредност	0,275	0,242	0,231	0,220	0,240	0,241	0,224	0,243	0,241	0,227		
Суспендоване материје	0,65	2,10	1,05	0,42	0,42	4,0	0,42	-	-	-		
Хлориди	0,48	0,456	1,08	0,24	0,35	0,68	0,17	1,18	0,74	0,39		
Гвожђе	0,25	0,0023	0,005	0,0009	0,0059	0,01	0,018	0,001	0,0019	0,0005		
Σw_i	1,655	2,80	2,366	0,881	1,015	4,931	0,832	1,424	0,963	0,618		
LPI	3,82	6,47	5,46	2,03	2,34	11,38	1,92	3,29	2,22	1,43		

Највећа вредност LPI израчуната је у априлу 2019. године и износи 6,778, док је најмања вредност добијена у децембру 2018. године.

Добијене вредности LPI су се кретале у опсегу од 1,43 (К2 у јулу 2019. године) до 11,38 (К1 у априлу 2019. године). Резултати LPI указују на низак потенцијал загађења процедурних вода, као и на релативно стабилizовано и константно стање нивоа контаминације анализираних процедурних вода.

4.3. Поређење добијених резултата са резултатима на међународном и националном нивоу

Формирање процедурне воде једна је од неизбежних последица депоновања отпада која у великој мери угрожава животну средину. Такође, формирање процедурне воде је један од најважнијих фактора који се прати приликом рада депоније. У читавом свету се за утврђивање степена контаминације процедурне воде на депонији користи индекс загађености процедурне воде. Параметри у процедурној води који су мерени на депонијама у Пољској су следећи: рН вредност, суспендоване материје, хемијска потрошња кисеоника, укупни азотни оксиди, амонијум јон, хлориди, гвожђе, бакар, цинк, олово, хром и никл [13].

На основу свих анализа и поређењем добијених резултата, закључује се да је укупно загађење процедурним водама много значајније у Јавору него у Новом Саду. Међутим, мора се узети у обзир то да су у Новом Саду приликом прорачуна, узета у обзир само четири параметра, док је у Јавору разматрано дванаест параметара који су имали знатан утицај на животну средину. С обзиром да је за разматрање и поређење важнија вредност укупног LPI, ипак се

констатује да процедурна вода из депоније у Јавору представља већу опасност по животну средину, него процедурна вода са депоније у Новом Саду.

5. ЗАКЉУЧЦИ И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА

Приликом прорачуна LPI на новосадској депонији разматрани су следећи параметри: рН вредност, суспендоване материје, хлориди и гвожђе. Највиша добијена укупна вредност LPI на депонији у Новом Саду, износила је 6,778. На депонији у Јавору (Пољска) укупна вредност LPI износила је 15,14. Поређењем ових резултати, може се констатовати да негативнији утицај на животну средину и здравље људи представља депонија у Јавору.

Резултати опсежних истраживачких мониторинга на депонији комуналног отпада у Новом Саду су неопходни за утврђивање потенцијалних извора емисије и селекцију параметара у циљу оптимизације трошкова будућих мониторинг програма применом статистичких алата, предикцију судбине полутаната, карактеризацију и утврђивање ризика по здравље хумане популације применом усвојених и апликабилних методологија и дефинисање ефикасних стратегија за редуковање токсичних хемијских супстанци.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о управљању отпадом, Службени гласник РС, бр. 36/09 и 88/10.
- [2] <https://www.epa.gov> (приступљено у септембру 2021.)
- [3] Д. Дробњак, Р. Шеровић, Ј. Мацгаљ, И. Јелић, “Одрживо управљање отпадом у локалним самоуправама и заштићеним подручјима у Републици Србији”, *Техника – Менаџмент*, Вол. 69, стр. 128-134, 2019.
- [4] <http://www.sepa.gov.rs> (приступљено у септембру 2021.)
- [5] Регионални план управљања отпадом за град Нови Сад и општине Бачка Паланка, Бачки Петровац, Беочин, Жабал, Србобран, Темерин и Врбас 2010.
- [6] Регионални план управљања отпадом за град Нови Сад и општине Бачка Паланка, Бачки Петровац, Беочин, Жабал, Србобран, Темерин и Врбас 2019-2028.
- [7] Закон о заштити животне средине, Службени гласник РС, бр. 95/2018.
- [8] <http://www.ekourbapv.vojvodina.gov.rs> (приступљено у септембру 2021.)

[9] M. Đogo, J. Radonić, I. Mihajlović, B. Obrovski, D. Ubavin, M. Turk Sekulić, M. Vojinović-Miloradov, “Selection of optimal parameters for future research monitoring programmes on MSW landfill in Novi Sad, Serbia”, *Fresenius Environ. Bull*, Vol. 26, pp. 4867-4875, 2017.

[10] S.M. Rafew, I.M. Rafizul, “Application of system dynamics model for municipal solid waste management in Khulna city of Bangladesh”, *Waste Manage*, Vol. 129, pp. 1-19, 2021.

[11] D. Kumar, B.J. Alappat, “Analysis of leachate pollution index and formulation of sub-leachate pollution indices”, *Waste Manag. Res*, Vol. 22, 2005. pp. 230-239, 2005.

[12] D. Kumar, B.J. Alappat, “Errors Involved in the Estimation of Leachate Pollution Index”, *Pract. period. hazard., toxic, radioact. waste manag*, Vol. 9, pp. 103-111, 2005.

[13] A. Wdowczyk, A. Szymanska-Pulikowska, “Analysis of the possibility of conducting a comprehensive assessment of landfill leachate contamination using physicochemical indicators and toxicity test”, *Ecotoxicol. Environ. Saf*, Vol. 221, pp. 112434, 2021.

Кратка биографија:



Милица Адамов рођена у Зрењанину 1996. године. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области инжењерства заштите животне средине – “Анализа третмана воде за пиће у фабрици воде у Зрењанину” одбранила је 2020. године.

Контакт: milica.adamov96@gmail.com