

## PHYSICO - CHEMICAL CHARACTERISTICS OF WASTEWATER FROM THE SOLID WASTE LANDFILL

**Kiril Lisichkov**

Faculty of Technology and Metallurgy, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje  
klisickov@yahoo.com

**Erhan Mustafa**

Faculty of Technology and Metallurgy, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje

**Katerina Atkovska**

Faculty of Technology and Metallurgy, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje

**Stefan Kuvendziev**

Faculty of Technology and Metallurgy, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje

**Mirko Marinkovski**

Faculty of Technology and Metallurgy, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje

**Abstract:** Large quantities of municipal solid waste originating from households, workplaces, commercial facilities and from other non-production activities are generated around the world daily. Solid waste landfills and their improper management pose a major threat to the quality of the environment (air, water, soil) in Macedonia and in many other developing countries. The main problem of the solid waste landfills is the generation of the leachate and its free release into the environment. Leachate is a highly contaminated fluid that contains large amounts of dissolved solids and suspended solids from landfill waste. In the frame of this article the physical and chemical properties of the underground and surface water near the landfill with unselected waste, were analyzed. Based on the results of chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), the concentration of the heavy metal ions and regarding the values of other physicochemical parameters examined in the water samples, the influence of the municipal solid waste landfill on the quality of the water resources in that area, can be determined.

**Keywords:** municipal solid waste landfill, leachate, heavy metals, COD, BOD

## ФИЗИЧКО – ХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОТПАДНИ ВОДИ ОД ДЕПОНИЈА ЗА ЦВРСТ КОМУНАЛЕН ОТПАД

**Кирил Лисичков**

Технолошко – металуршки факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје  
klisickov@yahoo.com

**Ерхан Мустафа**

Технолошко – металуршки факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје

**Катерина Атковска**

Технолошко – металуршки факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје

**Стефан Кувенциев**

Технолошко – металуршки факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје

**Мирко Маринковски**

Технолошко – металуршки факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје

**Апстракт:** Големи количини на цврст комунален отпад кој потекнува од домаќинствата, работните и трговските установи и од други непроизводствени активности, секојдневно се создаваат ширум светот. Депониите за цврст комунален отпад и неправилното управување со нив претставуваат голема закана за квалитетот на животната средина (воздух, вода, почва), како во Македонија така и во многу други земји во развој. Главен проблем на овие депонии претставува создавањето на исцедок и неговото слободно испуштање во животната средина. Исцедокот е високо загадена течност која содржи голема количина на растворени материји и суспендирани цврсти честички од отпадот во депонијата. Во рамките на овој труд анализирани се физичките и хемиските својства на подземните и пловшинските води во близина на депонија со неселектиран отпад. Врз основа на резултатите за хемиска потрошувачка на кислород (ХПК), биохемиска потрошувачка на кислород (БПК), концентрацијата на јони на тешки метали, како и во однос на вредностите

на останатите испитувани физичко – хемиски параметри во примероците од вода, може да се изврши проценка на влијанието на депонијата за цврст комунален отпад врз квалитетот на водните ресурси кои се наоѓаат во нејзината околина.

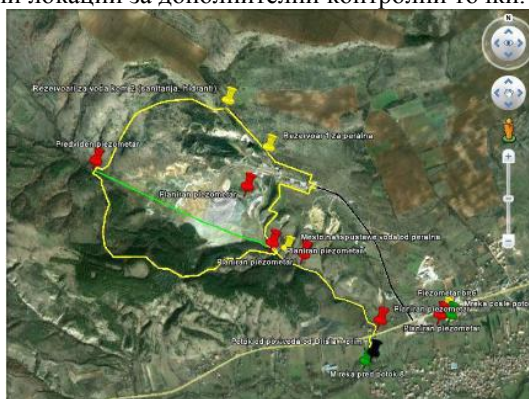
**Клучни зборови:** депонија за цврст комунален отпад, исседок, течки метали, ХПК, БПК

## 1. ВОВЕД

Цврстиот отпад во себе ги вклучува сите исфрлени цврсти материи од комерцијални, индустриски и земјоделски активности (Bharat & Singh, 2009). Многу децении депониите служеле како крајни места за депонирање на сите видови отпадоци (Tamer, Yunes & Samir, 2011). Депонирањето е наједноставен и најевтин метод за одлагање на отпадот и во развиените земји и во земјите во развој. Депониите за цврст комунален отпад (ДЦКО) и нивното неправилно управување, имаат негативно влијание врз квалитетот на животната средина (вода, почва, воздух) во Македонија и во многу други земји во развој (Reser & Ahmet, 2011). Депониите се извор на загадување на подземните води и почвата како резултат на производството на исседок и неговата миграција (Olusola, Sabelo, Saheed & Rinae, 2019, Kazimierz et al., 2018). Исседокот од комунална депонија е високо концентриран комплексна течност што содржи растворени органски материи, неоргански соединенија како што се амониум, калциум, магнезиум, натриум, калиум, сулфати, хлориди и тешки метали како олово, хром кадмиум, арсен, железо, цинк, никел, бакар и ксенобиотички органски супстанции (Christensen et al., 2001). Овој исседок се акумулира на дното на депонијата и се пробива низ почвата (Mor, Ravindra, Dahiya & Chandra, 2006). Загадувањето на водните ресурси главно се должи на процесот на индустријализација и урбанизација која со тек на време се развива прогресивно, без оглед на последиците кон животната средина. Областите во близина на депониите имаат поголема можност за загадување на подземните води и ваквото загадување на ресурсите на подземните води претставува значителен ризик за корисниците на овие локални водни ресурси и за природната средина. Влијанието на исседокот од депониите врз површинските и подземните води придонесе за изработка на голем број студии во изминатите години (Naveen et al., 2016, Lokman, Satyajit & Mohammed, 2014, Anju, Dipu & Salom, 2015, Mgda, Abd & Gaber, 2015). Главниот фокус на овие испитувања е да се открие влијанието на депониите за цврст комунален отпад врз квалитет на подземните води, квантитативна анализа на нивото на загадување на водите и идентификација на можни последици за локалното опкружување и жителите.

## 2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

Депонијата за цврст комунален отпад се наоѓа на југо - исток од Скопје, на 14 km од центарот на градот и е распространета на површина од 76 ha. На слика 1 прикажана е областа околу депонијата со постоечките мерни места и планираните идни локации за дополнителни контролни точки.



**Слика 1. Депонија за цврст комунален отпад  
и локација на мерни точки**

Примероците се собирали во три категории: површинска вода, подземна вода и исседок од депонијата. Постојат неколку места околу депонијата (слика 1) од каде примероците беа собрани и затворени во лабораториски садови за понатамошни лабораториски испитувања.

На земените примероци за анализа им беа испитувани различни физичко - хемиски параметри, и тоа: pH, електрична спроводливост (EC), растворен кислород (РК), хемиска потрошувачка на кислород (ХПК), биохемиска потрошувачка на кислород (БПК), амониум јони ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрити ( $\text{NO}_2^-$ ), нитрати ( $\text{NO}_3^-$ ), сулфати ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), тешки метали. Параметрите беа определени со примена на класични методи за анализа, UV/Vis спектрофотометар и атомски апсорпционен спектрофотометар AAS Perkin Elmer модел AA700.

### 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Вредностите на анализираните параметри во примероците на површинска вода, подземна вода и исцедок од депонијата, во летен и зимски период, се прикажани во табела 1.

Податоците од табелата покажуваат дека сите примероци, освен површинската вода, не ја достигнуваат минималната потребна вредност на растворен кислород (РК) од 8mg/l. Ниските вредности на растворен кислород индицираат загадување на водните примероци.

Хемиската потрошувачка на кислород (ХПК) е многу важен параметар за квалитетот на водите бидејќи, слично како и биолошката потрошувачка на кислород (БПК), обезбедува индекс за проценка на ефектот што испуштената отпадна вода ќе го има врз животната средина како нејзин реципиент. Високите вредности на ХПК дадени во табела 1, укажуваат на поголема количина на оксидирачки органски материи во примероците, што доведуваат до редуцирање на нивото на растворениот кислород. Намалувањето на растворениот кислород може да доведе до анаеробни услови, што е штетно за повисоките форми на живот во водната средина.

**Табела 1. Вредности на анализираните параметри во примероците од површинска вода, отпадна вода и исцедок во летен и зимски период**

| ПРИМЕРОК                      |                     |                 |      |               |      |         |      |
|-------------------------------|---------------------|-----------------|------|---------------|------|---------|------|
|                               |                     | Површинска вода |      | Подземна вода |      | Исцедок |      |
| Параметар                     | Единица             | лето            | зима | лето          | зима | лето    | зима |
| pH                            | -                   | 8,24            | 8,38 | 7,61          | 7,90 | 8,43    | 8,59 |
| ЕС                            | μS/cm               | 2800            | 1250 | 3700          | 2430 | 3900    | 3100 |
| РК                            | mg/l O <sub>2</sub> | 9,6             | 12,9 | 1,93          | 2,46 | 0,60    | 1,22 |
| ХПК                           | mg/l O <sub>2</sub> | 12,8            | 13,4 | 32,0          | 39,7 | 4700    | 5850 |
| БПК <sub>5</sub>              | mg/l O <sub>2</sub> | 2,31            | 3,19 | 13,2          | 16,7 | 370     | 459  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | mg/l                | 0,75            | 0,92 | 1,22          | 1,74 | 289     | 352  |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | mg/l N              | 0,07            | 0,01 | 0,12          | 0,08 | 0,23    | 0,17 |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | mg/l N              | 1,42            | 0,93 | 1,61          | 1,25 | 6,30    | 5,42 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | mg/l                | 28,6            | 25,3 | 150           | 132  | 230     | 188  |
| Pb(II)                        | mg/l                | 0,19            | ПМДК | 0,32          | 0,10 | 1,17    | ПМДК |
| Cd(II)                        | mg/l                | ПМДК            | ПМДК | ПМДК          | ПМДК | ПМДК    | ПМДК |
| Cr(VI)                        | mg/l                | ПМДК            | ПМДК | 0,05          | ПМДК | 0,67    | 0,24 |
| Fe(II)                        | mg/l                | ПМДК            | ПМДК | 1,20          | ПМДК | 9,25    | 5,49 |
| Ni(II)                        | mg/l                | ПМДК            | ПМДК | 0,23          | ПМДК | 1,10    | 0,62 |

\* ПМДК - под максимално дозволените концентрации

Анализираните примероци имаат повисоки вредности на биолошка потрошувачка на кислород од максимално дозволените, што укажува на органско загадување на водата.

Присуството на високи концентрации на NH<sub>4</sub><sup>+</sup> во водите може да придонесе масовно цветање на алгите, што резултира со осиромашување на растворениот кислород во водите, а со тоа последователно уништување на водниот свет.

Концентрациите на NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, како и концентрациите на NO<sub>2</sub><sup>-</sup> се над максимално дозволените гранични вредности само за примероците од исцедокот.

Присуството на тешки метали во водните системи, не е пожелно. Вредностите дадени во табела 1 покажуваат дека примероците од површинската вода не се загадени со јони на тешки метали. Единствено концентрацијата на Pb(II) јоните во летниот период е повисока од максимално дозволената гранична вредност за води од II категорија, која изнесува 0,01 mg/l. Другите резултати прикажани во табелата покажуваат високи концентрации на Pb(II), Cr(VI), Fe(II) и Ni(II) јоните во примероците од подземна вода и исцедок, што укажува на тоа дека анализираната вода е хемиски неисправна. Тешките метали се токсични и нивните јони не се биоразградливи со тенденција да се акумулираат во почвата, водните ресурси и живите организми, па оттука тие се значајни загадувачи на животната средина. Затоа, нивната елиминација од водните ресурси е важна од еколошка гледна точка и за заштита на јавното здравје.

### 4. ЗАКЛУЧОК

Депниите за цврст комунален отпад се сметаат за сериозна закана за квалитетот на околната животна средина и претставуваат главен извор на загадување, особено за подземните води. Овој труд покажува дека неправилната практика во управувањето со цврстиот отпад и несоодветноста или непостоењето на систем за

собирање на исцедокот од депониите, имаат огромно влијание врз квалитетот на површинските и подземните води. Соодносот на ХПК со БПК<sub>5</sub> е неповолен за биолошки третман, поради тоа треба да се дизајнира компактен систем кој ќе ја намали ХПК вредноста до законски поставените граници. Поради тоа, неопходно е да се превземе иницијатива за зголемување на контролата на загадувањето на водните ресурси и за заштита на животната средина и на јавното здравје, како и да се подобрат техниките за управување со цврстиот отпад, собирање и рецикулација на исцедокот и мониторинг на квалитетот на површинските и подземните води.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Anju, A. Dipu, S., Salom, G. T. V. (2015). Effect of municipal solid waste leachate on ground water quality of Thiruvananthapuram District, Kerala, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 3(5), 151-157
- Bharat, J. and Singh, S. (2009). Groundwater contamination due to Bhalaswa landfill site in New Delhi. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 1, 121-125
- Christensen, T. H., Kjeldsen, P., Bjerg, P. L., Jensen, D. L. & Christensen, J. B. (2001). Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied Geochemistry*, 16: 659-718
- Kazimierz, S. Beata, J., Anna, I., Robert, S. & Izabela, S. (2018). Method of evaluating the impact of landfill leachate on groundwater quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 415
- Lokman, H., Satyajit, R. D. & Mohammed, K. H. (2014). Impact of Landfill Leachate on Surface and Ground Water Quality, *Journal of Environmental Science and Technology*, 7(6), 337-346
- Magda, M., Abd, El-S. & Gaber, I. A.Z. (2015). Impact of landfill leachate on the groundwater quality: A case study in Egypt. *Journal of Advanced Research*, 6(4), 579-586
- Mor, S., Ravindra, K., Dahiya, R. P. & Chandra, A. (2006). Leachate characterization and assessment of ground water pollution near municipal solid waste landfill site. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118: 435-456
- Naveen, B., Mahapatra, D. M., Sitharam, T., Sivapullaiah, P. & Ramachandra, T. (2016) Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate. *Environmental Pollution*, 220, 1-12
- Olusola, O. O., Sabelo, M., Saheed, A. O. & Rinae, M. (2019). Impact of leachate from northern landfill site in Bloemfontein on water and Soil quality: Implications for Water and Food Security. *Sustainability*, 11(15), 4238
- Recep, B. & Ahmet, T. (2011). An investigation of heavy metal and migration through groundwater from the landfill area of Eskisehir in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 176, 87-98
- Tamer, M. A, Yunes, K. M. & Samir, A. (2011). Assessment of groundwater quality due to municipal solid waste landfills leachate. *Journal of Environmental Science and Technology*, 4, 419-436