

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

---



**Природни ресурси и технологии  
Natural resources and technology**

**ноември 2012  
november 2012**

**ГОДИНА 6  
БРОЈ 6**

**VOLUME VI  
NO 6**

---

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

**ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY**

**За издавачот:**

Проф. д-р Зоран Панов

**Издавачки совет**

Проф. д-р Саша Митрев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Доц. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

**Editorial board**

Prof. Saša Mitrev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

**Редакциски одбор**

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Доц. д-р Дејан Мираковски

**Editorial staff**

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

**Главен и одговорен уредник**

Проф. д-р Мирјана Голомеова

**Managing & Editor in chief**

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

**Јазично уредување**

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

**Language editor**

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

**Техничко уредување**

Славе Димитров  
Благој Михов

**Technical editor**

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

**Печати**

„2 Август“ - Штип

**Printing**

„2 Avgust“ - Stip

**Редакција и администрација**

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

**Address of the editorial office**

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

## Содржина

<b>Н. Донева, З. Десподов, М. Хаџи-Николова, С. Мијалковски</b> Влијанието на структурните карактеристики на карпестиот материјал врз трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории .....	5
<b>С. Мијалковски, З. Десподов, Д. Мираковски, Д. Мијалковска</b> Рационален избор на рударска откопна метода .....	15
<b>Љ. Ефнушев, Б. Донева</b> Стабилност на косини на површински копови .....	25
<b>А. Илијева Стошиќ</b> Геомеханички параметри користени при анализа на стабилноста на работните и завршните косини на ПК „Ржаново“ .....	35
<b>В. Стојанова, Г. Петров</b> Применети палеонтолошки методи за одредување на геолошката старост на палеогените седименти во Р. Македонија .....	45
<b>Б. Донева, Ѓ. Димов</b> Карактеристики на термоминералната вода на бања „Кежовица“ .....	53
<b>М. Стојановска, М. Голомеова, Б. Голомеов, А. Зенделска, А. Крстев</b> Третман на рудничките дренажи од хоризонт 830 во рудник „Саса“ со симулација на анаеробно мочуриште .....	61
<b>М. Хаџи-Николова, Д. Мираковски, Н. Донева</b> Фреквентна анализа на бучавата .....	69
<b>Ф. Иванов, А. Каранфилова-Мазневска</b> Анализа на усогласеноста на македонското законодавство од областа на управување со биоразградлив отпад со законодавството на ЕУ .....	77
<b>В. Сандева, К. Деспот, А. Димоска, А. Митаноска</b> Анализа на композицијата и декоративна монументална скулптура во паркот „Могила“ – Прилеп .....	87
<b>К. Деспот, В. Сандева, И. Анастасов</b> Присуството на заедничка врска помеѓу ликовниот израз и градината. Композициско решение на ботаничка градина Струмица .....	93
<b>М. Ѓорѓиев, З. Десподов</b> Комуникации на маркетингот со логистиката .....	101

УДК: 622.22

Оригинален научен труд  
Original research paper**ТРЕТМАН НА РУДНИЧКИТЕ ДРЕНАЖИ ОД ХОРИЗОНТ 830  
ВО РУДНИК „САСА“ СО СИМУЛАЦИЈА НА АНАЕРОБНО  
МОЧУРИШТЕ****Марија Стојановска<sup>1</sup>, Мирјана Голомеова<sup>2</sup>, Благој Голомеов<sup>2</sup>,  
Афродита Зенделска<sup>2</sup>, Александар Крстев<sup>3</sup>**

**Апстракт:** Резултатите од мерењата на квалитетот на рудничките дренажи од активниот хоризонт 830 на Рудник „САСА“ покажуваат зголемени концентрации на тешки и токсични метали.

Во трудот се прикажани резултати од третирањето на примероци од рудничките дренажи од хоризонт 830, со симулација на анаеробно мочуриште. Користени се два типа на варовнички камен од кои едниот е со содржина на  $\text{CaCO}_3$  - 93-95%, а другиот со > 98%  $\text{CaCO}_3$ . Како органска материја е користена распадната шума од околината на Рудник „САСА“. Резултатите покажуваат дека примената на ваков вид третман не дава задоволителни резултати во однос на концентрација на металот, растворените и суспендираните материи.

**Клучни зборови:** *руднички дренажи, тешки метали, варовнички камен, анаеробно мочуриште*

**MINING DRAINAGE TREATMENT FROM THE HORIZON 830 IN  
MINE SASA BY SIMULATION ANAEROBIC WETLAND****Marija Stojanovska<sup>1</sup>, Mirjana Golomeova<sup>\*\*</sup>, Blagoj Golomeov<sup>\*\*</sup>,  
Afrodita Zendelska<sup>\*\*</sup>, Aleksandar Krstev<sup>\*\*\*</sup>**

**Abstract:** The results of measurements of the quality of mining drainage from the active horizon 830 in Mine SASA show increased concentrations of heavy and toxic metals.

<sup>1</sup>) Рудник „САСА“, Македонска Каменица

Mine SASA, Makedonska Kamenica

<sup>2</sup>) Факултет за природни и технички науки, УГД, Штип  
Faculty of natural and technical sciences, UGD, Stip

<sup>3</sup>) Факултет за информатика, УГД, Штип  
Faculty of computer sciences, UGD, Stip

The paper shows results of mining drainage treating samples from horizon 830 by simulation anaerobic wetland. Used two types of limestone, one of which is the content of  $\text{CaCO}_3$  - 93-95%, and the other  $> 98\%$   $\text{CaCO}_3$ . As organic matter is used a fractured surrounding forest. The results show that the application of this type of treatment does not give satisfactory results in terms of concentrations of metals, dissolved and suspended solids.

**Key words:** *mining drainage, heavy metals, limestone, anaerobic wetland*

### Вовед

Рудничката дренажа, која најчесто е кисела, доаѓа од области каде што постојат или постоеле рударски активности или пак од карпести области богати со пирит ( $\text{FeS}_2$ ). Како резултат на реакцијата помеѓу пиритот, водата и воздухот се добива сулфурна киселина и растворено железо. Киселата дренажа дополнително ги раствора тешките метали, како што се: бакар, олово, цинк, жива, при што металите може да се концентрираат или да се диспергираат во медиумите на животната средина и доколку не се подложат на соодветен третман нема да има контрола на кое место истите се концентрирани или диспергирани. За да продолжат рударските работи без да се нанесува штета врз животната средина, мора да се минимизира влијанието од киселите руднички дренажи.

Третманот на рудничките дренажи може биде базиран на две основни технологии т.е. технологии за активен третман и технологии за пасивен третман. Основната разлика помеѓу овие технологии е тоа што системите за активен третман (како што кажува и името) бараат константно одржување на системот, додека системите за пасивен третман бараат понизок степен на одржување (или воопшто не се одржуваат).

Типичниот активен третман вклучува оксидација на киселата рудничка дренажа, неутрализација (додавање на алкалии) и седиментација (додавање на коагуланти и флокуланти). Други технологии за активен третман се: реверзна осмоза, јоноизменувачки смоли, електродијализа, природни зеолити.

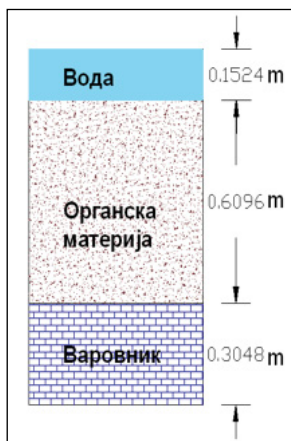
Пасивните системи се моделираат според природните мочуришта, користејќи ги предностите на природно настанатите хемиски и биолошки процеси за пречистување на рудничките води и овозможуваат реакциите за третирање да се извршуваат на контролирано место во системот за третирање, а не кај приемот на водата.

Основните пасивни технологии се поделени на: конструирани мочуришта (аеробни и анаеробни), системи со вертикален проток (системи за производство на sukcesivna alkalnost и системи за

редуцирање и производство на алкалност), безкислородни варовнички дренажи, варовнички базени, отворени варовнички канали, извори со пренасочување.

### Материјал и метод на работа

Врз основа на препораките од општите упатства за конструкција на анаеробни мочуришта, каде што се наведува употреба на 30-60 см слој од органска материја поставен над 15-30 см варовничка подлога, или пак сместување на мешавина од органска материја и варовник на длабочина од 50-100 см, пристапено е кон симулација на анаеробно мочуриште во лабораториски услови. За реализација на експериментот се обезбедени пластични садови со  $V=230$  l, два типа на варовнички камен од кои едниот е со содржина на  $\text{CaCO}_3 = 93-95\%$ , а другиот со  $> 98\% \text{CaCO}_3$ . Гранулацијата на варовничкиот камен е 2-2,5 см. Како органска материја е користена распадната шума од околината на Рудник „САСА“. Вршени се пробни тестови, при што во првиот сад е користен варовнички камен со содржина на  $\text{CaCO}_3 = 93-95\%$ , а во вториот со  $> 98\% \text{CaCO}_3$ . Органската материја е иста и во двата случаи. Слоевите од варовник и органска материја се распоредени во пластичните садови (слика 1) и наполнети се со јамска вода од хор.830.



Слика 1 - Шематски приказ на распоред на материјал за анаеробно мочуриште  
*Figure 1 - Schematic arrangement of the layouts of anaerobic wetland*

Општа препорака за анаеробните мочуришта е дека е потребна голема површина и долго време на задржување (престој), бидејќи како и кај другите системи за пасивен третман нивната ефикасност во отстранувањето на Mn е ограничена, освен во случај кога се користат големи површини. Вре-

ме на задржување (престој) претставува просечното време кое одредена материја го поминува во одреден систем. Основната дефиниција за време на задржување има и универзална математичка равенка, која може да се адаптира на различни дисциплини.

$$t = V_w / Q$$

каде што се:

$t$  – време на задржување (престој),

$V_w$  – капацитет на системот за задржување на водата,

$Q$  – количина на проток на водата која влегува во системот.

На платото на хор.830 максималната корисна површина на која би можело да се направи анаеробно мочуриште е околу 2.100 m<sup>2</sup>. Препорачаната висина на водата е 0,1524 m. Оттука:

$$V_w = 320,04 \text{ m}^3,$$

а максималното време на задржување (по однос на максималната корисна површина од 2.100 m<sup>2</sup> и просечни количини на проток на јамската вода од хор.830 од 30 l/s или 108 m<sup>3</sup>/h) би било:

$$t_{\max} = 320,04 \text{ m}^3 / 108 \text{ m}^3/\text{h} = 2,96 \text{ h} \sim 3 \text{ h}$$

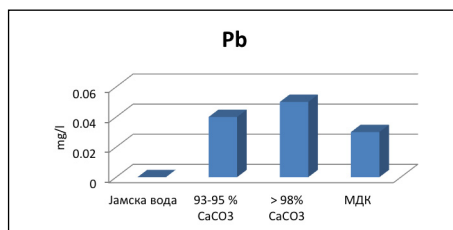
Врз основа на пресметаното  $t_{\max}$ , дренажната вода е третирана 3h (симулација на време на престој во анаеробно мочуриште). Резултатите од хемиската анализа се прикажани во табела 1.

**Табела 1** - Резултати од хемиска анализа на руднички дренажи од хор.830 пред и по симулација на анаеробно мочуриште

**Table 1** - Analysis report of “hor.830” mine drainage before and after simulation of anaerobic wetland

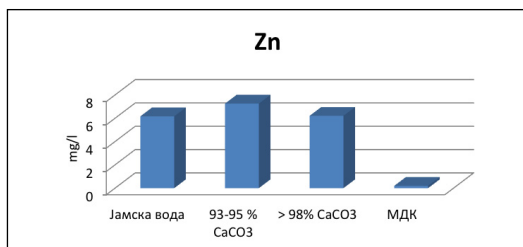
			Јамски води од хор.830	Третирање со 93-95 % CaCO <sub>3</sub>	Третирање со > 98% CaCO <sub>3</sub>	МДК
pH			7,54	6,50	6,65	6,5-9,0
			mg/l			
Сува остаток	Не фил.	Раст. и нераст. мат. (TS)	1100	1100	1100	/
	Фил.	Рас. мат. (TDS)	800	900	1000	1.000
	Сусп. мат	Нерас. мат. (TSS)	300	200	100	30-60
Pb			0,000	0,040	0,050	0,03
Zn			6,170	7,260	6,210	0,20
Cd			0,020	0,010	0,000	0,01
Fe			0,040	0,160	0,140	1,00
Mn			1,980	1,930	1,850	1,00
Cu			0,000	0,010	0,010	0,05

Добиените резултати за концентрација на металите во јамските води од хор.830 пред и по третманот со двата типа на варовнички камен (симулација на анаеробно мочуриште) ќе ги прикажеме графички на сликите 2-7.

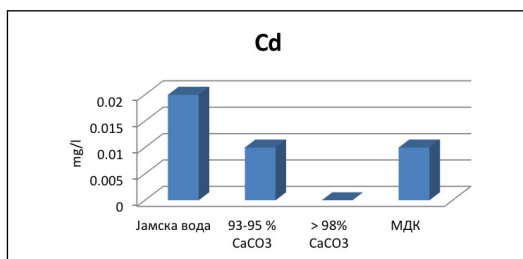


**Слика 2** - Концентрација на Pb  
**Figure 2** - Pb concentration

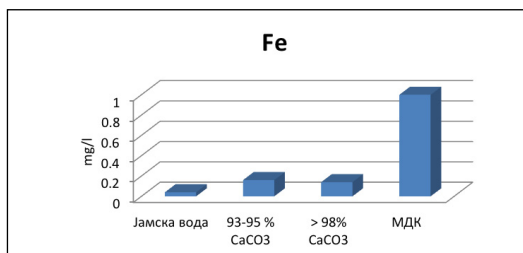




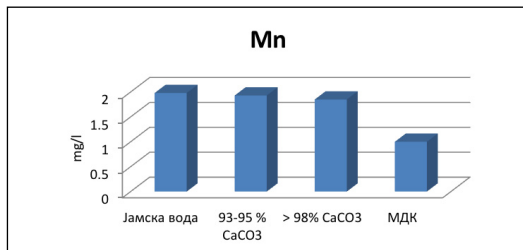
**Слика 3 - Концентрација на Zn**  
**Figure 3 - Zn concentration**



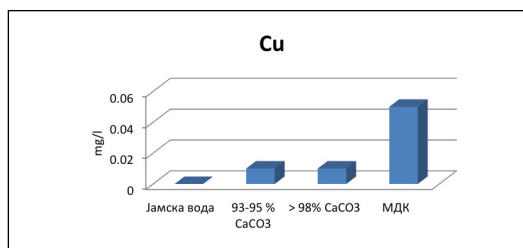
**Слика 4 - Концентрација на Cd**  
**Figure 4 - Cd concentration**



**Слика 5 - Концентрација на Fe**  
**Figure 5 - Fe concentration**



**Слика 6 - Концентрација на Mn**  
**Figure 6 - Mn concentration**



**Слика 7 - Концентрација на Cu**  
**Figure 7 - Cu concentration**

Според резултатите прикажани во табела 1 и слика 2-7 може да се констатира следново:

- Концентрацијата на суспендирани материи е доста намалена, а подобар ефект е постигнат со употребата на варовнички камен со >98 % CaCO<sub>3</sub>;
- Концентрацијата на растворени материи е зголемена, со приближно ист ефект и од двата типа на варовнички камен;
- Кај Pb е постигнат спротивен ефект т.е. доаѓа до зголемување на неговата концентрација по третманот;
- Со употреба на варовнички камен со 93-95 % CaCO<sub>3</sub> доаѓа до зголемување на концентрацијата на Zn, а со употреба на варовнички камен со >98 % CaCO<sub>3</sub> има мало намалување на неговата концентрација во третираната вода т.е. третманот има минимална ефикасност;
- При примената на варовнички камен со 93-95 % CaCO<sub>3</sub> и по време на престој (3 h) доаѓа до намалување на концентрацијата на Cd за 50%, а за истото време на престој, но со употреба на варовнички камен со >98 % доаѓа до 100% намалување концентрацијата на Cd;
- Кај Fe е постигнат спротивен ефект т.е. доаѓа до зголемување на неговата концентрација по третманот;
- Кај отстранувањето на Mn ефикасноста е минимална и со двата типа на варовнички камен;
- Кај Cu е постигнат спротивен ефект т.е. доаѓа до зголемување на неговата концентрација по третманот.

### **Заклучок**

Генерален заклучок е дека резултатите од направените проби не задоволуваат, бидејќи наместо намалување доаѓа до зголемување на концентрациите на тешките метали по третманот со симулираното анаеробно мочуриште. Направено е дополнително испитување на pH вредноста на користената органска материја (распаднатата шума) и е

измерена  $pH=4,22$ . Ова укажува дека користената органска материја не е соодветна и треба да се направи проба со друг вид органска материја (компост од печурки, шталско ѓубриво, гнило сено и сл.).

Во општите упатства за системите за пасивен третман стои дека повеќето типови на пасивен третман (аеробни, анаеробни мочуришта, безкислородните варовнички дренажи, системите со вертикален проток) се ефикасни при помали количини на проток (до 10 l/s), а рудничките дренажи од хор.830 имаат просечни количини на проток од 30 l/s, со перспективно проектирани количини на проток од 100 l/s.

Врз основа на досега наведеното анаеробно мочуриште како варијанта за пасивен третман на рудничките дренажи од хор.830 не е соодветно, освен можеби како дополнителен помошен третман.

Во прилог кон горенаведеното е потребно да се пристапи кон испитувања со друг тип на пасивен третман.

### Литература

- Coulton, R., Bullen, C., Dolan, J., Hallett, C., Wright, J., Marsden, C., 2003. Wheal Jane mine water active treatment plant – design, construction and operation. *Land Contamination and Reclamation*, 11 (2), 245 – 252.
- Coulton, R., Bullen, C., Hallett, C., 2003. The design and optimization of active mine water treatment plants. *Land Contamination and Reclamation*, 11, 273–279.
- Fripp, J., Ziemkiewicz, P.F., Charkavork, H., 2000. Acid mine drainage treatment - Technical Notes Collection. Vicksburg: Army Engineer Research and Development Center; Report No.: ERDC TN-EMRRPSR-14.
- Skousen, J., Rose, A., Geidel, G., Foreman, J., Evans, R., Hellier, W., Members of the Avoidance and Remediation Working Group of ADTI, 1998. Handbook of technologies for avoidance and remediation of acid mine drainage. The national Mine Land Reclamation Centre, West Virginia.
- Skousen, J. (2002). West Virginia University, September.  
<http://www.wvu.edu/~agexten/landrec/passtrt/passtrt.htm>.
- Ziemkiewicz, P., Skousen, J., Brant, D., Sterner, P., Lovett, R.J., 1997. Acid mine drainage treatment with armoured limestone in open channels. *Journal of Environmental Quality*, 26, 1017-1024.
- Kimmel, W.G., 1983. The impact of acid mine drainage on the stream ecosystem. In: Pennsylvania Coal: Resources, Technology and Utilization, (S. K. Majumdar and W. W. Miller, eds.), The Pa. Acad. Sci. Publ., pp. 424-437.