

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија
Факултет за природни и технички науки

University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia
Faculty of Natural and Technical Sciences

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

Број 10
No 10

Година X
Volume X

Ноември 2016
November 2106

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

UDC 622:55:574:658

ISSN 185-6966



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

**ноември 2016
november 2016**

**ГОДИНА 10
БРОЈ 10**

**VOLUME X
NO 10**

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

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот:

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
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
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Blazo Boev, 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
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
Проф. 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
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

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

Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Николинка Донева, Ванчо Аџиски ЗАГУБИ НА РУДАТА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕТАЛИЧНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ	5
Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски АНАЛИЗА НА ЕФИКАСНОСТ ПРИ РАБОТА ВО РУДНИК ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА СО ПОМОШ НА КОМПЈУТЕРСКА АПЛИКАЦИЈА	23
Ристо Дамбов, Николинка Донева, Марија Хаци-Николова, Сашо Талевски СРЕДСТВА ЗА ГАСНЕЊЕ НА ИНИЦИЈАЛНИ ПОЖАРИ ВО ИНДУСТРИСКИ ОБЈЕКТИ	33
Андреј Кепески, Дејан Мираковски, Марија Хаци-Николова, Николинка Донева ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА НА РАБОТНИЦИТЕ ВО РУДАРСТВОТО	49
Александра Ангелова, Кирчо Минов, Ѓорги Димов, Војо Мирчовски ИНЖЕНЕРСКО ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СВЛЕЧИШТЕ НА ПОВРШИНСКИ КОП “БУНАРЦИК” ВО РУДНИКОТ БУЧИМ-РАДОВИШ	61
Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР. 4 НА РУДНИК САСА – М. КАМЕНИЦА	73

Томчо Стојчев, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева ЕРГОНОМСКИ МЕТОДИ И ТЕХНИКИ	83
Миле Кокотов ПЛАНИРАЊЕ НА ПОСТРОЈКИ ВО ГЛАВНАТА СТАНИЦА НА СОВРЕМЕН КАБЕЛСКИ ДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ, КАКО ДЕЛ ОД ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА	95
Миле Кокотов, Александар Крстев СИСТЕМИ ЗА МОНИТОРИНГ И ЕВИДЕНЦИЈА НА ЛОГИСТИЧКИТЕ ПРОЦЕСИ КАЈ ОПЕРАТОР НА ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА	109
Екатерина Намичева, Петар Намичев ВЛИЈАНИЕТО НА ИСЛАМСКОТО ГРАДИТЕЛСТВО ВРЗ ТРАДИЦИОНАЛНИОТ НАЧИН НА ГРАДЕЊЕ НА СТАНБЕНИТЕ ОБЈЕКТИ ОД 19-от ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА	121

**ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР. 4 НА
РУДНИК „САСА“ – М. КАМЕНИЦА****Благој Голомеов¹, Мирјана Голомеова¹,
Афродита Зенделска¹**¹Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
blagoj.golomeov@ugd.edu.mk**Апстракт**

Во овој труд е даден осврт на еколошките аспекти на хидројаловиште бр. 4 на Рудникот „Саса“ – М. Каменица кое треба да се гради во долината на река Каменица, на потребата и оправданоста од користење на природен или вештачки лининг, на природот и начинот за справување со евентуално идно негативно влијание врз пошироката околина, преку еолското загадување и загадувањето на подземните води.

Клучни зборови: *хидројаловиште, Рудник „Саса“, лининг, животна средина, загадување, подземна вода.*

**ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SASA MINE TAILING DAM No.
4 - M. KAMENICA****Blagoj Golomeov¹, Mirjana Golomeova¹,
Afrodita Zendelska¹**¹Faculty of Natural and Technical Sciences,
“Goce Delcev” University, Stip, Macedonia
blagoj.golomeov@ugd.edu.mk**Abstract**

This paper provides an overview of the environmental aspects of Sasa Mine Tailing dam no. 4 which should be built in the valley of the river Kamenica. The need and justification of the use of natural or artificial linings. The approach and how to deal with possible future negative impact on the wider environment through Aeolean pollution and groundwater pollution.

Key words: *tailing dam, mine SASA, lining, environment, pollution, groundwater.*

1. Вовед

Врз основа на техничка документација за градба на хидројаловиште бр. 4 на Рудникот „Саса“ – М. Каменица, во долината на река Каменица, во наредниот период треба да се гради хидројаловиште бр. 4, како петти дел од каскадно поставениот систем на хидројаловишта. Имено, хидројаловиштето бр.1 било во функција од 1964 до 1974 година со висина од 44 метри и е изградено до кота 1.033 мнв, хидројаловиштето бр.2 било во функција од 1974 до 1990 година со висина од 62 метри и е изградено до кота 1.032 мнв, додека од 1990 година во експлоатација е хидројаловиште бр. 3 со градба во две фази, при што хидројаловиште бр. 3-I фаза е завршено и веќе рекултивирано, а од 2006 год. во експлоатација е хидројаловиште бр. 3-II фаза, кое ќе се надвишува до кота од 975 мнв. До завршувањето на експлоатациониот век на ова хидројаловиште остануваат околу 2 години. Тоа ја наложува потребата од започнување со активности за градба на новото хидројаловиште бр. 4 кое треба да се гради низводно непосредно под хидројаловиште бр. 3 II фаза. Во сите четири хидројаловишта (три веќе изградени и последното бр. 3 II фаза во тек на експлоатација) се складирани околу 18-19 милиони тони јаловински материјал од технолошкиот процес на флотирање на оловните и цинковите минерали. Новото хидројаловиште бр. 4 е проектирано да прими околу

пет милиони тони јаловински материјал од технолошкиот процес и треба да биде во експлоатација, односно да му овозможи работа на рудникот, во наредните седум години.

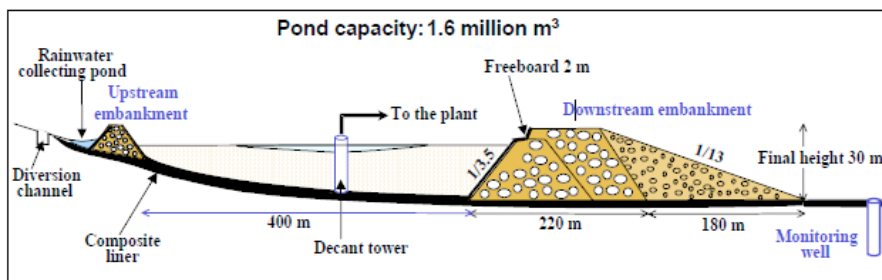
2. Еколошки аспекти

Имајќи ја предвид топографијата на теренот околу рудникот, веќе воспоставената техничко-технолошка инфраструктура и воспоставеното искуство со менаџирањето на веќе изградените хидројаловишта, за понатамошното непречено работење на рудникот е избрано технички најдобро и економски најприфатливо решение, да се изгради и петто каскадно поставено хидројаловиште (или хидројаловиште бр.4) во долината на река Каменица. Од аспект на конструктивна стабилност и од аспект на обезбедување на максимален акумулационен простор за депонирање на јаловина, прифатена е најсигурната метода за ваков тип јаловишни брани - низводен метод, за која вработените во Рудникот „Саса“ имаат и најголемо искуство. Оваа метода за изградба на ваков тип јаловишни брани е најшироко применета во Европа и е во согласност со референтните документи на Европската Унија за најдобри применети техники. Имајќи ја предвид, ружата на ветрови во регионот и близината на населбата до низводната ножица на песочната брана на хидројаловиште бр. 4, посебно внимание е посветено во изнаоѓање на проектантско решение кое ќе го намали ефектот од аерозагадување. Во таа насока, усвоено е решение за изградба на хидројаловиште бр. 4 со мала модификација на низводна метода, каде што во низводниот дел од телото на браната е предвидено да се формира зона од рудничка јаловина до кота од 917 m.n.v. Таа ќе се нанесува во хоризонтални слоеви, со збивање, со механизација од рудникот. Така, од аспект на конструктивната стабилност ќе се примени најповолната метода за изградба на хидројаловиште а истовремено, ќе се создадат услови за полесно и поекономично справување со потенцијалното аерозагадување на околината, во текот на експлоатациониот период. За таа цел е предвидено инсталирање на систем од прскалки под висок притисок, по круната на идната брана, заради континуирано влажнење на нејзината површина.

При изградбата на хидројаловиште бр. 4 не е предвидено поставување на екран (глина, геомембрана) во функција на заштита на подземните води во регионот од можниот продор на евентуално загадените провирни води од јаловишната инсталација поради следните причини:

- При изградба на ваков тип на јаловишни брани, со процес на хидроциклонирање, јаловината транспортирана преку пулопроводот се сепарира на песок (од кој се гради низводната брана) и прелив (кој се

депонира во низводното езеро). Значи, не постои конвенционална брана на чијашто низводна косина би се инсталирал екран! (слика 1) Во текот на целиот експлоатационен период на јаловиштето, круната на браната континуирано се надвишува и низводно се шири, а со јаловишниот песок одложен во коси слоеви по низводната косина, перманентно се формира песочна брана, па затоа технички е неизводливо поставување на екра, кој целосно би ја спречил филтрацијата низ браната.



Слика 1. Пример на конвенционална брана обложена со лининг

- Топографијата на теренот, речно корито со променлива длабочина на алувиум и бокови на долината со вегетација и нерамен карпест терен од двете страни, дополнително го комплицира поставувањето на ваков тип заштита (килим во дното на коритото и екран во боковите на долината).
- Употребата на линингот е релативно ново решение, во последните 10-15 години. Постојат многу контроверзни мислења во научната фела, околу можноста на појава на т.н. buthtup ефект, кој на долг период може да ја направи јаловишната инсталација помалку стабилна. Додатно, не е можно да се претпостави колку долго линерот ќе функционира прописно.
- Од економски аспект, изолацијата на јаловишната инсталација со поставување на лининг е скапа инвестиција. Економски е оправдана само доколку имаме сериозни индикации за можно континуирано, неприфатливо загадување на подземните води преку отпадните води од јаловишната инсталација. Повеќегодишното следење на квалитетот на водите од дренажниот систем, на актуелното хидројаловиште бр. 3-II фаза на Рудникот „Саса“, чиј хемиски квалитет се следи преку земање на неделни проби од страна на овластена лабораторија, согласно со А - интегрираната еколошка дозвола, која рудникот ја поседува, покажува дека не постојат вакви индикации. Односно,

квалитетот на дренажните води е во согласност со пропишаните стандарди за ваков тип еколошка дозвола според македонската легислатива (преземени европски стандарди).

- Во таложното езеро од јаловишната инсталација се депонира многу ситна фракција (околу 80% под 74 микрометри) која за кратко време, со исталожување, ги затвора пукнатините и создава слој со пермеабилитет близок до оној што го има минералниот линер (глина).
- Таложното езеро на хидројаловиштето лежи на алувиум со дебелина од 25 до 40 метри, кој сам по себе претставува природен филтер со огромни димензии и со автопурификациона (самопречистувачка) моќ. Доколку се изолира ваквиот алувиум, тогаш, од една страна, истиот нема повеќе да придонесе во пречистувањето на контаминираниите подземни води, а од друга страна, контаминираната вода целосно ќе ја водозасити јаловината (во таложниот простор) и ќе започне површински да истекува низ преливниот орган.
- Со изолирањето, односно поставувањето на лининг под јаловишната инсталација бр. 4, воопшто не се решава проблемот од евентуално загадување на подземните води во регионот. Како што е напоменато погоре, над усвоената местоположба на оваа инсталација постојат уште четири други (бр.1, бр. 2, бр. 3-1 и бр. 3-2). Постојните 4 јаловишта не се изолирани и во нив се депонирани околу 18 – 19 милиони тони јаловишен материјал, што е за околу 4 пати повеќе од количината на јаловишен материјал, кој ќе се депонира во новата јаловишна инсталација бр.4. Затоа, определбата на инвеститорот да се проектираат и изведат две дупкотини во алувиумот, низводно од локацијата на јаловишната инсталација бр.4, преку кои редовно ќе се следи квалитетот на подземните води на три нивоа, од страна на овластена лабораторија, претставува прв чекор кон сеопфатно решавање на проблемот со загаденост на подземните води, доколку се појави. Предвидените дупкотини (ХГИД-1 и ХГИД-2) се изградени (прилог 1 и прилог 2) и веќе два пати се земени проби од три нивоа (18, 23 и 31 метар) од секоја дупкотина. Анализите на шесте проби (табели 1 и 2), направени во овластена лабораторија, покажаа дека нема никакво загадување на подземните води.
- Доколку во наредниот период се појави некакво загадување на подземните води, во согласност со А-интегрираната еколошка дозвола, инвеститорот е должен да преземе соодветни мерки за негово елиминирање. Тоа, согласно со европските референтни документи за најдобри применети техники може да се направи преку:
а) систем на враќање на повирните води од јаловишната инсталација

назад во таложното езеро или б) поставување на соодветни бариери и спречување на провирните води да навлезат во подземните (со пресечни ровови, со инјектирање на цементни завеси, подземни бариери во вид на ѕид направени со исполни од смеса почва-бентонит или цемент-бентонит (slurry walls) и др.) На ваков начин, проблемот би се третираше комплексно, а не парцијално.

3. Заклучок

Од еколошки аспект заштитата на поширокиот регион од можното негативно влијание на системот на каскадно поставени хидројаловишта по долината на река Каменица треба да се третира комплексно. Се работи за јаловишна инсталација која се состои од три веќе изградени и рекултивирани хидројаловишта (хидројаловиште бр.1, хидројаловиште бр. 2 и хидројаловиште бр. 3 фаза 1), едно хидројаловиште при крај на експлоатација (хидројаловиште бр. 3 фаза 2) и едно идно хидројаловиште кое ќе биде лоцирано непосредно под хидројаловиште бр. 3 фаза 2. Во оваа јаловишна инсталација веќе има депонирано околу 18 милиони тони јаловински материјал, така што, и да се изврши каква било додатна изолација на новото хидројаловиште кое треба да прими околу 5 милиони тони јаловина, нема да се реши проблемот со евентуално можно загадување на подземните води. Единствено, треба да се продолжи со континуирана редовна оскултација на квалитетот на подземните води преку поставените дупчотини, непосредно под просторот каде што треба да се гради хидројаловиште бр. 4. Доколку се констатира неприфатливо загадување на подземните води, согласно со обврските кои произлегуваат од А интегрираната еколошка дозвола, која ја поседува рудникот, треба да се преземат мерки за комплексно решавање на проблемот, согласно со европските директиви за најдобрите достапни техники за ваков тип проблеми (BAT односно BREF), кои се веќе нашироко прифатени во нашата легислатива.

Користена литература

Техничка документација за градба на хидројаловиште бр. 4 на Рудникот „Сага“ – М. Каменица, Технички бр. 03-779 март 2015 година, Градежен факултет – Скопје.

Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities, European Commission, January 2009.

Табела 1. Извештај од анализите на бушотините за подземна вода
Table 1. Groundwater monitoring boreholes analysis report

Mark	Description	pH	BOD (mg/l O ₂)	COD (mg/l O ₂)	DO (mg/l O ₂)	Free CN (mg/l)	Suspended Solids (mg/l)	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)	As (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)	Cd (mg/l)
BH 1 - I	Level I (shallow) toe TSF 4	6,3	0,79	1,61	7,43	0	48	<0,01	0,062	<0,01	0,032	0,018	<0,0001
BH 1 - II	Level II (medium) toe TSF 4	6,2	0,51	0,88	6,44	0	56	<0,01	0,049	<0,01	0,035	0,006	<0,0001
BH 1 - III	Level III (deep) toe TSF 4	6,3	0,43	1,13	6,31	0	207	<0,01	0,053	<0,01	0,045	0,004	<0,0001
BH 2 - I	Level I (shallow) 50m downstream from BH1	6,2	2,65	1,45	10,97	0	95	<0,01	0,04	<0,01	0,05	0,02	<0,0001
BH 2 - II	Level II (medium) 50m downstream from BH1	6,3	0,24	1,85	7,14	0	24	<0,01	0,048	<0,01	0,05	0,004	<0,0001
BH 2 - III	Level III (deep) 50m downstream from BH1	6,3	0,93	1,77	7,03	0	48	<0,01	0,021	<0,01	0,024	0,013	<0,0001
MCL- MK (current at IPPC)		8,5-6,3	< 2,00- 4,00	< 2,50- 5,00	> 8,00- 6,00	0,001	< 10-30	0,01	0,1	0,03	0,05	0,3	0,0001
MCL - MK effluent guidelines 81/2011		6,5 - 9	25	125	/	0,1	35	0,5	2	0,1	2	2	0,1
MCL- IFC effluent guidelines		06.cen	50	150	/	0,1	50	0,2	0,5	0,1	/	2	0,05

Табела 2. Топографски и хидрогеолошки податоци на бушотините за
подземната вода

Table 2. Topographic and hydrogeological data of groundwater monitoring
boreholes

Mark	Y	X	Z	Depth (m)	G.W.L (m)
BH1	7.627.731,52	4.662.809,36	876,44	40	7,45
BH 1 - I (shallow)				18	
BH 1 - II (medium)				22	
BH 1 - III (deep)				31	
BH 2	7 627 763,76	4 662 776,53	873,62	40	9,30

ВН 2 - I (shallow)				18	
ВН 2 - II (medium)				23	
ВН 2 - III (deep)				31	

