

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



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

**декември 2018
December 2018**

**ГОДИНА 12
БРОЈ 12**

**VOLUME XII
NO 12**

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

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES

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
Доц. 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
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

Вангелија Цавкова
(македонски јазик)

Language editor

Vangelija Cavkova
(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

С о д р ж и н а / C o n t e n t s

Ванчо Ациски, Дејан Мираковски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски ПРИМЕНА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА УПРАВУВАЊЕ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА СО ПОСЕБЕН ОСВРТ НА ВЕНТИЛАЦИЈАТА APPLICATION OF MANAGEMENT PLANS IN UNDERGROUND MINES WITH EMPHASIS TO VENTILATION	5
Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Ациски, Николинка Донева ОДРЕДУВАЊЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ И ОСИРОМАШУВАЊЕ НА РУДАТА СО ЛАБОРАТОРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА DETERMINATION OF THE INDICATORS FOR ORE RECOVERY AND ORE DILUTION WITH LABORATORY RESEARCH	15
Ристо Поповски, Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПЛИТКИ ПОДЗЕМНИ ВОДИ СО ГЕОЕЛЕКТРИЧНО КАРТИРАЊЕ INVESTIGATION OF SHALLOW GROUNDWATER WITH GEOELECTRICAL MAPPING	25
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА НАФТА И ЈАГЛЕН GRAVITY INVESTIGATIONS OF DEPOSITS OF OIL AND COAL	37
Tena Sijakova-Ivanova, Kristina Atanasovska, Sara Nedanovska, Angela Velinovska, Aleksandra Maksimova MINERALOGICAL CHARACTERISATION OF TITANITE FROM ALINCI, REPUBLIC OF MACEDONIA МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТИТАНИТ ОД АЛИНЦИ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	45
Ivan Boev ORPIMENT MINERALIZATIONS IN TUFFACEOUS DOLOMITES IN ALLCHAR DEPOSIT-SEM-EDS INVESTIGATIONS МИНЕРАЛИЗАЦИЈА НА АУРИПИГМЕНТ ВО ТУФОЗНИТЕ ДОЛОМИТИ ВО НАОЃАЛИШТЕТО АЛШАР-SEM-EDS ИСПИТУВАЊА	53
Орце Спасовски, Даниел Спасовски МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ И ХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ МАЖУЧИШТЕ (ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА) MINERALOGICAL - PETROGRAPHIC AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE GRANITOID ROCKS FROM THE LOKALITY MAZUCISTE, WESTERN MACEDONIA	59
Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов АКТИВЕН ТРЕТМАН НА РУДНИЧКИ ВОДИ ACTIVE MINE WATER TREATMENT	69
Митко Јанчев, Иван Боев ЕКОЛОШКАТА ЖЕШКА ТОЧКА – ДЕПОНИЈА ЗА ИНДУСТРИСКИ ОТПАД „ХИВ-ВЕЛЕС“ МИНЕРАЛОШКИ, ГЕОХЕМИСКИ И РАДИОХЕМИСКИ ИСТРАЖУВАЊА ENVIRONMENTAL HOT SPOT – LANDFILL FOR INDUSTRIAL WASTE “HIV-VELES” MINERALOGICAL, GEOCHEMICAL AND RADIOCHEMICAL RESEARCH	77

Сашка Богданова Ајцева, Зоран Десподов ИСТРАЖУВАЊА ЗА УТВРДУВАЊЕ НА МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР НА ЛОКАЦИЈА ЗА ПРЕМИНИ НА ЖИВОТНИ ПРЕКУ ТРАНСПОРТНИ ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ INVESTIGATION IN DETERMINATION OF THE METHODOLOGY FOR CHOICE OF LOCATION OF BIO CORRIDORS FOR ANIMALS ACROSS INFRASTRUCTURAL TRANSPORT OBJECTS	85
Тоше Ѓорѓиевски СОСТОЈБИ И ПЕРСПЕКТИВИ ЗА ТРЕТМАН НА МЕДИЦИНСКИ ОТПАД ВО ИСТОЧЕН ПЛАНСКИ РЕГИОН CONDITIONS AND PERSPECTIVES FOR TREATMENT OF MEDICAL WAST IN THE EAST PLANNING REGION	97
Офелија Илиева, Крсто Блажев ЛОГИСТИКА И СТРАТЕГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА УКРАСЕН КАМЕН LOGISTICS AND STRATEGIES IN PRODUCTION OF DECORATIVE STONE	107
Екатерина Намичева, Петар Намичев ЗНАЧЕЊЕТО НА СКОПСКИТЕ ПАЛАТИ ВО ФОРМИРАЊЕТО НА УРБАНИОТ РАЗВОЈ НА ГРАДОТ СКОПЈЕ ОД 1920-ТИТЕ ГОДИНИ THE SIGNIFICANCE OF SKOPJE'S PALACES IN THE FORMATION OF THE CITY'S URBAN DEVELOPMENT FROM THE BEGINNING OF THE 20TH CENTURY	113
Vaska Sandeva, Katerina Despot CONTEMPORARY INTERIOR WITH A STRONG ECLECTIC TREND СИЛНИ ЕКЛЕКТИЧНИ ДВИЖЕЊА ВО СОВРЕМЕНИТЕ ЕНТЕРИЕРИ	123
Katerina Despot, Vaska Sandeva BIDERMAER STYLE IN CONTEMPORARY INTERIOR ACCENT БИДЕРМАЕР СТИЛ АКЦЕНТ ВО СОВРЕМЕНИТЕ ЕНТЕРИЕРИ	129

АКТИВЕН ТРЕТМАН НА РУДНИЧКИ ВОДИ

Мирјана Голомеова¹, Афродита Зенделска¹, Благој Голомеов¹

¹Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Македонија
mirjana.golomeova@ugd.edu.mk

Апстракт

UDC: 622.512:628.316.034.2

Стручен труд

Во овој труд се презентирани технологиите за активен третман на руднички води, нивната примена, ефективност, трошоци и ограничувања. Изборот се прави во зависност од техничкиот и од економскиот фактор. Кај активниот третман, почетните трошоци може да бидат пониски отколку кај пасивниот, но бидејќи користат процеси кои се оперативни интензивни, вкупните трошоците за нив се поголеми, како резултат на трошоците за опрема, хемикалиите кои се применуваат и учеството на работната сила. Овој процес е долгорочен и претставува трајна обврска.

Клучни зборови: *руднички води, активен третман, оксидација, неутрализација, флокулација, трошоци.*

ACTIVE MINE WATER TREATMENT

Mirjana Golomeova¹, Afrodita Zendelska¹, Blagoj Golomeov¹

¹Faculty of Natural and Technical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
mirjana.golomeova@ugd.edu.mk

Abstract

In this paper are presented the technologies for active treatment of mine water, their application, effectiveness, costs and limitations. The choice of active treatment depends on the technical and economic factors. The initial costs may be lower at active treatment in comparison with passive treatment, but because they use processes that are operatively intensive, the total costs for active treatment are higher including the cost for purchase the equipment and the chemicals that are applied. This process is long-term and is a permanent obligation.

Keywords: *mine water, active treatment, oxidation, neutralization, flocculation, cost.*

1. Вовед

Рудничките дренажни води заедно со водата која се користи во технолошкиот процес на подготовка на минералната суровина и водата од јаловиштата, припаѓаат во групата на индустриски отпадни води, загадени со високи концентрации на растворени метали.

Рудничката дренажа претставува вода со зголемена концентрација на метали, која се формира како резултат на хемиска реакција помеѓу водата и карпите носители на минерали кои во својот состав содржат сулфур. Доаѓа од области каде што постојат или постоеле рударски активности или пак од карпести области богати со пирит (FeS_2). Како резултат на реакцијата помеѓу пиритот, водата и воздухот се добива сулфурна киселина и растворено железо. Ова железо, целосно или делумно, може да се исталожи и да формира црвени, портокалови или жолти седименти на дното од дренажните текови. Киселата дренажа дополнително ги раствора тешките метали, како што се: бакар, олово, цинк, манган, жива, во подземните или површинските води.

Комплексот на елементи во рудничката дренажа предизвикува различни ефекти на водениот свет. Вкупниот ефект зависи од концентрацијата на растворените метали, вкупната киселост, рН и количината на дренажата, протокот, како и од рН и алкалноста или пуферскиот капацитет на приемниот поток. Повисоката концентрација на бикарбонатни и карбонатни јони во приемниот поток и повисокиот пуферски капацитет, овозможуваат поголема заштита на водениот свет од штетните влијанија на киселите руднички дренажи. Алкалните руднички дренажи со ниска концентрација на метали имаат слабо забележителен ефект врз приемните текови, додека киселите руднички дренажи со зголемена концентрација на метали коишто

се испуштаат во изворните текови или слабо пуферските текови може да имаат уништувачки ефект врз водениот свет.

Секундарните ефекти, како што се зголемен јаглероден диоксид, намален кислород од оксидацијата на металите, зголемен осмозен притисок со висока концентрација на минерални соли и синергетски ефект на метални јони, исто така придонесуваат за токсичноста. Покрај хемиските ефекти од рудничката дренажа, се јавуваат и физички ефекти како што се: зголемување на заматеноста како резултат на ерозија на почвата, акумулација на јагленова прашина и задушување на подлогата на потокот од наталожувањето на металните соединенија.

Третманот на рудничките води најчесто е 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).



Слика 1.: Шема за избор меѓу активен и пасивен третман на кисели руднички дренажи. Киселинското оптоварување е пресметано како киселост (mg CaCO₃/l) x проток (l/s) x 0.0864
 Figure 1.: Scheme choice between active and passive treatment of acid mine drainage

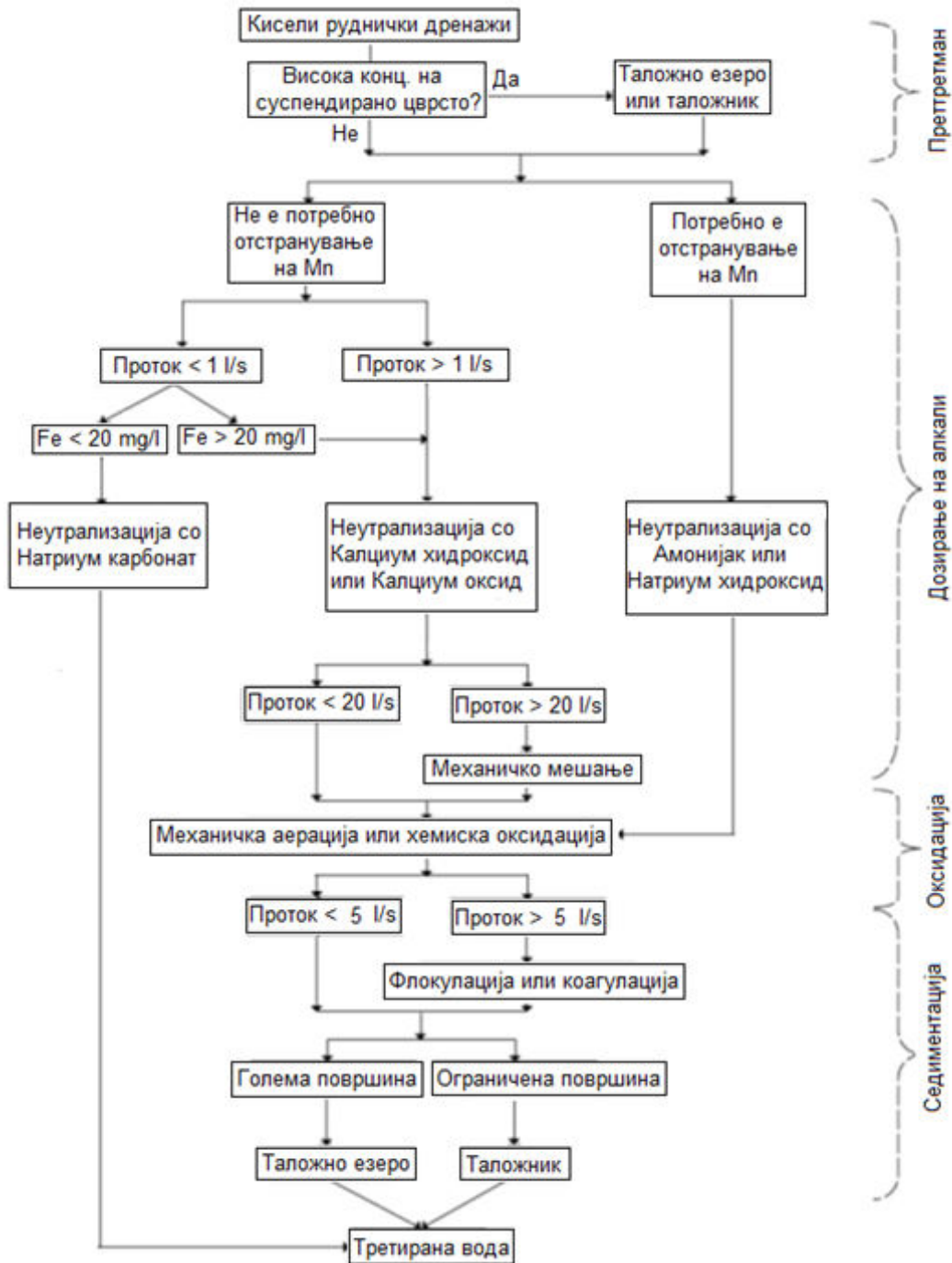
2. Технологии за активен третман

Активниот третман е најраспространетиот метод за третирање на кисели руднички дренажи, кој вклучува додавање на хемикалии – неутрализирачки агенци.

Активните системи за третман обично бараат опрема (на пример, резервоари, миксери, пумпи), редовно работење и одржување, континуирано дозирање со хемикалии и енергија, но тие се посигурни отколку пасивните системи.

Нивните главни предности вклучуваат: ефикасно отстранување на загадувачите од рудничката вода (на пример, киселост и метали), прецизна контрола на процесот, така што може да бидат конструирани и управувани за да произведат вода со одреден квалитет и соодветност на локацијата каде што е достапна само мала површина.

Главните недостатоци на активниот третман се високите капитални трошоци и високите трошоци за работа и одржување. Активниот третман е посоодветен за оперативните руднички локалитети, кои обично имаат ограничена површина на располагање за системи за санација, променлив хемиски состав и проток на водата, и има потреба од енергија и персонал за управување со системот за третман.



Слика 2.: Шема за избор на активен третман за руднички дренажи
 Figure 2.: Scheme choice for active treatment of mine drainage

Типичниот активен третман вклучува оксидација на киселата рудничка дренажа, неутрализација (додавање на алкалии) и седиментација (додавање на коагуланти и флокуланти). Оксидацијата е важна бидејќи со неа се внесува кислород во дренажата, кој е неопходен за таложее на металите при ниска рН вредност. Неутрализацијата ја зголемува рН вредноста на киселата дренажа, со што металите може да се исталожат од растворот како хидроксида или карбонати, а со додавањето на флокуланти се формира густа тиња која побрзо се таложува во таложникот. Големата густина на тињата е поволна, бидејќи се намалуваат трошоците поврзани со нејзиното одлагање и складирање поради намалениот обем.

Аерација/Оксидација

Аерацијата е процес на воведување на воздух во водата. Оксидацијата се јавува кога кислородот од воздухот реагира со металите во водата. Доколку водата е оксидирана, металите главно ќе преципитираат при пониски рН вредности. Сепак, само околу 10 mg/l O₂ може да се растворат во водата, така што се ограничени оксидационите ефекти на водата којашто не е директно изложена на воздух. Поради оваа причина, аерацијата на водата може да ја помага оксидацијата во многу системи за третман на водите. Доколку аерацијата и оксидацијата се вклучени или усовершени во системите за третман на водите, ефикасноста на хемискиот третман би се зголемила, а трошоците би се намалиле.

Табела 1.: Хемикалии за оксидација

Table 2.: Chemicals for oxidation

Назив	Хемиска формула	Забелешки
Калциум хипохлорит	Ca(ClO) ₂	Јак оксидант
Натриум хипохлорит	NaClO	Јак оксидант
Калциум пероксид	CaO ₂	Трапзен, неутрализатор на киселоста
Водороден пероксид	H ₂ O ₂	Јак оксидант
Калиум перманганат	KMnO ₄	Многу ефикасен, општо употребуван

Неутрализација

За да се постигне неутрализација на киселоста и зголемување на рН на водата до ниво каде што растворените метали во водата ќе образуваат нерастворливи метални хидроксиди и ќе преципитираат од водата, потребно е додавање на доволно алкалност.

Најчесто користени неутрализатори за третман на киселите руднички дренажи се прикажани во Табела 2. Секоја хемикалија има одредени карактеристики кои ја прават повеќе или помалку соодветна за одредена ситуација.

Трошокот треба да се пресмета користејќи ја цената на чинење на хемикалијата, факторот на конверзија и ефикасноста на неутрализаторот. На пример: ако калциум оксидот чини 375\$ за 1 тон, за неутрализација на 1 тон киселост би било потребно 233\$ = (375\$×0.56)/0.90.

Табела 2.: Хемикалии за неутрализација [1]
 Table 2. Chemicals for neutralization [1]

Назив	Хемиска формула	Мах достигнување на рН	Фактор на конверзија ¹	Ефикасност (%)	Цена на хемикалијата ²	Забелешки
Варовник (калциум карбонат)	CaCO ₃	6 - 7.5	1	околу 90	111\$	Се користат кај бескислородните варовнички дренажи и кај отворените варовнички канали
Хидратна вар (гасена вар)	Ca(OH) ₂	12.4 - 12.5	0.74	90 - 95	330-350\$	Рентабилен реагенс, но потребно е мешање
Негасена вар (калциум оксид)	CaO	12.4 - 12.5	0.56	90 - 95	221-233\$	Многу реактивен, потребна мерна опрема
Натриум карбонат/ Натриумова сол	Na ₂ CO ₃	11.6	1.06	90-100 (прав) 60 (брикети)	830-870\$ (прав)	Систем за оддалечени локации, но е скап
Натриум хидроксид/ Каустична сода	NaOH	14	1063 (течност, 50%)	100	1050\$	Многу растоврлива, може да биде во цврста и течна форма. Поевтина е во течна форма
Амонијак	NH ₃ или NH ₄ OH	9.2	0.34	100	2200\$	Многу реактивен и растворлив
Магнезиум оксид или хидроксид	MgO или Mg(OH) ₂	9 - 9.5	0.40 или 0.58	90 - 95	/	Голема ефикасност, евтин и повеќето метали може да преципитираат
Летечка пепел	CaCO ₃ , Ca(OH) ₂	/	/	/	/	Вредноста на неутрализацијата варира со секој производ

¹Факторот на конверзија е маса на хемикалијата која е потребна за да се неутрализира киселоста поврзана со варовникот.

²Цената на хемикалијата е дадена за тон неутрализирана киселост во новозеландски долари (Нов Зеланд 2010).

Флокуланти/коагуланти

Коагулантите и флокулантите се користат за зголемување на ефикасноста на таложее на цврстите честички. Овие материјали обично се користат во ситуации кога соединенијата на металот бараат специјализиран систем за третман или, пак, онаму каде што аерацијата и времето на престој во таложниците се недоволни за комплетна преципитација на металот. Коагулантите ги намалуваат нето електричните одбивни сили на површината на честичките, промовирајќи ја консолидацијата на малите честички во поголеми честички. Флокулацијата ги агрегира или комбинира честичките со премостување на просторот помеѓу честичките со хемикалии. Премостувањето се јавува кога сегменти од веригата на полимери ги апсорбираат суспендираните честички, формирајќи поголеми честички.

Табела 3.: Хемикалии за коагулација/флокулација
Table 3.: Chemicals for coagulation/flocculation

Назив	Хемиска формула	Забелешки
Алуминиум сулфат	$Al_2(SO_4)_3$	Кисела материја, формира $Al_2(OH)_3$
Феро-сулфат	$FeSO_4$	Кисела материја, обично побавно реактивна во однос на алуминиум сулфат
Фери-сулфат	$Fe_2(SO_4)_3$	Фери продуктите реагираат побрзо отколку феро продуктите
Натриум алуминат	$NaAlO_2$	Алкален коагулант

3. Трошоци за активен третман

За да се споредат трошоците на пасивен третман со конвенционален хемиски третман (активен третман), потребно е да се проценат годишните трошоци за третирање на тон киселост со каустична сода (NaOH). Проценето е дека е потребно \$500/тон/годишно. Овде се вклучени само трошоците за каустична сода. Не се вклучени трошоците за опрема, работна сила, изградба на таложно езеро, чистеење, цевки, итн. Вклучувањето на овие фактори вообичаено би ги удвоило или тројно ќе ги зголеми трошоците [2].

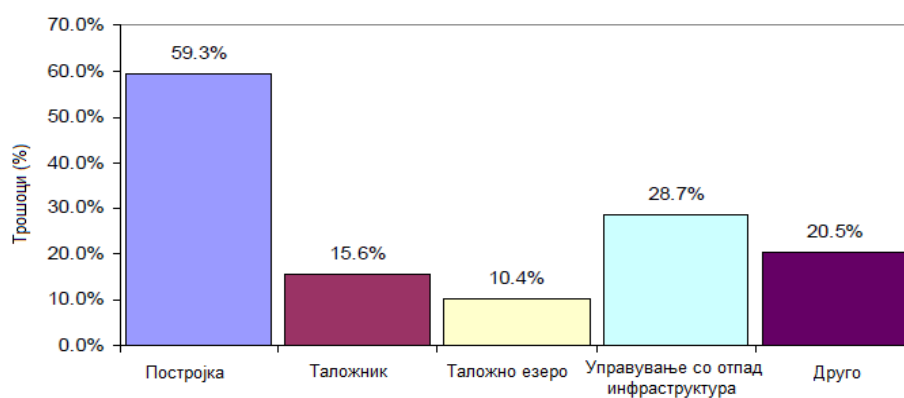
Во Унгарија, за третирање на руднички води од рудник за металична суровина кој е затворен во 1986 година, се применува активен третман кој опфаќа: неутрализација, аерација и флокулација. Протоколот изнесува $200\text{ m}^3/\text{h}$, а останатите карактеристики се: pH 6,23, содржината на манган е $4,4\text{ mg/l}$, а на цинк е 17 mg/l . Третманот на оваа вода се врши во два реактори, а како неутрализатор се додава течна вар. После третманот, квалитетот на водата е: pH 8,2, содржината на манган е $2,6\text{ mg/l}$, а на цинк е $0,27\text{ mg/l}$.

Според собраните податоци за применети третмани и управувањето со тиња од повеќе од 100 локации во Канада, САД, Велика Британија, Австралија, Мексико, Перу, Кина, Јужна Африка, Германија, Бразил, Нов Зеланд и Унгарија, каде најголем дел се рудници за метали (46 %), потоа рудниците за благородни метали (23 %), јаглен (7 %), ураниум (5 %) и други (19 %), може да се констатира дека капиталните трошоци се движат од 0,02 до 42 милиони американски долари со просек од околу 7,5 милиони долари. Просечната цена за третман на еден кубен метар од рудничката дренажа изнесува 1,54 долари (Табела 4) [4].

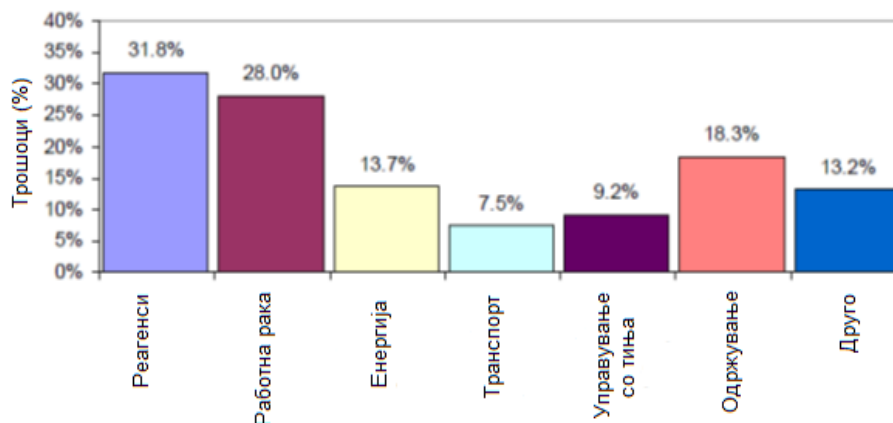
Табела 4.: Капитални и оперативни трошоци за различни видови на третман
 Table 4.: Capital and operating costs for different types of treatment

Цена (\$M)	Неутрализација	Пасивен третман	HDS	Реверсна осмоза	Други
Капитални трошоци					
Минимум	0,12	0,05	1,00	1,80	0,15
Максимум	42,00	1,49	23,88	37,40	5,54
Просек	7,04	0,77	9,14	10,21	2,16
Оперативни трошоци					
Минимум	0,02	0,03	0,04	0,76	0,25
Максимум	7,11	1,41	8,55	0,76	5,00
Просек	1,52	0,72	1,54	0,76	2,63

Процентуалното учество во капиталните и оперативните трошоците за поединечни делови од системот се прикажани на Сликите 3 и 4 [4].



Слика 3.: Капитални трошоци (Вкупните трошоци надминуваат 100 %)
 Figure 3.: Capital costs



Слика 4.: Оперативни трошоци (Вкупните трошоци надминуваат 100 %)
 Figure 4.: Operating costs

Рудниците на злато во Монтана, САД (Zortman Mining Inc.'s Zortman и Landusky Mines) успешно ги третираат своите руднички води. Директните трошоци им биле нешто над \$62.000 годишно, вклучувајќи ги трошоците за хидрирана вар, железен сулфат, енергија, гориво и други директни трошоци [3].

Во Табела 5 е прикажан протокот и квалитетот водите од рудникот Landusky, кој користи активен третман на инфлуентот.

Табела 5.: Квалитет на инфлуент од рудникот Landusky
Table 5.: Influent quality of Landusky Mine

Facility	Average Flow Rate (gpm) l/s	pH	Diss. As (mg/L)	Diss. Cd (mg/L)	Total Fe (mg/L)	Diss. Pb (mg/L)	Total Mn (mg/L)	Diss. Zn (mg/L)
Landusky Mine (Fort Bellknap, MT)	(600) 37.85	4.6	<0.1	0.102	0.107	<0.03	11.17	3.79

Третманот вклучува преципитација со калциум хидроксид, железен сулфат и флокулација. Капиталните трошоци за конструкција на постројката се \$2.503.250, а амортизационите трошоци се \$3.086.624. Вкупните годишните трошоци за работа на станицата за прочистување на водата се околу \$534.499. Трошокот по 1000 галони третирана вода е \$10.21 [3].

Имајќи предвид дека карактеристиките на водата бараат различен третман со кој би се постигнал потребен квалитет на вода, трошоците може да варираат во одредени граници кои, пред сè би зависеле и од применетите хемикалии (на пример: цената на CaCO₃ е \$111/t, NaOH е \$1050/t, а на NH₃ е \$2200/t).

4. Заклучок

За да се изврши избор на систем за активен третман, операторот мора да го одреди протокот на отпадните води, pH, вкупно суспендираните цврсти честички (TSS), киселост/алкалност во mg/l, како CaCO₃, концентрациите на тешките метали, протокот на реципиентот, достапноста на електрична енергија, растојанието од местото на додавање на хемикалиите до местото каде што водата влегува во таложникот, како и волуменот и димензиите на таложникот. После евалуацијата на овие променливи за дадено време, изборот се прави во зависност од техничкиот и од економскиот фактор. Техничкиот фактор го вклучува степенот на киселост, количината на проток, специфичните видови и концентрацијата на метали во водата, стапката и степенот на потребниот хемиски третман и посакуваниот финален квалитет на водата, а економскиот фактор ги вклучува цената на реагенсите, работната рака, механизацијата и опремата, потребниот период (години) за кој ќе биде неопходен третманот, отстранување и одложување на отпадниот талог, каматната стапка и факторите на ризик.

Почетните трошоци кај активниот третман може да бидат пониски отколку кај пасивниот, но бидејќи користат процеси кои се оперативни интензивни, вкупните трошоците за нив се поголеми како резултат на трошоците за опрема, хемикалиите кои се применуваат и учеството на работната сила, а освен тоа, овој процес е долгорочен и претставува трајна обврска.

References:

- [1] Dave Trumm, Selection of active and passive treatment systems for AMD – flow charts for New Zealand conditions, 8th ICARD, Sweden. 2009;
- [2] Ziemkiewicz P., Skousen J., Simmons J., Long-term performace of passive acid mine drainage treatment systems;
- [3] William C. Maehl, Zortman and Landusky eith 20/20 hindisght, Spectrum Engineering, Inc., 1413 4th Avenue North, Billings, MT 59101;
- [4] Janice Zinck, Wesley Griffith, Review of Mine Drainage Treatment and Sludge Management Operations, MEND Report 3.43.1, March 2013.