



**Здружение на рударски и геолошки инженери  
на Република Македонија**

**седмо стручно советување  
со меѓународно учество**

# **ПОДЕКС - ПОВЕКС '14**

**14 -15.Ноември.2014 година**

**Радовиш**



**ЗБОРНИК  
НА  
ТРУДОВИ**

**ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА  
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**



# INDO MINERALS AND METALS



## рудник ЗЛЕТОВО ПРОБИШТИП

тел./факс:

032/481-978

032/480-970

032/481-090 (Добрево)

## рудник ТОРАНИЦА КРИВА ПАЛАНКА

тел./факс:

031/372-677

031/372-399

ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ОЛОВНО - ЦИНКОВНА РУДА  
СО ФЛОТАЦИЈА





**ЗРГИМ**

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

**14 – 15. 11. 2014 година  
Радовиш**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**



Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**

Главен и одговорен уредник:

**Проф. д-р Зоран Десподов**

**Проф. д-р Ристо Дамбов**

За издавачот:

**Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Асс. м-р Стојанче Мијалковски**

**Асс. м-р Радмила Каранаква Стефановска**

**Марјан Петров**

Изработка на насловна страна:

**м-р Ванчо Ациски**

Печатница:

**Калиографос, Штип**

Година:

**2014**

Тираж:

**130 примероци**

CIP - Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'14 (7 ; 2014 ; Радовиш)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини : зборник на трудови / VII стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'14 14-15.11.2014 година Радовиш ; [главен и одговорен уредник Зоран Десподов, Ристо Дамбов]. - Скопје : Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2014. - 328 стр. : илустр. ; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-65530-3-6

***Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.***





ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА



КООРГАНИЗАТОР:

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО

### НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Доц. д-р **Горан Мијоски**, УКИМ, ГФ, Скопје, Проф. д-р **Милош Грујиќ**, Институт за испитување на материјали, Белград, Србија, Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Бугарија.

### ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

Претседател: **Николајчо Николов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш.

Потпретседатели: Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип.  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип.

Генерален секретар: **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци

Членови:

Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Асс. м-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, **Љупчо Трајковски**, ЗРГИМ, Кавадарци, **Зоран Костоски**, Мраморбјанко, Прилеп, м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп, **Драган Насевски**, ГИМ, Скопје, **Миле Стефанов**, Рудник “Бањани”, Скопје, Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип, м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола, **Драган Димитровски**, Државен инспекторат за техничка инспекција, Скопје, Асс. м-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип, **Марија Петровска**, Стопанска Комора, Скопје, Доц. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип, Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип, м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица, **Чедо Ристовски**, Рудник “САСА”, М. Каменица, **Миле Пејчиновски**, ИММ Рудник “Тораница”, К. Паланка, **Мише Кацарски**, ИММ Рудник “Злетово”, Пробиштип, м-р **Кирчо Минов**, Рудник “Бучим”, Радовиш, м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци, м-р **Костадин Јованов**, Министерство за економија, Скопје, **Живко Калевски**, Рудник “Осломеј”, Кичево, м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје, Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип, Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип, Асс. м-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип.



**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:  
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА  
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”  
- со меѓународно учество –**

---

**14 Ноември 2014**, Радовиш  
Република Македонија

**ОРГАНИЗАТОР:**

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

**КООРГАНИЗАТОР:**

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО

**ГЛАВЕН СПОНЗОР:**

- РУДНИК ЗА БАКАР “БУЧИМ”, Радовиш.

**ТРАДИЦИОНАЛНИ СПОНЗОРИ**

- РУДНИК ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА”, Македонска Каменица;  
- INDO MINERALS AND METALS, Пробиштип;



**ЗРГИМ**

## **VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

**Радовиш  
14 – 15. 11. 2014 год.**

## **ПРЕДГОВОР**

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните шест советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011 и 2012 год.) учествуваа повеќе автори од 8 држави, кои презентираа 142 стручни трудови.

За ова седмо советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '14) пријавени се 42 труда, на автори од 5 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници





**AMGEM**

**VII<sup>rd</sup> EXPERT CONFERENCE THEMED:**

**“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”**

**PODEKS - POVEKS '14**

**Radovis**

**14 – 15.11.2014.**

**FOREWORD**

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 8 countries participated in the previous six conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011 and 2012) presenting 142 expert papers.

Fourty-two authors from 5 countries have registered their expert papers for the VII<sup>th</sup> conference (PODEKS - POVEKS '14).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14 – 15. 11. 2014 год.

## СОДРЖИНА

<b>СОСТОЈБА ВО РУДАРСТВОТО ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА И ПЕРСПЕКТИВИ ВО НАРЕДНИОТ ПЕРИОД * Николајчо Николов, Марија Петроска.....</b>	<b>1</b>
<b>ОСВРТ КОН ПРЕТСТОЈНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА НА ЈАГЛЕН НИЗ МАКЕДОНИЈА * Пеце Муртановски, Александар Стоилков, Сашо Цветковски, Маја Јованова.....</b>	<b>11</b>
<b>МИНЕРАЛНО-СУРОВИНСКА ПОЛИТИКА НА БУГАРИЈА НА ПОЧЕТОКОТ НА XXI ВЕК * Петар Даскалов.....</b>	<b>19</b>
<b>ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕТО НА СИЛИЦИСКИТЕ СУРОВИНИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА * Крсто Блажев, Марјан Делипетрев, Тодор Делипетров.....</b>	<b>26</b>
<b>СТРИМ СЕДИМЕНТИТЕ КАКО МЕТОДА ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕТО НА ЗЛАТОТО ВО РУДНАТА ПОЈАВА БОРОВИК * Виолета Стефанова, Војо Мирчовски, Виолета Стојанова, Гоше Петров.....</b>	<b>30</b>
<b>МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ФЛУОРИТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО СИВЕЦ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА * Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчовски.....</b>	<b>35</b>
<b>ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА АРГИЛОШИСТИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ „КРНИНО“ ВЕЛЕС * Војо Мирчовски, Тена Шијакова – Иванова, Виолета Стефанова, Ѓорѓи Димов, Васко Мирчовски.....</b>	<b>40</b>
<b>КОРЕЛАЦИЈА НА НЕОГЕНИТЕ БАСЕНИ ВО СРПСКО-МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ ВО Р. МАКЕДОНИЈА * Гоше Петров, Виолета Стојанова, Војо Мирчовски, Ѓорѓи Димов.....</b>	<b>49</b>
<b>ФИЗИЧКО – МЕХАНИЧКИ И МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА АМФИБОЛСКИТЕ ШКРИЛЦИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ “ПОЧИВАЛО“ ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА * Орце Спасовски, Даниел Спасовски.....</b>	<b>57</b>



<b>ГЕОТЕРМИЈАТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА КАКО ОБНОВЛИВ И ЕКОЛОШКИ ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА</b> * <i>Марјан Делипетрев, Тодор Делипетров, Ана Митаноска, Александра Ристеска, Крсто Блажев, Благој Делипетрев, Горги Димов.....</i>	65
<b>ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ЛОКАЛИТЕТОТ ЧЕПИГОВО ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА ГРАД ПРИЛЕП</b> * <i>Војо Мирчовски, Пеце Ристевски, Гоше Петров, Горги Димов.....</i>	72
<b>МЕТОДИ НА ИСПИТУВАЊЕ ВО МИНЕРАЛОГИЈА НА ЖИВОТНА СРЕДИНА</b> * <i>Тена Шијакова - Иванова.....</i>	79
<b>УСЛОВИ И НАЧИН НА ЗЕМАЊЕ НА ПРИМЕРОЦИ ЗА ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА ВО ФАЗАТА НА ДЕТАЛНИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ПРИМЕРОТ НА НАОЃАЛИШТЕТО КАЗАНДОЛ</b> * <i>Коста Поцков, Орце Спасовски.....</i>	87
<b>ИЗБОР НА НАЧИНОТ ЗА ОТВОРАЊЕ НА РУДНИ НАОЃАЛИШТА ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * <i>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова.....</i>	96
<b>ИЗБОР НА ОПТИМАЛНА ВАРИЈАНТА ЗА ОТВОРАЊЕ НА РУДНОТО НАОЃАЛИШТЕ Р'ЖАНОВО ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * <i>Горан Сарафимов.....</i>	105
<b>ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ И МОДЕЛИРАЊЕ ВО РУДАРСТВОТО</b> * <i>Ванчо Гоцевски, Илија Велиновски.....</i>	112
<b>ТЕХНО-ЕКОНОМСКА СТУДИЈА ЗА МОЖНОСТИ ЗА ЕСПЛОАТАЦИЈА НА ДОЛОМИТСКА ДРОБИНА - ТЕХНИЧКИ КАМЕН</b> * <i>Игор Максимов, Ристо Дамбов.....</i>	122
<b>THE OPTIMATIZATION TECHNOLOGY OF DRILLING AND BLASTING USING METHOD OF PRESPLITTING CHARGING BLAST HOLE AT SURFACE MINES IN THE BROWN COAL MINE BANOVICI</b> * <i>M. Čerģić, H. Husić, A. Jalmanović, S. Čerģić.....</i>	129
<b>МЕТОДИ НА МИНИРАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА СЕИЗМИЧКИТЕ ЕФЕКТИ</b> * <i>Ристо Дамбов, Игор Трајанов, Илија Дамбов, Горан Јованов.....</i>	138
<b>ПРИДОНЕС НА НОНЕЛ СИСТЕМОТ ЗА ИНИЦИРАЊЕ ВО КВАЛИТЕТОТ НА ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК "САСА"</b> * <i>Дејан Ивановски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски.....</i>	147
<b>ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ВАРОВНИК ОД НАОЃАЛИШТЕТО "ТАТАРЛИ ЧУКА"</b> * <i>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Емил Јорданов.....</i>	156
<b>АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТА НА КОСИНТЕ ВО ПОВРШИНСКИОТ КОП "ТУМБА" - С. БЕЛОВОДИЦА, ОПШТИНА ПРИЛЕП</b> * <i>Горан Стојкоски.....</i>	163

<b>ИЗБОР НА ОПРЕМА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА АРХИТЕКТОНСКО УКРАСЕН КАМЕН ВО РУДНИЦИ КАДЕ НЕМА ТЕХНОЛОШКА ВОДА * Зоран Костоски...</b>	170
<b>РАСПРОСТРАНЕТОСТ НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ ВО СВЕТОТ * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски..</b>	179
<b>СПЕЦИЈАЛНИ МИНИРАЊА ВО РАЗДРОБЕНИ ЗОНИ ПРИ ДОБИВАЊЕ НА МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ * Ристо Дамбов, Игор Стојчески.....</b>	185
<b>ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИ * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи Николова.....</b>	195
<b>ЕНЕРГЕТСКИ РАЗВОЈ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ БАЗИРАН НА ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОАТАЦИЈИ ЛИГНИТА * Предраг Јованчић , Бојан Димитријевић, Томислав Шубарановић , Саша Степановић.....</b>	203
<b>ПРИМЕНА НА ЛЕНТЕСТИ ТРАНСПОРТЕРИ СО ВЛЕЧНИ ЈАЖИЊА ЗА ТРАНСПОРТ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ НА ТЕРЕНИ СО СЛОЖЕНИ КОНФИГУРАЦИИ * Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Драги Пелтечки.....</b>	212
<b>ЗАШТИТА НА ПОВРШИНСКИОТ КОП „ПОДИНСКА ЈАГЛЕНОВА СЕРИЈА“ – “ПЈС” ОД ПОВРШИНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ * Благој Ѓорѓиевски.....</b>	219
<b>ШТЕТИ НАСТАНАТИ ВО РУДНИЦИТЕ ВО СРБИЈА КАКО ПОСЛЕДИЦА ОД ПОПЛАВИТЕ ВО МАЈ 2014 ГОДИНА * S. Mitić, D. Milojević, N. Makar, D .Milošević, Z. Belić, D. Vlajić, M. Gutović.....</b>	228
<b>АНАЛИЗА НА СОСТОЈБАТА СО ОТПАД ОД БАТЕРИИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА * Борис Крстев, Ана К.Мазневска, Даниела Нелепа Дамеска, Александра Д. Аврамовска, Дејан Шошковски, Анита А. Митревска, Александар Крстев, Агрон Алили.....</b>	238
<b>ДОБИВАЊЕ СТАКЛО ОД ЦВРСТ МЕТАЛУРШКИ ОТПАД НАМЕНЕТО ЗА ДОБИВАЊЕ СТАКЛО-КЕРАМИКА * Ејуп Љатиџи, Анита Грозданов, Горан Начевски, Перица Пауновиќ.....</b>	245
<b>КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НА ПРИРОДНИ И МОДИФИЦИРАНИ СОРБЕНТИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ВОДЕНИ РЕСУРСИ * К. Лисичков, З. Божиновски, С. Кувенџиев, М. Љатиџи, М. Маринковски, Д. Димитровски.....</b>	253
<b>ЗА НЕКОИ XRD МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ БРОЈ НА СЛОЕВИ КАЈ ГРАФЕН: ПРЕДНОСТИ, СПОРЕДБА И ЗАЈАКНУВАЊЕ * Бети Андоновиќ, Абдулаким Адеми, Александар Петровски, Анита Грозданов, Перица Пауновиќ, Александар Димитров.....</b>	258
<b>ПХБ КАКО ОПАСЕН ОТПАД И ПОЈАВА ВО ИНДУСТРИЈАТА * Агрон Алили , Снежана Каракашева Сачкарска, Ирена Јовановска, Борис Крстев, Александар Крстев.....</b>	266
<b>ПСИХОЛОШКА ПОДГОТОВКА ВАЖЕН ФАКТОР ПРИ ЕДУКАЦИЈА НА РУДАРСКИ СПАСИТЕЛ * Александар Крилчев.....</b>	274

<b>МОНИТОРИНГ НА ПЕРСОНАЛНАТА ЕКСПОЗИЦИЈА НА ФИЗИЧКИ И ХЕМИСКИ ШТЕТНОСТИ ВО РЕАЛНИ РУДНИЧКИ СРЕДИНИ * Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева, Ѓорѓи Везенковски.....</b>	<b>277</b>
<b>СОВРЕМЕН КОМПЈУТЕРСКИ ПРИСТАП ЗА ПЛАНИРАЊЕ И СИМУЛАЦИЈА НА ПОЖАРНИТЕ СЦЕНАРИЈА И ПЛАНОВИТЕ ЗА ЕВАКУАЦИЈА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Ванчо Аџиски.....</b>	<b>285</b>
<b>СТРАТЕГИИ ЗА МЕРЕЊЕ НА БУЧАВА ВО РАБОТНА СРЕДИНА И ОДРЕДУВАЊЕ НА ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА * Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Николинка Донева.....</b>	<b>294</b>
<b>ХРОНОЛОГИЈА НА ЗАКОНСКАТА РЕГУЛАТИВА ЗА РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА * Миле Стефанов.....</b>	<b>304</b>
<b>ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ПРИ ИЗГРАДБА НА РУДНИК ЗА ЈАГЛЕН И ТЕРМОЦЕНТРАЛА * Милош Грујиќ, Зоран Десподов, Драгана Јелисавац Ердељан, Јаромир Зелничек.....</b>	<b>312</b>
<b>ОТСТРАНУВАЊЕ НА ОЛОВНИ И ЦИНКОВИ ЈОНИ ОД ВОДЕНИ РАСТВОРИ КОРИСТЕЈЌИ КЛИНОПТИЛОЛИТ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Борис Крстев, Благој Голомеов, Крсто Блажев.....</b>	<b>320</b>





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **СОСТОЈБАТА ВО РУДАРСТВОТО ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА И ПЕРСПЕКТИВИ ВО НАРЕДНИОТ ПЕРИОД**

*Николајчо Николов<sup>1</sup>, Марија Петроска<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Македонска асоцијација за рударство,*

*<sup>2</sup>Стопанска комора на Македонија*

### **ВОВЕД**

Рударството во Република Македонија, како значајна стопанска гранка, од секогаш играло значајна улога и од нејзиното успешно работење зависело и сега зависи работењето на многу други стопански гранки во земјата. Оттука, на оваа дејност и` се придава особено значење на сите нивоа.

Општо земено, иако мала земја со вкупна површина од околу 25.713 км<sup>2</sup>, Македонија се смета за релативно богата со разни видови на руди и особено е важно што се застапени многу видови на руди и минерали. Дел од нив се експлоатираат, но има многу видови на руди кои важат за се` уште недоволно истражени и потребно е време и средства за нивното доистражување. При ова, треба да се спомене и фактот дека во последните години се доделени над 400 нови концесии за детални геолошки истражувања и концесии за експлоатација. Реално се очекува во идниот период да се појават нови рударски претпријатија.

### **1. ПОТЕНЦИЈАЛИ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

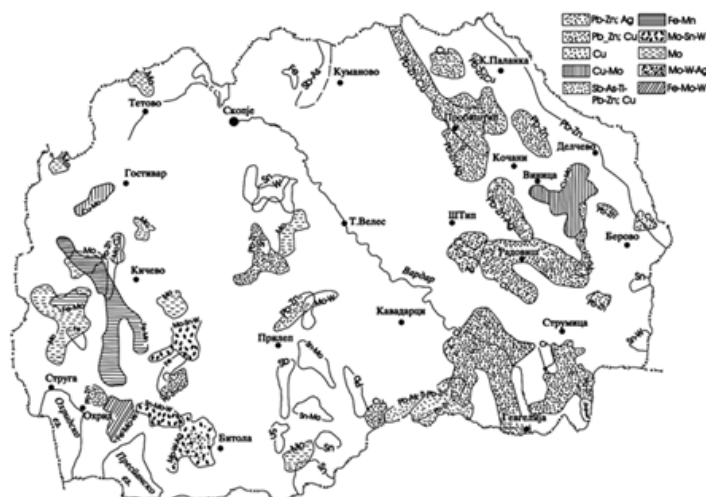
**Енергетските минерални сировини** се главно концентрирани во терциерните басени во кои преовладуваат наоѓалиштата на јаглен, а кои претставуваат основна енергетска база во Република Македонија. Познати се преку дваесетина наоѓалишта и локалитети на јаглен концентрирани во десет јагленосни басени и местоположбата на рудниците за јаглен кои се во редовна експлоатација и локации на јагленовите наоѓалишта потренцијални рудници за експлоатација на јаглен во Република Македонија.



Слика 1. Јаглени наоѓалишта во Р. Македонија

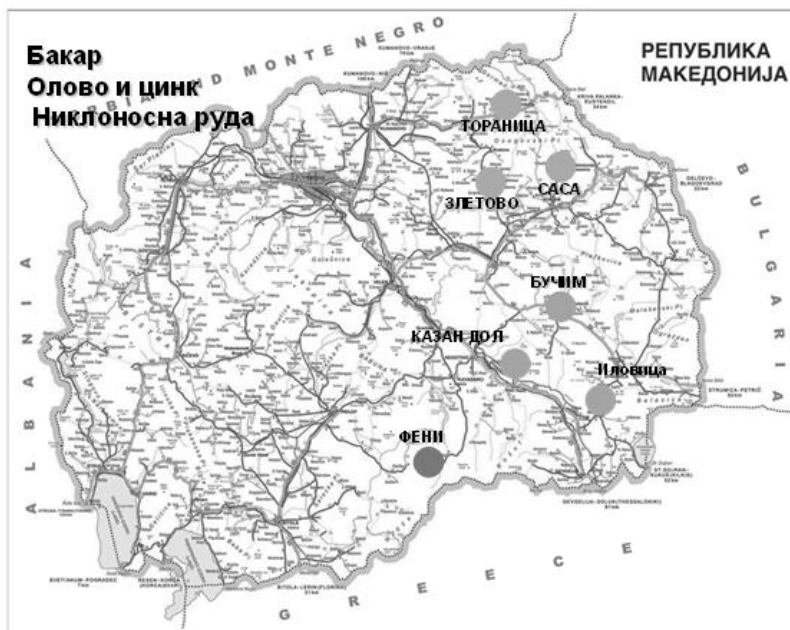
**Металичните минерални сировини** се природни минерални агрегати од кои можат да се произведуваат метали и нивни од кои денес се добива олово, цинк, никел, бакар, злато сребро и други. Нивното користењето на територијата на Република Македонија, според археолошките податоци и остатоците од старото рударење, датираат уште од пред римско време, а истите се користат и денес. Во тој историски период се добивани железо, хром, олово, цинк, кадмиум, сребро, антимон, арсен, бакар и злато. Во денешни услови тој број на користење на металите е намален, но постојат реални изгледи во иднина истиот да се зголеми. Ова се базира на фактот на постоењето на интересни количини на поедини металични минерални сировини и позитивната промена на вредносните показатели на металите на светските берзи.

**Потенцијални области со металични минерални сировини во Република Македонија**



Слика 1а. Области на потенцијални наоѓалишта на металични минерални сировини

Во Република Македонија наоѓалишта и појави на металични минерални сировини, но најпродуктивни се терените на Српско - Македонскиот масив, каде се локализирани и најкрупните наоѓалишта на: олово и цинк “Злетово“, “Тораница“ и “Саса“, бакар “Бучим“, “Боров Дол“, “Плавица“, “Иловица“, “Кадиица“ и др., антимон “Крстов Дол“ и “Лојане“, железо “Дамјан“ и др.



Слика 2. Металични наоѓалишта во Р. Македонија

**Неметалните минерални сировини** се распространети по целата територија на Република Македонија и според досегашните испитувања во оваа област кај нас се познати дури 46 видови од вкупно шеесетина видови кои се познати во светот.

Во Република Македонија најчесто се врши експлоатација на истражени и потврдени резерви на следните неметални минерални сировини: бентонити, фелспат, талк, перлит, опализаиран (вулкански) туф, силекс, варовнициидоломити, кварц, кварцити и кварцни песоци, глини (туларски и грнчарски глини, глини за порцелан, огноотпорни глини), мермери, травертин, гранит, шкрилци, сиенит, останати украсни камења и друго.

Многубројните лежишта на извонредно квалитетни мермери кои се карактеризираат со голема цврстина, компактност, боја, отпорност на абеење, способност за добро полирање (добивање на глатка површина), големина и уедначеност н азрната, отпорност на мраз и низа други особини, најчесто се експлоатираат во регионите на градовите Прилеп, Гостивар, Кичево и Куманово, додека преработката се среќава во фирми скоро низ целата територија на земјата.

Развојот на неметалната индустрија во Република Македонија имаше најголем подем до деведесеттите години, користејќи сировини од домашното рудно богатство за производство на огноотпорни материјали, бентонитски производи, санитарни производи, глазирани керамички плочки, трпезни и кујнски керамички садови, но и преработена минерална сировина (фелспат, калциумкарбонат, кварц, кварцитиисл) наменета за другите индустриски гранки.

## 2. НЕМЕТАЛНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ КОИ СЕ ЕКСПЛОАТИРААТ

**Бентонит** има во околината на Крива Паланка и Кумановско - Кратовскиот регион, . Утврдените рудни резерви на бентонити се проценуваат на околу 26 милиони тони, или според сегашниот степен на експлоатација, се проценува дека резервите обезбедуваат период на експлоатација од околу 200 години.

Во зависност од физичките особини на глината, зависи и нивната примена во индустријата. Можат да бидат групирани и како:

- **туларски и грнчарски глини** кои се најшироко распространети. Овие глинени минерали содржат голем процент на примеси, имаат пластични особини и се леснотопливи. Се користат при добивање на тули, керамиди и друго и се среќаваат скоро сите градови на земјата.

- **огноотпорни глини** кои се користат за производство на шамот и огноотпорни материјали, кои најмногу се експлоатираат во Пехчевскиот регион.



Слика 3. Наоѓалишта на глини во Р. Македонија

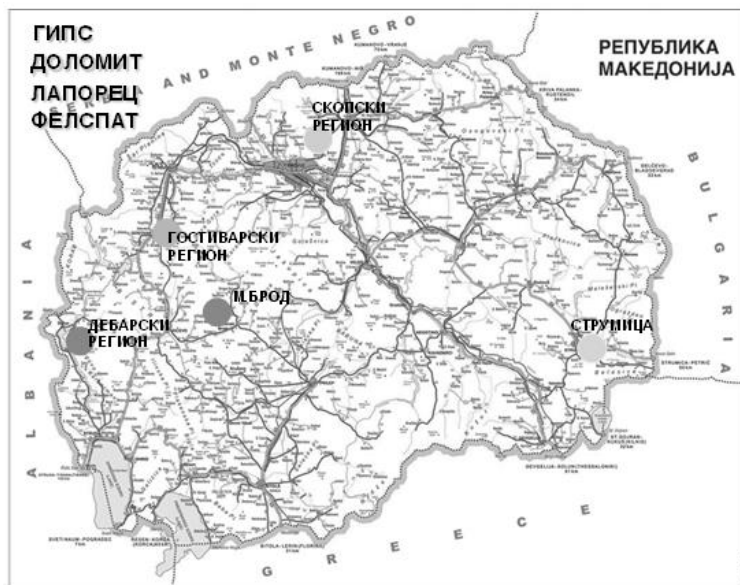
Република Македонија е богата со високо квалитетен **гипс**, со најголема концентрација во Дебарскиот регион и утврдените рудни резерви се проценуваат да можат да се експлоатираат и до сто години. Со извршените геолошки истражувања на овој регион утврдено е постоење на гипс - алабастер, алабастерска бреча, алабастерски шут и кристелен гипс.

**Доломитите** се застапени на локалитетите Чајле - Гостивар, Брест - Македонски Брод, Сивец - Прилеп. Варовници се застапени на локалитетите Бањани и Говрелово - Скопско, Жеден - Јегуновце, Превалец - Велес, Сушички мост- Гостивар, Мемешли - Струмица и други.

**Калискиот фелспат** се среќава во Прилепскиот Регион, а додека **натриумскиот фелспат** се среќава кај селото Дрвош на падините на планината Огражден, Струмичко и ова лежиште, по својата големина и квалитет на фелспат, спаѓа во редот на најголемите лежишта од овој вид во Европа.

**Лапорецот** како основна суровина во производството на цемент во нашата земја се експлоатира од страна на Цементарница Усје-Скопје, во околината на Скопје. Познати рудни појави и лежишта на лапорец, кои не се доволни истражени, се во околината на с. Блаце, потоа во неготиинскиот крај, околината на Штип, Куманово, Велес.





Слика 4. Наоѓалишта на гипс, доломит, лапореци фелдспат во Р. Македонија

Во нашата земја има многубројни лежишта на извонредно квалитетни **мермери** кои се карактеризираат со голема цврстина, компактноста (можност да се добиваат големи блокови), боја, отпорност на абелење, способност за добро полирање (добивање на глатка површина), големина и уедначеност на зрната, отпорност на мраз и низа други особини. Експлоатацијата и преработката на мермери се врши во регионите на градовите Прилеп, Гостивар, Кичево и Куманово.

Многубројните лежишта на **травертин** во Република Македонија, со извонреден квалитет и разни бои (крем, бледо крем, црвенкасто -крем) овозможуваат развој на производство на блокови и плочи од травертин. Лежишта на травертин има скоро на целата територија на нашата земја, а најпознати лежишта се Матка, Кучково и Свиларе - Скопски регион; Велмеј - Охридски регион; Косоврасти и Бавиште - Дебарски регион.

Познати и испитани лежишта на **гранит** има во регионите на градовите Прилеп, Велес, Делчево и други. Гранитот најчесто се среќава со сивкаста и црвена боја.



Слика 5. Рудници на мермери



Слика 6. Потенцијални наоѓалишта за мермери

### 3. ПРОИЗВОДСТВО НА ГРАДЕЖНИ И НЕМЕТАЛНИ ПРОИЗВОДИ

**Индустијата на градежни материјали** во нашата земја се темели врз основа на домашните сировински ресурси како што се гипсот, лапорецот, керамичките глини, вар и други неметални минерални сировини, за кои според истражувањата се говори дека овие неметални минерални сировини, ќе ги има и во наредните пеесет до сто години. Увозот на основни сировни за производство е занемерлив кај поголемиот дел на производителите на градежни материјали.

Производството на **гипсаните производи**, претрпе големи промени со воведување на нови современи линии и производство на различен асортиман на гипсани производи, кои овозможуваат лесна и брза градба. Гипсаните производи најчесто се пласираат на домашниот, но и странските градежни пазари.

Производството на **цемент** има континуирано искористување на инсталираните капацитети, кое се прилагодува според потребите на градежниот пазар, како во Македонија, така и во Регионот.

Кај производството на **тули**, технолошки линии кои се инсталирани пред дваесет и повеќе години имаа капацитет од околу 550 милиони ЕНФ (база 1989 година), сега се сведени на годишно производство од околу 300 милиони ЕНФ. Дел од линиите, па и цели фабрики се затворени. Но, сепак има фабрики кои го обновуваат производството, вложуваат во нови технологии, но оваа стопанска гранка, се соочува со голема конкуренција од увозот на тули од соседните земји, што можеби во блиска може да придонесе и до негативни последици на самото производство и пласманот на домашните производи.

Кај производството на **покривачки материјали**, со воведување на новите технолошки линии кај **керамидите**, има значителна промена на квалитетот, асортиманот и квантитетот на глинената керамида, која се пласира на домашниот и пазарите во Регионот. Исто така, има капацитети за производство на бетонски керамиди, но и други покривачки материјали, како што е битуменската шиндра и други пластифицирани материјали.

**Битуменската индустрија**, има континуиран развој, следејќи ги современите техничко - технолошки достигнувања, при што се произведуваат разновидни материјали за

хидроизолација и се создадени големи потенцијални можности, како по асортиман, така и по количини.

Производството на **префабриковани бетонски материјали**, на кои треба да им се посвети поголемо внимание во нивното осовременување и применувањето во градбата, посебно во делот на високоградбата. Во делот на производството на бетонски производи (елементи) за ентериерско уредување на просторот има разновидни производи, од голем број производители во земјата. Заради локалниот карактер на производите и ниските цени, не се атрактивни за извоз, а од друга страна овие производи се произведуваат и во земјите од соседството.

Меѓутоа, не треба да се занемери фактот, дека развојот на префабрикованите монтажни градби, зависи и од потребите на градежниот пазар, кој за жал во нашата земја има се повеќе надолна линија. Во делот на армирано бетонски столбови за електро енергетски надземни водови, армирано бетонски цевки со разни пречници, како и бетонски канализациони цевки имаат постиганто висок квалитет и асортиман и истите се пласираат, како на домашниот, така и на странските пазари.

Број на регистрирани компании по дејности:

	2011	2012	2013
<b>РУДАРСТВО И ВАДЕЊЕ НА КАМЕН</b>	<b>176</b>	<b>182</b>	<b>164</b>
Вадење на јаглен и лигнит	8	7	8
Вадење на сурова нафта и природен гас	3	3	3
Вадење на руди на метал	17	16	14
Вадење на други руди и камен	136	147	129
Помошни услужни дејности во рударството	12	9	10
Производство на други неметални минерални производи	303	331	318

Денес, во секторот рударство и вадење на камен активно работат 164 компании, како и 318 компании кои се бават со преработка на неметалите или вкупно 482 компании.

Број на вработени по дејности

			Индекс 2013/2012
	2012	2013	
<b>ВКУПНО ВО РМ</b>	<b>474 398</b>	<b>483 447</b>	<b>101.9</b>
<b>РУДАРСТВО И ВАДЕЊЕ НА КАМЕН</b>	<b>4 382</b>	<b>4 146</b>	<b>94.6</b>
Вадење на јаглен и лигнит	67	77	114.9
Вадење на руди на метал	2 463	2 351	95.5
Вадење на други руди и камен	1 716	1 614	94.1
Помошни услужни дејности во рударството	136	104	76.5
Производство на други неметални минерални производи	3 336	3 385	101.5
Вкупно: рударство + неметали	7718	7531	97.6

Иако бројката на регистрирани компании е релативно голема, за жал, многу од нив или не работат или работат со сосема мали капацитети, од што и произлегува фактот дека учеството на рударството во вкупниот БДП изнесува со околу 1%, со надеж дека во блиска иднина ќе се зголеми.

Ако се анализира состојбата во рударскиот сектор по осамостојувањето на Македонија, може да се заклучи дека и во овој сектор, како и во многуте други, имаше значителни проблеми кои се состојат во неопходното приспособување на реалните простори и приспособување кон преработувачките капацитети во соседните земји, во недостаток на сопствени преработувачки капацитети.

Поради ова, а и поради лошата приватизација и многу ниските цени на металите во периодот од 1999 - 2004 година особено рудниците за метали дојдоа до многу тешка состојба и практично беа затворени сите рудници за метали, каде што беа воведени стечајни постапки и ликвидација на истите.

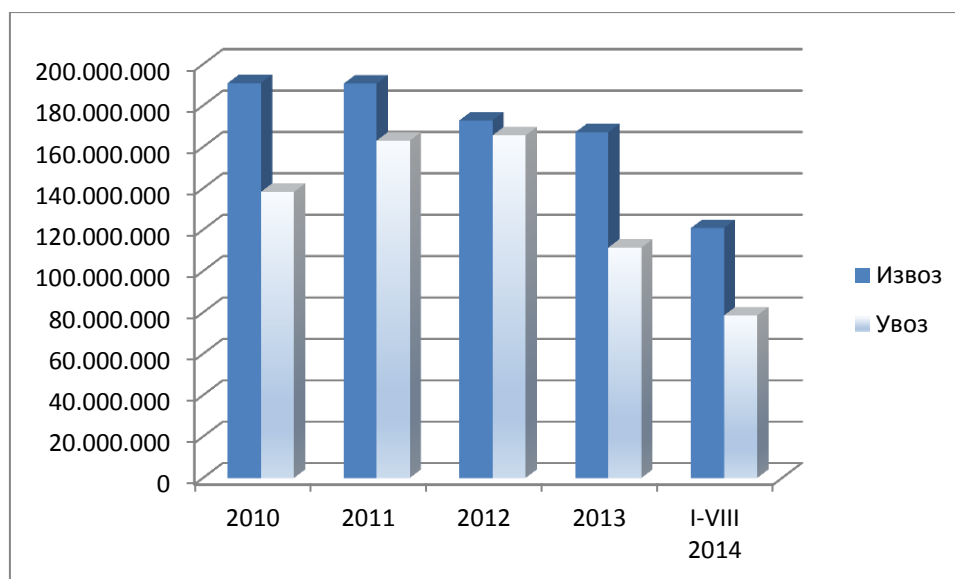
Периодот после 2005 година донесе значителни подобрувања во рударството во Македонија и во истиот период е извршена реприватизација практично на сите рудници за метали, обновено е производството, воведена е реконструкција и модернизација на повеќе рудници и истите практично до денес работат успешно.

Во структурата на индустриското производство (септември 2014 година), рударството и вадењето камен учествува со 11,88 %, а ако се земе предвид и преработката на неметалните минерали кои учествуваат со 5,14%, значи оваа индустриска гранка има потенцијал за развој на економијата на државата, а посебно и за развој на локалните единици.

Во последните неколку години и извозот и увозот на метални руди и други производи од рударството и вадење на руди бележат тенденција на намалување, така што извозот во 2010 година изнесувал околу 190 милиони САД долари, а во 2013 година 167 милиони САД долари. Исто така, и кај увозот има намалување и тоа од 165 милиони САД долари во 2012 година на 111 милиони САД долари во 2013 година.

**ИЗВОЗ И УВОЗ на метални руди и други производи од рударството и вадење на руди (во САД долари)**

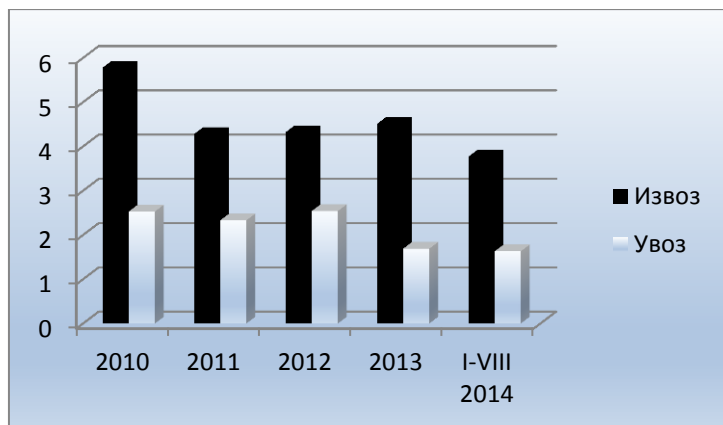
	Метални руди		Други производи од рударството и вадење на руди		Вкупно	
	Извоз	Увоз	Извоз	Увоз	Извоз	Увоз
2010	160.078	124.424	30.869	13.888	190.947	138.312
2011	162.966	148.994	27.645	14.110	190.611	163.104
2012	153.778	153.892	19.104	11.675	172.882	165.567
2013	167.048	100.355	25.64	11.014	192.688	111.370
I-VIII 2014	102.037	71.200	18.814	7.386	120.851	78.586





#### 4. УЧЕСТВО НА МЕТАЛНИ РУДИ И ДРУГИ ПРОИЗВОДИ ОД РУДАРСТВОТО И ВАДЕЊЕ НА РУДИ ВО ВКУПНИОТ ИЗВОЗ И УВОЗ НА НИВО НА ЗЕМЈАТА (ИЗРАЗЕНО ВО %)

	Извоз	Увоз
2010	5,78	2,53
2011	4,28	2,33
2012	4,32	2,54
2013	4,51	1,69
I-VIII 2014	3,77	1,63



Во периодот после 2005 година и Законот за минерални сировини претрпе повеќе измени и подобрувања, така што денес може да се каже дека има јасен Закон за минерални сировини, а подобрувањата покрај за рудниците, значат и квалитетно подобрување за државата, бидејќи се дефинирани обврските и на корисниците/концесионерите и на државата.

Подобрувањето го чувствува и локалната самоуправа, бидејќи значителен дел од концесискиот надомест за експлоатација на сировините и се исплаќа директно на локалната самоуправа. Концесискиот надоместок што го плаќаат концесионерите е 78% за општините, а 22% за Буџетот на државата, така што и интересот на општините е максимално да се зголеми експлоатацијата на минералните сировини на нивните територии.

Но, и Законот за минерални сировини е жива материја и потребни се натамошни усовршувања и дотерувања, а како една од поважните мерки би било донесувањето на одделни закони за рударство и геологија, со што понатаму ќе се допрецизираат одредени прашања.

Заживувањето на Геолошкиот завод, неговото екипирање и дејствување треба да придонесе за натамошно подобрување на работата на рударскиот сектор.

Проблемот на заштита на животната средина и подобрување на еколошките услови во овој период заземе исто така значително место и слободно може да се каже дека има голем напредок на ова поле.

Евроинтеграциските процеси, добивањето на соодветни интегрирани дозволи за рудниците, покрај обврските на рудниците, резултираа со значително подобрување на животната средина.

Со подоследната примена на Законот за здравје и безбедност при работа во последните години, а поттикнати од поголемиот број несреќи во рудниците и покрај непопуларните мерки на казнувања, сепак дојде до значително подобрување на редот и дисциплината на работа во рудниците, што е за општо добро и за вработените и за претпријатијата, но и за пошироката заедница.

**Производство на метали и градежни и неметални производи**

Назив на производот	Единица мерка	2011	2012	2013
<b>Вадење на јаглен и лигнит</b>				
Лигнит	т	7 902 084	7 309 546	6 633 560
<b>Вадење на руди на метал</b>				
Руди на бакар	т	4 118 000	4 435 000	4 646 500
Концентрат на бакар	т	35 976	45 266	46 677
Концентрат на олово	т	50 398	52 951	57 873
Концентрат на цинк	т	56 264	56 074	61 815
<b>Вадење на други руди и камен</b>				
Мермер и травертин, сечени во плочи, со дебелина до 25 цм	м <sup>2</sup>	1 300	1 410	776
Мермер и травертин, сечени во блокови, со дебелина над 25 цм	м <sup>3</sup>	26 810	24 532	24 801
Камен од карбонатни карпи (варовник) за градежништвото и алабастер (гипс)	т	2 883	4 779	5 243
Гранит, сечен во блокови, со дебелина над 25 см	т	-	-	7 571
Гранит, сечен во блокови, со дебелина над 25 см	м <sup>3</sup>	-	-	2 753
Кварцит	т	49 590	16 865	35 899
Суров гипс и анхидрид на гипс	т	162 984	157 844	162 661
Варовнички камен	т	1 142 662	818 559	976 452
Доломит (непржен), некалциниран	т	125 700	129 120	122 142
Силикатен песок (кварцен и индустриски песок)	т	52	68	58
Песок за градежништвото (освен песок што содржи метали)	т	2 443	124 442	126 773
Кршени или дробени камења што се употребуваат како агрегати за бетон, за насипување на патишта и др.	т	104 209	60 403	98 138
Гранули, парчиња и прав од камења (освен од мермер)	т	3 595	4 328	2 155
Бентонит	т	8 918	2 355	18 520
Мелен бентонит	т	5 548	4 545	8 299
Вулкански туфови	т	57 356	52 911	67 663
Лапорец	т	861 666	954 495	788 049
Други руди на неметали, мелени	т	7 928	8 135	7 576
Кварц и кварцни кристали	т	-	-	6 887
Талк, суров	т	547	286	0
Талк, мелен	т	644	406	621
Суров натриумов фелдспат	т	25 032	17 168	15 168
Мелен фелдспат	т	11 131	9 338	9 666

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Државен завод за статистика
2. Стопанска комора на Македонија



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ОСВРТ КОН ПРЕТСТОЈНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА НА ЈАГЛЕН НИЗ МАКЕДОНИЈА

### REVIEW OF THE INCOMING COAL EXPLORATIONS THROUGHOUT MACEDONIA

**Пеце Муртановски<sup>1</sup>, Александар Стоилков<sup>1</sup>, Сашо Цветковски<sup>1</sup>,  
Маја Јованова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>АД Електрани на Македонија, Сектор за Развој и инвестиции, Скопје

**Апстракт:** Живееме во свет каде имаме секојдневен пораст во побарувачката од електрична енергија. Ова од друга страна ја покачува потребата за зголемување на резервите од енергенс потребни за генерирање на бараните количини на електрична енергија.

Имајќи во предвид дека основниот енергенс за генерирање на електрична енергија во Република Македонија е јагленот, се јавува реална потреба од спознавање на вистинските состојби со резервите од јаглен во нашата држава. Со цел за реализација на оваа премиса, потребно е продолжување на доистражувањата за јаглените на локации кои се веќе познати како јагленосни, но и започнување со истражувања на локации за кои немаме целосна слика и сознание.

Со таа цел и во таа насока, АД ЕЛЕМ превзема чекори за остварување на намерата и во скоро време планира да реализира доистражување на јаглени на локациите Лавци- Ресен, Звегор-Стамер - Делчево и Панчерево - Стар Истевник - Берово, како и локацијата на рудникот Пискупштина-Вевчани.

**Клучни зборови:** доистражување, енергија, јаглен, резерви

**Abstract:** We live in a world where we have a daily rise in the demand of electric power. This on the other hand raises necessity for increase in reserves of energy resources needed to generate the required quantities of electric power.

Considering that the basic energy source for electricity generation the Republic of Macedonia is coal, there is real need for a greater understanding the real situation of the coal reserves in our country. For the purpose of realization of this premise, necessary is the continuation of additional explorations of coal at locations that are already known as coal bearing, but also commencement by exploring sites for whom we do not have the full picture and understanding.

For this purpose and in this regard, JSC ELEM takes the steps for achieving the intent and any time soon is planning to realize further explorations of coal on the sites Lavci- Resen Zvegor-Stamer -Delchevo and Pancherevo -Star Istevnik Berovo, as well as the location of mine Piskupshtina-Vevchani.

**Keywords:** coal, further explorations, power, reserves

## ВОВЕД

Во својата развојна политика за обезбедување на резерви од цврсти минерални суровини за потребите на постоечките енергетските капацитети и изградба на нови капацитети за производство на електрична енергија во Република Македонија, АД ЕЛЕМ редовно превзема соодветни активности, за зголемување на степенот на истраженост на што повеќе откриени наоѓалишта на јаглен и нивно припремање за откопување. Неколку од таквите наоѓалишта како потенцијални се наоѓалиштата за јаглен во Лавци - Ресен, Звегор-Стамер -Делчево и Панчерево (Стар Истевник)-Берово.

## 1. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА НАОЃАЛИШТАТА

### 1.1 Наоѓалиште за јаглен Лавци, Ресенско

Наоѓалиштето на јаглен Лавци се наоѓа југозападно од градот Ресен на оддалеченост од 10 km во атарот на селата Лавци и Стипино и зафаќа површина од околу 4 km<sup>2</sup> и му припаѓа на Преспанскиот јагленосен басен, кој е ограничен на запад со Петрина планина и врвот Исток со кота 1661 m, на југоисток со планината Баба и врвот Пелистер со 2601 m, на север со Плаќенска Планина и врвот Лиска со 1999 m и на исток со планината Бигла и врвот Големи камења со 1756 m н.в.

Наоѓалиштето е предмет на истражување во тек на подолго време, така што треба да се истакне континуитетот на активностите кои со одредени прекини се следи од 1982 г. Што се однесува до проблематиката на истражување во просторот на наоѓалиштето, согледана низ хронологијата на активности, може да се констатира дека првите истражувања се регистрирани во 1982/83 година, од страна на Геолошки Завод Скопје. Резултатите добиени од изведените истражни работи се презентирани во Годишен извештај за изведени истражувања и испитувања.

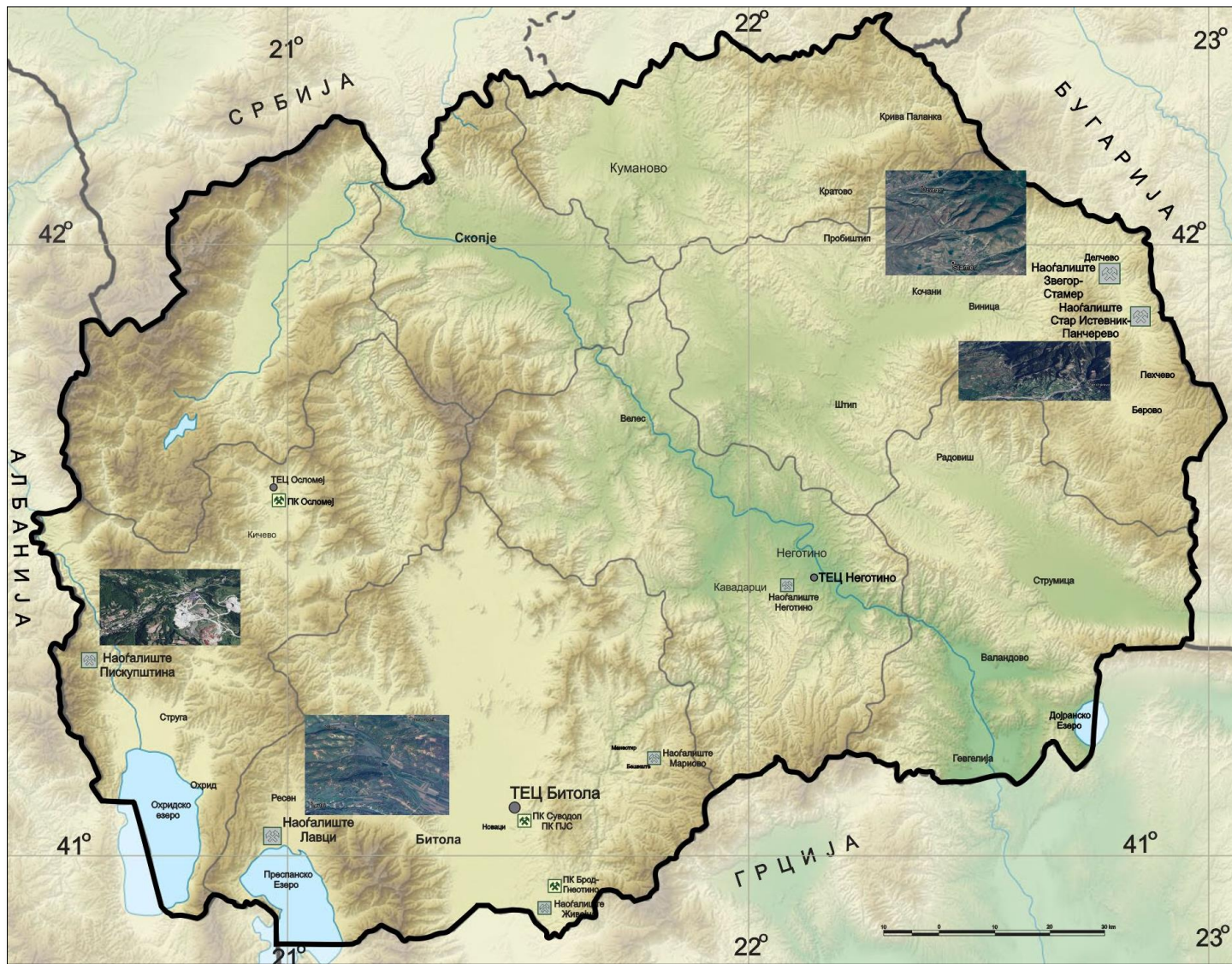
За одбележување се превземените активности од страна на Советот за истражувачки работи во рударството од Скопје и РО „Преспатекс“ од Ресен во чија режија се финансирани истражувањата во 1984/85 г. со изведени 62 дупнатини од кои 56 позитивни и 6 негативни. Од добиените резултати е изработен „Годишен извештај за продолжените регионални истражувања на јаглен - Ресенско (локалност с.Лавци)“ од 1984/85 година. Во Извештајот е направена прелиминарна пресметка на резервите на јаглен кои изнесуваат вкупно 20.000.000 тони од Б+Ц<sub>1</sub> категорија.

Во 1985 година од страна на Рударски Институт од Скопје е изработена Програма за изведување на комплексни истражни работи за доистражување на наоѓалиштето Лавци. Во истата година е продолжено со истражното дупчење со комплексно третирање на истражните работи за дефинирање на геолошките, инженерско-геолошките, хидрогеолошките и геомеханичките карактеристики на наоѓалиштето. Врз основа на добиените резултати од истражувањата и податоците од старите истражни работи изработен е „Елаборат за класификација и категоризација на резервите на јаглен во лежиштето Лавци - Ресенско“ (со состојба на ден 31.01.1986 год.) Геолошки Завод - Скопје 1986 год.

Во 2008 година по иницијатива на Министерството за економија на Р. Македонија изведени се 6 контролни и дополнителни истражни дупнатини кои се третирани комплексно за проверување на претходно извршените истражувања и добиени резултати. Резултатите добиени од оваа фаза на истражување заедно со претходните се обработени во изработениот „Елаборат за дополнителни геолошки и геотехнички истражувања и испитувања во наоѓалиштето за јаглен Лавци – Ресенско“ Геинг - Скопје 2008 година.

Со досегашните истражувања и испитувања (заклучно со 2008 год.) во наоѓалиштето Лавци докажани се геолошки резерви на јаглен од А+Б и Ц<sub>1</sub> **Q=21.717.972 t**, од кои на А-категорија и припаѓаат 25.00%, Б-категорија 51.00% и Ц<sub>1</sub>-категорија 24%.





Слика 1. Географска карта со предметните наоѓалишта на јаглен



## 1.2 Наоѓалиште за јаглен Звегор-Стамер, Делчевско

Делчевската котлина се наоѓа во источниот дел на Р. Македонија, вдоль државната граница помеѓу Република Македонија и Р. Бугарија. Самото наоѓалиште на јаглен Звегор - Стамер се наоѓа источно од градот Делчево на оддалеченост од околу 2-4 km во атарот на селата Звегор и Стамер и зафаќа површина од околу 3 km<sup>2</sup>. Наоѓалиштето му припаѓа на Делчевскиот јагленосен басен, кој е ограничен на запад со планината Голак и врвот Чавка со висина од 1536 m, на југозапад со Обозна планина со кота 1184 m и на крајниот југоисток со Малешевските планини и врвот Бабин Чукар со висина од 1403 m.

Наоѓалиштето е предмет на истражување во тек на подолго време, така што треба да се истакне континуитетот на активностите кои со одредени прекини се следи од 1975 г. Што се однесува до проблематиката на истражување во просторот на наоѓалиштето, согледана низ хронологијата на активности, може да се констатира дека првите наменски истражувања на јаглен се регистрирани во 1975/76 година, од страна на Геолошки Завод Скопје.

Во 1981/82 година со финансирање на Републичкиот Совет за истражување е продолжено со истражните работи. Изведени се 28 истражни дупнатини, со кои е опфатен истражен простор од 3 km<sup>2</sup>. Од добиените резултати изработен е Годишен извештај за изведените истражувања на јаглен во лежиштето Звегор-Стамер-Делчевско 1982 година. Во Извештајот е направена пресметка на резервите на јаглен по методата на блокови и пресметани се  $Q = 13.873.626$  тони јаглен од сите категории.

Во 1983 година е продолжено со истражувањата во наоѓалиштето со згустување на истражните дупнатини и со зголемување на просторот за истражување за 2,5 km<sup>2</sup> од страна на Геолошки Завод- Скопје, ООЗТ Институт за истражување на минерални сировини. Од добиените резултати изработен е Извештај за изведени истражувања испитувања во лежиштето Звегор-Стамер, Делчевско 1983 година, со пресметани геолошки резерви на јаглен од  $Q = 20.650.705$  тони од А + Б и Ц<sub>1</sub> категорија.

Во 1984 година од страна на Геолошки Завод од Скопје ООЗТ Институт за истражување на минерални сировини изработена е Програма за детални геолошки и геотехнички истражувања и испитувања, со цел, да се обезбеди солидна основа за изработка на Инвестиционо-техничка документација за отворање на површински коп за откопување на јагленот. Истражните работи се реализирани согласно Програмата во 1985 година, а финансирани се од страна на РО Рудници за олово и цинк „Саса“ од Македонска Каменица, како инвеститор. Резултатите добиени од изведените и претходните истражувања се обработени во Елаборат за резерви на јагленот во лежиштето Звегор-Стамер-Делчевско (со состојба на 31.05.1985 год.) Геолошки Завод Скопје 1985 год. ООЗТ Институт за истражување на минерални сировини.

Со досегашните истражувања и испитувања (заклучно со 1985 год.) во наоѓалиштето Звегор-Стамер, Делчевско докажани се резерви на јаглен од А+ Б и Ц<sub>1</sub> категорија. Од вкупно пресметаните геолошки резерви на јаглен  $Q = 11.612.357$  тони, на резерви од А-категија и припаѓаат 37.15 %, Б-категија 47.81 % и Ц<sub>1</sub>-категија 15.04 %.

Меѓутоа, од страна на изработувачите на Елаборатот од 1985 година направена е пресметка на потенцијални резерви на јаглен во источниот дел на наоѓалиштето од надолжниот профил III до профил VII. Пресметани се 14.377.297 тони јаглен од Ц<sub>2</sub> - категорија на резерви. Според авторите, вкупните резерви на јаглен во наоѓалиштето изнесуваат  **$Q = 25.989.654$  t**, од кои:

- Резерви на јаглен во детално истражениот простор  $Q = 11.612.357$  тони и
- Ц<sub>2</sub> - категорија или потенцијални геолошки резерви  $Q = 14.377.297$  тони.

## 1.3 Наоѓалиште за јаглен Панчерево- Стар Истевник, Беровско

Беровската котлина се наоѓа во источниот дел на Р. Македонија вдоль државната граница помеѓу Република Македонија и Р. Бугарија. Самото наоѓалиште на јаглен Панчерево се наоѓа североисточно од градот Берово на оддалеченост од околу 17 km

во атарот на селата Панчерево и Стар Истевник и зафаќа површина од околу 6 km<sup>2</sup>. Наоѓалиштето му припаѓа на Беровско - Делчевскиот јагленосен басен, кој е ограничен на запад со Обозна планина со кота 1184 m, на северозапад со планината Голак и врвот Чавка со висина од 1536 m, на крајниот југоисток со Малешевските планини и врвот Бабин Чукар со висина од 1403 m.

Наоѓалиштето е предмет на истражување во тек на подолго време, така што треба да се истакне континуитетот на активностите кои со одредени прекини се следи од 1964 година. Што се однесува до проблематиката на истражување во просторот на наоѓалиштето, согледана низ хронологијата на активности, може да се констатира дека првите истражувања се регистрирани во 1975/76 година, од страна на Геолошки Завод Скопје. Во 1981/82 година со финансирање на Републичкиот Совет за истражување е продолжено со истражните работи. Изведени се 13 истражни дупнатини. Од добиените резултати е изработен „Годишен извештај за продолжените истражувања на јаглен во лежиштето - Панчерево - Беровско“ 1981/82 година. Во Извештајот е направена прелиминарна пресметка на резервите на јаглен, кои изнесуваат 24.000.000 тони Ц<sub>1</sub> категорија и 5.600.000 тони Ц<sub>2</sub> резерви.

Во 1986 година од страна Геолошки Завод - Скопје ООЗТ Институт за истражување на минерални суровини, изработена е детална Програма за истражување на наоѓалиштето Панчерево. Истражните работи се реализирани согласно Програмата во 1987 година, а финансирани се од страна на РО Рудници и индустрија за јаглен и неметали „БРИК“ од Берово, а Геолошки Завод - Скопје како изведувач.

Врз основа на добиените резултати од истражувањата и податоците од старите истражни работи изработен е „Елаборат за класификација и категоризација на резервите на јаглен во наоѓалиштето Панчерево -Беровско“ (со состојба на ден 31.07.1987 год.) од Геолошки Завод – Скопје, 1987 год.

Со досегашните истражувања и испитувања (заклучно со 1987 год.) во наоѓалиштето Панчерево - Беровско докажани се резерви на јаглен од А+Б и Ц<sub>1</sub> категорија. Од вкупно пресметаните геолошки резерви на јаглен **Q =20.475.930 t** на резерви, на А - категорија и припаѓаат 15.70%, Б - категорија 47.34% и Ц<sub>1</sub> - категорија 36.96%.

**Табела 1.** Преглед на основните параметри за наоѓалиштата

Технички параметри за јагленовите наоѓалишта			
	Панчерево	Звегор-Стамер	Лавци
Геолошки резерви [t]	20.475.920	25.989.654	21.717.972
ДТВ [kJ/kg]	7.234	8.719	5.383
Влажност [%]	45.37	46.41	58.86
Пепел [%]	20.25	14.38	12.8
Сулфур [%]	3.48	3.48	0.89

## 2. КРАТОК ПРЕГЛЕД НА ПЛАНИРАНИТЕ ДЕТАЛНИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА

Со примена на предвидените истражни постапки, треба да се добијат релевантни параметри за проектирање и разработка на соодветна технологија на откопување на јагленот. При овие истражувања и испитувања треба да се опфатат, дефинираат и надополнат досегашните сознанија за следните одлики, појави и проблематика на актуелниот терен:

- Геолошката градба (состав и склоп) на теренот, пред се структурно - тектонските карактеристики на седиментниот комплекс со продуктивната серија, (литолошкиот состав на секој литолошки член одделно и како геотехнички комплекс, начин на нивното појавување, просторната положба и меѓусебните односи на литолошките членови и различните геотехнички средини, геометријата на слоевите и нивниот однос со залегањето);

- Квантитативните и квалитативните карактеристиките на јагленот и сета продуктивна серија и прекатегоризација на резервите од пониска во повисока категорија;
- Хидролошки и климатски чинители (влијанието на постојните и повремени површински води, вид, количество и распоред на атмосферските падавини);
- Инженерскогеолошките одлики на теренот, пред се на самите литолошки членови и нивните приконтактни зони (контактни површини), во кровинската серија (надпродуктивен комплекс), јагленовиот комплекс, меѓуслојните делови и подината на јагленовиот хоризонт како целина;
- Хидрогеолошките одлики на теренот, кои по својата суштина и поставената задача треба да се дефинираат и тоа:
  - дефинирање на хидрогеолошката функција на сите литолошки членови, (Х.Г. колектори, Х.Г. изолатори, Х.Г. комплекси по видови, порозноста, со нивна просторна и меѓусебна положба;
  - дефинирање на нивните филтрациони карактеристики во природни услови на залегање и состојби;
  - Х.Г. функција на евентуално застапените раседни структури;
  - Услови за формирање и егзистирање на издански зони по структурата на порозноста, и нивни меѓусебни хидраулички односи и врски со површинските води;
- Геомеханичките одлики на теренот, односно физичко - механичките својства на литолошките членови, по можност на нивните контакти, прослојци и сл. (природната влажност и збиеност, класификационите карактеристики склоност кон бабрење, параметри на јакост на смолкнување, еднооксијалната јакост на притисок, стисливост, водопрopusност и непореметени примероци во лабораториски услови и др.) резидуални параметри на јакост на смолкнување и др;
- Анализа на некои геоеколошки аспекти од изведба на самите истражни работи како и при експлоатацијата;
- Испитувања на гасоносноста, самозапалливоста, запалливи и експлозивни карактеристики на јагленовиот прав, агресивни особини на минералниот прав, радиоактивни особини на јагленот и околните карпи и др;

Сето ова треба да се разгледува во контекст на потенцирање на причините кои можат да предизвикаат разни нестабилни појави при откопувањето (свлекувања, одрони, течења, истиснувања, испапчувања, можни пукања и продори на вода и песок), прогноза на механизмите, динамиката и манифестацијата на ваквите појави, условите за откопување, заштита на ископот, животната и работната средина и др.

Поставените цели и задача на планираните истражувања и испитувања на теренот можат да се постигнат со задоволителен степен на доверливост само ако предвидените истражни и испитателни работи се изведат систематски, коректно и со рационално оптимален обем и вид, по еден логичен и вообичаен редослед и тек. Ова секако претпочита нивно реализирање со задоволување на пропишани технички услови за ваков вид на работи и нивна најсоодветна локација, што е и предуслов за добивање на реални и валидни податоци и параметри.

**Табела 2.** Обем на предвидени работи при истрагите во наоѓалиштата (извадок)

	Лавци	Звегор-Стамер	Панчерево
Истражни дупнатини	26	20	22
Геолошко, хидрогеолошко, инж.геолошко и геомеханичко дупчење со јадровање	1380 m'	2450 m'	2005 m'
Геолошко картирање на јадрото, опробување и скратување	1265 m'	2450 m'	2005 m'
Пиезометри	12	9	6

### 3. ЦЕЛ, ЗАДАЧА И ОЧЕКУВАНИ РЕЗУЛТАТИ ОД ПЛАНИРАНИТЕ ДЕТАЛНИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА

Согласно на поставените цели и задачи на истражувањата и испитувањата, со извршување на предложениот фонд на истражни работи се создаваат услови за комплексно согледување на низа аспекти во зоната која ќе биде предмет на истражување. Така се очекува да се добијат следните резултати:

- Надополнување на досегашните сознанија за геолошката градба на наоѓалиштето;
- Надополнување на сознанијата за квалитативно - квантитативните карактеристики на продуктивниот слој/слоеви со сите потребни параметри како и прекатегоризација на геолошките резерви од пониска во повисока категорија;
- Надополнување на сознанијата за физичко - механичките карактеристики на застапените карпести материјали, како и воспоставување на меѓузависности меѓу соодветни параметри; поточно дефинирање на геомеханичките одлики на теренот, физичко - механичките својства на литолошките членови, по можност и на нивните контакти и прослојки.
- Добивање на нови сознанија за геомеханички карактеристики и тоа:
  - јакосни и деформабилни карактеристики на јагленовите и другите слоеви;
  - јакост на смолкнување вдолж контакти на различни материјали;
  - добивање на нови податоци за следните инженерско-геолошки аспекти;
  - јакосни и деформабилни карактеристики на јагленовите слоеви;
  - јакост на смолкнување на вдолж пукнатини во лапорецот;
  - трајност на јагленот под влијание на надворешни фактори;
  - хетерогеност на својствата на теренот;
  - напонска состојба;
  - дисконтинуалност.
- Надополнување на сознанијата за хидрогеолошките карактеристики на наоѓалиштето;
  - добивање на нови резултати за следните хидрогеолошки карактеристики:
    - пиезометарски нивоа и големини на притисоци во меѓуслојните делови од продуктивната фазија;
    - големини на ефективни притисоци на подината на секој изолаторски слој;
    - хидраулична врска на разните издански зони и зони на прихранување
    - податоци за евентуална агресивност на подземните води кон материјалите како и нивното можно влијание врз природната средина;
    - конкретни податоци добиени преку опитни експлоатациони тестирања на водособирни објекти за потребните хидрогеолошки параметри, датоци кон истите и др;
    - дефинирање на геоеколошките аспекти од изведба на самите истражни работи, со прелиминарен осврт и кон очекувани геоеколошки услови при евентуална експлоатација.

Со постојните и новодобиените резултати се создаваат услови за изработка на Техничка документација за експлоатација на јагленот, со максимално можно прилагодување на технологијата на ископ, кон стварните услови на природната геолошка средина, реални анализи на стабилноста, податоци за проектирање на системот на заштита од влијанието на подземните и површинските води, можните геоеколошки аспекти и др.

Со еден збор, се создаваат услови за рационално, сигурно и економично проектирање на сите технолошки активности, преку добивање на следните Елаборати:

- Елаборат за класификација, категоризација и пресметка на резервите на јаглен
- Елаборат од инженерскогеолошките и хидрогеолошките истражувања и испитувања

- Елаборат од геомеханичките истражувања и испитувања
- Елаборат за гасоносност и samozапаливост на наоѓалиштето

#### 4. ЗАКЛУЧОК

- Локацијата на наоѓалиштето „Лавци“ - Ресенско, каде што според досегашните сознанија има јаглен со многу ниска содржина на сулфур, е интересна од аспект на релативно краткото растојание за транспорт до постојните РЕК Осломеј и РЕК Битола. Количините на геолошки резерви во висина од 21.7 милиони тони исто така одат во прилог на ова наоѓалиште.
- Локалитетите „Панчерево“- Беровско и „Звегор-Стамер“- Делчевско се со голема оддалеченост од термоелектричните центри РЕК Осломеј и РЕК Битола, па доколку би го користеле овој јаглен за согорување во некоја од нив, би довело до големо намалување на исплатливоста уште во старт поради високите транспортни трошоци. Меѓутоа, имајќи го во предвид фактот дека во овој дел од Македонија нема активна термоелектрична централа, сметаме дека е оправдано да се размислува за градење на една нова ТЕЦ. Доколку во догледно време се иницира студија за истражување на ресурсот биомаса по квантитативна и квалитативна основа, тие информации можат да бидат искористени за дефинирање на проектната задача за градење на една термоелектрична централа (50÷60 MWel) која покрај лигнитот од рудниците би користела и дополнително гориво - биомаса. Без да бидат познати квалитативните својства на биомасата, кои во секој случај варираат по калоричност, степен на влага, испарливи волатили и други физичко хемиски карактеристики, конципирањето и техничкото дефинирање на парниот котел за таа централа е беспредметно, од причина што тие карактеристики најповеќе влијаат на инсталираниот капацитет.
- „Пискупштина“ - Вевчани е всушност стар, и моментално напуштен површински рудник за јаглен. Тој е локалитет каде има стари рударски работи, а на отворените раскопи се гледа присуство на јаглен, кое дава сигнали за потреба од понатамошни истражувања. Според неофицијални информации досега се експлоатирани не повеќе од 450.000÷500.000 t јаглен. Ревидираните резерви на некогашниот рудник се проценуваат на околу 1.5 до 2 милиони тони, што значи во најдобар случај, според сегашното ниво на сознанија, можни за експлоатација се околу 1÷1.5 милиони t на јаглен. За оваа локација прво ќе треба да се изработи проект за детални геолошки работи, а по изведбата на работите по проектот, ќе се знае попрецизно кои се резервите кои преостануваат.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ПРОЕКТ за дополнителни детални геолошки истражувања и испитувања во наоѓалиштето за јаглен Лавци – Ресен, Геинг КуК ДОО Скопје, 2009 г.
2. ПРОЕКТ за дополнителни детални геолошки истражувања и испитувања во наоѓалиштето за јаглен Звегор-Стамер – Делчевско, Геинг КуК ДОО Скопје, 2009 г.
3. ПРОЕКТ за дополнителни детални геолошки истражувања и испитувања во наоѓалиштето за јаглен Панчерево - Берово, Геинг КуК ДОО Скопје, 2009 г.





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## МИНЕРАЛНО-СУРОВИНСКА ПОЛИТИКА НА БУГАРИЈА НА ПОЧЕТОКОТ НА XXI ВЕК

*Петар Даскалов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Научно-технички сојуз за рударство, геологија и металургија  
Евротест-контрол ЕАД*

### ВОВЕД

Бугарија е член на: Светскиот рударски конгрес од 1965 год., на Европската асоцијација за рударска индустрија од 1991 год., на рударската асоцијација “Балканмине” од 2004 год., - како основач.

Во почетокот на XXI век рударското производство на Бугарија започнува со 79,0 млн. t во 2000 год., 87,5 млн. t во 2005 год., 89,3 млн. t во 2010 год., и достигнува 92,85 млн. t во 2013 год. (табл.1).

На територијата на Бугарија и акваторијата на Црно море по Законот за подземни богатства се регистрирани 461 комерцијални наоѓалишта со појави на корисни сировини. Во билансот на Националниот геофонд се вклучени 659 наоѓалишта, и тоа: за енергетски сировини 79 наоѓалишта со 3,0 млрд. t резерви; метални корисни сировини – 200 наоѓалишта со 654 млн. t резерви; индустриски минерали - 80 наоѓалишта со 31 млрд. t резерви; градежни материјали - 300 наоѓалишта со 5,3 млрд. t резерви. Рударската индустрија на Бугарија е обезбедена со минерални резерви (над 100 год.), (табела 2.) и недоволно за производство на метални сировини (16 год.).

**Табела 1.** Рударско производство на Бугарија во периодот 1990 – 2013 год., млн. t

№	Минерални сировини	Продукти	1990	2000	2005	2010	2013
1	Метални руди	Бакар, олово, цинк, злато, сребро, манган, железо, молибден, волфрам	18,6	24,7	26,5	29,2	30,32
2	Цврсти горива	Јаглени, лигнит, антрацит, тресет уран, шкрилци	32,5	27,1	24,7	29,5	28,78
3	Индустриски сировини	Каолин, глини, бентонит, гипс, варовник, барит, кварц, сол, перлит, зеолит, вермикулит, пегматит	7,2	7,5	8,9	9,0	9,97
4	Градежни материјали	Варовник, доломит, глини, мермер, гранит, песок, чакал и др.	15,0	19,4	27,1	21,3	23,37
5	Архитектонско-градежни материјали	Варовник, мермер, бреча, гранит, габро, риолит, базалт, туф, травертин, гнајс, бигор и др.	0,21	0,31	0,28	0,28	0,41
	Вкупно		73,5	79,0	87,5	89,3	92,85

Геотермални и минерални води. Во Бугарија са проучени над 180 лежишта на минерални води со сумарен дебит околу 12 илјади l/s. Тие можат да ги задоволат потребите за пиење на 150 милиони лица.

Свежите термални води со азотно-гасен состав се разпространети на 50 илјади km<sup>2</sup> на длабочина од 400 до 3500 m со минерализација до 1 g/l и температура од 15 до 115<sup>0</sup> C.

Термоминералните води од морски и мешан производ со хлоридно-натриумов состав, често со зголемена содржина на јод, бром и бор се среќаваат на длабочина од 700 до 6000 m. Нивната минерализација од 5 - 10 mg/l достигнува до 100 - 150 mg/l при температура 30 до 180<sup>0</sup> C.

Геотермалните води на Бугарија успешно се искористуваат за бањско лекување, оранжериско производство, производство на микроалги, пливачки базени, полнење на шишиња за потреби за пиење.

Бугарија има опит за индустриска преработка на геотермални води и производството на јод, бром, бор, литиум, рубидиум, цезиум, стронциум и др.

Максималното рударско производство е постигнато во 2008 год. Кога се добиени 106,2 милиони t минерални сировини, и кага рецесијата уште во 2009 год., се одрази и производството падна на 86,58 милиони t, т.е. за 12,3 %. Намалувањето на производство на руди е за - 5,1 %, на јаглен - 2,4 %, на индустриски сировини - 13,2 %, на градежни материјали - 64,8 %.

Според територија Бугарија зафаќа 110,87 илјади km<sup>2</sup> и има население од 7,36 милиони граѓани. При производство од 92,85 милиони t корисни ископини показателите - 837 t/km<sup>2</sup> и 12,6 t/човек ни го одредуваат 45-то место меѓу 180 рударски земји во светот. Според дадените концесии за рударско производство со зафатени 0,9 % од територијата на државата (при 1,0 % просек за Европската заедница).

**Табела 2. Обезбеденост на рударското производство после 01.01.2014 год.**

№	Минерални сировини	Продукти	Резерви во 01.01.2014 г.	Обезбеденост, год
1	Цврсти горива	Јаглени, лигнит, шкрилци, тресет	1943,60	68
2	Метални руди	Бакар, олово, цинк, злато, сребро, манган, молибден	488,22	16
3	Индустриски сировини	Каолин, глини, бентонит, гипс, варовник, барит, кварц, сол, перлит, зеолит, вермикулит, пегматит	16822,65	169
4	Градежни материјали	Варовник, доломит, глини, мермер, гранит, сиенит, песок, чакал, кварц, риолит, андезит	6906,38	295
5	Архитектонско-градежни материјали	Варовник, мермер, бреча, гранит, габро, риолит, базалт, травертин, бигор, шкрилци	462,98	113

## 1. УПРАВУВАЊЕ

Нормативната база за управување на рударската индустрија на Бугарија вклучува над 150 броја на закони, наредби, правилници, инструкции, методици, укази, стандарди, норми, стратегии, концепции, национални програми, европски директиви и светски критериуми.

Бугарија како членка на Европската унија стриктно ги исполнува европските директиви за развој на рударската индустрија на почетокот на XXI век, односно: Директивата

2006/21/ЕО; директивата 94/22/ЕО; директивата 2009/31/ЕО; директивата 2008/1/ЕО; Мадридската декларација од 2010 год.; патната карта на Европската комисија од 2011 год.; иницијативата за суровините до 2020 год. и др.

Трошоците за зачувување и обновување на животната средина од штетното влијание на рударската индустрија во почетокот на XXI век годишно пораснува од 2,0 милиони лева (2000 год.); 3,4 милиони лева (2005 год.); 3,5 милиони лева (2010 год.) до 4,0 милиони лева (2013 год.).

Според податоците од минералниот баланс за 2014 год. од регистрираните 113 вида корисни ископини не се разработуваат од металните руди - 4 вида – златоносни расипи, волфрамови руди, среброносни руди, железни руди; од индустриските минерални суровини - 28 вида - каменни глини, огноотпорна глина, барит, кварц за стакло, кварцити за огноотпорни тули, кварцни песоци за филтри, креда, базалт, бел бентонит за винарството, нафтени шкрилци, кварцити за металургијата, азбест, туфови, фелдспат, доломит како полнител, жичен кварц за феролегури, витрофир, козметички талк, бентонит за козметика, доломит за металургијата, мермери за хемиската индустрија; од цврстите горива – сопнено е производството на антрацит; од градежните материјали е сопнено производството на лапорец за цемент, глинени шкрилци за шистопорит, глини за градежна керамика, глини за фасадни плочки, црни шкрилци за мозаик, туфови за цемент; од архитектонско-градежните камени сопнено е производството на мермерна беча, кварц-монзонит, габро, туфови, травертин, амфиболит, бигор. За овие минерални наожалишта се бараат инвеститори и концесионери.

Човечките ресурси вработени во рударската индустрија во почетокот на XXI век - 2000 год. (40,4 илј. лица), 2005 год. (30,0 илј. лица), 2010 год. (25,7 илј. лица), 2013 год. (24,2 илј. лица) покажуваат тенденција кон намалување.

Доходите на работниците во гранката значително се зголемуваат. Годишната работна плата на работниците во рударската индустрија порасна во 2000 год. - 4500 лева; 2005 год. - 6000 лева; 2010 год. - 12500 лева; 2013 год. - 15000 лева.

Вредноста на произведеното рударско производство порасна од 1,0 милј. лева во 2000 год. на 1,5 милј. лева во 2005 год., на 2,31 милј. лева во 2010 год. и достигна 2,57 милј. лева во 2013 год. Со највисок принос кон вкупната вредност на произведената минерално-суровинска индустрија е производството на метални корисни ископини - 61 % и на јаглени - 24 %.

Бруто домашниот производ пресметан по тековни цени е 78,11 милјарди лева или 10781 лева по глава на жител, со годишен раст од 1,4 %. Участието на рударското производство според овој показател е 4 - 5 %.

## **2. СВЕТСКО РУДАРСКО ПРОИЗВОДСТВО**

Според податоците на Светскиот рударски конгрес рударското производство се набљудува повеќе од 60 години од 176 земји со развиена рударска индустрија. Минералните суровини се класирани во 8 категории: Руди на црни метали; Руди на обоени метали; Руди на благородни метали; Енергетски суровини; Индустриски минерални суровини; Декоративни камени за обработка; Градежни материјали; Скапоцени и полускапоценни камења.

Светски лидери во производството на руди за црни метали се: Бразил, Кина, Русија, Индија, Австралија. Тие обезбедуваат околу 75 % од светското производство со годишен раст од 2 - 5 %.

Светски лидери во производството на обоени метали се: Чиле, Русија, САД, Кина, Канада. Тие обезбедуваат околу 70 % од светското производство со годишен раст од околу 2 - 3 %.

Светски лидери во производството на енергетски суровини се: јаглени - Кина, САД, Индија, Австралија, Русија; природен гас - Русија, САД, Канада, Велика Британија, Иран; нафта - Саудијска Арабија, Русија, САД, Иран, Мексико. Тие обезбедуваат околу 60 % од светското производство со годишен раст од околу 2 - 3 %.

Светски лидери во производството на индустриски минерални суровини се: САД, Кина, Германија, Индија, Русија. Тие обезбедуваат околу 60 - 70 % од светското производство со годишен раст од околу 2 %.

Светски лидери во производството на градежни материјали се: САД, Германија, Кина, Русија, Индија и др. Тие обезбедуваат околу 58 % од светското производство

Светски лидери во производството на благородни метали се: за злато - ЈАР, Кина, Австралија, САД, Перу; за сребро - Перу, Мексико, Кина, Австралија, Чиле; за платина - ЈАР, Русија, Канада, Зимбабве, САД со годишен раст до 2 %.

Светското рударско производство во периодот 2000 - 2012 год. без она за градежни материјали порасна од 11,481 милј. t на 16,863 милј. t или раст од 147 % (табела 3.). Единствено Европа го намалува процентуалното учество во светското рударско производство од 2,424 милј. t во 2000 год. на 1617 милј. t во 2012 год.

Причините за одржливото намалување на европското рударско производство се: исцрпување на резервите, зголемени еколошки барања, висока конкуренција од Азија и Африка, економски неповолни услови, зголемено рециклирање на отпадоците, поефективно и масовно рециклирање на суровините, поефективен увоз на минерални суровини.

**Табела 3.** Светско рударско производство на минерални суровини по континенти во периодот 2000 -2012 г. \*

№	Континент	2000 г. милј. тони	2012 г. милј. тони	Процент. учество, %	Раст, %
1	Азија	4,422	9,847	58,4	223
2	С. Америка	2297	2421	14,4	105
3	Европа	2424	1617	9,6	-67
4	Ј Америка	982	1150	6,8	117
5	Африка	791	986	5,8	125
6	Океанија	565	842	5,0	149
	Вкупно	11481	16863	100,0	147

\* без производството на градежни материјали

Пазарното учество на минералните суровини во светските потреби се: нафта (50 %), природен гас (17,3 %), камени јаглени (9,9 %), злато (2,6 %). Тие зафаќаат 79,8 % од пазарот.

Пазарното учество на металите во светскиот пазар се: железо (55,3%), алуминиум (9,3%), злато (9,2%), никел (7,6%), бакар (7,1%). Тие зафаќаат 85,5 % од пазарот. Останатите се: цинк, калај, олово, сребро, хром и др.

Намалено е годишното рударско производство со 2-3 % за кобалт, тантал, ванадиум, антимон, кадмиум, германиум, платина, бентонит, гипс, фосфат, вермикулит, талк, графит и др.

Лидери во европското рударско производство се: за енергетски суровини - Русија, Украина, Полска, Германија, Норвешка; на метални руди - Русија, Украина, Полска, Швајцарија, Бугарија; на индустриски минерални суровини - Германија, Шпанија, Грција, Русија; на декоративни карпи - Италија, Шпанија, Грција, Португалија и др.

Најголемите држави - рударски производителки се: Кина, САД, Русија, Австралија, Индија, Саудијска Арабија, Индонезија, Канада, Бразилија, Иран, Јужна Африка, Казахстан, Германија.

### 3. РУДАРСКА ЕКОНОМИЈА НА БУГАРИЈА

Во периодот 2010 - 2013 год. националните показатели за економијата на Бугарија (табела 4) покажуваат раст во бруто добиена вредност со 110,6 % во п.е. за производната и преработувачка индустрија со 120,3 %. Бруто домашниот производ пораснал за 110,8 %. Во производната индустрија ангажираните во рударското

производство лица се одржуваат на- околу 25 илј. лица и околу 120 - 130 илј. лица го придружуваат рударското производство.

**Табела 4.** Национални показатели на рударската индустрија во периодот од 2010 – 2013 г.

№	Показател	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
1	Бруто произведена вредност, мил. лева	60646	65174	67077	67078
в т.ч.	Производно-преработувачка индустрија, мил. лева	14044	15979	16753	16897
2	Бруто домашен производ, мил. лева	70474	75308	78089	78115
3	Средна годишна плата, лева	12200	13500	14800	15000
4	Вработени по договор за работа, бр.	25743	24931	24617	24171
5	Произведена продукција, мил. лева	2311	2796	2967	2570
6	Трошоци за обновување на животната средина, мил. лева	2,5	3,5	3,8	4,0

Производство на корисни ископини во вредносно изразување годишно околу 3 милј. лева. во п.е.

- добивање на јаглен – 720 мил. лева
- добивање на руди – 1750 мил. лева
- добивање на индустриски суровини – 260 мил. лева
- добивање на градежни материјали – 240 мил. лева
- сервисни дејности – 30 мил. Лева.

**Табела 5.** Увоз и извоз на минерални суровини

Име	Извоз		Увоз	
	илј. тони	илј. лева	илј. тони	илј. лева
Метални руди, концентрати, отпад	1,100	1,800	1,170	3,484
Јаглени, кокс, брикети	140	25	2210	440
Градежни материјали	1700	814	1005	553
Индустриски суровини	372	74	500	61
<b>Вкупно</b>	<b>5935</b>	<b>3870</b>	<b>9164</b>	<b>3692</b>

Рударската индустрија на Бугарија изнесува околу 6 мил. t суровини за близу 4 милј. лева и увоз од 9,1 мил. t суровини за 3,7 милј. лева. Билансот е позитивен. (табела 5.)

**Табела 6.** Распределба на рударското производство по видови суровини

№	Рударско производство	Процентно учество, %
1	Метални суровини	38,2
2	Цврсти горива	36,3
3	Индустриски суровини	10,1
4	Градежни материјали	14,7
5	Течни горива, нафта, гас	0,4
6	Архитектонско-градежни материјали	0,3
	Вкупно	100,0

#### 4. МИНЕРАЛНА ПОЛИТИКА

По иницијатива на Бугарската рударско-геолошка комора во 2014 год. заврши процедурата за создавањето на научен проект на стандард за одржлив развој на минерално-суровинската индустрија на Бугарија. Прифатени се 10 аспекти на одржлив развој на рударската индустрија, односно: Растеж и ефективност; Квалитет и иновации;

Безбедност и здравје при работа; Грижа за вработените; Партнерство и развој на локалните заедници; Транспарентност и отчетност; Управување на животната средина; Емисии и отпад; Зачувување на биолошката разновидност; Енергија и зачувување на климата. Стандардот за одржлив развој на минерално-суровинската индустрија е уникатен за Бугарија. Се очекува рударските претпријатиа да ја сертифицираат својата дејност.

Производството на руди и јаглени (табл. 6) зафаќаат околу 75 % од рударското производство. Околу 95 % од корисните ископини се добиват со површински методи. Подземно се добиваат: златно-бакарни пиритни руди, оловно-цинковни - сребрени руди, гипс, манган, јаглени, камена сол, огноотпорни глини.

Во Националниот гефонд на минералниот биланс на Република Бугарија се регистрирани околу 600 минерални наоѓалишта, 206 броја на метални корисни ископини; 115 броја на индустриски минерални суровини; 151 броја на градежни материјали; 51 броја на декоративни карпи; 69 броја на цврсти горива, 3 броја на нафта и природен гас.

Бугарија го завзема 48-то место во светот според ресурсите на злато. Во трезорите на БНБ се чуваат околу 40 тони злато. Според сегашните цени тоа е еднакво на 2,4 милј. лева. Од 01.01.2014 год. Бугарија располага со 28,07 мил. t резерви и обезбеденост на рударското производство за 10 години со содржина на злато - 3,5 g/t, на бакар - 1,4 % и сребро - 8,5 g/t.

Во исполнувањето на нормативите за управување и минералната политика се издадени над 200 бр. решенија за истражување и проучување на корисни ископини за рок до 5 години. За архитектонско-градежни материјали - 61 бр.; за градежни материјали - 52 бр.; за индустриски минерални суровини - 37 бр.; за метални корисни ископини - 24 бр.; за нафта и природен гас - 12 бр.; за цврсти горива - 6 бр.

Рударската индустрија на Бугарија се опслужува од над 500 концесии за рок од 30 години т.е. 298 бр. за градежни материјали; 71 бр. за индустриски материјали; 57 бр. за декоративни карпи; 21 бр. за метални руди; 20 бр. за цврсти горива; 15 бр. за нафта и природен гас; 1 бр. за рударски отпад.

**Табела 7.** Трауматизам во рударската гранка во периодот 2000 – 2013 г.

№	Индустрија	Трудови несреќи, бр./год.	Смртни несреќи, бр./год.
1	Производство на јаглен	50±5	0÷6
2	Производство на руди	45±5	0÷4
3	Индустриски суровини	25±3	0÷1
4	Градежни материјали	30±4	0÷1
5	Нафта и гас и студии	10±2	0÷0,3
	Вкупно	160±19	0÷3

Социјалните грижи за безбедност на трудот при рударските дејности се одржуваат со континуирани технички и технолошки решенија на проектите (табл. 7.).

Во месец август 2014 год. на Седумте Рилски езера три дена се празнува космичката нова година од следбениците на Петар Данов. Илјади дановисти од целиот свет дојдоа во Бугарија, за да ги наполнат биоенергетските батерии. Со помош на ритуални движења и музичка придружба се исполнуваат ритми од облечени во бело луѓе.

Генијалниот Алберт Анштајн ги изговорил паметните зборови: „Целиот свет се поклонува пред мене, а јас се поклонувам пред учителот Петар Данов од Бугарија”.

Според Петар Данов Земјата е жива, континентите се движат. Корисните минерални суровини се мазиво меѓу континенталните плочи и платформи. Нивното несистематско разработување ќе доведе до страшни земјотреси и нема да има враќање назад. Жално е научниците и специјалистите при разработување на стратегијата за одржлив развој на светската рударска индустрија да ги прифаќаат поуците на „Белото братство”.



Прифатен е кодексот за одржлив развој на минерално-суровинската индустрија од рударската заедница, односно:

1. Зголемување на ефективността на добивање и преработка на минерални суровини.
2. Инвестирање во најдобрите достапни техники и иновативни продукти.
3. Обезбедување на здравјето и безопасни услови на трудот при рударските работи.
4. Зголемување на професионализмот и стандардот на живеење на рударите.
5. Инвестирање и развој на локалните заедници.
6. Обезбедување на максимална транспарентност и отчетност на сите дејствија.
7. Управување на сите аспекти за влијанието на животната средина.
8. Минимизирање на сите рударски отпади од добивањето и преработката.
9. Постигнување на биолошка разновидност поради рударските работи во животната средина.
10. Зголемување на енергетската ефикасност на рударско-експлоатационите и работите на преработка на минералните суровини.

Рударско-геолошкото високо образование во Бугарија има почеток од 1950 г. Сега во Рударско-геолошкиот универзитет „Св. Иван Рилски“ годишно се образуваат над 2300 студенти во три форми на образование – бакалар, магистер и доктор од Бугарија и Балканскиот регион. Со високо образование се подготвени над 14 илј. специјалисти од Бугарија и 400 граѓани на земји од целиот свет. Образовниот модел за обучување на специјалисти со висока техничка квалификација е четиристепен: специјалист, бакалар, магистер и доктор.

Научните испитувања, научните проекти за информациско опслужување на минерално-суровинската индустрија се реализираат во два вида институции – универзитетот со високо квалификувани специјалисти во сите области на рударската наука за фундаментални, применети истражувања и проекти и специјализирани струкови институти, лаборатории, бази, бироа, оддели, екипи, единици, бригади и др. Учество во меѓународни програми и проекти за менаџмент и маркетинг на рударското производство, управување со инвестициите, создавање на национална рударска наука.

## **5. ЗАКЛУЧОК**

Рударската индустрија на Бугарија се развива одржливо во услови на пазарна економија. Достигнувањата: производство од околу 80 – 95 мил. t годишно, ангажирани околу 25 – 30 илј. лица и уште околу 120 – 130 илј. луѓе, кои ја опслужуваат рударско-геолошката индустрија. Обезбедување од околу 4 % од бруто домашниот прозвод; Годишен износ на 6 мил. t минерални суровини за околу 4 милј. лева; Постигнување на 800 t од km<sup>2</sup> територија и на 12 t/човек од населението не одредува како рударска земја.

## **ЛИТЕРАТУРА**

Министерство за енергетика, економија и туризам, Министерство за животната средина и водите, Министерство за труд и социјална политика, Рударско-геолошки универзитет, Бугарската рударско-геолошка комора, Научно-техничкиот сојуз по рударско дело, геологија и металургија, „Минстрој холдинг“, „Геотехмин“, „Евротест-контрол“.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕТО НА СИЛИЦИСКИТЕ СУРОВИНИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

### BASIC PROBLEMS IN EXPLORATION OF SILICA DEPOSITS IN REPUBLIC OF MACEDONIA

*Крсто Блажев<sup>1</sup>, Марјан Делипетрев<sup>1</sup>, Тодор Делипетров<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Во овој труд се опишани постапките и методологијата при истражувањата на силициските минерални суровини. Во понатамошниот текст се презентирани постапката за прогнозирање, постапката за проспекција, постапката за истражување и експлоатационите истражувања. Во рамките на овие постапки се разработени и посебни етапи во поглед на истражувањето и дефинирањето на рудните резерви. Исто така се дадени и специфичностите на наоѓалиштата на силициските суровини на територијата на Република Македонија.

**Abstract:** In this paper are presented procedures and methodology of investigations at silica mineral deposits. Hereinafter at the paper are presented also the procedure for forecasting, the procedure for prospection, the procedure for investigation and the exploitation investigations. Within those procedures are develop a specific stages in terms of investigations and defining the ore deposits.

Also is given the specifications of mineral silica deposits on the territory of Republic of Macedonia.

## ВОВЕД

Кварцните суровини кварц, кварцит и кварцни песочници се третираат како посебна група на силициски суровини пред се поради својата специфичност, област и примена на поедини членови на овие суровини доста се разликуваат по условите на образувањето и типовите на лежишта во кои се појавуваат.

При изработка на овој труд се користени резултатите од досегашните истражувања и проучувања на овие неметални минерални суровини кои се извршени во изминатите години.

## 1. ПОСТАПКА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Методологијата на истражувањето на наоѓалиштата на силициските суровини, генерално не се разликуват од општите методологија на истражување на цврстите минерални суровини, Затоа и за овие суровини можат да се издвојат следните етапи и стадиуми на геолошко-истражните постапки.

- Прогнозирање
- Проспекција
- Истражување
- Експлоатациони истражувања

### 1.1. Прогнозирање

Прва етапа во која се врши издвојување на перспективните површини, во поглед на можно пронаоѓање на економски концентрации на силициските суровини на база на формационо минерагенетска анализа. Етапата на прогнозирање во зависност од размерот на картите може да се подели на неколку стадиума и тоа на карти во размер 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000 и 1:25 000. На основа на резултатите од прогнозното проучување се одбираат терени за изведување на проспекциски и истражни работи и се оценуваат прогнозни резерви од Д-категија.

Просторниот распоред на наоѓалиштата и појавите на силициските суровини на територијата на нашата земја, се одликува со низа законитости кои се во голема мерка веќе познати. Овие законитости треба да послужат како основа за издвојување на рудоносни и рудни формации на силициските суровини, нивната формационо-минерагенетска анализа изработка на прогнозната карта.

Прогнозните карти ги одредуваат структурно-менерагенетските зони рудните реон и полиња во Република Македонија, кои би претставувале најсигурна научна основа за насочување на понатамошните проспекциско-истражни работи.

### 1.2. Проспекција

Проспекцијата претставува втора етапа и се врши со цел пронаоѓање, регистрирање и селектирање на рудните појави на силициските суровини кои заслужуваат организирање и изведување на истражните работи. Изборот на терените за изведување на проспекциските работи зависи од резултатите од прогнозната етапа.

Проспекцијата обично опфаќа два стадиума и тоа:

- Стадиум на рекогносцирачка проспекција, со која се врши откривање и регистрирање на рудните појави или таканаречена проспекциска ознака на индикаторите на силициските суровини
- Стадиум на детална проспекција (проспекциско-истражен стадиум) во кој се врши подетални изучувања и оценувања на откриените рудни појави, односно пронаоѓање на наоѓалишта на силициски суровини, кои заслужуваат изведување на претходни истражувања на база на резерви од Ц<sub>2</sub>-категија.

Во наши услови, основната геолошка карта, ако не е истовремено пратена и со проспекција, дава релативно ограничени информации во однос на стадиумот на рекогносцирачка проспекција. Спрема тоа, во случаевите при недоволна геолошка изученост на поедини наши терени, најдобро е да се изврши рекогносцирачка проспекција. Од друга страна стадиумот на детална проспекција на веќе познатите појави на силициски суровини мора да биде интезивиран, посебно во поглед на познавањето на квалитативно-технолошките особености на силициските суровини. Деталнаа проспекција треба да овозможи донесување на оценка за суровините во поглед на нејзиниот квалитет и примена во индустриите електрометалургијата, оптиката, пиезоелектриката и други потрошувачи.

### 1.3. Истражување

Третата етапа има за цел откривање на економски интересни наоѓалишта на силициски суровини и добивање на податоци неопходни за проектирање и вршење на експлоатација. Етапата на истражување опфаќа три стадиуми:

- a) Претходни истражувања кои се вршат на објектите кои се позитивно оценети во фазата на деталната проспекција. Овие истражни работи овозможуваат претежно добивање на резерви од Ц<sub>1</sub>-категија. Основните резултати на претходните истражувања претставуваат приближна, но сосема доволна и сигурна оценка на истражуваното наоѓалиште која ја одредува неговата идна перспектива во поглед на истражување и експлоатација.
- b) Детални истражувања се вршат на наоѓалиштата кои се позитивно оценети врз основа на резултатите од претходните истражувања, како и на делови од наоѓалиштата кои веќе се наоѓат во експлоатација. Овие истражни работи овозможуваат добивање на резерви претежно од А и Б –категија. Со деталните се прцизираат елементите на општи оценки на наоѓалиштата добиени во стадиумот на претходните истражувања, а потоа со голем степен на веројатност се одредуваат резерви од А, Б и Ц -категија
- c) Експлоатациони истражувања, започнуваат од моментот на организирано откопувања на силициските суровини и продолжуваат во текот на целиот период на експлоатација. Во овој стадиум на истражување се врши прецизирања на сите порано откриени економски резерви по поедините експлоатациони блокови како резултат на изучување на деталната градба на наоѓалиштата и квалитетот на минералната суровина. Основна задача на експлоатационите истражувања претставува максимално можно прецизирање на податоците добиени во раните стадиуми на истражување. Стадиумот на претходните истражувања на македонските наоѓалишта треба да се темели на основните квалитативни и квантитативни податоци за суровините добиени во текот на проспекциските работи односно на геолошко-економската оценка извршена на крајот на проспекциската етапа. Расположливите податоци за структурите на поедините категории на резерви кај нашите домашни наоѓалишта на силициски суровини јасно ни укажуваат да најголем број од нив се истражени само во две категории (Ц<sub>1</sub> и Ц<sub>2</sub>-категија). Деталните истражувања треба да се изведуваат само на оние наоѓалишта кои со висок степен на веројатност би биле експлоатирани во блиска иднина, а тоа значи да стадиумот на претходните истражувања на тие објекти обезбедил минимални резерви и квалитет на суровината кои одговараат на условите за одредено подрачје на примена. Стадиумот на деталните истражувања за жал се среќава на многу мал број на наоѓалишта силициски суровини, кои се експлоатирани или се и денес во експлоатација. Евидентна е праксата на непридражување на постојните прописи на класификација и категоризација на резервите на минерални суровини. Односно на праксата на експлоатација на недоволно истражени наоѓалишта на силициски суровини (само на база на пониски категории на резерви Ц<sub>1</sub> и Ц<sub>2</sub>). Експлоатационите истражувања чија што основна цел е обезбедување на изедначен квалитет на суровините кои се експлоатирани кај нашите активни лежишта на силициски суровини, недоволно се користат.

Претходно разработените етапи и стадиуми на геолошко изучување на наоѓалишта на силициски суровини се вршат во општ случај постапно по дадениот редослед. Во поедини случаи во зависност од условите, а пред сè од размерот и квалитетот на суровината поедините стадиуми може да отпаднат од шемата на постапките на геолошко-истражните работи. Меѓутоа неможе да се дозволи експлоатација на наоѓалиштето без поедините клучни стадиуми за даден тип на оруднување и наоѓалиште.

## 2. ЗАКЛУЧОК

Кварцот, калцитот и кварцниот песок поради својата специфичност ги вбројуваме во посебна група која се нарекува силициски суровини.

Методологијата на истражување на овие суровини не се разликува од општите методологии за истражување на цврсти минерални суровини, што значи се спроведуваат по следните геолошко истражни етапи: Прогнозирање, Проспекција, Истражување, Експлоатациони истражувања.

Прогнозните карти ги одредуваат структурно-менерагенетските зони, рудните реони и полиња во Република Македонија, кои би претставувале најсигурна научна основа за насочување на понатамошните проспекциско-истражни работи.

Стадиумот на претходните истражувања на македонските наоѓалишта треба да се темели на основните квалитативни и квантитативни податоци за суровините добиени во текот на проспекциските работи односно на геолошко-економската оценка извршена на крајот на проспекциската етапа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стојановиќ, М., 2005. Наоѓалишта на неметални минерални суровини во Македонија. Монографски издание, Скопје 2005,
2. Блажев, К., Делипетрев, М., Општа геологија (второ издание) 2014
3. Блажев, К., 1991 Минерагенија на силициските суровини на Македонија и нивно економско занчење. Докторска дисертација, Рударско-геолошки факултет-Штип, Универзитет "Св. Кирил и Методиј"-скопје
4. Serafimovski, T. and Rakic, S., 1999: the secondary quartzites hosting gold mineralization in the crni vrh-Plavica volcanic area. *Geologica Macedonica* volume 12.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## СТРИМ СЕДИМЕНТИТЕ КАКО МЕТОДА ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕТО НА ЗЛАТОТО ВО РУДНАТА ПОЈАВА БОРОВИК

### STREAM SEDIMENTS AS A METHOD FOR THE RESEARCH OF GOLD OCCURRENCE IN ORE OCCURRENCE BOROVIK

*Виолета Стефанова<sup>1</sup>, Војо Мирчовски<sup>1</sup>, Виолета Стојанова<sup>1</sup>,  
Гоше Петров<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Во овој труд се прикажани најновите податоци од испитувањето на стрим седиментите во рудната појава Боровик. Оваа појава се наоѓа во Кратовско-злетовската вулканска област и го зафаќа нејзиниот СЗ дел. Беше одредуван хемискиот состав на 49 елементи кои потоа беа искористени за статистичка анализа со што се утврдија минималните, максималните, средните вредности како и стандардната девијација на испитуваните елементи. Хемиските анализи покажаа присуство на злато со содржини кои се движат од 0.1 до 0.24 ppm.

**Клучни зборови:** стрим седименти, статистичка анализа, злато, БЛЕГ метода

**Abstract:** In this paper are presented the latest data from the investigation of stream sediments in Borovik ore occurrence. This occurrence is located in Kratovo-Zletovski volcanic area and occupies its NW part. It was assessed for chemical composition of 49 elements which were then used for statistical analysis which determined the minimum, maximum, median and standard deviation of the tested elements. Chemical analysis showed the presence of gold content ranging from 0.1 to 0.24 ppm.

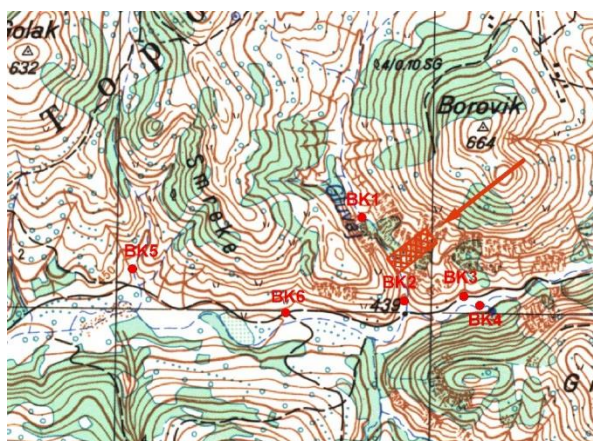
**Key words:** strim sediments, statistical analyses, gold, BLEG method

#### ВОВЕД

Боровик кој е една од многуте вулкански манифестации во Кратовско-злетовската област. На овој простор има изразити површински манифестации пред се површински алтерации кои се доста маркантни. Поточно Боровик зафаќа дел од Туралевската калдера во која се присутни повеќе вулкански кратери. Од посебен интерес овде се минерализациите на бакар и злато, што се потврдува и со испитувањата на стрим седиментите, (Стефанова, 2005).

За таа цел на овој локалитет беше земен материјал за стрим седименти од потоците кои го дренираат ова подрачје (Слика 1).





**Слика 1.** Топографска карта со нанесени места од стрим седименти во рудната појава Боровиќ

Се земаа 6 проби, колку што дозволувааше можноста за земање на проби односно достапниот материјал со цел да се испита постоењето на злато во овој локалитет. Теоретските но и практичните испитувања покажуваат дека обогатувањето на елементите со зголемена специфична тежина е во пескливата фракција во бедротот на стрим седиментите. Затоа се зема пофината фракција подобро ќе ја репрезентира геохемијата на дренираното подрачје. Освен тоа на овој начин се неутрализира така наречениот ефект на грутки за време на опробувањето, (Fletcher, 1997, Lett, 2007). Анализата на стрим седименти одамна се користи низ целиот свет секаде каде има добро воспоставена поточна дренажа мрежа. Ова е неверојатно значаен метод на истражување кој може да биде многу успешен, дури и кога има лоши резултати, (Fletcher, 1997).



**Слика 2.** Фотографски снимки со број на проба и нанесени местата од каде се земани дел од стрим седиментите од рудната појава Боровиќ



## 1. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

За потврдување на присуството на златото и бакарот како елементи од примарен интерес земените стрим седиментите се испитуваа со две методи. Со првата метода (ICP-MS) се испитуваа вкупно 49 елементи. Со другата метода (BLEG-метода) се испитуваа само три елементи: злато, сребро и бакар. Добиените резултати од првата метода како и резултатите од BLEG методата се дадени во Табела 1. Добиените вредности беа основа за да се продолжи со понатамошни анализирања на добиените резултати.

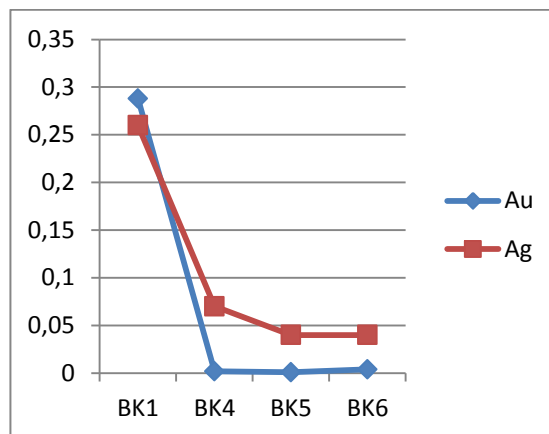
**Табела 1.** Хемиски состав на стрим седиментите од рудната појава Боровиќ

елементи	единици	Праг на детекција	БК1	БК2	БК3	БК4	БК5	БК6
Au	ppm	0.001	0.288	0.372	0.661	0.002	0.001	0.004
Au	ppm	BLEG 0.05	0.17	0.25	0.231	0.0006	0.00031	0.0012
Ag	ppm	0.01	0.26	0.16	0.18	0.07	0.04	0.04
Ag	ppm	BLEG 0.01	0.05	0.04	0.09	0.05	0.01	0.03
Cu	ppm	0.2	90.3	36.4	154	14.8	24.1	12.4
Cu	ppm	BLEG 0.01	7.62	1.43	7.61	<0.01	0.12	<0.01
As	ppm	0.2	21.7	13.4	9.8	9.7	5.8	13.2
Ba	ppm	10	740	720	700	750	840	710
Be	ppm	0.05	1.93	1.73	1.7	2.24	2.07	2.24
Bi	ppm	0.01	2.85	2.43	0.65	0.5	0.3	0.29
Ca	%	0.01	0.79	0.23	1.12	4.26	5.82	5.01
Cd	ppm	0.02	0.35	0.27	1.23	0.4	0.18	0.35
Ce	ppm	0.01	67.3	64.6	54.1	52.1	52.1	46.5
Co	ppm	0.1	4.5	2.3	10.4	12.1	15.5	12.6
Cr	ppm	1	10	10	12	14	9	9
Cs	ppm	0.05	7.68	9.48	11.6	8.25	8.99	17.8
Al	%	0.01	8.87	8.92	8.48	7.49	7.75	7.4
Fe	%	0.01	4.78	4.15	6.26	4.23	5.1	3.46
Ga	ppm	0.05	19.8	20.3	18.25	16.7	17.05	15.55
Ge	ppm	0.05	0.13	0.18	0.2	0.12	0.14	0.14
Hf	ppm	0.1	1.1	0.8	0.4	2.2	3.8	2
In	ppm	0.005	0.453	0.213	0.125	0.056	0.059	0.05
K	%	0.01	1.97	1.95	1.85	2.43	1.89	2.88
La	ppm	0.5	31.5	29.3	23.6	22.3	23.6	20.5
Li	ppm	0.2	11.4	13.6	12.4	16.6	6.8	18
Mg	%	0.01	0.61	0.55	0.86	0.79	1.18	0.9
Mn	ppm	5	402	161	1095	1310	1575	1225
Mo	ppm	0.05	9.25	29.6	20.1	1.01	1.94	1.17
Na	%	0.01	0.95	0.52	1.01	1.09	0.93	0.96
Nb	ppm	0.1	7.5	7.1	8.1	9.5	9.3	8.8
Ni	ppm	0.2	2.9	2.2	4.3	4.3	3.5	3.5
P	ppm	10	1100	1110	1370	1640	1350	720
Pb	ppm	0.5	157.5	207	137.5	76.2	33.5	57.7
Rb	ppm	0.1	99.6	97.4	83.3	94	81.8	131.5
Re	ppm	0.002	0.012	0.082	0.019	<0.002	<0.002	0.002
S	%	0.01	0.79	0.8	0.66	0.23	0.02	0.09
Sb	ppm	0.05	1.43	1.66	0.96	1.86	0.54	1.47
Se	ppm	1	2	3	3	2	1	2
Sn	ppm	0.2	7.8	9.7	7.4	2.5	2.3	2.3
Sr	ppm	0.2	363	398	289	473	893	490

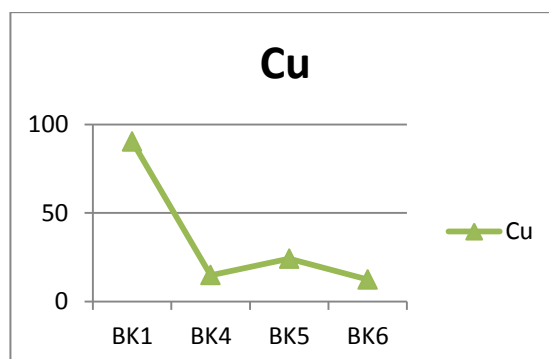
<b>Ta</b>	ppm	0.05	0.66	0.61	0.65	0.91	0.87	0.82
<b>Te</b>	ppm	0.05	0.38	0.15	0.14	0.12	0.05	0.06
<b>Th</b>	ppm	0.2	15.1	13.3	9.4	10.7	14.1	10.4
<b>Ti</b>	%	0.005	0.339	0.357	0.462	0.368	0.398	0.35
<b>Tl</b>	ppm	0.02	1.32	3	1.84	0.93	0.9	1.11
<b>U</b>	ppm	0.1	3.6	2.7	1.7	3.4	1.5	3
<b>V</b>	ppm	1	159	142	173	127	163	105
<b>W</b>	ppm	0.1	2.4	3.7	4.3	1.5	2.4	1.4
<b>Y</b>	ppm	0.1	12.8	13.7	19.2	20.1	22.6	18.1
<b>Zn</b>	ppm	2	136	118	289	118	90	108
<b>Zr</b>	ppm	0.5	30.1	25.7	12.1	58.8	98.6	52.9
<b>Hg</b>	ppm	0.005	0.066	0.135	0.089	0.034	<0.005	0.017

Како што може да се види од Табела 1 содржината на златото се движи од 0.001 до 0.66 ppm или просечна содржина 0.22 ppm. Со BLEG методата се добија содржини од 0.0003 до 0.25 ppm или средна содржина од 0.109 ppm (Табела 1).

Врз основа на добиените резултати направени се дијаграми од кои се гледа содржината на позначајните елементи од испитуваните 47 елементи.



**Слика 3.** Дијаграм на распределбата на концентрацијата на златото и среброто низводно по потоците во појавата Боровиќ (Стефанова и др. 2012)



**Слика 4.** Дијаграм на распределбата на концентрацијата на бакарот низводно по потоците во појавата Боровиќ (Стефанова и др. 2012)

Hawkes (1976) направил модел кој е во корелација со изворот на аномалија, содржината на металот на аномалниот примерок и големина на сливното подрачје. Според овој модел содржината на елементите опаѓа по течението на потоците оддалечувајќи се од примарниот извор што може да се види од приложените дијаграми.

Овие испитувања како и останатите кои се вршени на овој простор даваат резултати кои го предизвикуваат вниманието на истражувачите од аспект на злато и бакарна минерализација. Иако овој простор досега е истражуван од домашни и странски компании сеуште нема презентирани подетални информации кои ќе го кажат последниот збор за тоа дали може да стане збор за наоѓалиште кое ќе биде интересно за експлоатација или не.

## 2. ЗАКЛУЧОК

Методата на стрим седименти дава резултати кои може да послужат како основа за планирање на понатамошни подетални истражни работи. Добиените резултати одат во тој прилог.

-Содржините на злато во испитуваните примероци се ниски но соодветствуваат на дадената метода и се движат од 0.001 до 0.37 ppm

-Содржините со BLEG методата се движат од 0.001 до 0.25 ppm

-Содржините на бакар се движат од 12 до 154 ppm

## ЛИТЕРАТУРА

1. Fletcher, W.K. (1997): Stream sediment geochemistry in today's exploration world. In Proceedings of Exploration 97: Forth Decennial International Conference on Mineral exploration editor A.G.Gubbins, pages 249-260.
2. Hawkes, H.E., 1976, The downstream dilution of stream sediment anomalies: J. Geochem. Explor., 6, 345-358.
3. Lett, R., 2007: Drainage Geochemical Surveys - Stream Sediments, Lake Sediment, Moss Mats, Heavy Minerals. GeoFile 2007-6: Workshop Notes, 23 International Applied Geochemistry Symposium, Exploration Geochemistry - Basic Principles and Concepts, Workshop 2, 33-34
4. Стефанова, В., 2005: Елувијално-делувијални појави на злато поврзани за терени со терциерен магматизам во Р. Македонија, Док. дисертација РГФ-Штип, 198 стр.
5. Стефанова, В., Мирчовски, В., Неделков, Р., Стојанова В., 2012: Геохемија на стрим седиментите и нивна примена во проспекцијата на наоѓалишта во Р. Македонија. Посебно издание на Geologica Macedonica No 3.. pp. 325-331.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ФЛУОРИТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО СИВЕЦ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

### MINERALOGICAL CHARACTERISTIC OF FLUORITE FROM SIVEC, REPUBLIC OF MACEDONIA

*Тена Шијакова-Иванова<sup>1</sup>, Војо Мирчовски<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Во овој труд се прикажани резултатите од испитувањата на флуоритот кој се јавува во доломитските мермери на рудникот Сивец. Испитувањата се вршени со методата СЕМ/ЕДС (сканинг електронска микроскопија/ енергетски дисперзивна спектроскопија). Оваа метода е недеструктивна и истовремено ги дава хемискиот состав и морфологијата на минералот. Од добиените резултати може да се заклучи дека по боја е безбоен, светло виолетов или темно виолетов. Сјајноста е стаклеста. Кристализира во тесерална система, класа  $m\bar{3}m$  ( $4/m\bar{3}2/m$ ). Се јавува во хексаедарски и октаедарски кристални форми. Рабовите на кристалите се обично отапани. Големината на кристалите изнесува околу 2 cm. Цепливост има совршена по  $\{111\}$ . Флуоритот се смета за еден од најубавите и најинтересни минерали од страна на колекционерите. Неговата употреба во јувелирството е ограничена поради неговата тврдина. При обработката на флуоритот треба многу да се внимава бидејќи е доста нежен и има тенденција на лесно кршење.

**Клучни зборови:** минерал, флуорит, сканинг електронска микроскопија.

**Abstract:** Mineralogy of fluorite from Sivec is presented in this paper including physical properties and chemical composition. Several samples of fluorite were analysed by scanning electron microscope (SEM). SEM is especially useful because is non-destructive method and it gives elemental, mineralogical and morphological data at the same time. From the results it can be concluded that the fluorite is colorless, light purple or dark purple. Fluorite has an attractive vitreous luster. Crystal System is cubic, class  $m\bar{3}m$  ( $4/m\bar{3}2/m$ ). Appears in cubes  $\{001\}$  or octahedrons  $\{111\}$ . The size of the crystals is about 2 cm. Fluorite is considered one of the most beautiful and interesting minerals by collectors. Fluorite has a tendency to chip, and owing to its softness, gemstones must be cut very carefully.

**Key words:** : mineral, fluorite, scanning electron microscope.

## ВОВЕД

НАОЃАЛИШТЕТО СИВЕЦ припаѓа на серијата на мермери која претставува најгорен дел на метаморфниот комплекс на Пелагонискиот масив. Подрачјето на кое се простира

наоѓалиштето Сивец се наоѓа југозападно од планината Бабуна со правец на протегање СЗ-ЈИ во должина од 3 km и ширина 2km. Од градот Прилеп е одалечен 10 km. Според минералошкиот, структурниот и текстурниот состав мермерната маса во Сивец е изградена од:

*Бели доломитски мермери* – Тие се бели, fino зрнести, хомогени, масивни и компактни. Доломитот се јавува во зрна со големина до 0.3mm, а поретко и до 0.5 mm. Во шуплините и пукнатините се среќаваат и добро оформени ромбоедарски кристали на доломит во вид на кристални друзи.

*Доломитски мермери со ленти и гнезда од калцит*- Овие доломити се сиво бели или бели со ситно зрнеста структура и со ретки гнезда и ленти од калцит. Тие претставуваат постепен преод кон лентовидните сиво бели доломитско-калцитски мермери каде термалното влијание на гранитоидите е сеуште големо.

*Лентовидни калцитски мермери* – тие се сиво бели, средно до ситно зрнести и во облик на леќи и гнезда. Термалното влијание на гранитоидите овде е намалено и минералошкиот состав е поврзан со примарниот седиментен состав и високиот степен на регионалниот метаморфизам кој влијаел на сите прекамбриски пелитски, пелитско –псамитски и карбонатни седименти.

Влијанието на гранитоидите врз мермерите се гледа и во појавата на кристали од корунд и дијаспор, а во пукнатините се јавуваат флуорит, парагонит и цоисит.

## 1. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

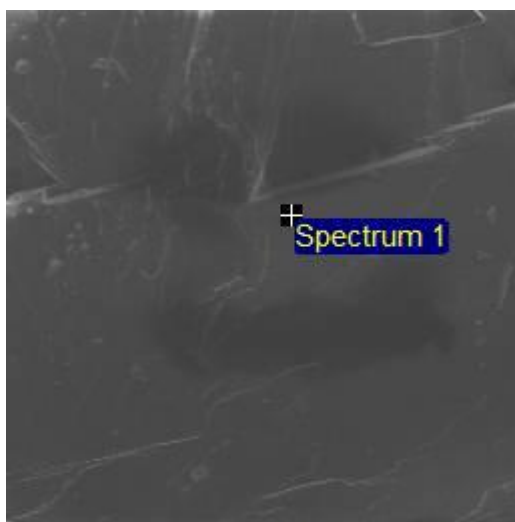
Флуоритот по хемиски состав е CaF. Името му потекнува од латинскиот збор fluere, што значи тече, бидејќи многу одамна се користел како флукс, средство за намалување на точката на топење [1]. Според Mitchell флуоритот името го добил поради содржината на флуор [2].

Флуоритот се среќава по шуплините и пукнатините во доломитскиот мермер на Сивец. Големината на кристалите изнесува околу 2 cm. По боја е безбоен, светло виолетов или темно виолетов (сл. 1) Наместа во доломитскиот мермер се наоѓаат и ситни кристали на флуорит кои се темно виолетови. Огребот е бел. Кристализира тесерално класа  $m\bar{3}m$  ( $4/m\bar{3}2/m$ ). Димензиите на елементарната ќелија се:  $a = 5.4626\text{\AA}$ ,  $V = 163.00\text{\AA}^3$ ,  $Z = 4$ . Кристалната решетка на флуорит е типично јонска решетка во која секој јон на калциумот е опкружен со 8 јона на флуор и четири јона на калциум. Се јавува во хексаедарски и октаедарски кристални форми. Рабовите на кристалите се обично отапени. Според Palache рабовите на хексаедарските кристали можат да бидат модифицирани со други кристални форми [3]. Сјајноста му е стакласта. Цепливост има совршена по  $\{111\}$ . Тој е член на Мосовата скала и има тврдина 4. Густината му изнесува  $3,18\text{ g/cm}^3$ . Оптички е изотропен минерал. Индексот на прекршување е  $n = 1.433 - 1.448$ . Главни рефлексии: 3.16(90), 1.932(100), 1.647(30), 1.366(10), 1.253(10), 1.115(20), 1.051(10), 0.684(10).

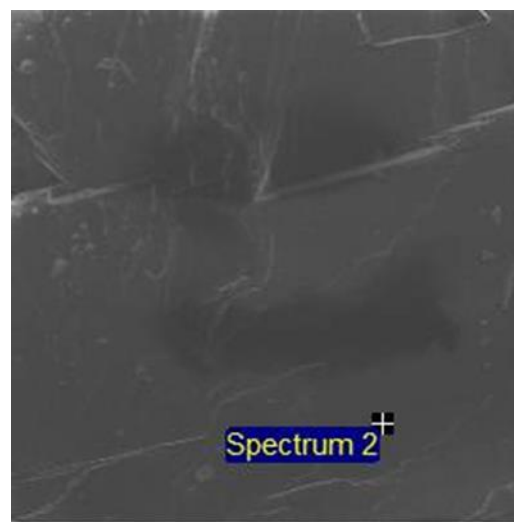


**Слика 1.** Флуорит од Сивец

Според Hans-Rudolf Wenk бојата на флуоритот е предизвикана од структурните дефекти како што се ваканциите и интерстициските атоми кои создаваат центри на боја [4]. Кај флуоритот некој атом на флуор може да недостасува бидејќи е исфрлен од високо енергетската радијација или поради вишокот на  $\text{Ca}^{2+}$  за време на растењето на минералот. Во тој случај  $\text{F}^+$  е заменет со електрон кој ја одржува рамнотежата. Овој електрон е контролиран од соседните јони и може да егзистира во различни енергетски нивоа. Движењето на електроните меѓу енергетските нивоа може да предизвика апсорпција на бојата, а исто така и флуоресценција.



200µm Electron Image 1  
**Слика 2.** SEM слика на флуорит



200µm Electron Image 1  
**Слика 3.** SEM слика на флуорит

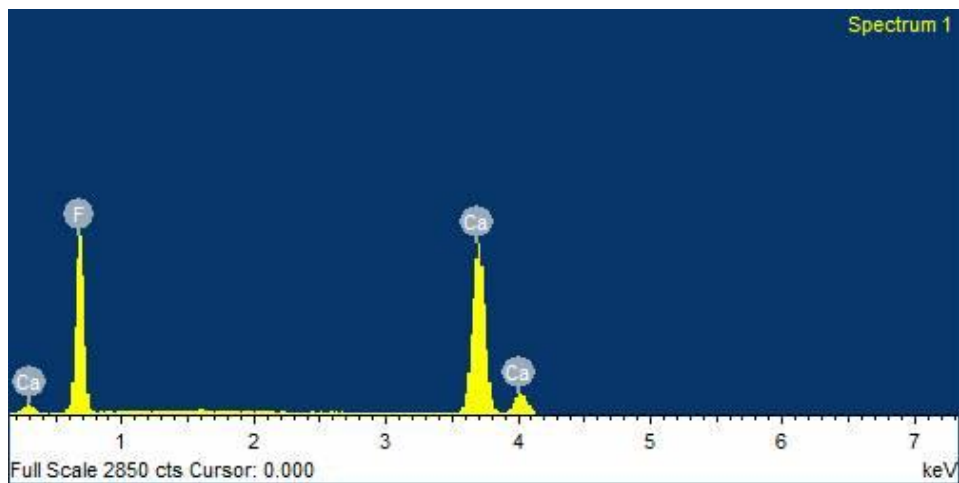
Хемискиот состав на флуоритот од Сивец е прикажан во табела 1. Од табелата може да се види дека содржината на F изнесува од 71.10 - до 3-98%, а на Ca од 26.02 до 15.89%. Освен овие елементи е утврдено и мало присуство на Si, Na, Cr, Ni, Nb. Местата на кои се вршени мерења се прикажани на сл.2 и сл.3. Според Klein, дел од калциумот може да биде заменет со Y и Cs [5]. Robbins смета дека итриумот и другите редки елементи се смета дека се активатори кои ја предизвикуваат флуоресценцијата кај флуоритот [6]. Според истиот автор бојата кај флуоритот се губи ако тој се загрее.



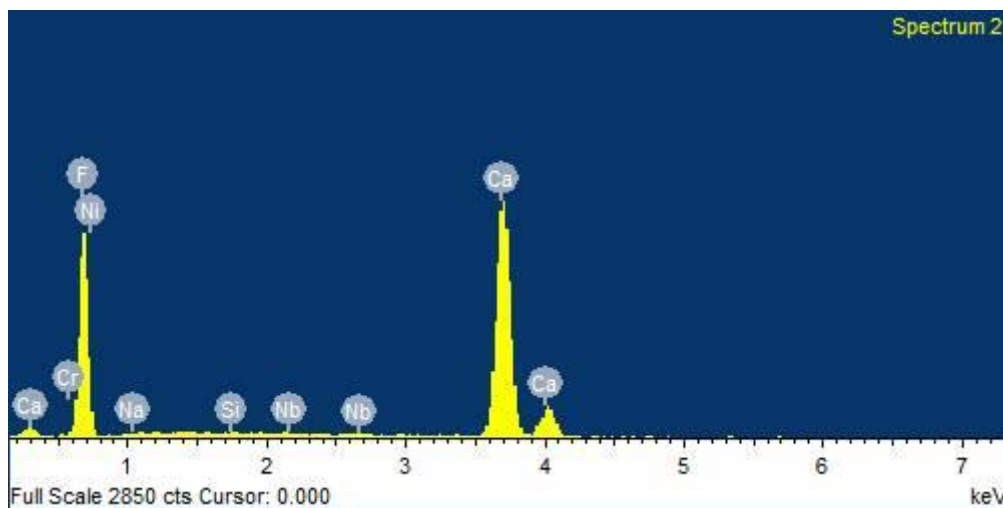
**Табела 1.** Хемиски состав на флуорит од Сивец

Елемент	Тежински%	Атомски%	Тежински%	Атомски%
F	73.98	85.71	71.10	83.88
Ca	26.02	14.29	28.42	15.89
Na			0.06	0.06
Si			0.06	0.05
Cr			0.07	0.03
Ni			0.11	0.04
Nb			0.18	0.04
Вкупно	100.00		100.00	

На слика 4 и 5 се прикажани ЕДХ спектрите на флуорит.



**Слика 4.** ЕДХ спектар на флуорит



**Слика 5.** ЕДХ спектар на флуорит

Флуоритот е главен индустриски минерал кој наоѓа примена во многу хемиски, металуршки и керамички процеси. Се користи како флукс во процесот на добивањето на челикот, како топител во индустријата за стакло, во хемиската индустрија за добивање на хидрофлуорна киселина и соли, во керамичката индустрија и др. Флуоритот е слабо растворлив во вода, но кога е под влијание на сулфурната киселина се распаѓа и формира хидрофлуорна киселина, која се користи за гравирање

на стаклото. Флуоритот исто така се користи за изработка на специјални оптички леќи во камерите.

Флуоритот се смета за еден од најубавите и најинтересни минерали од страна на колекционерите. Неговата употреба во јувелирството е ограничена поради неговата тврдина.

## 2. ЗАКЛУЧОК

После сумирањето на резултатите добиени со ова истражување може да се констатира дека испитуваниот примерок од наоѓалиштето Сивец е флуорит. Тој се јавува по шуплините и пукнатините на доломитскиот мермер. Може да биде безбоен, светло виолетов или темно виолетов. Се јавува во хексаедарски и октаедарски кристални форми. Сјајноста му е стакласта. Цепливост има совршена по {111}. Огребот е бел. Тврдина има 4, поради што неговата употреба во јувелирството е ограничена. При обработката на флуоритот треба многу да се внимава бидејќи е доста нежен и има тенденција на лесно кршење. Поради тоа најчесто се продаваат примероци кои не се обработени туку се во природни кристални форми или доколку се обработени тие имаат најчесто кабакон форма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Blackburn, W.H., and Dennen, W.H., 1997, Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist Special Publication 1, Mineralogical Association of Canada, 360 p.
2. Mitchell, R.S., 1979, Mineral Names, What do they mean? Van Nostrand Reinhold, New York, 229 p
3. Palache, C. Berman, H., and Frondel, C., 1951, The System of Mineralogy, Volume II, seventh edition: John Wiley & Sons, New York, 1124 p.
4. Hans-Rudolf Wenk, Andrei Bulakh 2004 Minerals their constitution and origin. Cambridge University
5. Klein, C., and Hurlbut, C. S., 1993. Manual of Mineralogy (after J.D. Dana) 21st edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, 681 p.
6. Robbins, M., 1994, Fluorescence: Gems and Minerals under Ultraviolet Light: Geoscience Press, Inc., Phoenix, Arizona, 374 p.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА АРГИЛОШИСТИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ „КРНИНО“ ВЕЛЕС**

### **GEOLOGICAL RESEARCHES OF SLATE FROM THE LOCALITY "KRNINO" VELES**

**Војо Мирчовски<sup>1</sup>, Тена Шијакова – Иванова<sup>1</sup>, Виолета Стефанова<sup>1</sup>,  
Ѓорѓи Димов<sup>1</sup>, Васко Мирчовски**  
<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип

**Апстракт:** Предмет на истражување во овој труд се кредните аргилошисти од наоѓалиштето Крнино. Тие се составен дел од трослојниот флиш, кој е изграден од крупнозрнести песочници со дебелина од 6-8 метри.

Аргилошистите имаат темно сива до скоро црна боја и шкриљава текстура. Се работи за fino зрнеста карпа во која макроскопски не можат да се препознаат минералите. Карпата е fino слоевита и се цепа на тенки плочи, чија дебелина може да варира од 1 – 3 cm, ретко и повеќе.

Доколку овие истражувања покажат дека аргилошистите исполнуваат соодветни минералогско - петрографски и физичко - механички стандарди истите би можеле да се користат во градежништвото како суровина за обложување на вертикални и хоризонтални површини, како плочи за кровни шкрилци.

**Клучни зборови:** аргилошист, истражување, тектоника, физичко-механички карактеристики

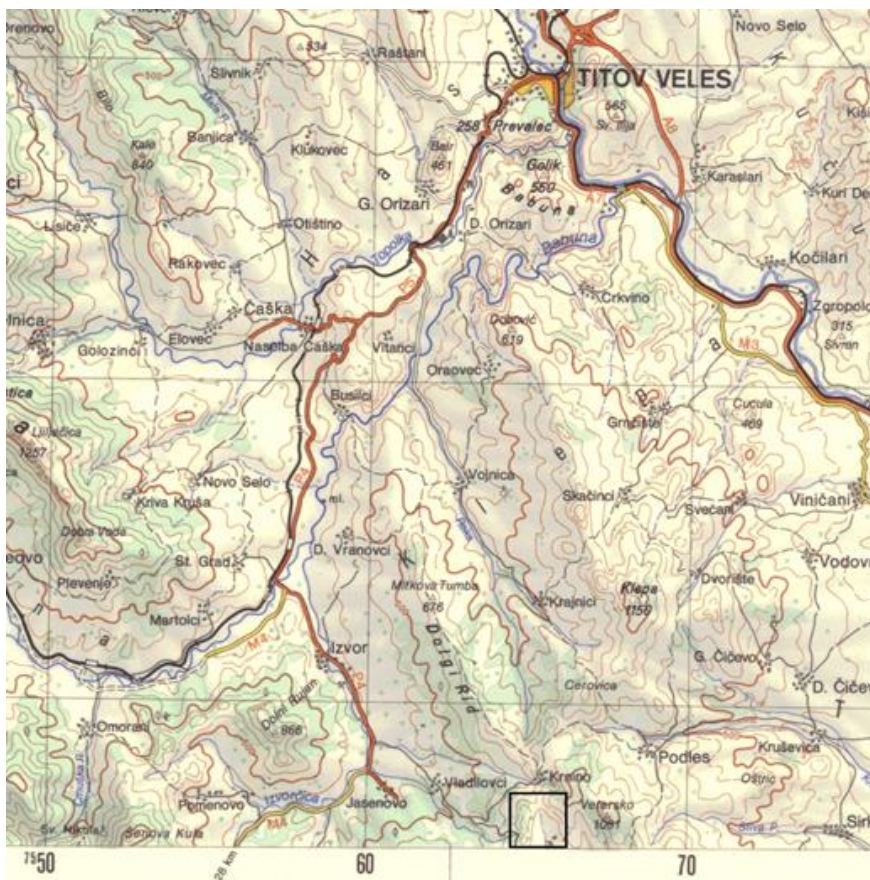
**Abstract:** The subject of research in this paper are Cretaceous slate from site Krnino. They are part from a three layer flysch, which is built from large granular sandstone with thickness of 6-8 meters. Slate are dark gray to almost black in color and cleavage texture. It is a fine grain rock in which macroscopic unable to recognize the minerals. The rock is finely layered and break up into thin plates whose thickness can vary from 1-3 cm, rarely more. If these studies prove that the slate meet relevant mineralogical - petrographic and physical - mechanical standards, these could be used in the construction industry as a raw material for coating vertical and horizontal surfaces, such as tiles for roof slates.

**Keywords:** slate, research, tectonics, physical and mechanical characteristics

## **ВОВЕД**

Наоѓалиштето на аргилошист „Крнино“ се наоѓа на околу 2 km јужно од истоименото село. Од магистралниот пат Велес – Прилеп преку Бабуна поврзано е со неасфалтиран пат преку селото Владиловци со должина од околу 8 km (Слика 1). Од

Велес е оддалечено околу 30 km а најблиската железничка станица (Стари Град) се наоѓа на оддалеченост од 17 km.



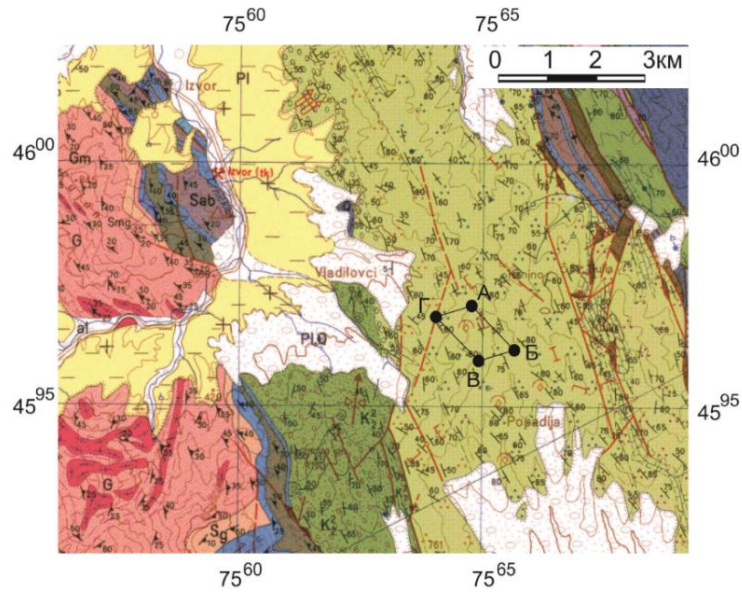
Слика 1. Географска положба на истражуваниот простор

Основни податоците за геолошката градба на локалитетот Кррино и неговата поширока околина се среќаваат во толкувачот за основната геолошка карта на Р.М. 1 : 100 000 за листот Прилеп. (Раќиќевиќ Т., Стојанов Р., Арсовски М., 1965):

Детални геолошки истражувања на овој простор вршени се од страна на Арсовски М., 1964 год., Крепиев М. 1989 год. и Мирчовски В. 2014 год.

## 1. ГЕОЛОШКА ГРАДБА И ТЕКТОНИКА

Геолошката градба на пошироката околина на локалитетот Кррино е прикажана на геолошката карта на слика број 2. Теренот е изграден од прекамбриски и старо палеозојски метаморфни карпи, потоа, комплекси на мезозојски и терциерни седименти.



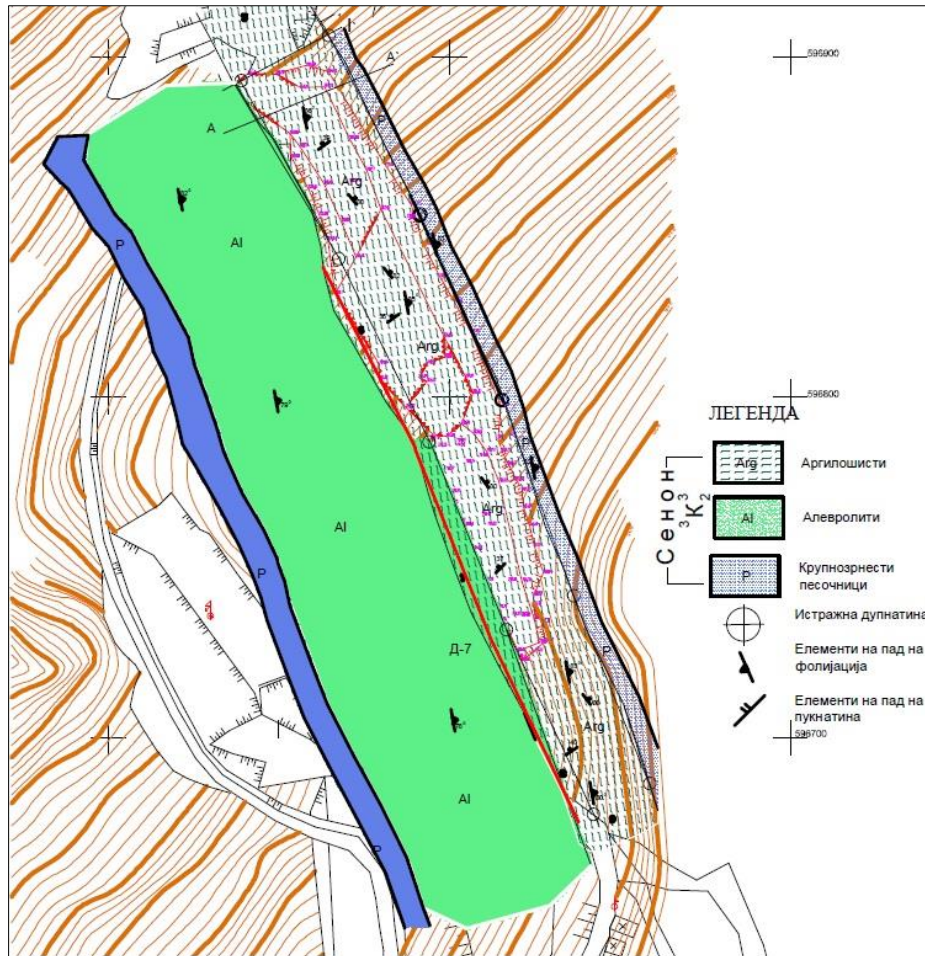
### ЛЕГЕНДА



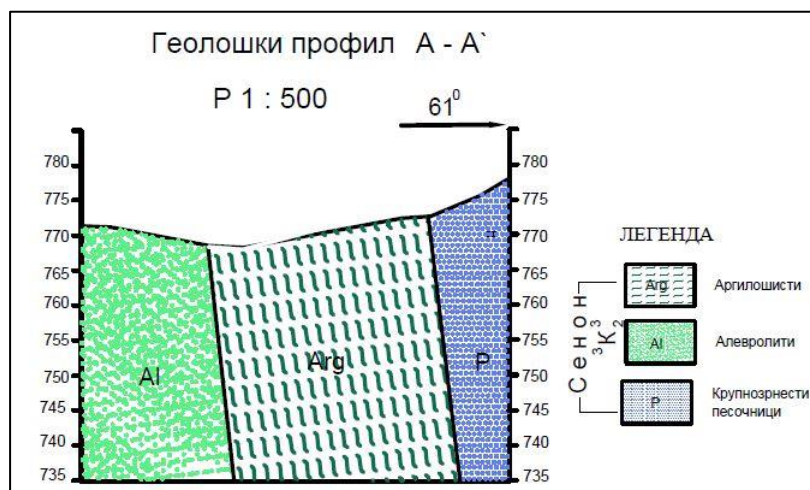
**Слика 2.** Геолошка градба на пошироката околина на локалитетот Кррино

Геолошката градба на истражуваниот простор е прикажана на геолошката карта на сликата број 3, а карактеристичниот геолошки профил А-А' на сликата број 4.





Слика 3. Геолошка градба на истражуваниот простор



Слика 4. Карактеристичен геолошки профил А-А'

Врз основа на добиените податоци од деталното геолошко картирање и од деталното картирање на истражните работи, е утврдено дека аргилошистот од наоѓалиштето Крнино е составен дел од трослојниот флиш, кој е изграден од крупнозрнести песочници со дебелина од 6-8 метри, кои како порезистентни стрчат во релјефот и од зеленкасто сиви алевролити кои се доминантни карпи на овој терен.

На одредени делови на површината аргилошистот се покриен со делувијални седименти измешани со хумус со дебелина која се движи до 0.5 m. (Слика 5).



**Слика 5.** Геолошки профил од наоѓалиштето. Јаловински делувијален материјал од издробени парчиња измешани со хумус, а под нив аргилошист

Аргилошистот на површината е раскриен со површински копови и раскривки. По своето протегање тој е континуиран слој со максимална дебелина до околу 30 m. Во подината на аргилошистот лежат сивкастите алевролити кои во себе содржат ситни зрна на кварц и друг териген материјал. Кровината на продуктивниот слој е составена од крупнозрнети песочници каде доминантен минерал е кварцот чии зрна достигнуваат големина од и до 1 mm па и повеќе.

Продуктивниот слој е претставен со аргилошист кој има изрезено темно сива до црна боја и со својство да се цепа по рамнините на шкриљавоста (слоевитоста) во плочи со променлива дебелина (1-3 cm). На некои места на површините на плочите од аргилошистите се јавуваат зрна од пирит. Овие анклави од пирит при експлоатацијата лесно можат да бидат отстранети при самото цепање на плочите.

Аргилошистот има протегање СЗ-ЈИ, а генерално паѓа кон исток – североисток под агол од 80° - 86°. По целото свое протегање покажува хомогеност во составот, бојата и карактерот на цепливоста како и на останатите карактеристики.

## 2. ТЕКТНИКА

Истражуваниот простор геотектонски припаѓа на Вардарската зона и неговата внатрешна структурна градба ги носи сите тектонски особини на флишната серија што ја среќаваме во оваа зона. Во целина флишот е сложено дислоциран во изоклинални набори со лонгитудинални и напречни раседи.

Западниот дел од теренот кој е изграден од прекамбриски палеозојски шкрилци се однесува кон пелагонискиот хорст антиклинориум. Со еден регионален расед, што се протега источно од с. Смиловци овој хорст граничи со источната страна на Вардарската зона. Самиот однос на палеозојските шкрилци со горнокредните наслаги не е јасен, бидејќи е покриен со неогени наслаги. Само на подрачјето северно од селото Владиловци палеозојските шкрилци и мермери се појавуваат како тектонски клинови, ограничени од сите страни со раседи.

Структурата на туронските наслаги од Јасенова глава потполно не е јасна, но од податоците што ни се достапни тие залегаат стрмно со пад од 75° кон североисток, и се во тектонски однос со сенонските наслаги.

Самата вододелница на Долги рид, изградена е од флишни седименти кои се сложено набрани во изоклинални набори, кои заради малата големина не можат да бидат претставени на карта.

Веројатно и флишните наслаги се сложено дислоцирани, но внатрешната структура не може да се дешифрира. Познати ни се низа ситни изоклинални набори во околината



на селото Попадија. Растојанието меѓу крилата на овие набори изнесува од 5 до 50 метри.

Неогените наслаги кои трансгресивно ги покриваат сите постари карпи, не се дислоцирани и имаат многу мал пад во правец на депресиите.

Со тектонските процеси масата на аргилошистите е разбиена на систем на блокови од дијагонални пукнатини и со систем од пукнатини кои се скоро попречни на дијагоналните.



Слика 6. Систем на пукнатини во аргилошистите

Дијагоналните пукнатини се протегаат како главни низ целата маса и ја делат на паралалени блокови чија широчина изнесува минимум 2.5 m а максимум до 10 m. Овие пукнатини имаат правец на протегање СИ – ЈЗ а паѓаат кон СЗ со паден агол од 35° 40°. Попречните пукнатини се протегаат СЗ – ЈИ со паден агол од 80° – 85°. Тие се изразени послабо и не се постојани.

Системот на пукнатините има позитивно влијание при експлоатацијата да се вадат блокови од кои се добиваат плочи со разни димензии, чија површина достигнува најчесто до 5 m<sup>2</sup> а и поголеми.

### 3. МИНЕРАЛОШКО - ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Примероците од карпата имаат темно сива до скоро црна боја и шкриљава текстура. Се работи за фино зрнеста карпа во која макроскопски не можат да се препознаат минералите. Карпата е фино слоевита и се цепи на тенки плочи, чија дебелина може да варира од 1 – 3 cm, ретко и повеќе. На рамнините на шкриљавоста по кои се цепат плочите нема сјај кој е карактеристичен за филитите. Тоа е затоа што во карпата се уште има минерали на глина, а количината на серицитот во нив е мала.

На места на површините на слоевитоста се јавуваат зрна од пирит. Овие вклучувања од пиритски зрна при експлоатацијата лесно можат да бидат отстранети при самото цепање на плочите.

### 4. МИКРОСКОПСКИ ОПИС

Микроскопскиот преглед покажува дека карпата има фино зрнеста хомогена пелитска до метапелитска структура.

Во основа карпата е изградена од пелитско – глиновит материјал, а во мала количина се јавуваат ситни лиски од серицит и ситни зрна од кварц а поретко од фелдспат и пирит со големина на зрната од 0,1 - 0,3 mm.

Петрографското име на испитуваниот примерок е: **аргилошист**

Минералошко – петрографските испитувања на карпата покажуваат дека таа претставува финозрнеста, хомогена карпа во основа изградена од пелитско – глиновит материјал со мало присуство на серицит, кварц, фелдспат и пирит.

Таа има шкриљава текстура и фино зрнеста хомогена пелитска до метапелитска структура.

Структурно – текстурните и минералошко – петрографските карактеристики на карпата и овозможуваат одредена цврстина и релативно добри физичко – механички карактеристики за нејзина употреба во градежништвото.

Како потенцијално штетен минерал може да биде само пиритот кој што се јавува во многу мала количина и кој може механички да се отстранува кога се јави на површината на плочите.

Врз основа на минералошко – петрографскиот состав и структурно – текстурните карактеристики испитуваниот аргилошист од наоѓалиштето Крнино - Велешко претставува суровински материјал за негова примена во градежништвото за обложување на вертикални и хоризонтални површини и негова примена во хемиската индустрија како полнител по негово дробење на соодветна гранулација.

## 5. ХЕМИСКИ ИСПИТУВАЊА

Хемискиот состав на карпите е важна карактеристика која е неопходна не само за класификацијата по однос на нивниот хемиски состав туку и за решавање на редица важни прашања во врска со нивниот постанок како и нивниот взаемен однос со карпестите материјали во земјината кора.

За одредување на хемискиот состав на карпите од испитуваниот терен се направени хемиски анализи примероци со метода на индуктивно сврзана плазма (ICP-AES), во Факултетот за природни и технички науки, Институт за геологија во Штип, а добиените резултати се прикажани во табела 1.

**Табела 1.** Хемиски анализи на аргилошистот

	Примерок Д4	Примерок Д9
SiO <sub>2</sub>	43,25	43,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,25	18.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,83	6.75
MgO	5,38	5.50
CaO	11,27	11.10
Na <sub>2</sub> O	1,45	1.30
K <sub>2</sub> O	1,50	1.70
CO <sub>2</sub>	6,80	6.65
C	0.64	0.68
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3,51	3.55
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,40	0.38
Вкупно	99.28	99.06

Од направената анализа може да се констатира дека најзастапен е SiO<sub>2</sub> со 43,15%, а другите компоненти се застапени во помала мера. Значајно е присуството на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> кој е застапен со 18.30 % и CaO со 11.10%.

## 6. ФИЗИЧКО – МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Физичко – механичките карактеристики на аргилошистот се испитувани на Факултетот за природни и технички науки, Институт за геологија во Штип. При испитувањето е применета соодветна методологија на лабораториски испитувања согласно на постојните стандарди за ваков вид на работи.

Сублимирани резултати од физичко - механичките испитувања се прикажани во табелата 2.

**Табела 2.** Резултати од физичко механички испитувања на

Реден број	Испитување	Единечна мера	Резултати од испитување
1	Јакост на притисок нормално на слоевитоста во сува состојба	Мра	201. 1
2	Јакост на притисок нормално на слоевитоста во водозаситена состојба	Мра	149.5
3	Јакост на притисок нормално на слоевитоста по замразнување	Мра	223.6
4	Јакост на притисок паралелна на слоевитоста во сува состојба	Мра	90.8
5	Јакост на притисок паралелна на слоевитоста во водозаситена состојба	Мра	65. 8
6	Јакост на притисок паралелна на слоевитоста по замразнување	Мра	86.2
7	Впивање на H <sub>2</sub> O	% m/m	0,25%
8	Отпорност на абеење со стружење паралелно на слоевитоста	cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	23
9	Отпорност на абеење со стружење нормално на слоевитоста	cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	16.5
10	Постојаност на замрзнување на - 20°	% m/m	Постојан без загуби на маса
11	Волуменска тежина	kg/m <sup>3</sup>	2750
12	Специфична тежина	kg/m <sup>3</sup>	2770
13	Минералошко – петрографски состав	% m/m	поволен
14	Природна боја	% m/m	Изразито црна

## 7. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на добиените податоци од деталното геолошко картирање и од деталното картирање на истражните работи, е утврдено дека аргилошистот од наоѓалиштето Крнино е составен дел од трослојниот флиш. Аргилошистот е со темно сива до скоро црна боја и шкриљава текстура.

Се работи за фино зрнеста карпа во која макроскопски не можат да се препознаат минералите. Карпата е фино слоевита и се цепи на тенки плочи, чија дебелина може да варира од 1 – 3 cm, ретко и повеќе. Микроскопскиот преглед покажува дека карпата има фино зрнеста хомогена пелитска до метапелитска структура. Во основа карпата е изградена од пелитско – глиновит материјал, а во мала количина се јавуваат ситни лиски од серицит и ситни зрна од кварц а поретко од фелдспат и пирит со големина на зрната од 0,1 - 0,3 mm.

Од добиените резултати од извршените испитувања на минералошко – петрографските, хемиските и физичко – механичките, карактеристики на аргилошистот од наоѓалиштето Крнино може да се заклучи дека тој ги задоволува критериумите за негова употреба во градежништвото како суровина за обложување на вертикални и хоризонтални површини, како плочи за кровни шкрилци, а со негово дробење на соодветни фракции може да се користи и како полнител и во хемиската индустрија за различна намена.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арсовски М., 1997: Тектоника на Македонија. РГФ - Штип
2. Арсовски М., 1964: Елаборат за рудни резерви на кровни шкрилци (аргилошисти) на лежиштето Кррино 1 Титовелешко. Рудници за талк Димче Мирчев - Титов Велес
3. Крепиев М. 1989: Ребаланс на рудни резерви во рудникот за кровни шкрилци – Кррино. ООЗТ Рудници за неметали Димче Мирчев - Титов Велес
4. Вакањац Б., 1992: Геологија лежишта неметаличних минералних сировина, Рударско-геолошки факултет Београд
5. Ѓузелковски Д., Котевски Ѓ., 1979: Хидрогеолошка карта на Македонија 1:200 000.
6. Ѓузелковски Д., 1997: Подземни води (издан) за решавање на водоснабдувањето во Р. Македонија и нивна заштита. Институт Геохидропроект. Скопје
7. Мирчовски В., и др. 2014: Елаборат за класификација и прекатегоризација на рудните резерви на минералната сировина Аргилошист на наоѓалиштето „Кррино“ - Велешко
8. Ракиќевик Т., Стојанов Р., Арсовски М., (1965): Основна геолошка карта 1 : 100 000. Толкувач за листот Прилеп. Геолошки завод Скопје
9. Стојановик М., 2005: Наоѓалишта на неметални минерални сировини во Македонија



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## КОРЕЛАЦИЈА НА НЕОГЕНИТЕ БАСЕНИ ВО СРПСКО- МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ ВО Р. МАКЕДОНИЈА

### CORRELATION OF THE NEOGENE BASINS IN SERBIAN- MACEDONIAN MASSIF IN R. MACEDONIA

*Гоше Петров<sup>1</sup>, Виолета Стојанова<sup>1</sup>, Војо Мирчовски<sup>1</sup>, Ѓорѓи Димов<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Неогените седименти широко се распространети на територијата на целата територија на Република Македонија. Истите се претставени со различни литолошки членови, а во некои од нив се застапени значителни наоѓалишта на јаглен.

Во овој труд е направена корелација на неогените басени во Српско-Македонскиот масив, во кој неогените седименти имаат значително учество во геолошката градба на масивот. Во Српско-Македонскиот масив неогените седименти се застапени во: Славишкиот, Кочанскиот, Делчевско-Пехчевскиот, Беровскиот, Струмичкиот и Дојранскиот басен.

**Клучни зборови:** неогени басени, литостратиграфија, миоцен, плиоцен, кварталер.

**Abstract:** Neogene sediments are widely distributed throughout the territory of the Republic of Macedonia. They are represented by different lithological members, and in some of them represented significant deposits of coal. In this paper is made a correlation of Neogene basins in the Serbo-Macedonian massif, where Neogene sediments are significant in the geologic structure of the massif. In Serbo-Macedonian massif Neogene sediments are presented in: Slavish, Kočani, Delchevo-Pehchevo, Berovo, Strumica and Dojran graben.

**Keywords:** Neogene basins, lithostratigraphy, Miocene, Pliocene, Quaternary.

#### ВОВЕД

Некогаш мошне распространетите неогени и кварталерни седименти на територијата на Република Македонија денес се главно сочувани во котлините, кои претставуваат богатство од аспект на земјоделието, како плодни земјоделски површини со подземна вода, потоа како подрачја со богати издани на подземна вода за пиење, на минерална и геотермална вода и од аспект на искористување на наслгите како рудно богатство, како што се јаглените и тресетот и неметалите: цигларски и огноотпорни глини, лапорци, дијатомити, бигрови, бентонити, градежни и стакларски песоци, чакали, туф и др. Депресиите се значајни и по тоа што преку 80 % од урбаните средини на Р. Македонија се лоцирани во нив.

## 1. НЕОТЕКТОНСКИ РАЗВОЈ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА Р. МАКЕДОНИЈА

Првите неотектонски истражувања на територијата на Р. Македонија се извршени од Арсовски М. и Петковски Р. (1975), а детални истражувања се извршени и од Јанчевски Ј. (1988), но во нивните трудови не се даваат геодинамички модели за создавањето на грабените.

Врз база на појавата на најстарите седименти со средно миоценска старост во најдлабоките депресији во Р. Македонија, потоа староста на вулканизмот и други геолошки податоци, може да се каже дека неотектонските движења на нашите терени се одвивале во исто време како и во регионот на Централниот Балкански Полуостров. Имено, вертикалните диференцијални неотектонски движења почнале да се одвиваат кон крајот на долниот миоцен и почетокот на средниот миоцен. Во тој период, со реактивирани и новосоздадени гравитациони раседи биле образувани првите морфоструктури на издигање и морфоструктури на тонење кои потоа преминале во слатководни езера. Први такви езера биле создадени во Скопскиот грабен, во Кумановскиот, Пробиштипскиот и Кочанскиот грабен, каде се наталожени средно миоценски седименти. Значајно интензивирање на вертикалните движења се случило кон крајот на средниот миоцен и почетокот на горниот миоцен, кога постоечките грабени и слатководните басени биле проширени, а се создале и бројни нови басени и тоа: на почетокот биле создадени Пелагонискиот, Тиквешкиот и Струмичкиот грабен, покасно биле создани Велешкиот, Мариовскиот, Делчевско-Пехчевскиот, Беровскиот, Кичевскиот, Полошкиот и Пискупштинскиот грабен, а на крајот биле создадени Преспанскиот, Охридскиот и Дебарскиот грабен (сл. 1).

Во развојот на неотектонските процеси можат да се издвојат периоди на засилена тектонска активност, кога доаѓало до проширување и продлабочување на постарите грабени и езера и формирање на нови грабени, и периоди на слаба тектонска активност, кога во езерата се таложеле фини пелитско-алеовритски седименти или доаѓало до исчезнување на езерата.

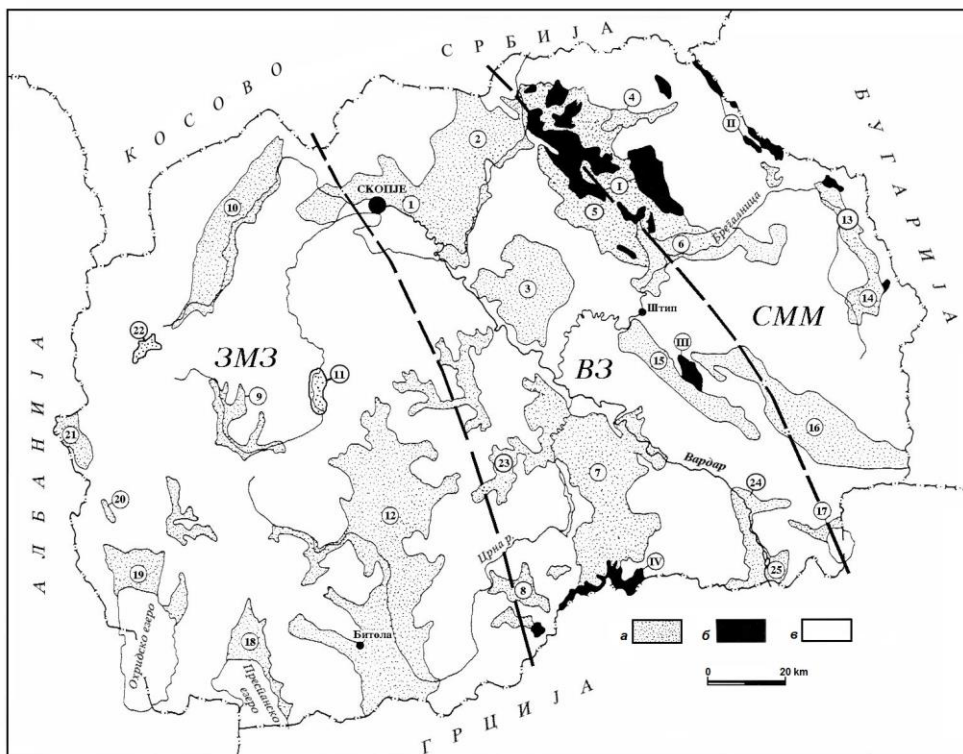
Силни вертикални движења се одвивале и во плеистоцен, кој процес на издигање на терените, со помал интензитет, трае и денес. Имено, во плеистоцен, додека просторот на Егејското Море бил зафатен со процеси на тонење, централните делови од Балканскиот Полуостров биле зафатени со обратен процес и генерално сите терени, вклучувајќи ги и грабените имале тренд на издигање. Издигањето на терените, глацијалната и интерглацијалната ерозија и акумулација довело до постепено затрупување на езерата.

Значајно е да се подвлече дека реактивираниите и ново-создадените нормални раседи кои ги ограничуваат грабените создадени во неотектонската етапа се доминантно од СЗ - ЈИ и З - И до ЗЈЗ - ИСИ правец. Треба да се истакне дека мио-плиоценските и плеистоценските седиментни маси не биле изложувани на компресиони напрегања и во сите грабени слоевите се во хоризонтална положба. Исклучок од тоа се локалните извиткувања и набирања на слоевите вдоль некои покрупни раседи, особено по периферијата на басените.

Квартерниот циклус се карактеризира со општ тренд на издигање на терените и развој на глацијација на височини поголеми од 1 800 m. На тоа укажуваат остатоци од моренски и глациофлувијален материјал и различни глацијални морфолошки облици на терените.

## 2. НЕОГЕНИ БАСЕНИ ВО СРПСКО-МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ

Проучувајќи ја литостратиграфијата на неогените и кварталните седименти во басените на Р. Македонија, констатирано е дека во седиментните акумулации можат да се издвојат повеќе литолошки формации, чија генеза и литолошки карактеристики се тесно поврзани и зависни од интензитетот на тектонските движења, од морфологијата и откриеноста на теренот, од климатските услови и др.



**Слика 1.** Неогени басени во Република Македонија

**а. езерски неогено-плеистоценски басени:** 1 - Скопски, 2 - Кумановски, 3 - Велешки, 4 - Славишки, 5 - Пробиштипски, 6 - Кочански, 7 - Тиквешки, 8 - Мариовски, 9 - Кичевски, 10 - Полошки, 11 - Поречки, 12 - Пелагониски, 13 - Делчевско-Пехчевски, 14 - Беровски, 15 - Лакавички, 16 - Струмички, 17 - Дојрански, 18 - Преспански, 19 - Охридски, 20 - Пискупштински, 21 - Дебарски, 22 - Мавровски, 23 - Раечки, 24 - Валандовски, 25 - Гевгелски; **б. вулкански комплекси:** I - Кратовско-Злетовска, II - Тораница-Саса-Делчево-Пехчево, III - Бучим-Дамјан-Боров Дол, IV - Кожуф; **в. морфоструктури на издигање.** СММ - Српско-Македонски масив, ВЗ - Вардарска зона, ЗМЗ - Западно-Македонска зона.

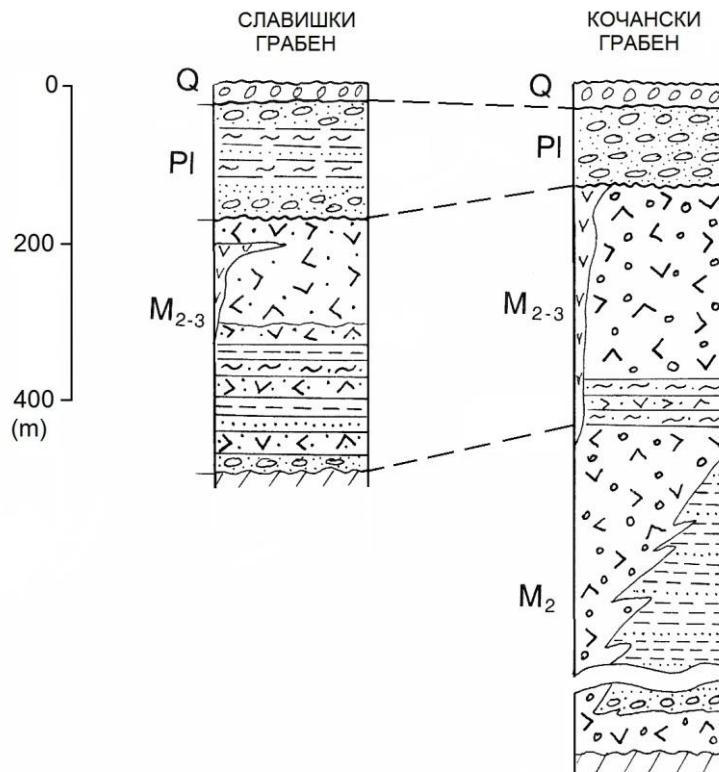
Во Српско-Македонскиот масив неогени седименти се застапени во: Славишкиот, Кочанскиот, Делчевско-Пехчевскиот, Беровскиот, Струмичкиот и Дојранскиот басен (грабен).

**Славишкиот грабен** е со релативно мала површина, и од јужната страна е ограничен со вертикалниот, сеизмички активен, расед Кустендил-Скопје-Дебар-Елбасан, со ЗЈЗ - ИСИ ориентација и со значајни хоризонтални поместувања од лева ориентација. Дебелината на акумулираната маса во грабенот се проценува на околу 500 m, а може да се проучува на откриени профили на патот Куманово-Крива Паланка, во активниот коп на бентонитски глини, а податоци се добиени и од дупчотини вршени за различни намени.

Во седиментната маса на Славишкиот грабен се издвојуваат две неогени формации и квартерни седименти (сл. 2).

Средно-горно миоценска формација, со дебелина околу 350 m, е откриена само со горната литолошка единица претставена со туфови. Оваа формација е изградена од 2 литолошки единици: единица на лапорци, лапоровити глини, туф и песок со дебелина околу 200 m и единица на туфови и туфити со излиени маси на андезити, латити и кварцлатити со дебелина 150 m.





**Слика 2.** Литостратиграфски столбови на Славишкиот и Кочанскиот грабен  
 Q - Квартер; P1 - Плиоцен; M<sub>2-3</sub> - Среден-Горен Миоцен; M<sub>2</sub> - Среден Миоцен: 1 - квартални алувијални, пролувијални и езерски седименти, 2 - чакали-конгломерати и песоци, 3 - песоци и алеврити, 4 - глини, 5 - лапорци и лапоровити глини, 6 - андезит-латитски и кварцлатитски туфови, 7 - игнимбрита, вулкански бречи и изливи, 8 - андезити, латити и кварцлатити.

Плиоценската формација започнува со чакали и песоци, а во погорните нивоа се менуваат бентонитски глини со песоци, алеврити и чакали.

Квартерните седименти се претставени со алувијални, пролувијални и делувијални седименти со релативно мала дебелина.

**Кочанскиот грабен** е типичен симетричен грабен, од јужната и северната страна ограничен со нормални раседи. Седиментната маса е малку откриена, но истата е пресечена со повеќе истражни дупкотини за геотермална вода (најдлабока дупкотина е до 1 100 m) и истата литостратиграфски е добро проучена. Во литостратиграфската градба на басенот се застапени неколку формации.

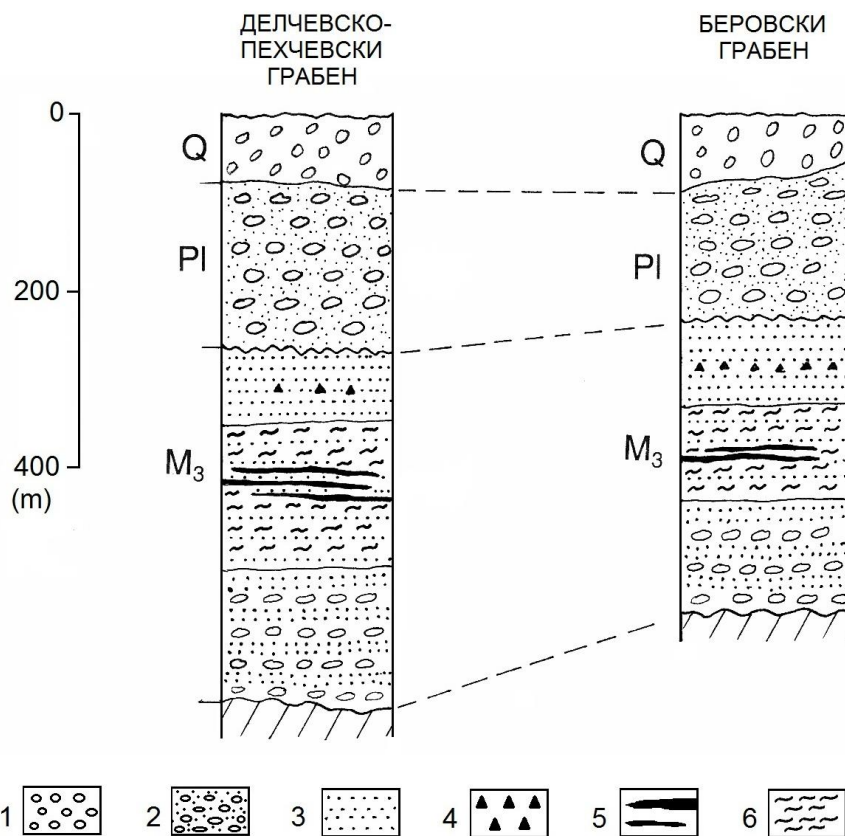
Средно миоценската формација ја изградува базата на неогените седименти. Во некои делови е претставена со игнимбрита, бречи и излиени маси од дацити, андезити и латити, а во други со теригено-лапоровити седименти претставени со: конгломерати, песоци, лапорци и лапоровити глини. Дебелината на формацијата достигнува до 580 m.

Средно-горно миоценската формација во Кочанскиот грабен е дебела околу 280 m. Изградена е од две литолошки единици: единица на туфови и глини, дебела 80 m и единица на андезитски бречи и туфови, со изливи на лава од андезити, латити и кварцлатити со дебелина до 230 m.

Плиоценската формација е претставена со чакали и песоци, денес сочувани главно во источниот дел од грабенот (Виничко) со дебелина до 100 m.

Квартерните седименти се развиени по периферијата на грабенот и се претставени со алувијално-пролувијални тераси. Во јужниот дел, локално се развиени и тенки бигровити плочи.

**Делчевско-Пехчевскиот грабен** се протега во СЗ - ЈИ правец, со должина околу 32 km и ширина до 6 km. Седиментната маса е делумно откриена, а подлабоките делови се проучувани во истражните дупчотини за јаглен. Во седиментната маса дебела околу 600 m се издвоени: горно миоценска, плиоценска формација и квартални седименти (слика 3).



**Слика 3.** Литостратиграфски столбови на Делчевско-Пехчевскиот и Беровскиот грабен

Q - Квартер; Pl - Плиоцен; M<sub>3</sub> - Горен Миоцен: 1 - квартални алувијални, пролувијални и езерски седименти, 2 - чакали-конгломерати и песоци, 3 - песоци и алеврити, 4 - дијатомити и дијатомејска земја, 5 - јагленови слоеви, 6 - глини.

Горно миоценската формација е јагленосна. Изградена е од 3 литолошки единици: единица на чакали, песоци и глини, дебела околу 150 m, јагленосна единица изградена од алеврити и лапоровити глини и повеќе јагленови слоеви, дебела до 170 m (во која се застапени 3 јагленосни хоризонти) и единица на песоци, алеврити и глини дебела околу 80 m.

Плиоценската формација лежи дискордантно преку горно миоценските седименти. Во голем дел е еродирана, а сочувана е со дебелина 100-200 m главно по периферијата на грабенот. Изградена е од чакали и песоци со фрагменти во чакалите од кварц, гранити, зелени шкрилци, тријаски варовници и вулкански карпи.

Квартерните седименти се претставени со пролувијално-алувијални, езерско-барски седименти и лимонитски бречи во југоисточниот дел, со дебелина до 80 m.

**Беровскиот грабен** има СИ - ЈЗ ориентација. На СИ граничи со Делчевско-Пехчевскиот грабен, почнувајќи јужно од вулканот Буковик и се протега на должина од 15 km, со ширина 8 km. Седиментната маса кај рудникот за јаглен “Брик” и другите

помали реликтни остатоци од неогени седименти во јужниот и западниот дел укажуваат на значително поголемо распространение на басенот. И овој грабен има дебела седиментна маса (преку 500 m) составена од две неогени формации и квартерни седименти.

Горно миоценската формација е дебела околу 330 m. За разлика од Делчевско-Пехчевскиот грабен, овде во формацијата послабо се застапени јагленовите слоеви, а присутни се повеќе дијатомити и појави на битуминозни алеврити и каолински глини. Во формацијата се развиени три литолошки единици (сл. 3): единица на чакали, песоци и глини дебела околу 125 m, јагленосната единица дебела околу 100 m, изградена од алеврити, сиви и сивозелени глини и 1-2 слоеви на јаглен развиени во југозападните периферни делови, и единица на песоци, алеврити и глини дебела околу 100 m во која се сменуваат секвенци на песоци, глини, алеврити, а во погорните нивоа и дијатомејска земја (с. Умлена, источно од с. Смојмирово и др.) и каолинска глина кај Пехчево.

Плиоценската формација е дебела преку 150 m, во голем дел е еродирана во внатрешноста на грабенот. Изградена е од чакали, песоци и песокливи глини. Во чакалите се јавуваат фрагменти од кварц, гранити, гнајсеви, зелени шкрилци и кварцлатити од Буковик.

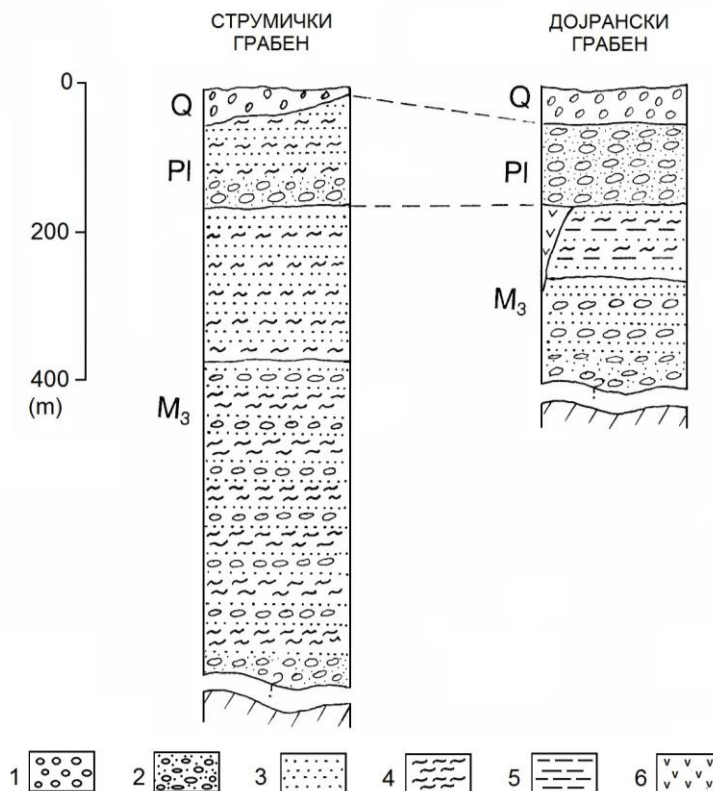
Квартерните седименти се развиени главно во североисточниот дел. Претставени се со пролувијални седименти, а во подлабоките делови на планината Буковик се развиени и дебели лимонитски бречи. Лимонитските раствори се поврзуваат со поствулканската активност на вулканскиот апарат Буковик. Дебелината на квартерните седименти достигнува до 80 m.

**Струмичкиот грабен** во источниот краен дел има 3 - И ориентација, со продолжение во грабенот Струмешница во Бугарија. Кон запад постепено повива во правец СЗ - ЈИ и дијагонално ја сече границата меѓу Српско-Македонскиот масив и Вардарската зона. На Македонска територија има должина околу 60 km и ширина максимално до 13 km. Седиментната маса е развиена преку прекамбриски гнајсеви, палеозоиски метаморфити и гранити, а делумно и преку горно еоценски флишни седименти. Седиментната маса е малку откриена и главно е проучувана во длабоките истражни дупчотини за питка и геотермална вода. Според геофизичките испитувања во централните делови, меѓу селата Моноспитово-Муртино-Босилово, добиена е гравимертиска аномалија која укажува на длабочина преку 1 800 m. На периферијата на аномалијата, во една дупчотина кај селото Сарај, неогенската седиментна маса е пресечена, со дебелина од 713 m и потоа е навлезена во палеорелјефот од гранити. Тоа укажува на многу поголема дебелина на седиментите во центарот на аномалијата, меѓутоа не е исклучено со аномалијата да се опфатени и горно еоценските седименти. Врз база на откриените профили и истражните дупчотини, во седиментната маса се издвојуваат:

Во горномиоценската формација се издвоени две литолошки нивоа: единица на чакали, песоци и глини со дебелина преку 400 m, која почнува со чакали и песоци, а потоа во профилот се сменуваат секвенци од стратифицирани песоци, чакали и глини; и единица на песоци, алеврити и глини со дебелина преку 200 m.

Плиоценската формација има карактеристична жолтеникава и кафеаво-црвеникава боја со дебелина до 100 m. Почнува со чакали, а потоа се сменуваат песоци, глини и чакали.

Квартерните седименти во внатрешните делови од грабенот се претставени со алувијално-пролувијални седименти, а кај Моноспитовското блато со езерско-барски седименти, со дебелина до 20 m. Во јужните делови спрема планината Беласица, квартерните седименти се составени од груби пролувијални и глациофлувијални седименти, дебели до 50-60 m.



**Слика 4.** Литостратиграфски столбови на Струмичкиот и Дојранскиот грабен  
 Q - Квартер; Pl - Плиоцен; M<sub>3</sub> - Горен Миоцен: 1 - квартални алувијални, пролувијални и езерски седименти, 2 - чакали-конгломерати и песоци, 3 - песоци и алеврити, 4 - глини, 5 - лапорци и лапоровити глини, 6 - андезити, латити и кварцлатити.

**Дојранскиот грабен** се карактеризира со седименти кои имале големо распространение, но сега се сочувани само во поблиската околина на езерото, а со поширока и подебела маса се јавуваат во продолжение кон ЈИ на Грчка територија. Седиментната маса во Дојранскиот грабен е слабо откриена. Според профилите од ретките дупчотини таа е составена од две неогени формации и квартални седименти. Гогно миоценската формација не е откриена на површина. Развиена е преку палеозоиски шкрилци и мермери, а делумно и преку прекамбриски гнајсеви. Составена е од две литолошки нивоа: единица на чакали, песоци алеврити и глини, со дебелина преку 200 m и единица на глини, лапорци и алеврити со дебелина 100 m. Плиоценската формација е позната од податоците од дупчотини вршени западно од езерото, а сега се издигнати над езерото. Дебелината е околу 100 m, а изградена е од чакали, песоци и песокливи глини. Кварталните седименти се дебели околу 50-60 m. Најгоре, со дебелина 5-20 m се развиени барски седименти (мил, глина, песок), а подолу се сменуваат слоеви од песоци, глини и алеврити.

### 3. ЗАКЛУЧОК

Неогените седименти во Српско-Македонскиот масив на територијата на Р. Македонија се застапени во: Славишкиот, Кочанскиот, Делчевско-Пехчевскиот, Беровскиот, Струмичкиот и Дојранскиот грабен. Претставени се со средномиоценска и средно-горно миоценска формација (Славишки и Кочански грабен), горномиоценска формација (Делчевско-Пехчевскиот, Беровскиот, Струмичкиот и Дојранскиот грабен) и плиоценска формација, застапена во сите грабени. Литолошки неогените формации се претставени со теригени наслаги и вулканогено седиментни и вулкански карпи. Во некои басени (Делчевско-Пехчевскиот и Беровскиот) се застапени и слоеви на јаглен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арсовски М., Петковски Р., 1975: Неотектоника на СР Македонија. Публикација бр. 49, ИЗИИС, Скопје.
2. Думурџанов Н., и др., 2002: Генеа на неогенско-квартерните депресији и нивни формациско-стратиграфски карактеристики на територијата на Македонија. Рударско-геолошки факултет, Штип.
3. Dumurđžanov N., Serafimovski T., Petrov G., 1998: New views on the lithostratigraphic structure and the age of the Delčevo-Pehčevo Neogene-Quaternary basin. *Geologica Macedonica*, Štip.
4. Dumurđžanov N., Petrov G., Tuneva V., 1997: Evolution of Lacustrine Neogene-Pleistocene in the Vardar zone in R. of Macedonia. *Proceeding, Magmatism, Metamorphism and Metalogeny of the Vardar zone and Serbo-Macedonian massif*, p. 83-88, Štip-Dojran.
5. Dumurđžanov N., 1997: Lacustrine Neogene and Pleistocene in Macedonia. *Proceeding of the Field Meeting held in Yugoslavia in 1995-1996 y, IGCP project 329 "Neogene of the Parapethys"*. Spec. Publ. Geoinstitute No 21: p. 31-36, April 1997, Belgrade.
6. Dumurđžanov N., 1995: Lacustrine Neogene and Pleistocene in Macedonia. *IV Meeting of the IGCP project 329 "Neogene of Paratethys"*, abstracts on p. 13, Bucharest.
7. Ивановски Т., 1970: Толкувач за Основната Геолошка карта на СФРЈ, 1 : 100 000, лист Гевгелија. Геолошки завод, Скопје.
8. Јанчевски Ј., 1997: Класификација на раседнитебструктури по генеа, старост и морфологија со осврт на сеизмичноста на територијата на Македонија. Докторска дисертација. Рударско-геолошки факултет, Штип
9. Petkovski R., 1997: Recent tectonics of Macedonia. *Proceeding, Magmatism, Metamorphism and Metalogeny of the Vardar zone and Serbo-Macedonian massif*. p. 181-184, Štip-Dojran.
10. Петковски Р., 1990: Геотектонска еволуција на Македонија. XII Конгрес на геолозите на Југославија, Охрид.
11. Ракиќевиќ Т., Ковачевиќ М., Радовиќ Н., Пенџерковски Ј., 1980: Толкувач за Основната Геолошка карта на СФРЈ, 1 : 100 000, лист Струмица. Геолошки завод, Скопје.
12. Ракиќевиќ Т., Думурџанов Н., Петковски П., 1976: Толкувач за Основната Геолошка карта на СФРЈ, 1 : 100 000, лист Штип. Геолошки завод, Скопје.
13. Христов С., Карајовановиќ М., Јанчевски Ј., Иванова В., 1976: Толкувач за Основната Геолошка карта на СФРЈ, 1 : 100 000, лист Кратово и Кустендил. Геолошки завод, Скопје.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ФИЗИЧКО – МЕХАНИЧКИ И МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТКИ НА АМФИБОЛСКИТЕ ШКРИЛЦИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ “ПОЧИВАЛО“ ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА**

### **PHYSICAL - MECHANICAL AND MINERALOGICAL - PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE AMPHIBOLITE SCHIST AT THE LOCALITY “POCIVALO” EASTERN MACEDONIA**

*Орце Спасовски<sup>1</sup>, Даниел Спасовски*  
*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Во овој труд се прикажани резултатите од истражувањата на физичко - механичките и петрографско-минералошките карактеристики на амфиболските шкрилци од локалноста Почивало (Источна Македонија) како основа за примена како архитектонско - градежен камен. Анализите и лабораториските испитувања се извршени на примероци на шкрилци што се земени од површинските слоеви. Резултатите од нивните физички и механички анализи покажуваат дека овие карпи ги задоволуваат барањата за нивно искористување како архитектонско - градежен камен. Дополнително, квалитетот на каменот е поголем во подлабоките делови на теренот, каде што надворешните влијанија имаат мал ефект.

**Клучни зборови:** амфиболски шкрилци, Почивало, архитектонско - градежен камен, физичко – механички, минералошко – петрографски карактеристики, структурно – текстурни карактеристики.

**Abstract:** This paper presents the results of research of the physical - mechanical and petrographic - mineralogical characteristics of the amphibolite schist from the locality Pocivalo (Eastern Macedonia) as basis for utilization as architectural - construction stone. The analyses and the laboratory tests have been performed on samples of schist that were taken from the surface layers.

The results from their physical and mechanical analyses showed that these rocks meet the requirements for their utilization as architectural - construction stone. Additionally, the quality of the stone is higher in the deeper parts of the terrain, where the external influences have little effect.

**Key words:** amphibolite schist; Pocivalo; architectural - construction stone; physical-mechanical characteristics, mineralogical- petrographic characteristics; structural-texture characteristics.

## ВОВЕД

Локалитетот Почивало се наоѓа во североисточна Македонија, 3km североисточно од Крива Паланка. (слика 1), воедно споменатиот град претставува и најголемо населено место.

Геолошките истражувања во областа имале различен карактер по обем и содржина зависно од интересирањето и условите кои постоеле во одделни периоди.

Во прво време истражувањата имале информативен карактер кога Буе пропатувал низ Македонија и забелешките од неколку маршрути ги изнел во работите 1846, 1868 година.

Од 1900 - та година, почнува етапата на регионални истражувања со кои е опфатена целата територија на Република Македонија. Од ова време се значајни работите на Цвијик (1906-1924), кои со геолошката карта и тектонската скица чинат основа за геологијата на Македонија. Во времето на Првата светска војна Космат (1924) дава преглед на стратиграфијата и тектониката на Македонија. Во овој период Бончев вршел минералско – петрографски испитувања на територијата на Македонија.

Во периодот помеѓу двете светски војни истражувањата биле поорганизирани и насочувани на одредени области и резултатите од овие истражувања имаат примена и денес.



Слика 1. Карта на Р. Македонија со назначена позиција на локалитетот Почивало

По Втората светска војна Мариќ (1952) вршел детални минералско – петрографски и делумно хемиски испитувања на вулканските карпи и дошол до заклучок дека истите се претежно од групата на андезити, а знатно помалку дацити.

Од страна на Јенко (1954) метаморфните карпи од ова подрачје ги поделил на два комплекса, односно долна и горна метаморфна серија.

Пенџерковски и Ракичевиќ (1957) пограничната зона ја издвоиле како Саса – Тораничка лабилна зона.

Во текот на неколку години (1958 – 1961) извршени се геолошки истражувања на дел од листовите Кратово и Кустендил од страна на Страчков и Пенџерковски.

Во периодот од 1954 година па наваму се вршени обемни геолошки истражувања во познатите рудни реони Саса и Тораница од страна на Геолошки завод – Скопје и Геолошки завод – Белград. Како резултат на овие истражување се отворени рудниците Саса, Тораница и Бентомак.



## **1. ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ**

При проучувањето на амфиболските шкрилци од локалитетот Почивало користени се теренски и лабораториски проучувања и испитувања.

Теренските проучувања овозможуваат непосреден увид на теренот, запознавање со неговите геолошки и структурно – тектонските карактеристики, како и земање на репрезентативни примероци од базалтите за дефинирање на нивниот хемиски и минералошки состав, структурно – текстурни и физичко – механички карактеристики. Минералошко-петрографската анализа е изработена според стандард Б. Б8. 003, заради што се изработени петрографски препарати. Микроскопскиот преглед е извршен со поларизационен оптички микроскоп со пропуштена светлина марка Leitz, Vetzlar.

Геомеханичките испитувања се направени (во лабораторијата на ГИ „Македонија“-Скопје) со цел да се документира погодноста на амфиболските шкрилци како agregat за asfalt i beton, dodeka од архитектонски аспект можат да се применуваат како плочи за облагање на внатрешни простории, главно за вертикални облагања, а во зависност од полирањето на каменот.

## **2. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ**

Врз основа на извршеното детално геолошко картирање на истражниот простор и изведените истражни работи е изработена детална геолошка карта. Најголемиот дел од истражуваното подрачје е изградено од нискометаморфни шкрилци со карактеристична зелена боја.

Спрема склопот и составот се издвоени следните типови на карпи: албит – епидот хлоритски и албит – хлоритски шкрилци, амфибол – хлорит – епидотски шкрилци и амфиболски шкрилци.

Албит – епидот - хлоритските и албит - хлоритските шкрилци се најраспространети карпи и се одликуваат со изразито зелена боја, шкрилеста текстура и со чести нагомилувања на фелдспат во вид на бобици или порфиروبласти со големина до 3 mm.

Амфибол – хлорит – епидотските шкрилци имаат заматена сивозеленкаста боја. Структурата е лепидогранобластична, а паралелно шкрилава текстура, на места ситно и неправилно набрана. Вдолж фолијацијата се јавуваат мрко кафеаво обоени мали делови на минералниот состав, односно пигментирани делови со лимонитски оксиди. Амфиболските шкрилци се одликуваат со сивозеленкаста боја, ситнозрнест состав, а тенко паралелно шкрилав хабитус. Показува слаба сјајност по фолијација, што е карактеристично за амфиболски шкрилци, како и за хлоритски шкрилци.

## **3. МИНЕРАЛОШКО - ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ**

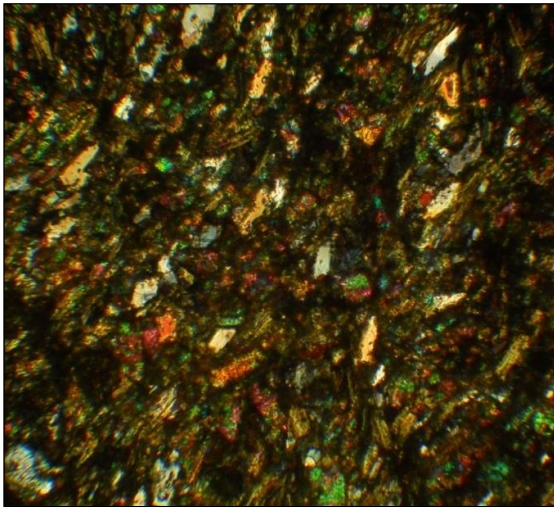
За минералошко - петрографски испитувања како одбрани се репрезентативни примероци од амфиболските карпи (амфибол – хлорит епидотските и амфиболските шкрилци) од локалитетот Почивало.

Поради еднородноста на примероците беа одредени три карактеристични примероци за изработка на петрографски препарати од амфибол – хлорит - епидотските и амфиболските шкрилци.

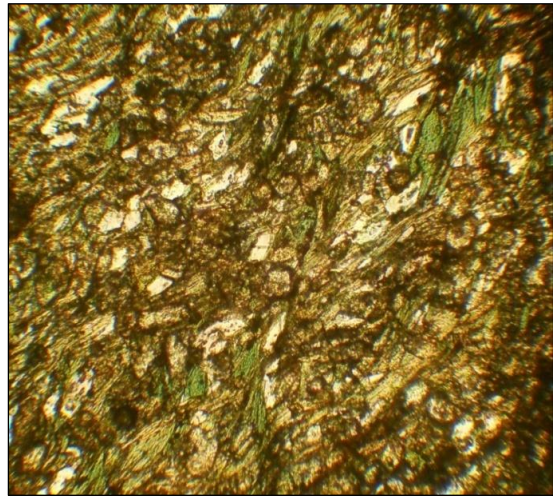
Петрографските препарати имаат за цел дефинирање на минералошкиот состав и структурно – текстурните карактеристики на спомнатите шкрилци присутни на истражуваниот простор. Во рамките на овие испитувања се направи обид да се одреди присуството на микро прслини и пукнатини со што се дефинирани микро структурните карактеристики на амфибол – хлорит - епидотските и амфиболските шкрилци.

Микроскопскиот преглед на препаратите е извршен со поларизационен микроскоп со пропуштена светлина марка Leitz, Wetzlar Germani.

Амфибол – хлорит - епидотските шкрилци имаат заматена сивозеленкаста боја. Структурата е лепидогранобластична, а паралелно шкрилава текстура, на места ситно и неправилно набрана. Вдолж фолијацијата се јавуваат мрко кафеаво обоени мали делови на минералниот состав, односно пигментирани делови со лимонитски оксиди. Главни минерали во карпата се: амфибол, епидот, хлорит, кварц, а во мала количина се јавува и биотит, кој претставува спореден минерал. Епидотот се јавува во зрнести кристали и заедно со хлоритските снопови прави нејасно издиференцирани низови во еден правец, на места повиени. Епидотот се истакнува во карпата и тоа во зрнести малку издолжени кристали со гранулација околу 50 - 100 микрони. Амфиболот заедно со епидотот и хлоритот асоцираат и тој се јавува во тенки издолжени кристали вдолж шкрилавоста. Амфиболот е актинолит. Примерокот по површина е прекриен со тенки скрами, жолто - кафеави лимонитски скрами. Карпата има нематобластична структура, а паралелно шкрилава текстура (слика 2 и 3).



**Слика 2.** Микрофотографија на амфибол – хлорит – епидотски шкрилец (N<sup>+</sup>)



**Слика 3.** Микрофотографија на амфибол – хлорит – епидотски шкрилец (N<sup>-</sup>)

Хлоритот прави листести форми издолжени со шкрилавоста, со јасно зелен плеохроизам. Должината на лиските е околу 150 микрони. Најверојатно претставува секундарен минерал на сметка на амфибол.

Кварцот се јавува во неправилни малку издолжени кристали со големина околу 50 микрони, ретко поголеми до 100 микрони.

Количинската застапеност на епидот и хлорит е прилично уедначена и заедно со амфиболот учествуваат околу 70 % во карпата. Заедно во асоцијација со хлоритско - епидотските низови учествуваат амфиболот во подолги кристали како биотит во листести форми. Споредни минерали се: биотит, сфен, албит и руден минерал – магнетит, лимонит.

Со длабинското истражно дупчење е констатирано наизменично сменување на амфибол – епидот - хлоритските и амфиболските шкрилци со дебелина која се движи од 0.5 до 2 метри, на отворените геолошки профили и преку 5 метри.

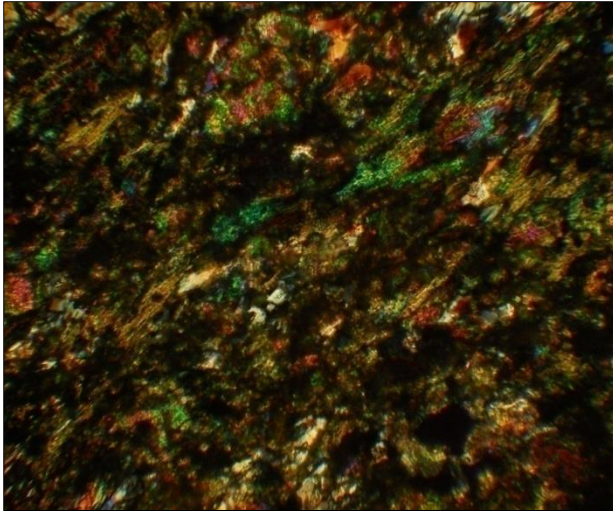
Амфиболските шкрилци се одликуваат со сивозеленкаста боја, ситнозрнест состав, а тенко паралелно шкрилав хабитус (слика 4 и 5). Показува слаба сјајност по фолијација, што е карактеристично за амфиболски шкрилци, како и за хлоритски шкрилци.

Во состав на карпата главни минерали се: амфибол, епидот, хлорит и кварц. Споредни минерали се калцит, албит, и руден минерал.

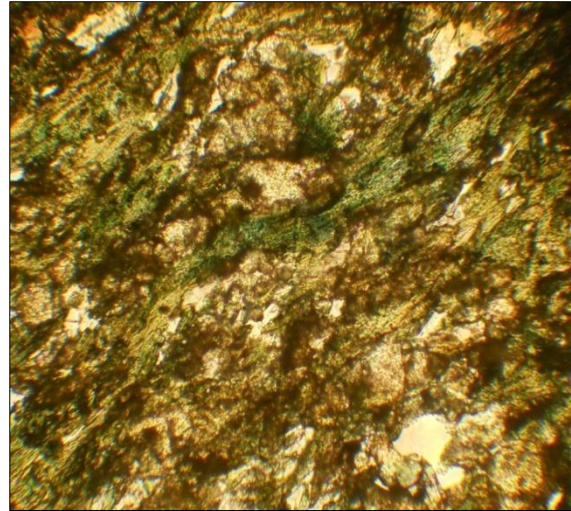
Амфиболот, заедно со епидот и хлорит, кои се во асоцијација, јасно преовладуваат во карпата и количински учествуваат околу 80 %, од што амфиболот е најмногу застапен минерал. Амфиболот се јавува во стапчести кристали кои не се разграничуваат јасно меѓу себе, туку се надоврзуваат еден на друг, така што градат несосема јасни низови.

Се појавува и во ситно листести форми. Тој е од типот на хорнбленда и има јасен плеохроизам во зелени бои

Должината на амфиболските кристали не е јасна така што достигнуваат и до 2 mm. со својата издолженост во еден правец ја чинат шкрилавоста на карпата. Со него редовно асоцираат епидот и хлорит и најверојатно се секундарни минерали на сметка на амфибол. Епидотот местимично прави мали натрупувања во ситнозрнести агрегати.



Слика 4. Микрофотографија на амфиболски шкрилец (N<sup>+</sup>)



Слика 5. Микрофотографија на амфиболски шкрилец (N<sup>-</sup>)

Кварцот се јавува во неправилни зрнести кристали во меѓупросторот на амфиболските низови, во индивидуални зрна и поретко во мали леќи. Големината на кварцните зрна е околу 150 микрони. Во рамките на амфиболските шкрилци се сретнуваат леќи и жици од кварц со различна големина, понекогаш и интензивно набрани. Дебелината на амфиболските шкрилци е различна и се движи во рамките од 2 до 4 метри, а на поедини отворени профили и преку 5 метри.

#### 4. ФИЗИЧКО - МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

При испитувањето применета е соодветна методологија на лабораториски испитувања согласно на постојни стандарди за ваков вид на раобти. Главно се користени постојните државни (МКС) стандарди, но исто така се земени предвид и препораките за испитување на меѓународното друштво за механика на карпи (ISRM – International Society for Rock Mechanics).

Заради споредба на јакоста на притисок, како и за утврдување на соодветни коефициенти на пропорционалност, извршени се испитувања на индексот на јакост. Резултатите од извршените физичко – механички карактеристики се прикажани во Табела 1.

Од приложената табела 1 се гледа дека каменот од локалитетот Почивало се одликува со добра јакост на притисок, која кај испитаните примероци во сува состојба изразена како средна вредност изнесува  $\beta_{P_{sred.}} = 85.23$  МПа, во водозаситена состојба изразена како средна вредност изнесува  $\beta_{P_{sred.}} = 70.25$  МПа после што е утврдено процентуално намалување на јакоста на притисок во прифатливи рамки и истото во конкретниот случај изнесува  $Z\beta_p M_{25 cik} = 24.03\%$ .

Запреминската маса на испитуваниот примерок изнесува  $\gamma_v = 1.99$  т/м<sup>3</sup>, додека специфичната маса на испитуваниот примерок изнесува  $\gamma_s = 3.01$  т/м<sup>3</sup>. Овој камен се одликува со висок степен на густина SG = 99.3 %, мала порозност p = 7%. Тој има мало водовпивање U = 0.1% и висока отпорност на абразија со стружење Ab = 17.24

$\text{cm}^3/50\text{cm}^2$ . Овој камен покажува добра отпорност на дејство на мараз и има минимална загуба во маса, која процентуално изразена после 5 извршени циклуси изнесува  $ZMr = 0.1\%$ .

## 5. ОЦЕНКА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИСПИТУВАЊЕТО НА КВАЛИТЕТОТ

Со извршените испитувања за квалитетот на може да се каже следното.

Примероците 1 и 3 се детерминирани како амфибол хлорит - епидотски шкрилци со помала количина на амфибол. Количинскиот сооднос на хлорит и епидот е прилично подеднаков во пр. 1, а во прим 2 нешто повеќе е застапен хлоритот.

Хлоритизацијата претставува неповолна компонента за физичко - механичките карактеристики на каменот, односно се очекува да има послаби јакосни карактеристики, заради што овие шкрилци може да се применуваат како агрегат за асфалт и бетон, а во зависност од испитаните јакосни карактеристики на каменот, односно за патишта од низок ранг, каде нема голема фреквенција на возила.

**Табела 1.** Резултати од утврдени физичко – механички карактеристики на архитектонско – декоративен камен од локалитетот Почивало

Ред. Број	Испитување	Метода според МКС	Единична мера:	Ознака	Резултати од испитување
1	Јакост на притисок во сува состојба	Б.Б8.012	МПа	$\beta_{pMIN}$	75.48
				$\beta_{pMAX}$	104.71
				$\beta_{Psred.}$	85.23
2	Јакост на притисок во водозаситена состојба	.Б8.012	МПа	$\beta_{pMIN}$	66.41
				$\beta_{pMAX}$	86.19
				$\beta_{psred.}$	70.25
3	Јакост на притисок после 25 циклоусина мрзнење и одмрзување	Б.Б8.012	МПа	$\beta_{pMIN}$	57.49
				$\beta_{pMAX}$	75.58
				$\beta_{psred.}$	64.75
	Загуба на јакост	%	$Z\beta_p M_{25 cik.}$	24.03	
4	Водовпивање	Б.Б8.015	% /м/м/	U	0.1
5	Отпорност на абење со стружење	Б.Б8.032	$\text{cm}^3/50\text{cm}^2$	Ab.	17.24
6	Зафатнинска маса со пори и шуплини	Б.Б8.032	$\text{kg/m}^3$	$\gamma_v.$	2990
7	Зафатнинска маса без пори и шуплини	Б.Б8.032	$\text{kg/m}^3$	$\gamma_s.$	3010
8	Степен на густина	Б.Б8.032	%	i	0.993
9	Коефициент на зафатнинска маса	Б.Б8.032	Koef	SG	99.3
10	Порозност	Б.Б8.032	% /м/м/	p	0.7
11	Постојаност на дејство на мраз	Б.Б8.002	% /м/м/	$ZM_{Scik.}$	0.1

Од архитектонски аспект може да се применуваат како плочи за облагање на внатрешни простори, главно за вертикални облагања, а во зависност од полирањето на каменот.

Во примерок 1 се јавува слаба сулфидна минерализација, која претставува штетна компонента врз бетонот, како и за надворешни плочи заради што не се препорачува за бетон, или пак ако се применува да се избегнуваат зоните со поголема содржина на сулфидна минерализација.

Примерокот 5 е детерминиран како амфиболски шкрилец, со помала застапеност на хлоритизација.

Овој примерок се очекува да има повисоки вредности на физичко - механичките карактеристики на каменот и може да се применува како агрегат за бетонски и асфалтни мешавини, а марката на бетон за која може да се применува ќе зависи од јакосните вредности на истиот.

Поради добрата отпорност на абеење, релативно малото водовпивање, високиот степен на густина и малата порозност и неговата постојаност при изложување на атмосферски влијанија, тој се смета особено погоден за надворешна употреба како камен за обложување на фасади, кејски и потпорни ѕидови, како камен за попложување на шеталишта и плоштади

## 6. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на извршените испитувања и приложениот материјал за шкрилците од локалитетот Почивало можат да се извлечат следните заклучоци:

Истражуваното подрачје е изградено од нискометаморфни шкрилци со карактеристична зелена боја.

Спрема склопот и составот се издвоени се: албит – епидот хлоритски и албит – хлоритски шкрилци, амфибол – хлорит – епидотски шкрилци и амфиболски шкрилци. Албит – епидот - хлоритските и албит - хлоритските шкрилци се најраспространети карпи и се одликуваат со изразито зелена боја, шкрилеста текстура и со чести нагомилавања на фелдспат во вид на бобици или порфиробласти со големина до 3 mm.

Амфибол – хлорит - епидотски имаат заматена сивозеленкаста боја. Структурата им е лепидогранобластична, а паралелно шкрилава текстура, на места ситно и неправилно набрана. Вдолж фолијацијата се јавуваат мрко кафеаво обоени мали делови на минералниот состав, односно пигментирани делови со лимонитски оксиди.

Амфиболските шкрилци се одликуваат со сивозеленкаста боја, ситнозрнест состав, а тенко паралелно шкрилав хабитус. Показува слаба сјајност по фолијација, што е карактеристично за амфиболски шкрилци, како и за хлоритски шкрилци.

Поради добрата отпорност на абеење, релативно малото водовпивање, високиот степен на густина и малата порозност и неговата постојаност при изложување на атмосферски влијанија, испитуваните шкрилци се особено погодни за надворешна употреба како камен за обложување на фасади, кејски и потпорни ѕидови, како камен за попложување на шеталишта и плоштади, но не е исклучена можноста за друга примена во зависност од потребите и можностите на производителот

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бончев, Г., 1920: Петрографско – минералошки изучувања во Македонија. Зборник на БАН, кн. XIII, клон прир. мат., Софија.
2. Вакањац, Б., 1992: Геологија лежишта неметаличних минералних сировина. Рударско – геолошки факултет Београд, Катедра економске геологије, Посебна издања бр. 4, Београд, 323 стр.
3. Илиќ, М., 1995: Истражување лежишта неметала - граѓевинских материјала. Друго изменено и допуњено издање. Рудаско – геолошки факултет, Београд.



4. Илиќ, М., 2003: Методе истраживања лежишта неметаличних минералних сировина. Рудаско – геолошки факултет, Београд.
5. Јанковиќ, С., 1957: Опробавање и прорачун резерви минералних сировина. Рударско – геолошки факултет, Београд.
6. Јанковиќ, С., Миловановиќ, Д., 1985: Економска геологија и основи економике минералних сировина. Рударско – геолошки факултет, Београд.
7. Јенко, К., и др. 1954: Ивештај за геолошкото картирање на теренот на Кривопаланечка околина во врска со појавување на олово - цинкови оруднувања. Св. 1, 2. Стр. фонд на Геолошки завод на СРМ, Скопје.
8. Мариќ, Л., 1952: Ефузивне стијене у рудној области измеѓу Злетова и Кратова. Споменица М. Кишпатиќа, Загреб.
9. Пенџерковски, Ј., 1962: Краток преглед на геолошката градба на областа Саса – Тораница (Македонија). Трудови на Геолошки Завод на СРМ, св. 9. Скопје.
10. Стаевиќ, Б., 2003: Проектовање и истраживање лежишта чврстих минералних сировина. Део први, Графичко проектовање и геометризација. Рударско – геолошки факултет Београд.
11. Страчков, М., 1961: Тектоника на централниот дел на Осоговската планина. Трудови на Геолошки Завод на СРМ, св. 8. Скопје.
12. Томиќ, Ј., 1940: Извештај о теренском испитувању на листу Крива Паланка, Кратово и Плачковица. Годишњак Геол. Инст. Кр. Југ. за 1939 год. Београд.
13. Христов, С., Карајовановиќ, М., Јанчевски, Ј., Иванова, В., 1969: Толкувач за ОГК на СФРЈ 1:100 000 за листот Кратово - Ќустендил. Фонд на Геолошки Завод – Скопје.
14. Христов, С., Карајовановиќ, М., 1969: Основна геолошка карта на СФРЈ 1 : 100 000 за листот Кратово - Ќустендил. Фонд на Геолошки Завод – Скопје.
15. Цвијиќ, Ј., 1906: Основе за географију и геологију Македоније и Старе Србије, Београд.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ГЕОТЕРМИЈАТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА КАКО ОБНОВЛИВ И ЕКОЛОШКИ ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА

## GEOTHERMAL ENERGY IN REPUBLIC OF MACEDONIA AS RENEWABLE AND ECOLOGY ENERGY SOURCE

*Марјан Делипетрев<sup>1</sup>, Тодор Делипетров<sup>1</sup>, Ана Митаноска<sup>1</sup>,  
Александра Ристеска<sup>2</sup>, Крсто Блажев<sup>1</sup>, Благој Делипетрев<sup>2</sup>, Горги Димов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип

<sup>2</sup>УГД, Факултет за информатика, Штип

**Апстракт:** Во овој труд ги опфаќа хидро-геотермалните системи како обновливи и еколошки извори на енергија. Главен тренд во светот е да се намалат фосилните енергетските суровини и другите извори на енергија кои имаат голем импакт врз екологијата и врз формата на теренот.

Република Македонија покрај хидроцентралите, во поново време се започна со употреба и искористување на другите обновливи извори на енергија. Катедрата за геологија и геофизика при Факултетот за природни и технички науки во последните години започна со истражувања на геотермалниот потенцијал во Република Македонија и неговото искористување како обновлив извор на енергија. Постоенето на голем број термални извори на територијата на Македонија, зборуваат за подрачје со зголемена геотермална енергија.

**Abstract:** This paper covers the hydro – geothermal systems as a renewable and environmentally friendly sources of energy. The main trend in the world is to reduce fossil energy and other energy sources that have a large impact on the environment and on the shape of the terrain.

Republic of Macedonia besides hydropower, recently started to use and utilize the others renewable energy sources. Department of Geology and Geophysics at the Faculty of Natural and Technical Sciences in recent years started exploring geothermal potential in the Republic of Macedonia and its utilization as a renewable energy source. The existence of numerous thermal springs on the territory of Macedonia, speak of for region with enhanced geothermal energy.

### ВОВЕД

Луѓето отсекогаш биле фасцинирани од вулканите и нивната природна моќ. Многу древни општества мислеле дека вулканите се домови на температурни разурнувачки богови или божици. Денес знаеме дека вулканите се извори на огромна топлинска енергија-геотермална енергија која потекнува од Земјината внатрешност. Оваа



топлина исто така предизвикува геотермални извори, парни вентили (Фумароли) и гејзери.

Низ вековите луѓето ја користеле геотермалната енергија, со користење на топла вода која како извори се појавува на површината на Земјата, а додека пак денес геотермалните извори се користат како бањи за лекување и релаксација и како инстант топли садови за готвење.

Денес се копаат бунари длабоко под земјата за да се донесе топлата вода на површина, која ќе се користи како енергија за греење, за да се забрза растот на растенијата, за енергија за сушење на овошје и зеленчук. А како најнов тренд геотермалната вода како обновлив извор на енергија се користи за производство на електрична енергија.

Територијата на Република Македонија спаѓа во релативно добро истражените простори, од регионален геолошки аспект, а со тоа има доста податоци и за геотермалната потенцијалност.

## **1. GEOTERMALNA ENERGIJA**

Геотермалната енергија е онаа топлинска енергија складирана под површината на земјата, и се дистрибуира помеѓу загреаната матична карпа и природните флуиди содржани во порите и фрактури во рамките на матичната карпа. Оваа топлина е главно резултат на радиоактивно распаѓање на природно-настанатите изотопи на калиум, ториум и ураниум во Земјината кора, која се состои од ~ 80% од вкупната топлина. Останатите топлина потекнува од исконскиот развој на планетата.

Во геолошката сфера, топлина се движи од внатрешноста на Земјата кон површина како резултат на голем број на топлински механизми. Два главни механизми на пренос на топлина се:

- спроводливоста - процес со кој енергија (топлина) се пренесува од една карпа во друга преку директен контакт
- адвекција - процес, каде што енергија (топлина) се пренесува преку проток на течности (вода) од едно ниво кон друго (струење на флуиди е посебен случај на адвекција при што течноста се движи во затворен циклус).

Површински манифестации на висок температурен проток вклучуваат вулкани, фумароли, топли извори и гејзири. Површинскиот проток на топлина се мери со флукс на термална енергија на површината на земјата и е функција од стапката на топлината што се создава во рамките на кора плус топлина спроведена од подлабоките делови на мантија. Топлинската состојба на кора може да се изрази на површина во форма на топлински единици ( $mW / m^2$ ) и општо се смета дека топлината се транспортира до голем дел од површината на земјата од страна на спроводливи средства.

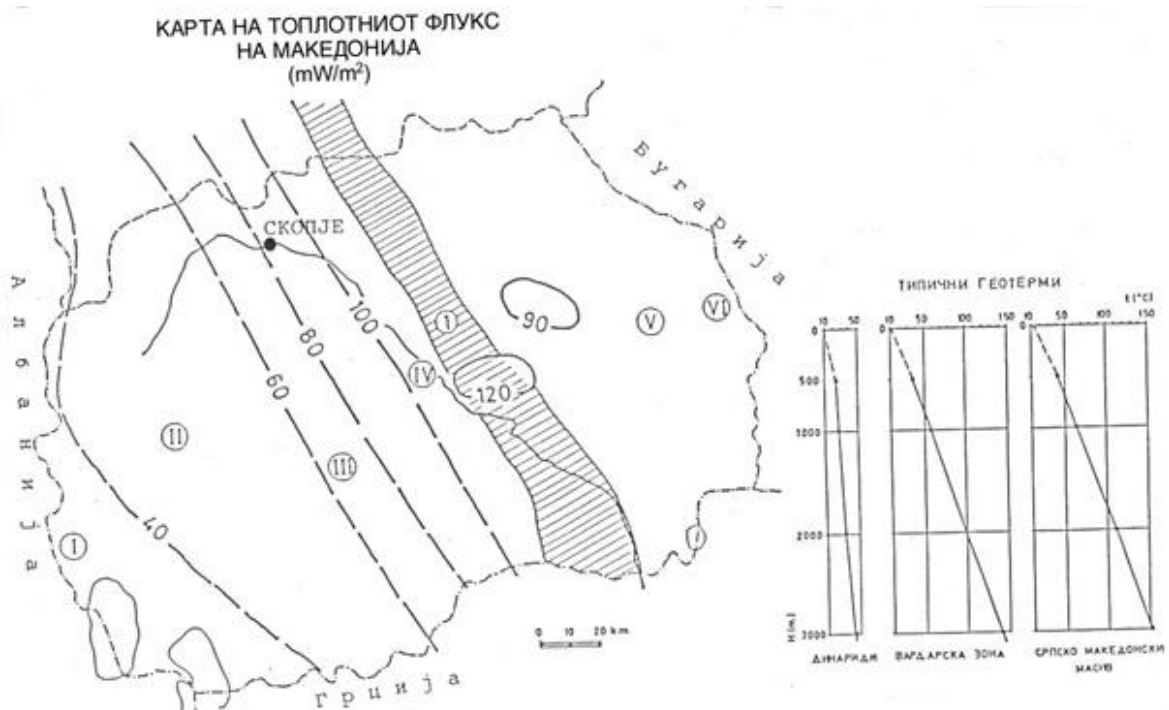
Просечната стапка на топлински проток низ кора е околу  $59 MW / m^2$  (Tester и др., 2006). Сепак, поволни геолошки услови кои преовладуваат во некои области на површината на Земјата има многу повисоки вредности.

## **2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА GEOTERMALNOTO POLE NA REPUBLIKA MAKEDONIJA**

Постоењето на голем број термални извори на територијата на Македонија зборуваат за подрачје со зголемена геотермална енергија. На оваа територија, досега, детално се истражувани повеќе локации во однос на геотермалните карактеристики. Во околината на Кочани, Струмица и Гевгелија и други локалитети деталните геотермални истражувања дефинирале геотермални извори со економска важност кои и денес се во експлоатација. Водени од економскиот интерес, поедини региони се детално истражувани, меѓутоа, не е многу направено на планот на изготвување на топлотниот флукс на Македонија. Регионалните геотермални карактеристики на

територијата на Републиката се очекувани и се во склад со податоците добиени со најновите геофизички истражувања.

Во регионална смисла, јасно може да се види дека подземната температура се зголемува одејќи од запад (границата со Албанија) кон исток, постигнува максимум во делот на Вардарската зона и поблаго опаѓа одејќи кон Македонско - Бугарската граница (сл. 1). Од прикажаните типични геотерми на сл. 1 за Динаридите за длабочина  $H = 1000 \text{ m}$  владее температура од околу  $20^\circ\text{C}$ , за истото ниво за Вардарска зона од околу  $60^\circ\text{C}$  и за Српско Македонскиот масив од околу  $70^\circ\text{C}$ . Од ова гледиште треба да се исклучат локалните аномалии кои своите максимуми ги затвараат на мали региони.



**Слика 1.** I - Корабиди, II - Западно - Македонска зона, III - Пелагониди, IV - Вардарска зона, V - Српско - Македонски масив, VI - Краиштини, 1 - Зона на максимален тоplotен флуks (по Равник, Колбах, Миливојевиќ, Миошиќ, Тониќ)

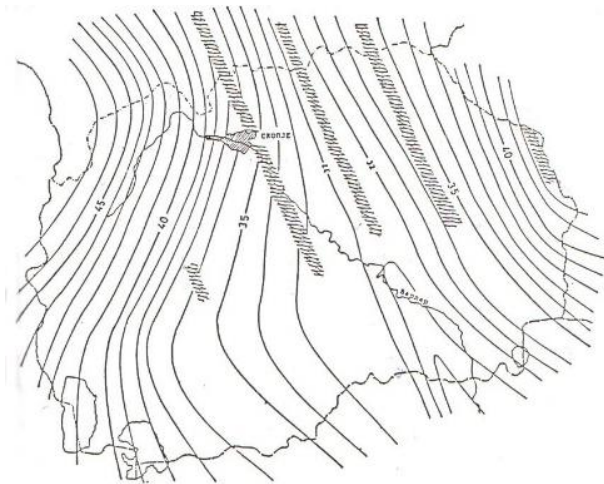
На прикажаната карта на густината на тоplotниот флуks за територијата на Македонија (иако има доста апроксимации), податоците за температурата и густината на тоplotниот флуks се корегирани за температурната рамнотежа, додека тоplotграфската корекција е изоставена.

На територијата на Македонија, општо земено, температурните зони можат да корелираат со следните тектонски единици:

Зона	Тектонска единица
Ниски температури: $< 50 \text{ mW}/\text{m}^2$	Корабиди.
Средни температури: $50 - 80 \text{ mW}/\text{m}^2$	Западно - Македонска зона, Пелагониди.
Високи температури: $> 80 \text{ mW}/\text{m}^2$	Вардарска зона, Српско - Македонски масив.

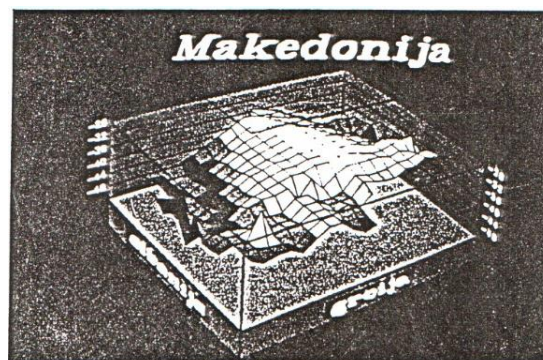
Границите на подрачјата со еднаква густина на тоplotниот флуks се апроксимативни. Може да се констатира дека зоните со максимални вредности на густина на тоplotниот флуks во Српско - Македонскиот масив и Вардарската зона се поклопува

воглавно со намалена дебелина на земјината кора, додека ниските вредности на густината на топлотниот флуks се добиени во просторите со зголемена дебелина на земјината кора (Корабидите). Од досега изнесеното се наметнува заклучокот дека главниот но не единствен причинител на аномалното геотермално поле е Ширењето на астеносферата, односно температурното аномално поле е во реципрочен однос со дебелината за земјината кора. Меѓутоа овие простори претставуваат истовремено лабилни зони подложни на чести кршења и формирање на длабоки дислокации кои ја сечат целата земјина кора. Вдолж овие длабински раседи доаѓа до продор на магмати на површината на земјата или во нејзина близина што е посебно присутно во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив и е јасно докажано со резултатите на магнетските истражувања. На тој начин, длабинските раседи чија должина изнесува и повеќе стотици километри, можеле, а по се изгледа дека тоа е најверојатно, да одиграат улога на доводни канали на конвективна топлина. Овој начин на загревање на геолошките формации е потврден со фактот дека најголемите природни извори на територијата на Македонија се наоѓаат во регионите со терциерна магматска активност. Зголемената температура на гранитските маси во Српско - Македонскиот масив и Вардарската зона, можно објаснување, може да има врска со распаѓањето на радиоактивните елементи во гранитните плутони.



**Слика 2.** Структурна карта на Мохоровичиќ - евиот дисконтинуитет

Мохо - дисконтинуитетот е со длабочина од 48 km на границата со Албанија. Длабочината се намалува во Вардарската зона на околу 30 km (Свети Николе 28 km), а потоа одејќи на исток кон границата со Бугарија се зголемува до 45 km.



**Слика 3.** Тродимензионална слика на Мохоровичиќ - евиот дисконтинуитет

Современите хидротермални појави на територијата на Република Македонијасе најзастапени во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив, главно вдолж

длабоките раседни структури и низинските делови. Во Републиката се познати дваесетина локалитети со современи хидротермални појави и повеќе од педесетина во вид на извори со термална или термоминерална вода.

Температурите на термоминералните води во Македонија се движат од 20° С до 79° С.

**Табела 2.** Физички карактеристики на современите хидрогеотермални појави во вид на извори и дупнатини во Српско - Македонскиот масив и Вардарската зона

Ред. бр.	Локалност	Појава извор (и) дупнатина (д)	Координати			Температура (°С)	Количина л/с
			x	y	z		
1	Волково	ГТД-1 (д)	4 654 971	7 527 841	374	25	63
2		ИБСКГ-3 (д)	4 654 330	7 528 150	317	22	22
3	Катлановска бања	Д-1 (д)	4 639 800	7 557 650	287	54.2	10
4		Б-1, Б-2 (д)	4 638 990	7 558 125	255	32	4
5		Нервна в (и)	4 639 225	7 558 100	250	28	2
6		Поткоп	4 639 500	7 557 850	265	38	2
7		Фонтана (и)	4 639 750	7 557 000	270	28	0.2
8		Извор (и)	4 639 260	7 557 910	230	38	1
9	Проевци	(д)	4 664 460	7 562 100	310	31	2
10	Стрновец	(д)	4 670 300	7 570 050	280	40	17
11	Подлог	ЕБМП-1 (д)	4 638 625	7 613 175	310	78	150
12		Р-3 (д)	4 638 775	7 613 095	310	77.8	80
13	Крупеште	К-1/83 (д)	4 634 000	7 605 000	300	32	0.5
14		К-2/83 (д)	4 634 000	7 605 100	295	40.6	6.9
15	Кочанско поле	Р-11 (д)	4 640 700	7 618 252	335	50.6	2.6
16	Кочани	Ка-1 (д)	4 641 750	7 617 200	340	22.4	6
17	Подлог	ЕБ-3 (д)	4 639 025	7 613 070	310	78	350
18	Истибања	И-5 (д)	4 643 000	7 624 350	350	66.4	12
19		И-3 (д)	4 643 100	7 624 350	350	67	5
20		И-4 (д)	4 643 025	7 624 475	350	56.6	4.2
21	Тркање	ЕБ-2 (д)	4 649 560	7 612 660	311	71.3	50
22		Р-9 (д)	4 639 375	7 612 675	310	71.3	85
23	Бања	Б-1 (д)	4 641 550	7 611 225	350	63	8.3
24		Б-2 (д)	4 641 525	7 611 205	348	63.2	55.3
25		Р-1 (д)	4 640 300	7 615 840	347	63	30
26		Р-6 (д)	4 639 925	7 611 600	350	40	1
27	Банско	Б-1 (д)	4 583 900	7 647 225	258	68	55
28		Извор (и)	4 583 900	7 647 160	270	73	6
29	Негорци	НБ-3 (д)	4 559 875	7 625 530	65.1	47.2	40
30		НБ-4 (д)	4 559 750	7 625 600	64.3	53.2	40
31		Б-1 (д)	4 559 100	7 625 410	65	32	3
32	Смоквица	Сеид 6 (д)	4 570 375	7 624 812	56.9	45.1	7.2
33		Сеид 1 (д)	4 570 340	7 624 800	57.5	56.7	60
34		Сеид 2 (д)	4 569 650	7 624 775	57.1	48.1	5.2
35		Сеид 4 (д)	4 570 250	7 624 815	57	56.1	35
36		Сеид 5 (д)	4 570 400	7 624 780	57.1	64	40
37		Сеид 7 (д)	4 520 369	7 624 725	57.1	68.5	60
38	Штип	Л'ци (и)	4 621 825	7 598 552	300	59	1
39		Кежовица (д)	4 621 700	7 598 360	280	57	7
40		Б-4 (д)	4 621 850	7 598 630	260	32	30
41	Кожуф	Топли дол (и)	4 560 225	7 583 760	740	28	0.5
42		Топлик (и)	4 558 275	7 579 743	880	22	8
43		Мрежичко (и)	4 561 875	7 583 450	720	21	0.2
44		Горничет (и)	4 558 425	7 619 650	220	23	0.1
45	Кратово	Повишица (д)	4 659 035	7 590 143	443	31	4
46		Добрево (д)	4 654 510	7 600 300	330	28	5.5
47	Велес	Сабота вода	4 620 025	7 567 810	280	21	5
48	Раклеш	Дупн (д)	4 609 287	7 624 308	349	26	2
49	Дојран	Топлец (и)	4 566 550	7 642 530	161	25	2
50		Дерибаш (д)	4 561 580	7 643 900	240	20.5	10

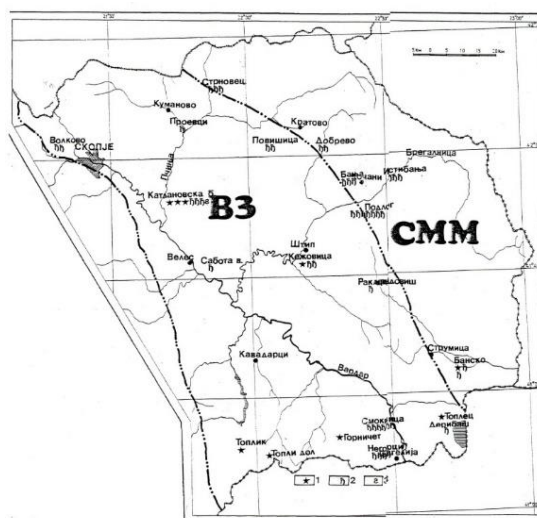
**Табела 3.** Вредности на геотермалниот потенцијал во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив по длабински интервал

Ред. бр.	Длабински интервал (km)	Прогнозна темп. (°C)	Вардарска зона P = 8680 km <sup>2</sup>		Српско - Македонски масив - P = 4380 km <sup>2</sup>	
			10 <sup>21</sup> J	10 <sup>10</sup> Tн	10 <sup>21</sup> J	10 <sup>10</sup> Tн
1	0 - 3	176	10.4	25.0	5.3	12.6
2	3 - 5	290	12.0	28.7	6.0	14.5
3	5 - 7	406	17.0	40.8	8.6	20.6
4	7 - 10	580	36.9	88.4	18.6	44.6
ВКУПНО			76.3	182.9	38.5	92.3

## 2.1. Оценка на хидрогеотерманите ресурси

Хидрогеотермалните ресурси, во споредба со вкупниот геотермален потенцијал на земјината кора или само до одредена нејзина длабочина, содржат многу помалку акумулирана енергија, но во споредба со сите други видови геотермални ресурси, тие досега се најискористувани и се во голема предност пред другите ресурси. Ова се должи, пред се, на поедноставниот начин на користење на хидрогеотермалната енергија.

Хидрогеотермалните ресурси се дел од геотермалните ресурси и го претставуваат оној дел од земјината кора во кој покрај кондуктивниот начин на пренос на геотермална енергија низ карпи со изолаторски функции, се врши и конвективен пренос на енергија и тоа низ карпи со функција на хидрогеолошки колектор и кои се исполнети со хидрогеотермални флуиди и кои можат да бидат рационално искористени како енергетски извор споредлив со другите конвенционални извори на енергија.



**Слика 4.** Карта на современи хидрогеотермални појави во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив (1. извор, 2. дупнатина, 3. истражен поткоп)

## 3. ЗАКЛУЧОК

Република Македонија според географската положба и конфигурацијата на теренот, е држава која може голем дел од производството на електрична енергија може да го замени со обновливите извори на енергија. На ова укажува фактот дека во Република Македонија има околу 280 сончеви денови, има голем број на реки и планини по кои се јавува струење на воздухот и околу 20 геотермални појави.

Регионот на Источна Македонија и Вардарска зона претставуваат простор со висок капацитет на геотермална енергија и како такви треба да претставуваат приоритет во истражувањата за дефинирање на конкретно наоѓалиште на геотермална енергија; Република Македонија во поглед на обновливите извори на енергија е слабо истражена, но и досегашните направени истражувања не се транспарентни, а тоа се должи на некористењето на современите ГИС софтвери. Со формирањето на ГИС база на податоци, достапност на податоците до јавноста ќе привлечат инвеститори за истражување и експлоатација на геотермална енергија.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Блажев К., Арсовски М. - Тектонски положај термоминералних извора у Кочанској депресији, Конгрес Будва, 1984
2. Делипетрев М. - Геомагнетно поле на Република Македонија, магистерски труд, 2007
3. Делипетров Т. - Врска помеѓу коровите и подкоровите структури на територијата на Македонија и сеизмичноста, докторска дисертација, 1991
4. Донева Б. - Корелација помеѓу реалната геолошка средина и геоелектричниот модел, магистерски труд, 2009
5. Ѓоргиева М. - Геотермални ресурси во Вардарската зона и Српско Македонската маса на територијата на Македонија, докторска дисертација, 1995
6. Каракашев Д. - Модел на геотермален систем на Кочанската депресија и можности за негова примена во источно македонската зона, докторска дисертација, 2007





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ЛОКАЛИТЕТОТ ЧЕПИГОВО ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА ГРАД ПРИЛЕП

## HYDROGEOLOGICAL EXPLORATION OF THE LOCALITY CEPIGOVO FOR WATER SUPPLY TO THE CITY OF PRILEP

**Војо Мирчовски<sup>1</sup>, Пеце Ристевски<sup>2</sup>, Гоше Петров<sup>1</sup>, Ѓорѓи Димов<sup>1</sup>,**  
<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип  
<sup>2</sup>ХИБ „Хидроинженеринг“ - Битола

**Апстракт:** Пелагониската неогена депресија изградена е од неогени и квартарни седименти. Дебелината на седиментите во Прилепскиот наоген басен е доста прецизно дефинирана на база на геофизички истражни работи и голем број изведени истражни дупнатини. Истражниот простор Чепигово е изграден од алувијални терасни наслаги претставени од песоливо-чакалест материјал со прослојци од прашиности песоци и чакали во поедини интервали, наталожени преку плиоценските седименти. Алувијалните седименти се надупчени до длабочина од околу 40.0 m, а испод нив се плиоценските седименти.

Од хидрогеолошки аспект, *песокливо-чакалестите наслаги* имаат интергрануларна порозност, многу добра водопрпусност и водоносност, и во нив е формиран збиен тип на издан на подземна вода. Алувијалните седименти ги имаат следните ХГ карактеристики: коефициент на филтрација од ранг на величина  $K_f = n \times 10^{-4}$  m/s, трансмисивност  $T=500-1500$  m<sup>2</sup>/ден, односно издашност на бинари  $Q=40.0-60.0$  l/s.  $q=5-10$  l/s/m'. Со изведбата на експлоатациониот бунар плиоценските седименти се надупчени на длабина испод 40.0 m.

На основ на изведеното пробно црпење на бунарот ИЕБ–1, како и изведената графоаналитичка анализа на резултатите од црпењето одредена е експлоатационата издашност на бунарот, која изнесува 50 l/s.

**Клучни зборови:** подземна вода, алувијални седименти, бунар, издашност, неоген басен.

**Abstract:** The thickness of sediment in Prilep naogen pool is very precisely defined based on geophysical investigations and performed numerous investigations wells. Investigating area Cepigovo is built from terraced alluvial deposits represented by sandy-gravel material with a fans of dust sand and chalk in certain intervals, deposited by Pliocene sediments. The alluvial sediments are riddled to a depth of about 40.0 m, and underneath are the Pliocene sediments.

Sand - gravel deposits have intergranular porosity, very good waterproof and aquiferous, and they formed a compact formations of underground water. Alluvial sediments have the following characteristics: the filtration coefficient  $K_f = n \times 10^{-4}$  m/s, transmissibility  $T = 500-$

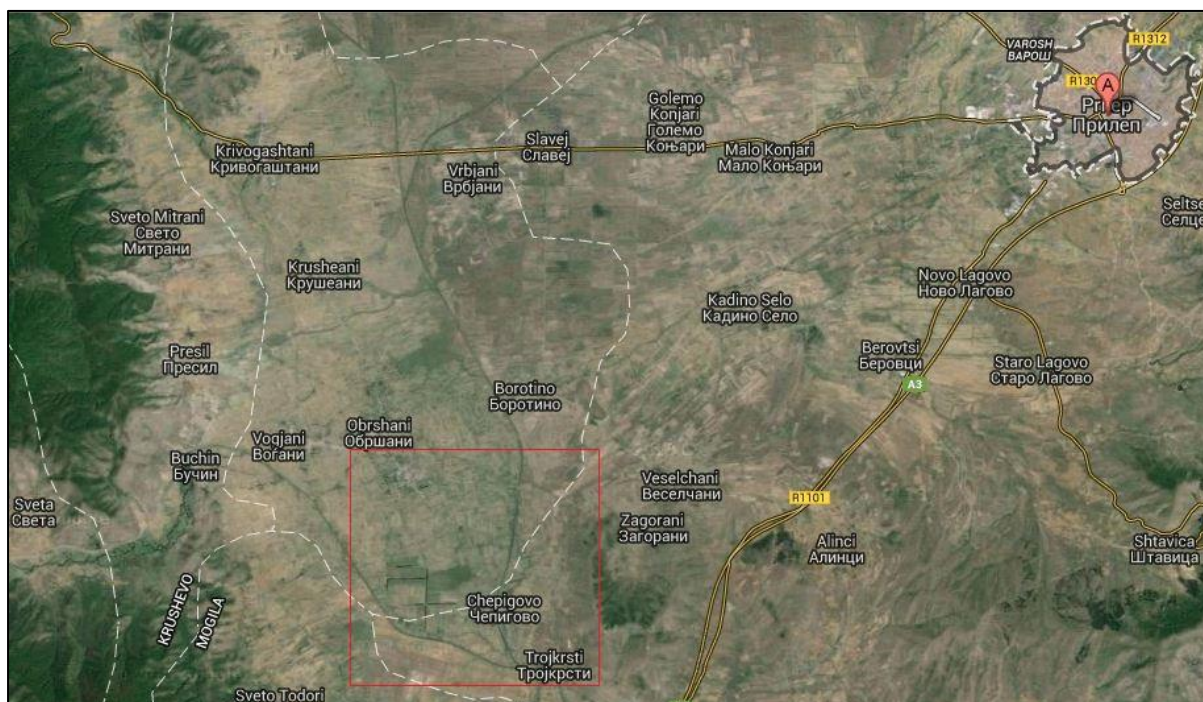
1500 m<sup>2</sup>/ day, a yield of wells Q = 40.0-60.0 l/s. q = 5-10 l/s/m'. With the performance of the exploitation wells are riddled Pliocene sediments of depth beneath 40.0 m. On the basis of the performed test pumping of the well IEB-1, and the derived graphene analytical analysis of results is given exploitation extraction yield of the well. And it is 50 l/s.

**Keywords:** alluvial sediments, well, yield, neogene basin.

## ВОВЕД

Водоснабдителниот систем Студенчица е наменет за зафаќање на водите од истоимениот извор и дистрибуција на истите до крајните корисници, односно комуналните претпријатија на градовите Кичево, Прилеп, Македонски Брод и Крушево, како и технолошка вода за Рударско Енергетскиот Комбинат Осломеј. Од пуштањето во работа на системот Студенчица па до денес во неколку периоди издашноста на изворот е падната под 500 l/s, кога и се јавуваа мошне сериозни проблеми со водоснабдувањето на населението бидејќи само на градот прилеп Прилеп во моментот му се потребни 400-450 l/s вода. Сето ова зборува за итноста на покренување на акција за изнаоѓање на нови изворишта за водоснабдување на градот Прилеп.

Во овој труд ќе се презентираат можностите и условите за зафаќање на подземните води на локација с. Чепигово - с. Пашино Рувци за потребите на дополнително водоснабдување на град Прилеп. Истражниот простор се наоѓа на околу 20 km југозападно од градот Прилеп лоциран во алувионот на Црна река (слика 1).



Слика 1. Локација на истражниот простор

## 1. ГЕОЛОШКА ГРАДБА НА ПРИЛЕПСКИОТ РЕГИОН

Пелагониската неогена депресија изградена е од неогени и квартарни седименти. До неодамна се сметаше дека неогените седименти се претставени исклучиво од плиоценски наслаги, но со најновите сознанија и истраги вршени од страна на проф. Никола Думурџанов и други се смета дека основата на неогените седименти во Прилепскиот дел на Пелагониската неогена депресија е изградена од горно миоценски наслаги. Дебелината на седиментите во Прилепскиот неоген басен е доста прецизно

дефинирана на база на геофизички истражни работи и голем број изведени истражни дупнатини. Со дупчење утврдена е дебелина на неогени седименти на длабочина 110 m кај с. Заполжани, 186 m кај с. Обршани, 200 m кај с. Г.Коњари, 310 m кај с. Сарандиново, 351 m кај с. Крушеани, 373 m кај с. Вранче.

Од профилите на порано изведени истражни дупнатини во Прилепскиот неоген басен може да се види дека литолошката градба на неогените и кварталните седименти е доста хетерогена.

Од извршената детална анализа на сите 21 литолошки столбови може да се констатира дека во целина околу 56% неогените и кварталните седименти се изградени од песокливи прадини, песокливи глини и чисти прадини и глини додека околу 44% профилот се изградени од прашиности песоци и чакали и поретко чисти слоеви од песок и чакал.

На база на големиот број на изведени истражни дупнатини и доста голем обем на геофизички истражни работи границата помеѓу кварталните и неогените седименти е од 5 - 80 m, најчесто 20 - 40 m.

Кварталните седименти во рамничарскиот дел од теренот се претставени со алувијално-езерски седименти и кај нив повеќе преовладува покрупна песокливо чакалеста фракција. По ободите на басенот кварталните седименти се претставени со пролувијални наслаги изградени од грубо кластичен нанос изграден од прашиности глиновити песоци и чакали локално со појава на валутоци.

Во југозападниот дел на басенот Црна Река формира појас од алувијални седименти со широчина од 1 до 3 km чија дебелина на база на геофизички истражни работи се цени на околу 20 до 80 m. Овој алувијален нанос е изграден од песоци и чакали.

Ободите како и основата на неогените седименти во басенот изградени се од прекамбриски и палеозојски карпи.

Источно од регионалниот расед кој го дели Пелагонискиот масив од Западно Македонската зона, во рамките на Пелагонискиот масив ободите и основата на басенот се изградени од прекамбриски карпи: гнајсеви, микашисти и мермери.

Западно од регионалниот расед во рамките на Западно Македонската зона ободите и основата на басенот се изградени од разноврсни палеозојски шкрилци и рифеј камбриски шкрилци.

## **2. ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИЛЕПСКИОТ РЕГИОН**

Врз основа на усвоена тектонска реонизација на Македонија по М. Арсовски (1997), Прилепскиот неоген басен со најголемиот свој дел припаѓа на Пелагонискиот хорст антиклинариум, а во сосема мал дел на Западно Македонската зона (југо-западниот дел на басенот). Прилепскиот неоген басен представува составен дел на Пелагонискиот басен и тектонските карактеристики треба да се разгледуваат во рамките на Пелагонискиот басен.

Како што претходно споменавме Пелагонискиот басен представува неотектонска грабенаста структура чие формирање по Н. Думурџанов и други започнало кон крајот на среден миоцен.

## **3. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИСТРАЖНИОТ ПРОСТОР**

Како што е споменато во поглавјето за геолошка градба, Прилепскиот неоген басен е изграден од квартални и плиоценски (според најновите сознанија и горномиоценски седименти). Кварталните седименти целосно (освен на мал дел 5-6 km<sup>2</sup> СИ од Прилеп) ги покриваат плиоценските седименти.

Прилепскиот неоген басен од хидрогеолошки аспект може да се третира како една хидрогеолошка целина (слика 2).

Ободните планински масиви се изградени од цврсти карпи: гнајсеви, микашисти, гранити, разноврсни шкрилци, мермери и други карпи.

Врз основа на литолошкиот состав, стратиграфската припадност и хидрогеолошките карактеристики на застапените литолошки формации во Прилепскиот неоген басен и околните блоковски структури, површински може да се издвојат два региони на водопрпусни литолошки формации и еден регион на водонепрпусни (претежно водонепрпусни) литолошки формации.

- **В о д о п р о п у с н и к а р п и**
  - Водопрпусни неврзани кластични наслаги - *збиен тип на водоносници*;
  - Водопрпусни карбонатни карпи - *карстно-пукнатински тип на водоносници*;
- **В о д о н е п р о п у с н и к а р п и**
  - Претежно водонепрпусни интрузивни, метаморфни и други цврсти карпи;
  - Водонепрпусни неврзани литолошки формации во рамките на неогените седименти;

Од извршениот хидрогеолошки увид на истражниот простор, претходно реализираните геолошки и хидрогеолошки истражно-експлоатациони работи, како и резултатите од пратењето на исплуката при изведбата на бунарот, може да се каже дека микролокалитетот во целина е изграден од алувијални терасни наслаги претставени од песокливо-чакалест материјал со прослојци од прашинести песоци и чакали во поедини интервали, наталожени преку плиоценските седименти. Алувијалните седименти се надупчени до длабочина од околу 40.0 m, а испод нив се плиоценските седименти

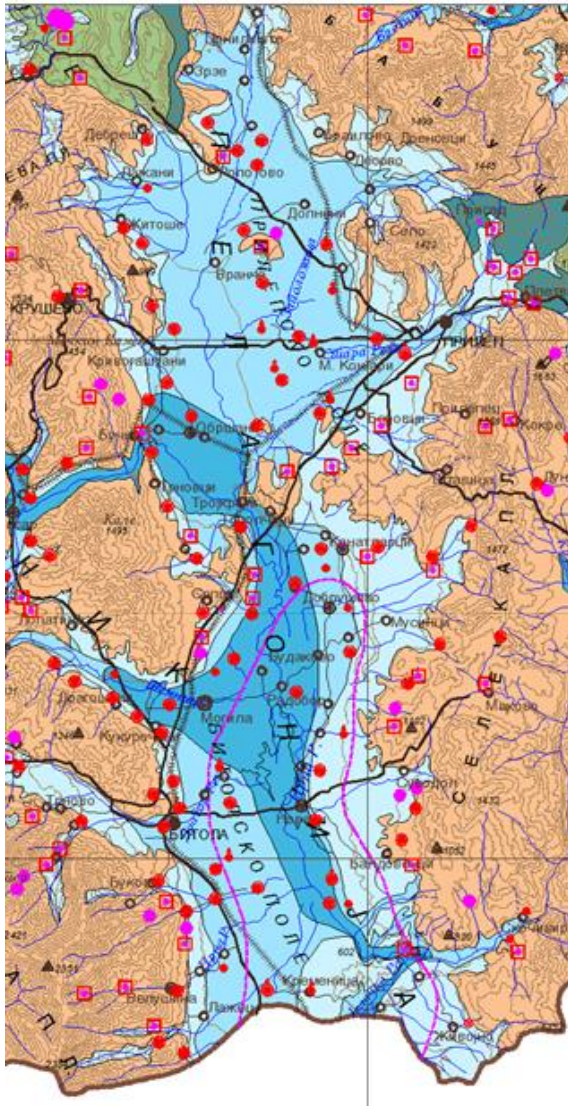
Од хидрогеолошки аспект, *песокливо-чакалестите наслаги* имаат интергрануларна порозност, многу добра водопрпусност и водоносност, и во нив е формиран збиен тип на издан на подземна вода. Према ХГ функција тие претставуваат хидрогеолошки колектор со можност за циркулација и акумулација на подземни води на овој терен со многу добри филтрациони карактеристики што се гледа од добиените параметри при пробното црпење и тестирање. Со изведбата на пробно-експлоатациониот бунар овие седименти се надупчени на длабина до 40.0 m.

Алувијалните седименти ги имаат следните ХГ карактеристики: коефициент на филтрација од ранг на величина  $K_f = n \times 10^{-4} \text{ m/s}$ , трансмисивност  $T=500-1500 \text{ m}^2/\text{ден}$ , односно издашност на бунари  $Q=40.0-60.0 \text{ l/s}$ .  $q=5-10 \text{ l/s/m}^2$

За разлика од нив, *плиоценските седименти* се условно водонепрпусни и безводни, со доста слаби филтрациони карактеристики, и на овој терен всушност претставуваат ХГ изолатори. Со изведбата на пробно-експлоатациониот бунар плиоценските седименти се надупчени на длабина испод 40.0 m.

Нивото на подземни води е регистрирано на длабина од 0.80 m, односно на ката, приближно 592 m.





**Л Е Г Е Н Д А:**

I КЛАСА НА ВОДОПРОПУСНОСТ	
11	Терени изградени од неврзани карпи со ниска водопронионост (злукум - песок, какал, прашина, прашинаст песок и др.) $K_{11} = 0.085-0.95 \text{ m/den}$ , $T = 15-50 \text{ m}^3/\text{den}$ , $Q_{11} = 0.5-2 \text{ l/s}$
12	Терени изградени од неврзани карпи со средна водопронионост (злукум - песок, какал, прашинаст песок и др.) $K_{12} = 0.95-8.9 \text{ m/den}$ , $T = 50-200 \text{ m}^3/\text{den}$ , $Q_{12} = 2-10 \text{ l/s}$
13	Терени изградени од неврзани карпи со висока водопронионост (злукум - песок и какал) $K_{13} = 8.95-4 \text{ m/den}$ , $T = 300-1500 \text{ m}^3/\text{den}$ , $Q_{13} = 10-50 \text{ l/s}$
14	Терени изградени од неврзани карпи со многу висока водопронионост (злукум - песок и какал) $K_{14} = 8.9 \text{ m/den}$ , $T = 1500 \text{ m}^3/\text{den}$ , $Q_{14} = 50 \text{ l/s}$
15, 32, 33	Терени изградени од карбонатни карпи со висока до многу висока водопронионост, карсто пукнатински тип на издане 10 карсти пукнатини, $Q_{15} = 10.0 - 1000 \text{ l/s}$ , локално $> 1000 \text{ l/s}$ , $Q_{32} = 10 \text{ m}^3/\text{den}$
41, 42	Терени изградени од ефузивни и други карсти карпи со средна водопронионост $Q_{41} = 2 - 10 \text{ l/s}$ , $Q_{42} = 2 - 10 \text{ l/s}$ , $Q_{43} = 1.5 \text{ m}^3/\text{den}$
60	Терени изградени од различни карсти карпи слабо водопронионо до водопронионо пукнатински тип на издане само локално гитло под површината на теренот со ограничен простор $Q_{60} = 2 \text{ l/s}$ , $Q_{61} = 2 \text{ l/s}$ , $Q_{62} = 0.2 \text{ m}^3/\text{den}$
80	Главно базални терени локално многу слабо водопронионо изградени главно од филонидни и лапоролити седименти
ПОДАТОЦИ ЗА ИЗДАНИЕ	
Хидрогеолошка граница	
Артеиска граница	
ТОПОГРАФСКИ ОЗНАКИ	
Autopat	Поголема река
Регионален пат	Река
Железничка пруга	Суводолца
Тригонометриска точка	Езеро
II ХИДРОГЕОЛОШКИ ПОЈАВИ	
ПОДЗЕМНО-ВОДНИ ПОЈАВИ	
< 0.1	Постојан извор на слатка вода со изданост [l/s]
0.1-1	
1-10	
> 100	
ВОДНИ ГРАДИ	
Копан бунар до 6 м длабочина	
Активен дупчен бунар со длабочина преку 6 м	
Дупчен артезиански бунар	
Црплиште на јавен водовод	Зафат на подземна вода (извор или бунар)
Рени бунар	
Дупчен бунар со термоминерална вода	
Минерален извор	
Термоминерален извор	

Слика 2. Хидрогеолошка карта на Пелагониската Котлина

Во ваков случај, при анализа на капацитетот на изданот, треба да се земаат во предвид покрај прихранувањето од површинскиот водотек, и прихранување на изданот главно од врнежите или евентуално други странични прихранувања.

#### 4. ТЕХНОЛОГИЈА НА ИЗВЕДБА И ТЕХНИЧКИ ПАРАМЕТРИ НА БУНАРОТ ИЕБ-1

Дупчењето на бунарот е изведено ротационо, со употреба на исплака како флуид за дупчење, со метод на дупчење со класична циркулација на флуидот.

Дупчењето по целата длабочина е изведено со пречник  $\varnothing 720 \text{ mm}$ , до длабочина до 40.5 m. По завршеното дупчење во бунарот во интервал од 0.0–40.0 m е вградена бунарска конструкција од фабрички припремени PVC бунарски цевки,  $\varnothing 400 \text{ mm}$  (10 Bari).

Филтерскиот дел од бунарската конструкцијата е вграден на длабочина од 10.0–25.0 m и 30.0–35.0 m, со вкупна должина од 20.0 m, има фабричка линиска перфорација со хоризонтални прорези со отвор на шлицеви од 2,0 mm. Процентот на перфорација изнесува 10 %, а пропусна моќ е 2.64 l/s/m'.

За набљудување на варијациите на нивото на подземната вода за време на тестирањето и идната употреба на бунарот, непосредно до бунарската цевка вграден

е пластичен бунарски пиезометар,  $\varnothing$  60 mm, до длабина од 40.0 m, 0.0-10.0 m полна цевка, 10.0-36.0 m филтер, 36.0-40.0 m полна цевка.

По спуштањето на бунарската и пиезометарската конструкција пристапено е кон постепено пополнување на просторот меѓу ѕидот на бунарот и конструкцијата со филтерски засип од речен чакал со фракција од  $d = 4-8$  mm, на длабина од 3.0–40.0 m со континуирано испирање на бунарот со чиста вода. Филтерскиот засип е вграден во вкупна должина од 37.0 m. По вградувањето на филтерскиот засип изведено е вградување на тампон од глина, во интервалот од 0.0–3.0 m, вкупно 3.0 m.

По вградувањето на филтерскиот засип извршено е прочистување и испирање на бунарот со чиста вода и разработка со аерлифтување во траење од 16 часа.

**Табела 1. Технички карактеристики на бунарот**

Технички карактеристики на бунарот	ИЕБ-1
Длабина на бунарот [m]	40.5
Пречник на дупчење [mm]	720
Конструкција [m]	40
Пречник на конструкција [mm]	400
Тип на конструкција	PVC 10 Bari
Полни цевки [m]	15
Филтерски цевки [m]	20
Таложник [m]	5
Засип од гранулиран чакал (3-40), и глинен тампон (0-3) [m]	40

#### 4.1. Пробно црпење на бунарот

Со цел да се дефинира експлоатационата издашност на бунарот, извршен е опит на пробно црпење.

Опитот на пробно црпење на бунарот ИЕБ-1 е извршен со степ тест, со три хидродинамички нивоа во вкупно времетраење од 12 часа по ниво, и долг тест со времетраење од 36 часа, со континуирано пратење на функционалната зависност  $Q = f(t)$ ;  $S = f(t)$ ;  $Q = f(S)$ .

**Табела 2. Пробно црпење на бунарот ИЕБ-1**

НПВ статичко (m)	Пробно црпење				
	Q (l/s)	НПВ <sub>дин</sub> (m)	S (m)	q <sub>сп.</sub> (l/s/m)	t (h)
0.8	15.0	1.5	0.7	21.4	12
	25.0	2.1	1.3	19.2	12
	40.0	3.4	2.8	14.3	12
	50.0	4.7	3.9	12.8	36

#### 4.2. Пресметка на филтрациони карактеристики на средината

Параметрите кои ги дефинираат филтрационите карактеристики на средината се пресметани за услови на нестационарно струење во издан со слободно ниво на подземна вода.

– Коефициент на филтрација  $K$  (m/s)

Коефициентот на филтрација за бунарот ИЕБ-1 пресметан е по образецот на *Дипи* за случај на совршен бунар кој дренира издан со слободно ниво на подземна вода (за услови на долгиот тест).

$$K = 0.732 \frac{Q}{S(2H - S)} \cdot \log \frac{R}{r} \quad [\text{m/s}]$$

$Q = 50 \times 10^{-3}$  (m<sup>3</sup>/s), издашност;

$S = 3.9$  m, снижување;

$r = 0.2$  m, полупречник на бунарот;



H=M = 30 m, дебелина на водоносен слој;  
R = 150 m, радиус на депресија.

$$K = 4.8 \times 10^{-4} \text{ m/s} = 41.5 \text{ m/ден}$$

– Водопроводност T (m<sup>2</sup>/s)

$$T = K \times M \text{ [m}^2\text{/s]}$$

$$M = 30.0 \text{ m}$$

$$T = 1.44 \times 10^{-2} \text{ m}^2\text{/s} = 1244 \text{ m}^2\text{/ден}$$

### 4.3. Експлоатациона издашност на бунарот

На основ на изведеното пробно црпење на бунарот ИЕБ–1, како и изведената графо-аналитичка анализа на резултатите од црпењето одредена е експлоатационата издашност на бунарот. Во Табела 3. дадена е експлоатационата издашност на бунарот ИЕБ-1.

Табела 3. Приказ на експлоатационата издашност на бунарот

Бунар	Длабина [m]	НПВ стат. [m]	НПВ дин. [m]	S [m]	Експлоатациона издашност Q exp. [l/s]
ИЕБ-1	40	0.8	4.7	3.9	50

### 5. ЗАКЛУЧОК

Од хидрогеолошки аспект, *песокливо-чакалестите наслаги* имаат интергрануларна порозност, многу добра водопропусност и водоносност, и во нив е формиран збиен тип на издан на подземна вода. Алувијалните седименти ги имаат следните ХГ карактеристики: коефициент на филтрација од ранг на величина  $K_f = n \times 10^{-4} \text{ m/s}$ , трансмисивност  $T=500\text{--}1500 \text{ m}^2\text{/ден}$ , односно издашност на бунари  $Q=40.0\text{--}60.0 \text{ l/s}$ .  $q=5\text{--}10 \text{ l/s/m}^2$

На самиот микролокалитет констатирано е дека НПВ е за околу 0.8 m. Во вакви хидрогеолошки и хидродинамички услови потенцијалот на изданот односно неговиот капацитет може да се зголеми преку изведба на зафати за воспоставување на хидрауличка врска помеѓу реката и изданот.

На основ на изведеното пробно црпење на бунарот ИЕБ–1, како и изведената графо-аналитичка анализа на резултатите од црпењето одредена е експлоатационата издашност на бунарот. И истата изнесува 50 l/s.

Врз основа на добиените резултати од изведените хидрогеолошки истражни работи и изведениот истражно експлоатационен бунар се заклучува дека на истражуваниот локалитет може да се изведат пет дополнителни бунари кои ќе бидат со исти технички карактеристики како веќе изведениот бунар. Тие ќе бидат со експлоатационен капацитет од 50 l/s по бунар во услови на нивна заедничка работа, односно вкупна издашност на сите 6 бунари 300 l/s.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Арсовски М., 1997: Тектоника на Македонија. РГФ - Штип
2. Ѓузелковски Д., Котевски Ѓ., 1979: Хидрогеолошка карта на Македонија 1:200 000.
3. Ѓузелковски Д., 1997: Подземни води (издан) за решавање на водоснабдувањето во Р. Македонија и нивна заштита. Институт Геохидропроект. Скопје
4. Ристевски П. 2014: Извештај од извршени хидрогеолошки истражувања за дополнително водоснабдување на град Прилеп локалитет Чепигово
5. Карајованович М., Ивановски Т., (1972): Основна геолошка карта 1 : 100 000. Толкувач за листот Битола. Геолошки завод Скопје



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## МЕТОДИ НА ИСПИТУВАЊЕ ВО МИНЕРАЛОГИЈА НА ЖИВОТНА СРЕДИНА

### METHODS FOR INVESTIGATION IN ENVIRONMENTAL MINERALOGY

*Тена Шијакова-Иванова<sup>1</sup>*  
*<sup>2</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Во овој труд се прикажани методите кои најчесто се користат при минералошките испитувања во животната средина. Како позначајни методи се издвоени следниве: ICP-AS-индуктивно сврзана плазма–атомска апсорпција, IR-инфрацрвена спектрофотометрија, DTA-Диференцијалнотермичка анализа, TGA-термогравиметриска анализа, EPR - електронски парамагнетен резонанс, FMR-ферромагнетен резонанс, TEM-трансмисиона електронска микроскопија, SEM-EDS-скенирачка електронска микроскопија со енергетско-дисперзивен спектрометар, CBED-конвергентно електронска дифракција, XRF-рендгенска флуоресцентна спектроскопија, SIMS-секундарна јон масена спектрометрија, DSC-диференцијално скенирачка калориметрија и X-Ray -рендгенографска метода. Која од овие методи ќе биде употребена зависи од целите кои се поставени при испитувањето: хемизам, структура или својства на минералите. Усовршувањето на овие методи е секојдневно со што можностите што тие ги нудат од ден на ден се сè поголеми.

**Клучни зборови:** рендген флуоресцентна спектроскопија, скенирачка електронска микроскопија, рендгенографска метода.

**Abstract:** This paper shows the methods used in investigation in environmental mineralogy. Significant methods used in mineralogical examination are: ICP-AS-inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy, IR-Infrared spectroscopy, DTA-differential thermal analysis, TGA-thermogravimetric analysis, EPR–electron paramagnetic resonance, FMR-ferromagnetic resonance, TEM- transmission electron microscopy, SEM- EDS scanning electron microscopy with energy disperzive spectroscopy, CBED-convergent beam electron diffraction, XRF-X-ray fluorescence spectrometry, SIMS- secondary ion mass spectrometry, DSC- differential scanning calorimetry, FMR- feromagnetic resonance, and X-ray diffraction. Which of these methods will be used depends on the purpose of the research: chemistry, structure or properties of minerals.

**Key words:** x-ray fluorescence spectrometry, scanning electron microscopy, and X-ray diffraction.

## ВОВЕД

Минералите како цврсти неоргански елементи или соединенија од кои се изградени карпите, седиментите и почвата се клучен дел од нашето опкружување. Освен што се главни носители и извори на хемиски елементи потребни за развој на цивилизацијата тие имаат и големо влијание врз животната средина. Како резултат на различниот начин на поврзаност на минералите со глобалниот еко систем минералогиската на животна средина постигнува голем развој во последните десетина години. Постојат голем број на публикации во кои е одредено: влијанието на одредени минерали врз здравјето на човекот, загадувањето на почвата, загадувањето на воздухот, загадувањето на водата, интеракцијата помеѓу минералите и микроорганизмите, руднички отпад и стратегија за ремедијација, радиоактивен отпад, деконтаминација на радиоактивните почви, користењето на минералите за згради, споменици и други културни артефакти [1,2,3,4,5].

За одредување на минералите се користат физиографски, хемиски, физичко-хемиски и физички методи. Некои од минералите можеме веднаш да ги одредиме врз основа на некои од нивните физички својства. Во поголем број случаи за одредување на минералите е потребно да се применат одредени методи. Постојат многу различни видови на квалитативни и квантитативни методи. Која метода ќе се примени зависи од целите на истражувачот и карактеристиките на примерокот што се испитува. При изборот на метода треба да се внимава на следното:

- кои елементи ги очекуваме или се надеваме дека ги има во примерокот;
- кои се карактеристиките на елементите (атомска тежина и атомски број);
- во колкави концентрации се јавуваат елементите (тежински %, ppt, ppm, ppb);
- со кои минерали или минерални фази се поврзани елементите;
- во каква состојба е примерокот (цврста, прашкаста или течна);
- дали методата треба да биде недеструктивна или испитувањето може да биде и со деструктивна метода.

За секоја од методите е потребно да се знае:

- кратка историја;
- нејзина сегашна примена;
- како работи (опис на инструментот, составни делови и нивни функции);
- за каква анализа е наменет (квантитативна или квалитативна).

## 1. КРАТОК ОПИС НА МЕТОДИТЕ КОИ НАЈЧЕСТО СЕ КОРИСТАТ ВО МИНЕРАЛОГИЈАТА НА ЖИВОТНА СРЕДИНА

**ICP-AES -индуктивно сврзана плазма–атомско емисиона спектроскопија** оваа метода се применува за рутинско симултано и мултиелементно одредување како на главните елементи така и на елементите во трагови поради следните неколку карактеристики:

- добра осетливост (ниски граници на детекција);
- мултиелементно одредување (ни овозможува истовремено одредување на повеќе од 30 елементи);
- времето потребно за една анализа е кратко;
- голема линеарна динамичка област од концентрации и минимални матрични ефекти ( содржините на главните елементи, споредните елементи и елементите во траги можат да се одредуваат со иста точност и прецизност како и кога би се одредувале во примероци каде се присутни само по еден елемент).

**IR-Инфрацрвена спектроскопија** - е една од поважните методи за одредување на положбата на атомите и посебно положбата на хидроксилните групи во структурата на минералите. Оваа метода е една од најдобрите методи за:

- проучување на градбата на молекулите;
- идентификација на присуството на поедини елементи;

- одредување на нивната концентрација.

**DTA –Диференцијално термичка анализа** - се применува особено за минерали со сложен состав. Методата се состои од рамномерно загревање на минералот и забележување на извесни топлотни ефекти, како резултат на одделувањето на водата, распаѓање на истите и создавање на нови соединенија, преоѓање од една во друга полиморфна модификација и др. Овие хемиски и физички преобразувања се проследени со зголемување на топлината (ендотермни ефекти) или со одделување на топлина (егзотермни ефекти). Ефектите можат да се зголемат ако минералот се загрева истовремено со некое инертно соединение ( $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ). Ефектите се регистрираат со помош на термоелемент од платина и огледални галванометри врз фотографска хартија. Обично DTA методата се комбинира со TGA методата бидејќи тогаш може да се виде кои реакции се поврзани со промена на масата. Овие две методи се комплементарни и резултатите добиени со едната метода ги потврдуваат резултатите од другата метода. DTA методата сепак има поширока примена за разлика од TGA.

**TGA-Термогравиметриска анализа** со оваа метода се одредуваат промените на масата на примерокот при загревање или ладење на примерокот. Температурата на која настануваат овие промени е карактеристична за секој минерал и служи за нивна идентификација и одредување на нивното присуство во примерокот. TGA методата се користи и за квантитативни испитувања бидејќи промената на масата е директно пропорционална со количината на присутниот минерал во примерокот.

**EPR- електронски парамагнетен резонанс** се користи кога треба да се одредат местото и видот на јоните во структурата на еден минерал, заменувањето на еден анјон со друг, како и распределувањето на елементите во структурата на различни минерали. Се врши одредување на парамагнетните примеси во минералите и дефекти во кристалната структура, степенот на неподреденост, подвижноста на некои јони во структурата и др.

**FMR- феромагнетен резонанс** оваа метода се базира на способноста на материјалот кој се наоѓа во константно магнетно поле селективно да го апсорбира надворешното високофреквентно електромагнетно зрачење. Ефектот се реализира кога на феромагнетен примерок му делуваат истовремено силно константно поле и на него слабо високофреквентно поле. Резонантната фреквенција при која се добива максимум на кривата на магнетниот пермеабилитет зависи пред сè од карактеристиките на материјалот но и од јачината на приложеното поле. Обликот на примерокот има важна улога. За испитување со FMR најпогодни се примероци во облик на тенки плочки кои се држат во надворешно магнетно поле чија јачина се менува во одреден интервал и фреквенцијата на високофреквентното зрачење се одржува константно.

**Електронска микроскопија** Кај сите методи на електронска микроскопија за испитување на примерокот се користи сноп од електрони. Главната предност на сите електронски микроскопи е нивната голема резолуција кој овозможува користење на големи зголемувања без значајно намалување или губење на остријата на сликата. Некои електронски микроскопи постигнуваат зголемување и до милион пати. Постојат разни системи на вакви микроскопи но позначајни се TEM-трансмисионски електронски микроскоп, SEM-скенирачки електронски микроскоп, EDS - енергетско-дисперзивен спектрометар.

**TEM -трансмисионска електронска микроскопија** –Ernst Ruska и Maks Knol 1931 год. [6] го развиват првиот трансмисионен електронски микроскоп со конструкција која била слична на веќе постоечките електронски микроскопи. Сликата се гледа на

флуоресцентен екран или со помош на дигитална камера. Се користи за проучување на структурата на примероците. Примероците мора да бидат подготвени на посебен начин и доволно тенки за да може електронскиот сноп да помине низ нив. Оваа метода се користи за:

- наблудување на топографијата на цврсти неиспарливи примероци;
- испитување на кристалната структура;
- испитување на хемиски врски и валенции доколку инструментот е опремен за ваква анализа.

*Предност на методата* е големото зголемување кое достигнува висока атомска резолуција и можноста за одредување на кристалната структура на материјалот.

*Недостаток на методата* е тоа што примерокот треба да биде неиспарлив и доволно тенок.

Кога се испитуваат масивни примероци треба претходно да се примени некоја техника на истенчување на примерокот како на пример механичко, хемиско или електрохемиско нагризнување или јонско бомбардирање.

**SEM- скенирачка електронска микроскопија** – првото снимање со скенирачки електронски микроскоп го направил Maks Knol [7] кој е еден пронаоѓачите на TEM микроскопот додека за понатамошниот развој на оваа техника е заслужен Manfred von Arden [8]. Сликата се добива со правилно поместување на снопот од електрони по површината на примерокот и на тој начин се испитува целото подрачје кое не интересира. Затоа овој тип на електронски микроскоп се нарекува скенирачки микроскоп бидејќи врши скенирање на површината на примерокот. Примерокот не се оштетува т.е. се работи за неструктивна метода доколку примерокот е со големина која може да се собере во комората. Со SEM може да се направи анализа во избрана точка на примерокот. Посебно се користи за квалитативно или семиквантитативно одредување на хемискиот состав со EDS метода. [9]. EDS-Енергетско-дисперзивен спектрометар доаѓа во комбинација со електронскиот микроскоп. При интеракција на електроните од електронскиот сноп и атомите кои ја градат површината на примерокот доаѓа до емисија на рендгенски зраци. Енергијата на така настанатите рендгенски зраци е специфична за секој хемиски елемент. Со анализа на енергијата на спектарот на рендгенското зрачење може да се одреди за кој елемент станува збор.[10]

**CBED- конвергентно електронска дифракција**, е техника на електронска микроскопија која користи конвергентни зраци на електрони за одредување на структурата на примерокот. Дифракцијата настанува како резултат на интеракцијата помеѓу електронскиот сноп и атомите во примерокот. Конвергенција на електроните се стекнува со преносен електронски микроскоп (TEM), со помош на електрични или магнетни леќи.

**XRF-рендгенска флуоресцентна спектроскопија** брза и неструктивна аналитичка метода која се користи за идентификација и одредување на концентрацијата на разни елементи во цврсти, прашкасти и течни примероци. Оваа метода овозможува оптимални услови на мерење за секој елемент, висока точност и разновидна примена.

Нашироко се користи во испитувањата на загадувањето на средината како на пример: одредување на разни тешки метали во почва, вода, суспендирани честички во вода, елементи во трагови, лебдечки честички во атмосферата и др. Со новата генерација на микро-XRF системи се одредуваат инклузии во скапоцени минерали со што се добиваат информации за формата, квалитетот и потекло на минералот. [11].

Рендгенфлуоресцентната спекторскопија има широк дијапазон на апликации:

- истражување на магматски, седиментни и метаморфни карпи;
- истражување на почви;
- одредување на главните елементи (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P) во минерали и карпи;

- одредување на редки елементи (Ba, Ce, Co, Cr, Cu, Ga, La, Nb, Ni, Rb, Sc, Sr, Rh, U, V, Y, Zr, Zn) во минерали и карпи;
- анализа на честичките на филтрите за воздух;
- одредување на содржината на сулфур во сурови масла и нафтени производи;
- при производство на цемент;
- во керамичка и стаклена индустрија.

*Недостатоци на методата*

- XRF анализа не може да разликува варијаци помеѓу изотопите на елементот, така што овие анализи рутински се прават со други инструменти (TIMS и SIMS).
- Оваа метода неможе да разликува јони на исти елемент во различно валентни состојби. Ваквите анализи на минерали и карпи се прават со други техники како влажна хемиска анализа или Мосбауерова спектроскопија

**Мосбауерова спектроскопија** - се користи за одредување на валентноста на железото, неговиот координационен број и местото во структурата на минералот.

**SIMS- секундарна јон масена спектрометрија** со оваа метода се одредуваат многу ниски концентрации и нечистоти. Може да се одреди длабина на профилот од неколку ангстреми до десетици микрони. Примерокот се третира со снап од електрони од O или Cs. Секундарните јони се издвојуваат и се анализираат со помош на спектрометар.

**DSC-диференцијално-скенирачка калориметрија.** Се смета дека терминот диференцијално скенирачка калориметрија прв пат е употребен од страна на Watson за да се опише инструментална техника развиена од страна на Perkin-elmer корпорација 1963 година. DSC- се дефинира како техника која може да ја регистрира енергијата, односно енергетскиот флукс кој е потребен да се добие нулта вредност за разликата на температурата помеѓу примерокот кој се испитува и референтниот примерок како функција од температурата или времето при претходно дефинирана брзина на греење или ладење, а под претпоставка дека испитуваниот и референтниот примерок се наоѓаат под исти услови. Кај DSC кривите површината испод пиковите е директно пропорционална со вкупната количина на енергија во текот на процесот.

**Рендгенографски испитувања** - за овие испитувања се користат рендгенски зраци. Германскиот физичар Maks fon Laue претпоставил дека кристалот може да се посматра како тридимензионална дифракциона решетка за X зраците. Експериментот кој го извел заедно со своите соработници Fridrich и Kniping во 1912 год. бил успешен. Со овој експеримент била потврдена периодичноста во структурата на кристалите. Равенката која ги поврзува меѓурамнинското растојание  $d$ , аголот  $\theta$  под кој се рефлектираат рендгенските зраци и брановата должина на рендгенското зрачење  $\chi$  се нарекува Бравеова равенка.

$$2d \sin \vartheta = n\chi$$

Овде  $n$  е цел број и го покажува бројот на рефлексии. Во модерната кристалографија тој се содржи во индексите на рефлексивата, така што равенката изгледа вака:

$$2d_{h, k, l} \sin \vartheta = \chi$$

За да се одреди дифракцијата од повеќе различни рамнини се менува аголот  $\vartheta$ . Кај методата на прав ова се постигнува со правење на препарати што се состојат од голем број на сосема мали кристали кои се најразлично ориентирани. Вака направениот препарат се ротира. Од големиот број на зрна на кои паѓа снап од X-зраци еден дел од нив е така ориентиран што некоја рамнина од кристалната решетката, со упадниот снап, зафаќа таков агол кој ја задоволува Браговата равенка. Добиените дијаграми на прав се користат за идентификација на кристалната материја. Секоја кристална материја има свој потполно карактеристичен дијаграм на прав, бидејќи аголот  $\theta$  зависи од димензиите на елементарната ќелија, а интензитетот од



положбата и видот на атомите, две кристални структури не можат да дадат исти рендгенски дијаграми. Оваа метода наоѓа голема примена во минералологијата, бидејќи е единствен метод што овозможува директно одредување на минералниот состав на карпата. Предноста на оваа метода се состои во единствената експериментална постапка. [12,13,14,15]. Рендгенско дифракционата метода може да биде квалитативна, квантитативна и структурна.

#### *Рендгенска квалитативна анализа*

Врши идентификацијата на кристалните фази врз основа на вредностите на меѓурамнинските растојанија  $d$  и интензитетот на рефлексивната  $I$ . Овие две величини се одредуваат од дијаграмот на прав на испитуваниот минерал. Бидејќи вредностите на меѓурамнинските растојанија зависат од параметрите  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , а интензитетот од положбата и видот на атомите во кристалната решетка, две различни супстанции не можат да дадат исти рендгенски дијаграм.

#### *Рендгенска квантитативна анализа*

Се врши одредување на концентрацијата на некоја компонента во смесата врз основа на интензитетот на рефлексивната одреден од дијаграмот на прав. Интензитетот на одбраната рефлексивна на една компонента е пропорционален на волуменското присуство на таа компонента во смесата. Постојат две методи кои се користат кај квантитативната рендгенска анализа:

1. метод на внатрешен;
2. метод на надворешен стандард.

1. Концентрацијата на некоја компонента се одредува преку односот на интензитетот на една рефлексивна на таа компонента во смесата и истата рефлексивна кога компонентата е чиста.

2. Кај оваа метода на смесата се додава точно одредена количина на нова компонента т.н. стандардна компонента. Концентрацијата на некоја компонента во смесата се одредува преку односот помеѓу интензитетот на една рефлексивна на таа компонента и одбраната рефлексивна на стандардната компонента.

#### *Рендгенска структурна анализа*

Процесот на одредување на кристална структура опфаќа:

- Собирање на експериментални податоци;
- Решавање на фазни односи помеѓу расеаните рендгенски зраци т.н. фазен проблем и одредување на приближната структура;
- Уточнување на структурата.

Уточнување на приближната структура се врши со методата на најмали квадрати.

Со рендгенската структурна анализа се одредува положбата на сите атоми во единичната ќелија, се добиваат информации за големината на атомите како и за начинот на кој тие меѓусебно се поврзани.

*Методата на рендгенска дифракција се користи за:*

- идентификација на монофазни и повеќефазни кристални соединенија,
- одредување на кристалната структура на идентификувани материјали;
- одредување на степенот на кристалност во делумно аморфни материјали;
- одредување на параметрите на елементарната ќелија;
- квантитативно одредување на присутноста на некоја фаза врз основа на односот на пиковите;
- анализа на фазните трансформации и пресметка на термичкото ширење во кристалната структура со користење на температурни комори;
- одредување на минералите на глина кои тешко се идентификуваат со било која друга метода;

### Предности на методата

- брза идентификација на материјалите;
- едноставна подготовка на примерокот;
- релативно непосредна интерпретација на податоците.

### Ограничувања на методата

- Примерокот мора да биде кристален, аморфните минерали не можат да се одредуваат со оваа метода.
- за најсигурна идентификација на присутните фази потребно е примерокот да биде или хомоген или еднофазен;
- пристап до кристалографската база на податоци со референтни стандардни фајлови за неоргански соединенија;
- потребна количина на материјал за анализа околу 10 gr;
- одредувањето на параметрите на елементарната ќелија кај неизометричните системи е покомплицирано;
- може да дојде до поклопување на пиковите;

Сите горе наведени методи можат да се искористат при испитувањата на:

- карпи, руди и преработени производи;
- почви и други природни површински материјали;
- руднички отпад и јаловина;
- индустриски производи и отпад;
- метали и легури;
- пепел и филтри со прашина;
- археолошки истражувања и класификација на артефактите, реставрација на скулптури, слики и други објекти на културно наследство.

Која од горе наведените методи ќе биде употребена зависи од целите кои се поставени при испитувањето и типот на примерокот.

## 2. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на горе наведеното може да се заклучи дека за одредување на минералите, нивните структури или некои нивни својства постојат голем број на методи.

Која од овие методи ќе биде употребена зависи од типот на примерокот и целите кои се поставени при испитувањето (хемизам, структура или својства на минералите). Усовршувањето на овие методи е секојдневно со што можностите што тие ги нудат од ден на ден се сè поголеми. До пред неколку години беше голем проблем да се одредат величини на содржина на некои елементи во поедини минерали чии вредности се  $10^{-4}$  од процентот, а денеска веќе се одредуваат вредности од  $10^{-9}$  до  $10^{-10}$  од процентот на некои светски институции одредуваат и далеку повеќе од овие броеви.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Vaughan D.J. and Wogelius R.A. (eds.) (2000). Environmental Mineralogy, EMU Notes in Mineralogy, Vol. 2, 434 pp. European Mineralogical Union. [Extensive overview over the field of environmental mineralogy]
2. Skinner H.C.W. (2000) Minerals and human health. Environmental Mineralogy, EMU Notes in Mineralogy, Vol. 2, (eds. D.J. Vaughan and R.A. Wogelius), pp. 383–412. European Mineralogical Union. [Brief introduction to the mineralogy of the human body.]
3. Chiari G. (2000). Mineralogy and cultural heritage. Environmental Mineralogy, EMU Notes in Mineralogy, Vol. 2 (eds. D.J. Vaughan and R.A. Wogelius), pp. 351–382. European Mineralogical Union. [Introduction to the field of mineralogy and cultural heritage.]
4. Hall. Ewing, R. C., and L. Wang. 2002. Phosphates as nuclear waste forms. In Phosphates: Geochemical, geobiological and materials importance, ed. M. Kohn, J.

- Rakovan, and J. M. Hughes, 673–99. Reviews in mineralogy and geochemistry, vol. 48. Washington, DC: Mineralogical Society of America
5. Langmuir, D. 1997. Aqueous environmental chemistry. Upper Saddle River, NJ: Prentice
  6. M. Knoll, E Ruska Das electronenmikroskop. Zeitschrift fur Physic 78 (1932) 318-339
  7. M. Knoll Aufladepotential und secundäreemission electronenbestrahlter Körper, Zeitschrift technische physic 16 1(935) 467-475.
  8. M von Ardenne 1938 Das electronen –Rastermikroskop Teoretische Grundlagen. Zeitschrift fur Physic 108 (9-10),553-572.
  9. Reimer, L. (1998) Scanning electron microscopy : physics of image formation and microanalysis. Springer, 527 p.
  10. Goldstein, J. (2003) Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 689 p.
  11. Fitton, G., 1997, X-Ray fluorescence spectrometry, in Gill, R. (ed.), Modern Analytical Geochemistry: An Introduction to Quantitative Chemical Analysis for Earth, Environmental and Material Scientists: Addison Wesley Longman, UK.
  12. Bish, DL and Post, JE, editors. 1989. Modern Powder Diffraction. Reviews in Mineralogy, v. 20. Mineralogical Society of America.
  13. Cullity, B. D. 1978. Elements of X-ray diffraction. 2nd ed. Addison-Wesley, Reading, Mass.
  14. Klug, H. P., and L. E. Alexander. 1974. X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials. 2nd ed. Wiley, New York.
  15. Moore, D. M. and R. C. Reynolds, Jr. 1997. X-Ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. 2nd Ed. Oxford University Press, New York.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **УСЛОВИ И НАЧИН НА ЗЕМАЊЕ НА ПРИМЕРОЦИ ЗА ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА ВО ФАЗАТА НА ДЕТАЛНИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ПРИМЕРОТ НА НАОЃАЛИШТЕТО КАЗАНДОЛ**

## **CONDITIONS AND WAY OF COLLECTING SAMPLES FOR LABORATORY RESEARCHES IN THE PHASE OF DETAILED GEOLOGICAL INVESTIGATIONS APPLIED ON KAZANDOL DEPOSIT**

*Коста Поцков, Орце Спасовски<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за геологија, Штип*

**Апстракт:** Во трудот ќе бидат прикажани условите и начинот на земањето на примероци за лабораториски испитувања на минералните сировини во фазата на деталните геолошки истражувања на примерот на наоѓалиштето Казандол. Квалитетот на минералната сировина во наоѓалиштето, односно рудното тело се определува со опробување. За секое наоѓалиште, рудно тело или нивен дел по експериментален пат се определува оптималната метода за опробување која што одговара на определени природни услови. Зависно од природните услови се применува и контролно опробување.

**Клучни зборови:** Казандол, опробување, квалитет на минералната сировина, детални геолошки истражувања, лабораториски испитувања.

**Abstract:** In this paper are going to be shown the conditions and the ways of taking samples for laboratory investigations of the mineral resources in the phase of detailed geological investigations applied on Kazandol deposit. The quality of the mineral resources in the deposit, or the ore body might be determined by samples. For each deposit, the ore body, or the part of it, the optimal method for collecting samples that corresponds to certain natural conditions is determined by experiments. According to the natural conditions, control samples could be applied.

**Key words:** Kazandol, samples, quality of the mineral resources, detailed geological investigations, laboratory researches.

### **ВОВЕД**

Деталните геолошки истражувања на наоѓалиштата започнуваат со земање на индивидуални проби и еволуирајќи во систематско опробување за испитување и квантификација на квалитетот на минералната сировина. Резултатите од

испитувањето на минералната суровина се искажуваат за корисната супстанца во природна состојба. Волукменската тежина се определува во природна состојба за секој вид – тип на минералната суровина за која посебно се пресметуваат резервите. Технолошките испитувања на минералната суровина се вршат на репрезентативни примероци.

За резервите од категориите А и Б технолошките особини на минералната суровина се утврдуваат во лабораториски или полуиндустриски обем на испитување. Случаите во кои технолошките испитувања на минералните суровини се вршат во индустриски обем утврдени со посебни критериуми за одделни цврсти минерални суровини. Ако за едно рудно тело е извршено технолошко испитување на минералната суровина во индустриски или полуиндустриски обем и во практиката е потврдено дека помеѓу него и другите рудни тела во исто наоѓалиште нема суштествени разлики во минералношките и хемиските карактеристики на минералната суровина за другите рудни тела во истото наоѓалиште доволно е да се извршат технолошки испитувања во лабораториски обем. За резервите од Ц<sub>1</sub> технолошките особини на минералната суровина се утврдуваат во лабораториски обем на испитување. Ако во наоѓалиштето постојат резерви од повисоки категории кои технолошки се испитани за резервите од Ц<sub>1</sub> категорија не треба да се вршат посебни технолошки испитувања на минералната суровина. Доколку во наоѓалиштето, односно рудното тело се застапени повеќе типови и видови на минерални суровини технолошките испитувања се вршат за секој тип посебно. Одобрената количина на материјалот која се зема како технолошка проба е различна и зависи од типот на минералната суровина која се испитува, како и нејзината индустриска примена. Количината исто така зависи од начинот и технологијата на испитувањето на суровината, па е неопходно прецизно да се одреди потребната количина на минералната суровина за спроведување на технолошките испитувања.

## **1. МЕТОДИ НА ОПРОБУВАЊЕ**

При одредувањето на методот на опробувањето и методолошките и концепциски решенија, појдовна основа претставува влијанието на факторите на опробување, чи главни групи се *општите фактори* (цел на опробувањето, обем на истражните работи, степен на истраженост на наоѓалиштето, економичност, оперативност и точност на опробувањето) и *геолошки фактори* (тип на наоѓалиштето, моќност и размери на наоѓалиштето, склоп и физички особености на минералната суровина, тврдина на рудата, рамномерност на оруднувањето-коефициент на рудоносност, коефициент на варијација. Согласно степенот на истраженост на наоѓалиштето се врши систематско опробување, а согласно фазата на деталните геолошки истражувања се врши систематско опробување на јадрото од дупнатините, по метод на континуирано линиско земање на поединечни (индивидуални) проби од изваденото јадро во еднометарски и двометарски интервали. Во процесот на ARC - дупчење исто така се вршено систематско континуирано линиско опробување со (масовно) целокупно земање на растреситиот материјал, од кој се формираат индивидуални - поединечни проби од двометарски интервали, со понатамошна обработка.

## **2. ОПРОБУВАЊЕ НА ЈАДРАТА ОД ДУПНАТИНИТЕ ЗА ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА**

Дупчењето на истражните дупнатини во текот на истражувањето не треба да биде со пречник помал од 76 mm поради земањето на примероци за физичко – механички испитувања. Геолошките податоци добиените со картирање на јадрото се внесуваат во дневникот за картирањето каде се внесуваат податоци за бројот на дупнатината, локацијата, рудното тело, координатите на дупнатините, пречникот на јадрото, азимутот и аголот на дупчењето, должина на дупнатината и процентот на изваденото јадро. При картирањето на јадрото од дупнатините потребно е систематско земање на

проби за микроскопски и геомеханички испитувања, испитување на квалитетот на минералната суровина, технолошки и други испитувања. Во текот на изведувањето на истражното дупчење се поставуваат следните критериуми: во сите литолошки членови процентот на изваденото јадро мора да биде поголем од 75%, по должината на изваденото јадро пробите за хемиските испитувања се земаат по должината на целото јадро, јадрото добиено во текот на дупчењето, се складира во сандаци со должина од 1 метар.



**Слика 1.** Извадено и складирано јадро во метални сандаци

Квалитетот на минералната суровина се испитува на примероци добиени со опробување на јадрото од дупнатините. Процентот на изваденото јадро од секоја дупнатина не сме е да биде помал од 75% што дозволува одредување на квалитетот само врз основа на опробување на јадрото, а не и исплуката. Опробувањето се врши на одредени интервали со соодветна метода зависно од типот на испитувањата за кои пробата се формира.

Добиената проба подлежи на процесот на обработка која опфаќа ситнење (дробење и мелење), класирање, хомогенизација и скратување на пробите за нивна припрема за лабораториски анализи и технолошки испитување. Земените проби во хемиските лаборатории се анализираат на соодветни корисни и штетни компоненти. Резултатите од хемиските анализи имаат за цел следење на содржините и дистрибуција на корисните компоненти во минерализираната зона а врз основа на резултатите од хемиските анализи се врши оконтуривање на рудните тела, можноста за примена на минералната суровина, како и за пресметка на квалитетот и квантитетот на минералната суровина. Композитни проби се добиваат со соединување на материјалот од поголем број на поединечни проби.

### **3. ОПРОБУВАЊЕ И ОБРАБОТКА НА ПРОБИТЕ**

Опробувањето е вршено согласно усвоената методологија на систематско линиско опробување на јадрото со континуирано земање на индивидуални проби од едната половина на пресеченото јадро. Пробите се земени од еднометарските и двометарските интервали. Опробувањето, обработката и документирањето на пробите се изведува во повеќе процесни фази.

Во процесот на дупчењето, јадрото кое се добива (по континуирана верикална линија) претставува предмет на понатамошен третман по процедура. Тоа се сместува во лимени сандуци за пакување и транспорт, се обележува со етикети (негова стационажа) маневрата на дупчење, и како такво се транспортира во одделението за обработка и понатамошен технолошки третман:



- картирање и документирање на јадрото (детален геолошки опис)
- мерење на процентот на изваденото јадро.
- одредување на должински интервали на опробување (интервали на проби во m')

- земање примероци за минералошко - петролошко испитувања

Со земањето на проби и другите активности на ваквиот третман на јадрото, е извршена фазата на документирање и подготовка за сечење на јадрото на две половини. Опробувањето се врши согласно следниот методолошки пристап:

Со опсервирање и визуелно одредување на интензивноста на појавувањето на минерализацијата (хипергена - оксидна, примарна, жично - жиличаста) се одредувани должините на интервалите од кои се земаат пробите. Во состојба на макроскопски видлива минерализација (метод на визуелизација) во зоната на хипергената минерализација - оксидационата зона, се одредува еднометарски интервал за земање на целокупниот материјал за индивидуална проба од едната половина на јадрото, односно во ситуација на екстензивна минерализација во зоната на примарната минерализација, е одредуван двометарски интервал за земање на индивидуална проба континуирано на секој 2m.

Операционализацијата - земањето на пробите започнува со обележување на должините на интервалите на опробување, сечење на јадрото по должина на две еднакви половини (слика 2). Така, од едната половина се зема масовно - целокупниот материјал од еднометарски или двометарски интервал, кој претставува индивидуална проба за понатамошен технолошки третман. Така земените проби се евидентираат во список на подготвени проби (табели, слика 2) и истите се сместени во платнени кеси со етикети и податоци за идентификација, кои опфаќаат ознака на дупчотината, број на пробата, интервал од кој е земена пробата (слика 3). Истите ознаки се испишани на платнената кеса и етикета со исти податоци сместени во самата кеса, додека другата половина од пресеченото јадро останува за документација или други испитувања (технолошки, хемиски и.т.н., слика 4).

№	ИД	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.	Д.В.Т.Н.
29	13029	4.50	200	10	04	09			
30	13030	5.40	200	10	04	09			
31	13031	6.30	200	10	04	09			
32	13032	7.20	200	10	04	09			
33	13033	8.10	200	10	04	09			
34	13034	9.00	200	10	04	09			
35	13035	9.90	200	10	04	09			
36	13036	10.80	200	10	04	09			
37	13037	11.70	200	10	04	09			
38	13038	12.60	200	10	04	09			
39	13039	13.50	200	10	04	09			
40	13040	14.40	200	10	04	09			
41	13041	15.30	200	10	04	09			
42	13042	16.20	200	10	04	09			
43	13043	17.10	200	10	04	09			
44	13044	18.00	200	10	04	09			
45	13045	18.90	200	10	04	09			
46	13046	19.80	200	10	04	09			
47	13047	20.70	200	10	04	09			
48	13048	21.60	200	10	04	09			
49	13049	22.50	200	10	04	09			
50	13050	23.40	200	10	04	09			
51	13051	24.30	200	10	04	09			
52	13052	25.20	200	10	04	09			
53	13053	26.10	200	10	04	09			
54	13054	27.00	200	10	04	09			
55	13055	27.90	200	10	04	09			
56	13056	28.80	200	10	04	09			

Слика 2. Список за евиденција на пробите

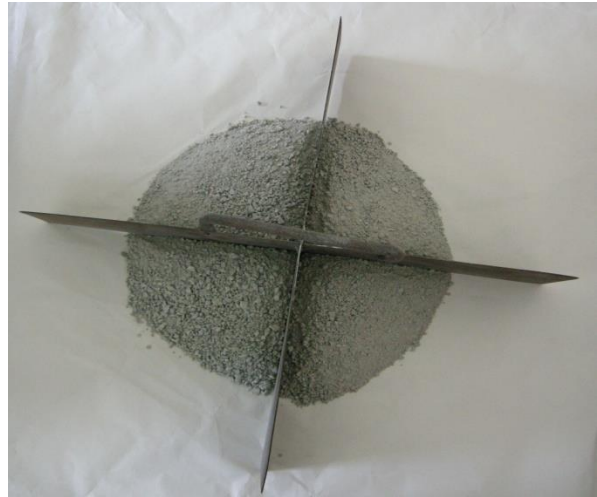


Слика 3. Складирани и евидентирани проби во платнени кеси

Така земените проби понатаму се транспортират во одделението за дробење и обработка, која опфаќа дробење на јадрото до -5mm просејување, хомогенизација, скратување и дробење до -2mm и понатаму просејување, хомогенизација и скратување согласно Ричард-Чечотовата постапка и формула за одредување на минималната тежина на проба за хемиско испитување-анализирање (слика 5). Скратувањето на пробите се врши со Џонсонов делител, согласно изготвена шема за обработка на пробите чија крајна тежина изнесува 750gr (слика 7).



**Слика 4.** Половина од пресеченото јадро за документација



**Слика 5.** Скратување на проба

Тежината на пробите од еднометарските интервали изнесува од 2-8kg во зависност од пречникот на дупчење и процент на извадено јадро. Тежината на пробите од двометарските интервали изнесува 10-16kg а пречникот на дупчење изнесува 96mm.

На слика 6 прикажана е општа шема за обработка на пробите.

Сечењето на јадро е вршено со машина за сечење на јадро марка ARIETE 105-ITALI (слика 8) а за дробење е користена челусна дробилка до -5mm модел PFF-100-125 China и дробилка со валјаци за дробење до -2mm модел Ф 2mm K75 China.

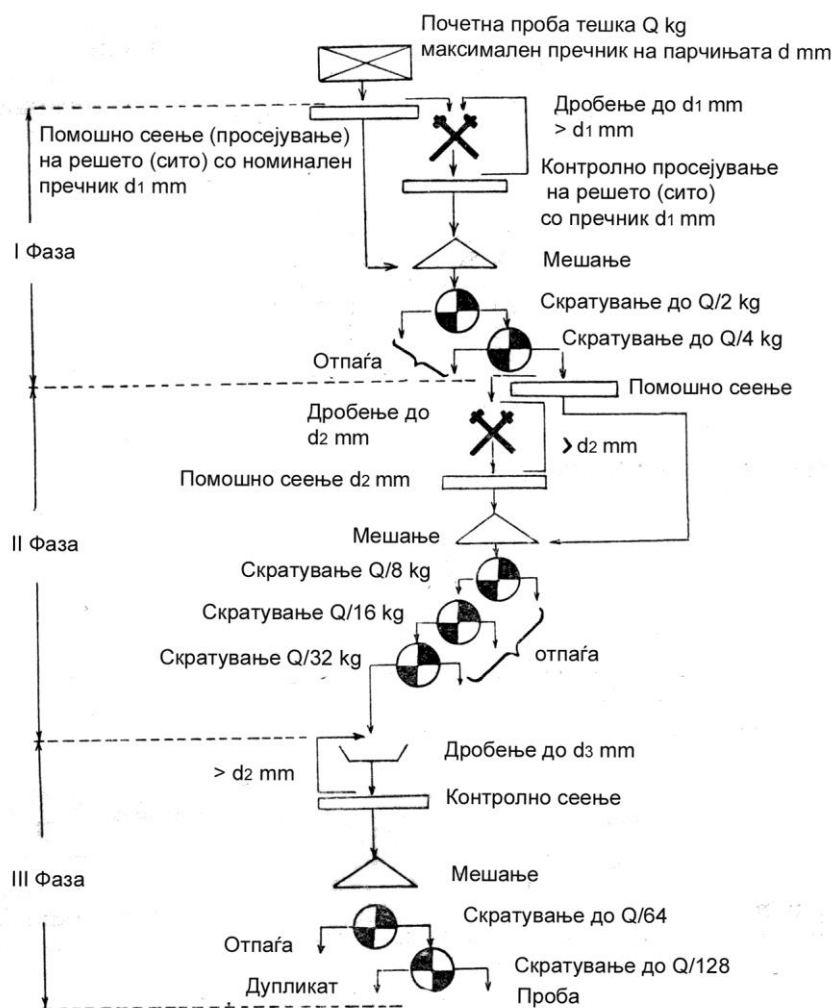
Дупчењето е изведувано со машина за дупчење тип MUSTANG-4 и MUSTANG-5 и модел ATLAS COPCO C-10 со пречник на дупчење од 96mm.

Технологијата на дупчењето според методот ударно-ротационо дупчење т.н. ARC се одвива согласно принципот ударно-ротационо дупчење каде пробата претставува иситнет здробен материјал. Материјалот се извлекува од дупчината со издувување со компримиран воздух усмерен преку круната за дупчење во дното (челото) на дупчината, каде под силен притисок се извлекува издробениот материјал преку двослојни метални колони т.е. дупчачки колони. Материјалот се акумулира во коморациклон, под притисок и преку уреди, се собира во јутени вреќи кои претставуваат материјал за проби во еднометарски интервали.

Земањето на проби и обработката се одвиваат согласно истата методолошка постапка за обработка и третман. Теоретската тежина на пробите изнесува 40kg при изваден 100% иситнет материјал и Ø 140mm. Во практичното изведување на ARC- ударно ротационо дупчење проблематичен дел претставува малиот процент на изваден материјал (помалку од 70%) односно поголем процент на изваден материјал од 100% што укажува на присуство на материјал од друга средина и пробата не претставува репрезентативна како и големината на фрагментните зрна на истиот материјал поголем од 8mm и негово учество повеќе од 15% во самата проба.

За обработка на пробите од ARC-дупчењето е изготвена шема на обработка на проби од ARC-дупчење.

Во рамките на методолошките и концепциските решенија за испитување на квалитетот на минералната суровина и дефинирање на рудните резерви во рудното поле „Казандол“, издупчени се 43 истражни дупнатини со јадровање, со остварена длабочина 2 680m и просечна длабочина во дупнатините од 62,3m и земени се и обработени 2 112 проби.



**Слика 6.** Општа шема на обработка на пробите

За погустување на мрежата на дупчење од 100x100m на мрежа 100x50m, а на места и 50x50m извршено е дупчење по методот на ударно ротационо.

Вкупно се издупчени 40 дупнатини со остварена длабочина 2 073m и земени се и обработени вкупно 1008 проби. Во рамките на рудното поле, со реализацијата на дупчачките работи-дупчење со јадровање и ударно ротационо-ARC дупчење, вкупно се издупчени 83 дупнатини од кои е земено, обработено и дадено на анализирање 2 120 проби.

Согласно методологијата на опробувањето и концепциските решенија на методот на опробување за испитување на квалитетот на минералната сировина, од аспект на испитување на технолошко-техничките карактеристики на минералната сировина, проверка на точноста на резултатите од хемиските анализи, контрола на релевантноста на лабораторијата, коректноста на опробувањето, изготвени се и испратени, на соодветен третман, технолошки проби, групни проби, контролни проби.

За таа намена изготвени се две технолошки проби за испитување во лабораториски услови, формирани се индивидуални позитивни проби со содржина над г.с од 0,08% од должински интервали на дупнатините со одредена должина (m), содржина на Si (%), каде за пондер се зема должината (L) на интервалот.



**Слика 7.** Складирани и примеремени проби за хемиски испитувања.



**Слика 8.** машина за сечење на јадро марка ARIETE 105-ITALI

**Технолошката проба бр.1** е формирана од пробите на петте контролни дупнатини KDCK 1/4, KDCK 2/8, KDCK 3/12, KDC 5/3 KDC и 14/9, кои ги контролираат порано издупчените дупчотини KDCK 1/4, KDCK 2/8, KDCK 3/12 и KDCK 4/15 (прилог-протокол на првата технолошка проба од од оксидационата зона) и претставува композит од пробите земени како половина од дупликатната половина на јадрото оставено за документација. Од секоја дупчотина е формирана по една проба, како дел од технолошка проба, со средна пондерисана вредност (согласно формулата за пондирање). Пробата карактеризира репрезентативен дел од оксидационата зона, пресечена со контролните дупнатини, воедно ги контролира содржините на корисните елементи. Контролните дупнатини се дупчени во непосредна близина (до 1m) на контролираните дупнатини.

**Технолошка проба бр.2** Со финализирањето на дупчачките работи и добиените резултати од хемиските анализи е изготвена технолошка проба бр. 2 која репрезентира значаен дел од хипергена минерализација (рудна зона). Пробата е формирана согласно истиот принцип и методолошки пристап од дупчотините (10-дупнатини): KDC 20/13; 17/11; KDC24/15; KDC 15/9; KDC 22/13; KDC18/11; KDC23/15; KDC 26/15; KDC 25/15 и KDC 75/12. Пробата опфаќа 274,5m, 687kg и Cu = 0,301% (прилог: протокол за изготвена втора технолошка проба од хипергена зона на наоѓалиштето „Казандол“). Технолошката проба е изградена од фрагменти на три литолошки средини-гранити, врсти на шкрилци (хлоритско-серицитски, кварцно-хлоритско серицитски) и гнајсеви со различен степен на алтерации (силификувани, алунитизирани, фелдспатизирани, серицитизирани и каолинизирани ја карактеризираат хипергената зона на минерализација - зона на оксидација на бакарната минерализација, изградена од оксиди и карбонати на бакар: куприт, тенорит, малахит, азурит, халкантит, тиркиз, хризокола, бикбазит, атакамит, брошантит, диоптаз и др.

Концепциските и методолошки решенија за земање на проби за испитување во лабораториски услови, покрај технолошките проби, главно се состојат од подготовка и анализа на пробите од истраженото дупчење. Централно место во лабораториските работи завземаат испитување на земените проби за:

- проби за хемиско анализирање на содржината на Cu и придружни елементи (Ag, Au, Mo, Pb, Zn, Cd, As, Sb, Se, Te, Bi, Sn)
- проби за геохемиски испитувања на потребни групи на елементи кои учествуваат во геохемиска асоцијација на минерализираниот простор (постои посебен извештај)
- проби за комплетна силикатна анализа (изготвен посебен извештај)

Покрај овие проби се земени и проби за друга намена од јадрото на дупнатината:



- проби за испитување на геомеханичките карактеристики на карпестите маси (Градежен факултет-Скопје 20 проби-постои посебно изготвен извештај)

- проби за изготвување на препарати за рудномикроскопски испитувања за минералозна анализа каде испитувањето е изведувано со микроскоп тип Zeiss Axiolab Pol, а ренгеноструктурните анализи, кои обезбедуваат информации за процентуалното учество на поедините минерали во дадената минерална маса вршени се со инструментот D 500 Siemens (изготвен посебен извештај).

За испитување на квалитетот на опробувањето, референтноста на лабораторијата, како и одредување на други елементи - пратечки елементи на Cu, формирани се :

- групни проби и
- контролни проби.

**Групни проби** - формирани се 29 групни проби создадени од по 10 поединечни проби од контролните дупчини KDCK 1/4; KDCK 2/8; KDCK 3/12; KDC; 5/3 KDC и 14/9 за испитување на 12 елементи, т.е. други елементи кои го пратат бакарот т.н. елементи пратилки и тоа Au, Ag, Mo, Pb, Zn, Se, Te, Cd, As, Sb (прилог: протокол за формирање на групни проби). Пробите се испратени и анализирани во лабораторија на РТБ-Бор, Р. Србија.

**Контролните проби** се формирани по случаен избор со цел вршење на контрола на лабораторијата за стандардното анализирање, односно откривање на евентуална систематска или случајна грешка, како и индиректна контрола на земањето и обработка на пробите. За таа намена се земени проби за:

- проби за внатрешна контрола- која подразбира одбрани анализирани проби во матичната лабораторија на РТБ Бор, за самоконтрола на лабораторијата, каде се анализирани примарните проби, т.е. пробите кои контролираат се испратени со шифрирање. Контролните проби се испратени за анализа на Cu со шифрирани ознаки во лабораторијата на РТБ Бор - Р. Србија во износ од 66 бр. и се анализирани со методот на индуктивно сврзана плазма.

- проби за надворешна контрола се испраќаат за анализирање во неутрална лабораторија („арбитражна“ лабораторија), исто така контрола на матичната лабораторија, по принципот на случаен избор, каде се опфатени проби случајно избрани со екстремно висока содржина на Cu (пр. 1,5% Cu), односно екстремно ниска (пр. 0,05% Cu) и проби со фонски вредности на Cu на наоѓалиштето. Пробите се испратени со шифрирани ознаки, така да за одредена проба за контрола се испраќа материјал и за надворешна контрола во лабораторијата ЕВРОТЕСТ-Софија Р. Бугарија и во лабораторија на РТБ-Бор Р. Србија. Пробите се анализираат на Cu со методот на индуктивно сврзана плазма во лабораторијата ЕВРОТЕСТ-Софија Р. Бугарија во вкупен износ од 124 проби.

Контролните проби, испратени за внатрешна и надворешна контрола се земени по случаен избор на дупнатините, кои имаат одреден нерамномерен распоред во рудното поле. Вкупно се земени 190 контролни проби од кои: - проби за внатрешна контрола 66 и проби за надворешна контрола 124.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Минералните суровини во системот на природните ресурси имаат големо значење. Металичните минерални суровини, односно нивната пазарна цена е голема а со тоа квалитетот на изведувачето на проектираните геолошки истражувања па и опробувањето на истражните работи мора во сите сегменти да биде испочитуван. Со правилно опробување на истражните работи ќе се добијат квалитетни податоци за минералната суровина, односно квалитетот на минералната суровина ќе биде сигурен. Врз основа на добиените натурални и вредносни показатели и со примена на соодветни економски критериуми и методи, ќе се обезбеди комплексно согледување на ова подрачје во однос на неговото економско и општествено значење.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Албов, М. Н., 1952: Опробаование рудних месторождениј при разветке и експлоатации, Изд. 2.
2. Блечиќ, Н., Миловановиќ, Д., 1999: Методе прорачуна рудних резерви. Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду.
3. Јанковиќ, С., 1957: Опробавање и прорачун резерви минералних сировина. Рударско – геолошки факултет, Београд.
4. Крстиќ, С., 2009: Квалитет опробавања при истраживању минералних сировина на простору Загаѓа. Научен собир со меѓународно учество Кавлитет 2009, Неум.
5. Соколовиќ, Д., Ерделјан, Д., Поповиќ, П., 2010: Улови и начин узимања узорака за технолошку пробу у току деталњих геолошких истражних радова. Комитет за подземну експлоатација минералних сировина. Бр. 1,.





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ИЗБОР НА НАЧИНОТ ЗА ОТВОРАЊЕ НА РУДНИ НАОЃАЛИШТА ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**

### **SELECTION OF METHOD FOR OPENING UNDERGROUND ORE DEPOSITS**

**Стојанче Мијалковски<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>, Дејан Мираковски<sup>1</sup>,  
Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

**Апстракт:** Во овој труд ќе биде даден краток опис за избор на начинот за отворање на рудни наоѓалишта со подземна експлоатација. Кои простории се користат за отворање на рудните наоѓалишта и каде се лоцираат.

**Клучни зборови:** отворање, наоѓалиште, окно, поткоп, ходник.

**Abstract:** In this paper will be given a brief description for selection of method for opening underground ore deposits. Also will be given review on premises that used for opening ore deposits and where they are located.

**Key words:** opening, deposit, shaft, adit, hallway.

### **ВОВЕД**

Рудникот како целина во својот состав може да има повеќе производни единици или јами кои се посебно отворени со поткопи, рампи или окна. Во склоп на рудникот може да има површински коп за експлоатација на руда, а јаловината служи за пополнување на откопаните подземни простории. Исто така во склоп на рудникот може да има и флотација и сепарација. Сите овие единици се нарекуваат главни и сервисни погони. Покрај овие во составот на рудникот влегуваат и сервисните погони како машински, електро, столарски работилници. Рудните наоѓалишта кои се простираат на поголеми пространства имаат повеќе експлоатациони полиња. Процесот на подземната експлоатација на рудните наоѓалишта се состои од три фази, и тоа:

1. Отворање кое има за цел површината да се поврзе со подземните простории каде се откопува рудата, да се овозможи нејзин транспорт и извоз, транспорт на опрема и луѓе, да се врши проветрување и одводнување и др;
2. Подготовката опфаќа изработка на подземни простории во самото наоѓалиште и околните карпи;
3. Откопување, кое всушност представува вадење на корисната компонента од наоѓалиштето во големи количини со различни методи на откопување.

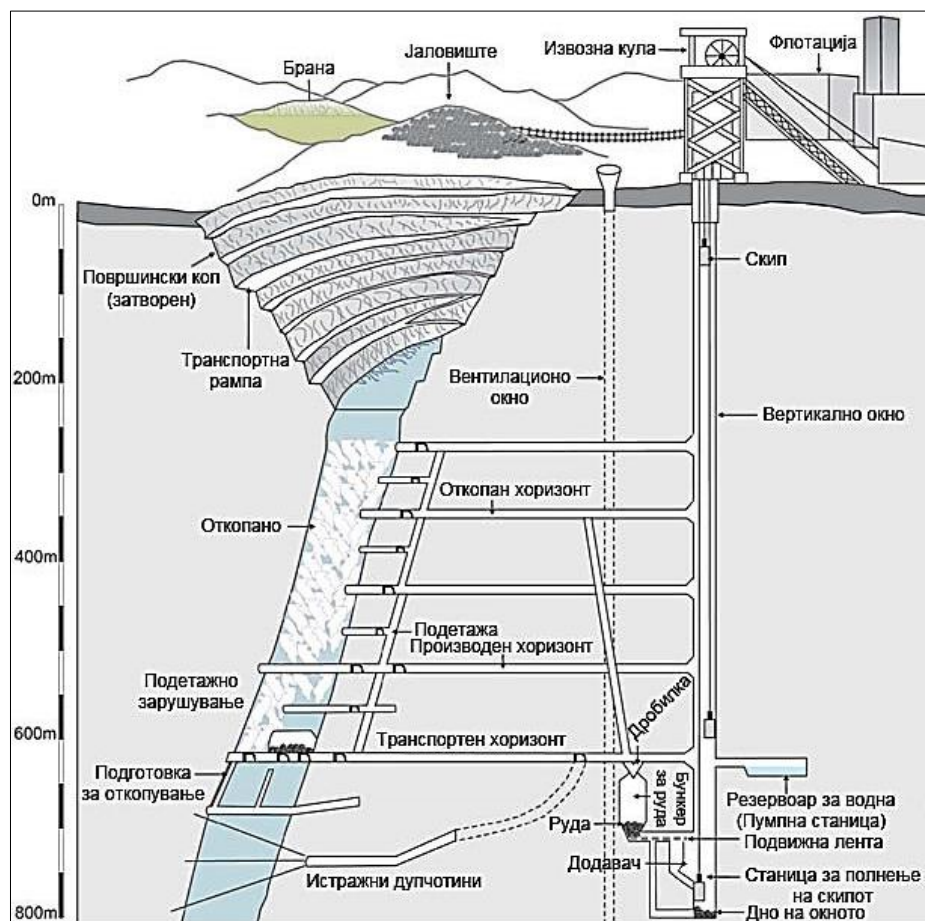
Покрај овие три фази на експлоатација, често пати се употребува терминот разработка на наоѓалиштето. Ова всушност е само дел од отворањето на наоѓалиштето, бидејќи овие простории се лоцираат во околните карпи.

Трошоците за отворање на наоѓалиштето се сместуваат во инвестициониот план, за да со тек на време се исплатат во процесот на производството. Во трошоците за откопување спаѓаат трошоците за: дупчење, минирање, подградување, товарање и др.

## 1. ОПШТИ ПРИНЦИПИ ЗА ОТВОРАЊЕ НА НАОЃАЛИШТАТА

Отворањето на наоѓалиштата претставува прва фаза од технолошкиот процес на подземна експлоатација на дадено наоѓалиште, при што наоѓалиштето се поврзува со површината со изработка на различни видови на подземни простории. Просториите за отворање служат за транспорт и извоз на рудата, допрема на материјал, превоз на работници, проветрување, одводнување и снабдување на јамата со енергија. Отворањето на наоѓалиштата опфаќа и изработка на простории во придружните карпи и рудата, со кои што наоѓалиштето се дели на ревири и хоризонти. Просториите за отворање можат да се поделат на:

- Главни простории за отворање (извозно окно, поткопи, рампи) и
- Помошни простории за отворање (вентилациони и сервисни окна, главни пречни ходници до наоѓалиштето, навозишта, главна рудна сипка, водособирици, како и останати помошни објекти кои служат за подолг временски период).



Слика 1. Основни објекти при подземна експлоатација

Просториите за отворање мораат да бидат така димензионирани за да овозможат остварување на планираното производство, безбедно движење на вработените, непречено движење на опремата и допрема на репроматеријали, како и да

овозможуваат брзо повлекување на вработените од јамата во случај на пожар, поплава итн.

Постојат основни и комбинирани начини за отворање на наоѓалиштата. Основни начини за отворање на наоѓалиштата се:

- Отворање на наоѓалиштата со (вертикално) окно;
- Отворање на наоѓалиштата со косо окно;
- Отворање на наоѓалиштата со поткоп;
- Отворање на наоѓалиштата со рампа.

Комбинираниот начин на отворање претставува меѓусебна комбинација на основните начини за отворање.

Изборот на начинот за отворање, обликот и димензиите на попречниот пресек на просторијата за отворање, како и бројот и локацијата на просториите за отворање зависи од следните фактори:

- Конфигурацијата на теренот;
- Обликот на рудното тело (наоѓалиштето), правецот на протегање и падот;
- Количината на рудните резерви и капацитетот на производството во фазата на отворање на наоѓалиштето, како и во перспектива;
- Физичко-механичките и структурните карактеристики на карпестата маса во која ќе се изработуваат објектите за отворање на наоѓалиштето;
- Начинот на проветрување и одводнување на подземните простории;
- Сообраќајните прилики и
- Климатските услови.

## **2. ЛОКАЦИЈА НА ПРОСТОРИИТЕ ЗА ОТВОРАЊЕ**

Во простории за отворање се вбројуваат разни видови на окна, навозишта и извозишта, главни извозни ходници, пречници и други простории кои се изработуваат во фазата на инвестирањето. Овде се вбројуваат и пумпните станици, ремизата, подземните работилници, трафостаниците, магацините за експлозив, хала за дробилица, канцеларии, рудни сипки, бункери за руда и сл.

Локацијата на објектите за отворање во однос на наоѓалиштето има големо влијание, бидејќи директно има влијание врз трошоците за транспорт и изработка на објектите за отворање. Како најважни фактори кои имаат влијание при изборот на локацијата се:

- Залегнување на наоѓалиштето;
- Топографија на наоѓалиштето;
- Физичко-механичките карактеристики на карпестата маса;
- Положбата на окното во однос на наоѓалиштето;
- Положбата на постројките за преработка на суровините;
- Рок за почеток на експлоатацијата.

## **3. ИЗБОР НА НАЧИН ЗА ОТВОРАЊЕ НА НАОЃАЛИШТАТА**

Изборот на начинот за отворање на наоѓалиштата, како и изборот на локацијата на просториите за отворање се врши со економска анализа на можните варијанти за отворање. Потребно е врз основа на технологијата за експлоатација на наоѓалиштето да се дефинираат можните варијанти за отворање. Доколку разгледуваното наоѓалиште е составено од едно рудно тело, обично постојат мал број на варијанти за отворање. Во случај да разгледуваното наоѓалиште е составено од повеќе рудни тела, тогаш се зголемува бројот на варијанти за отворање на истото. За секоја од можните варијанти за отворање, кои се анализираат, се одредуваат трошоците за изработка, опремата и одржувањето на објектите за отворање и придружните објекти на површината на теренот, како и трошоците за транспорт, извоз, одводнување итн. Трошоците кои се слични или исти за различни варијанти на отворање не се земаат во предвид при анализата.

Понекогаш за некои од можните варијанти за отворање, потребно е да се разработат и да се анализираат неколку подваријанти. Најповолната подваријанта се усвојува како важечка варијанта за отворање и како таква се вклучува во понатамошната постапка за анализа на можните варијанти за отворање.

При споредување на вкупните трошоци за можните варијанти на отворање, многу е значајно доколку е изводливо да се издвојат:

- Моментално потребниот обем на инвестициони вложувања за отворање на наоѓалиштето и
- Обемот на инвестиционите вложувања кои можат подоцна да бидат актуелни, во текот на веќе започнатата експлоатација на наоѓалиштето, односно во текот на отворањето на нови хоризонти, рудни тела или ревири.

### **3.1. Отворање со поткоп**

Поткоп е скоро хоризонтална јамска просторија со променливи елементи по протегање.

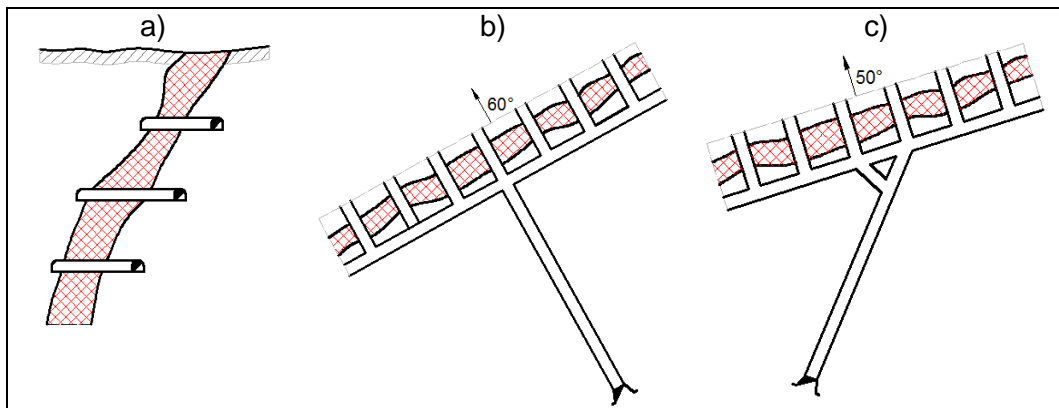
Во зависност од обликот на попречниот пресек, поткопите односно ходниците најчесто се изработуваат како засводени, трапезни или со кружен попречен пресек. Во зависност од нивната просторна положба во однос на другите простории или рудното тело, ходниците можат да бидат пречни, смерни, спојни, пристапни итн. Во зависност од функцијата која им е наменета во производниот систем, ходниците можат да бидат: транспортни, сервисни, вентилациони, откопни, засипни, скреперски, утоварни итн.

Ходникот кој има директна врска со површината се нарекува поткоп, а ходникот на кој почетокот и крајот се на површина се нарекува тунел. Во зависност од функцијата која што ја имаат во производниот систем, поткопите можат да бидат: транспортни, сервисни, вентилациони, засипни, дренажни итн.

Со поткоп се отвораат наоѓалишта кои се наоѓаат на ридски терени. Неговото лоцирање се врши од блиски речни долини кои погодно лежат во однос на постоечките комуникации. Со поткоп обично се отвораат повисоките делови на наоѓалиштето, а со развојот на рудникот пониските делови на наоѓалиштето се отвораат со окно. Правецот на поткопот може да биде по правецот на наоѓалиштето, и тоа во самото наоѓалиште во подинските или во кровинските карпи, а може да биде лоциран и попречно и дијагонално на наоѓалиштето.

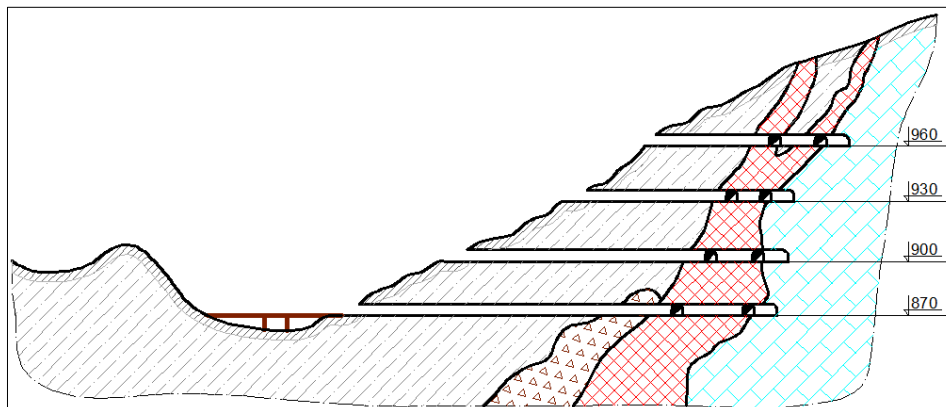
Попречниот поткоп преставува најкраток пат до наоѓалиштето и најчесто се применува. Неговиот правец во однос на протегањето на наоѓалиштето зафаќа агол од 90 степени. Овој поткоп има предност што развојот на работите може да се одвива во два правца по протегањето на наоѓалиштето. Поткопот со дијагонален правец се изведува, ако така налагаат топографските прилики и неговиот правец со протегањето на наоѓалиштето зафаќа агол помал или поголем од 90 степени, а работите може да се одвиваат во два правци по протегањето на наоѓалиштето.

Најнискиот поткоп кој се лоцира на најниската точка од некоја долина, поток или река се нарекува главен поткоп и истиот воедно е и главен извозен поткоп, бидејќи рудата од повисоките хоризонти гравитационо се спушта преку рудни сипки до главниот поткоп и се транспортира надвор.



**Слика 2.** Отворање на наоѓалишта со поткоп: а) по правецот на протегање, б) попречно на правецот на протегање, в) дијагонално на правецот на протегање на наоѓалиштето

Главниот поткоп служи и за одводнување на повисоките хоризонти, како и за вентилација на јамата без разлика дали преку него се одведува нечист воздух или се доведува свеж воздух. Влезот на главниот поткоп ако е покрај река или поток треба да е на доволна висина над потокот или реката, за да не дојде до поплавување на поткопот при максимален водостој. Од јаловинскиот материјал се формира плато кое се користи за сместување на градежен материјал, како и за поставување на колосек. Често пати околу главниот поткоп се изработуваат градежни објекти како што се: пријавница, управна зграда, купатило, работилници, бункери за руда, па понекогаш и флотација. Овие објекти се градат на цврста подлога.



**Слика 3.** Отворање со поткопи на повисоките делови на дадено наоѓалиште

Димензиите на поткопот зависат од неговата намена. За поткопи со поголеми должини и поголем капацитет потребен е механизирани транспорт, за кој е потребно да се изработи проширување за разминување на возовите или двоен колосек. Во зависност од видот на карпите во кои е изработен поткопот се поставува и соодветна подграда. Таа може да биде со метални рамки, анкери или еластична подграда (формирана од прскан бетон во комбинација со анкери и мрежа), како најчесто применувана подграда. Наклонот на поткопот треба да биде од 2 до 4‰ заради природно истекување на водата и полесно влечење на полните возови. Димензиите на каналите за одводнување зависат од количината на водата. Кај големи поткопи овие канали се покриваат така да овој дел служи за премин на луѓе.

### 3.2. Отворање со окно

Окно е вертикална или коса јамска просторија со или без директна врска со површината, со постојани елементи на пад и протегање.

Во зависност од положбата окната можат да бидат вертикални и коси, а во зависност од намената можат да бидат извозни, вентилациони и помошни. Постојат уште и слепи окна, а тоа е кога окното нема директна врска со површината.

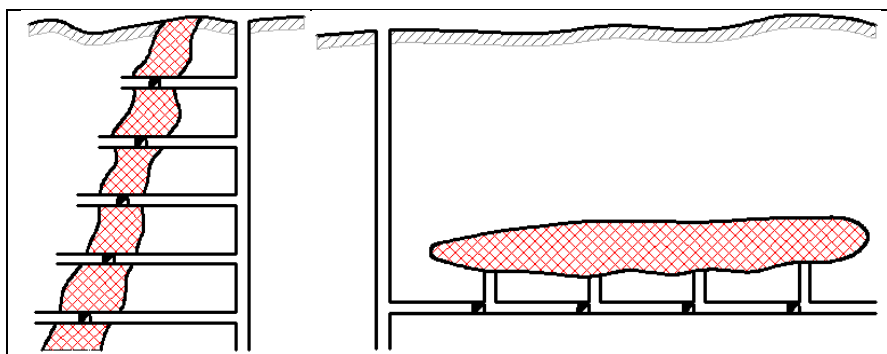
Вертикалните извозни окна можат да бидат: квадратни, правоаголни, кружни, елиптични и со засводени страни, најчесто се изработуваат со кружен попречен пресек. Поединечните делови по пресекот на окното се наредуваат одделенија. Разликуваме одделенија за кошови, за скипови, за премин на луѓе, за цевки и кабли.

За одредување на димензиите на хоризонталниот пресек потребно е да се знае капацитетот на производство во дадениот момент и во иднина. Кај некои рудници развојот се одвива во неколку стадиуми. Ова е случај кај металичните сировини, каде што наоѓалиштата подлабоко залегнуваат или пак се пронаоѓаат нови рудни тела со што се зголемуваат рудните резерви. Димензиите на хоризонталниот пресек на окното зависат од следните фактори:

- Од големината на производството;
- Од начинот на извозот, односно дали извозот се врши со скипови или кошеви;
- Од длабочината на окното;
- Од карактеристиките на карпите во кои се изработува окното;
- Од тоа дали окното служи и за вентилација;
- Од бројот на луѓе кои треба да се превезуваат низ окното;
- Од количината на материјалите, алатите, опремата и сл.

Главните или извозни окна служат за пренесување на руда од јамите на површината. Според извозната механизација окната се делат на извоз со скипови, скипови и кошеви и за извоз само со кошеви. Окната со скипови можат да бидат: со еден скип и противтег, со два скипа и со два пара на скипови. Окната со скипови и кошеви можат да бидат: со два скипа и еден кош со противтег, два скипа и два едноетажни коша, два скипа и еден двоетажен кош со противтег и со два скипа и два двоетажни коша.

Наоѓалиштата кои залегнуваат длабоко под површината и немаат можност да се отворат со поткоп се отвораат со вертикални или коси окна, или пак комбинирано. Ако постојат повеќе начини за отворање треба да се направат повеќе проекти и да се избере најекономичниот. Со вертикално окно се отвораат наоѓалишта кои се вертикални или под некој агол поголем од 50 степени, како и хоризонтални или закосени под мал агол кои што се длабоко под површината, како што е прикажано на слика 4.



Слика 4. Отворање на стрмно и хоризонтално наоѓалиште со окно

Кај вертикални или стрмни наоѓалишта окното се поставува во подинските или кровинските карпи, а поретко во самото наоѓалиште, бидејќи тогаш мора да се остави заштитен столб. Кај хоризонтални или благо залегнати наоѓалишта окното се поставува на една од страните на наоѓалиштето. Изборот дали окното ќе биде косо или вертикално зависи од следните фактори:

- трошоците за изработка на окното и приодите до наоѓалиштето;
- трошоците за опремување на окното и трошоци за одводнување;

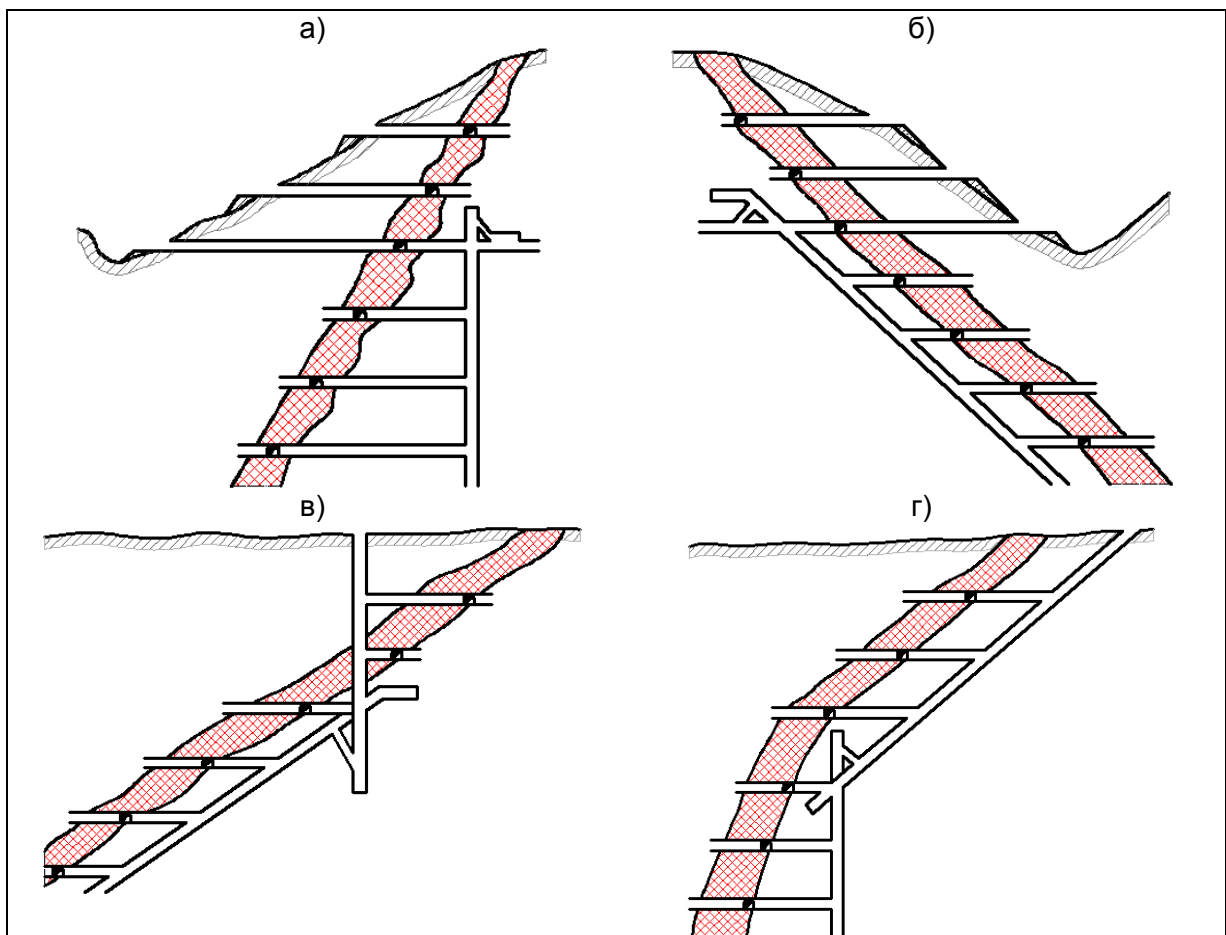


- трошоците за транспорт до окното и извоз од него;
- трошоците за одржување на окното.

### 3.3. Комбинирано отворање

Комбинираното отворање претставува комбинација од два различни објекти. Каква комбинација ќе се примени зависи од бројот на рудните тела и залегнувањето на наоѓалиштето. Постојат следните комбинации:

1. Отворање на горните делови на наоѓалиштето со поткоп, а долните делови со вертикално слепо окно, како на слика 5 – а);
2. Отворање на повисоките делови на наоѓалиштето со поткоп, а пониските делови со косо окно, како на слика 5 – б);
3. Отворање на повисоките делови на наоѓалиштето со вертикално окно, а пониските делови со косо окно, како на слика 5 – в);
4. Отворање на повисоките делови на наоѓалиштето со косо окно, а пониските со вертикално окно, како на слика 5 – г).



Слика 5. Комбинирано отворање на наоѓалиште

Предноста при комбинираното отворање со вертикално и косо окно е таа што побрзо се отпочнува со производство и се намалува бројот на пречници до наоѓалиштето, а како недостатоци се:

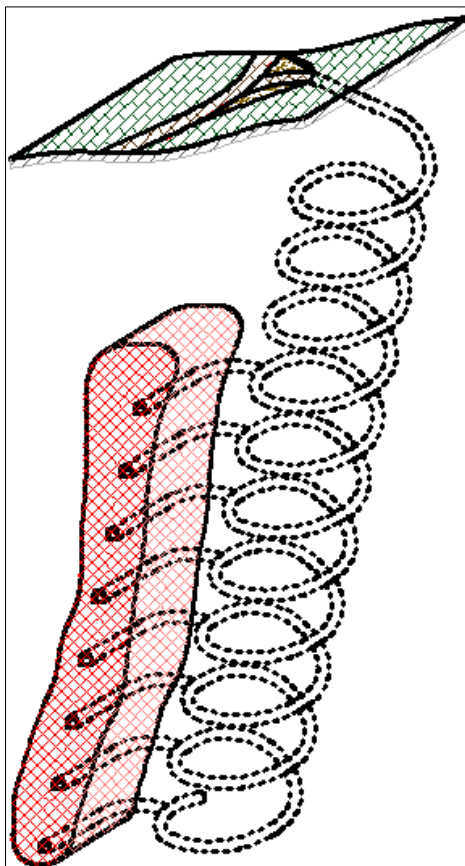
- големата должина на објектите за отворање;
- мала брзина на извозот;
- отежнат е превозот на луѓето и транспортот на рудата и друго.

Комбинираното отворање се практикува кај наоѓалишта кои подлабоко залегнуваат и кои го менуваат падот по должина.

### 3.4. Отворање со рампа

Во поново време за отворање на рудни наоѓалишта се користат и рампи. Рампа е коса јамска просторија со и без директна врска со површината, произволна просторна положба, со променливи елементи на падот и протегањето, наменета за движење на самоодната јамска механизација и вработените.

Во зависност од функцијата, рампата може да биде транспортна (извозна) и сервисна. Наклонот на рампата и елементите на кружните кривини се прилагодени со карактеристиките на механизацијата. Во зависност од нејзината функција, наклонот најчесто се движи од 1 : 5 до 1 : 10, со тоа што транспортните рампи се изработуваат со помал наклон.



Слика 6. Отворање на наоѓалиште со рампа

## 4. ЗАКЛУЧОК

Отворањето на рудните наоѓалишта е прва и многу важна фаза во рударството. Многу е важно да се избере соодветен начин за отворање на дадено рудно наоѓалиште и да се избере соодветна локација на просториите за отворање. Посебно внимание потребно е да се посвети при изработката на просториите за отворање, бидејќи истите ќе се користат подолг период, односно се додека не заврши откопувањето во тој дел или експлоатацијата на целото наоѓалиштето.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brady B. H. G., The University of Western Australia and Brown E. T., The University of Queensland: *Rock Mechanics for underground mining*, Third edition, Published by Springer, P. O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands, 2006;
2. Glušćević B.: *Otvaranje i metode podzemnog otkopavanja rudnih ležišta*, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1974;
3. Десподов З.: *Технологија на подземна експлоатација* (интерна скрипта), Рударско - геолошки факултет, Штип, 2000;
4. Мијалковски С.: *Отворање и разработка на рудни наоѓалишта за подземна експлоатација* (интерна скрипта), Факултет за природни и технички науки, Штип, 2014;
5. Milićević Živorad: *Projektovanje rudnika sa podzemnom eksploatacijom*, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Bor, 2007;
6. Торбица С., Петровиќ Н.: *Методe и технологија подземне експлоатације неслојевитих лежишта* (приручник у настави), Рударско-геолошки факултет, Београд, 1997;
7. Howard L. Hartman: *SME Mining Engineering Handbook*, 2<sup>nd</sup> Edition, Volume 2, Society for Mining, Metallurgy and Exploration.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ИЗБОР НА ОПТИМАЛНА ВАРИЈАНТА ЗА ОТВОРАЊЕ НА РУДНОТО НАОЃАЛИШТЕ Р'ЖАНОВО ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**

**Горан Сарафимов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФЕНИ ИНДУСТРИЕС, Кавадарци

**Абстракт:** Секој рудник без оглед дали се експлоатира со површинска или подземна експлоатација претставува сложена производна единица. Составните елементи на рудникот се поврзани и организирани така се да функционира како една целина-производен систем.

Целта на еден производен систем е да функционира безбедно по животот на луѓето и животната средина, а и економски исплатливо да се откопува минералната сировина со рационално користење на природните потенцијали.

Во овој труд се презентирани повеќе варијанти за отворање на рудникот Р'жаново со подземна експлоатација при што е употребено и повеќе критериумското одлучување и анализа, каде што прво се формира математички модел матрица на одлучување со однапред зададени влезни параметри, од кои што влезни параметри се формирани критериуми на одлучување. По дефинирањето на критериумите на одлучување се дефинирани можни варијанти за избор и на крајот можните варијанти се рангираат според критериумите на одлучување. Од оптимизационите методи беше користена PROMETHEE методата.

Извршено е претворање на квалитативните атрибути во квантитавни и на критериумите на одлучување се доделени тежински коефициенти според кој ќе биде одредена оптималната варијанта за отворање на рудното наоѓалиште.

Извршено е тестирање на повеќекритериумскиот математички модел за да се потврди дали избраната варијанта е задоволувачка.

**Клучни зборови:** подземна експлоатација, критериуми на одлучување, оптимална варијанта, метода PROMETHEE, креирање на математички модел, влезни параметри, квалитативно и квантитавно претворање, индекс на тежина.

### **ВОВЕД**

Рудникот Ржаново е во завршна фаза со површинската експлоатација и за да се продолжи неговиот работен век мора да се започне со подземна експлоатација. Наоѓалиштето со површинска експлоатација Р'жаново се експлоатира по дисконтинуиран метод односно со дупчење, минирање, товарање и транспорт на јаловината и рудата.

Отворање на рудното наоѓалиште Ржаново со подземен начин на експлоатација, пред завршувањето со површинската, ќе значи задржување на континуитетот на работа и испорака на руда до топилница – ФЕНИ ИНДУСТРИЕС.

Изборот на варијанта за отворање на одреден подземен рудник представува проблем од суштинско значење за истиот, посебно ако се има во предвид дека со вистинската варијанта треба да се обезбедат сигурни и здрави услови за работа. Исто така, постојано треба да се има во предвид фактот дека трошоците за откопување зафаќаат најголем дел од вкупните трошоци при работењето на рудникот, па поради тоа од адекватниот избор на избраната варијанта многу ќе зависи дали рудникот ќе работи со позитивни финансиски ефекти.

За да се одлучи која метода на отворање ќе биде употребена, ќе се користи повеќе критериумското одлучување и анализа, каде што прво ќе се формира математички модел матрица со однапред зададени влезни параметри, од кои што влезни параметри ќе се формираат критериуми на одлучување. По дефинирањето на критериумите на одлучување ќе се утврдат можни варијанти, за на крај можните варијанти се рангираат според критериумите на одлучување. Потоа ќе се направи квалитативно претворање во квантитавно односно на критериумите на одлучување ќе се даде индекс на тежина според кој ќе биде одредена најоптималната варијанта за отворање.

## 1. ДЕФИНИРАЊЕ НА ВАРИЈАНТИ

Варијанти за отворање на рудното наоѓалиште Р'жаново за подземна експлоатација се

1. **ВАРИЈАНТА 1:** Отворање со извозно скип окно (ИСО), вентилационо скип окно (ВСО) и поткоп 717

Изборот на отворање со окно се карактеризира со тоа што прво треба да се изработат двете окна, главното и сервисното кои се долги по 363 м, па дури потоа да се започне со експлоатација. Карактеристична опрема за оваа варијанте се двете скип окна со кои се опремени и главното извозно и јужното сервисно окно, кое воедно ќе служи и за извоз на јаловината.

Траспортот на руда по хоризонтална основа ќе биде шински со вагони и локомотиви, додека рудата и јаловината ќе се изнесуваат на површина со скиповите кои се поставени во главното и сервисното окно. Вкупните инвестициски трошоци кои се потребни за рударско-градежни работи, купување на опрема за оваа варијанта се 18.206 €/t руда. Вкупните специфични трошоци за оваа варијанта се 4.800 €/t руда и тука се вклучени трошоци за работна рака, материјални трошоци и амортизациони трошоци.

Во пракса вообичаено избивањето на окна со класичен начин (пример ALIMAK платформа) оди со норматив по 20 м на месец, и претпоставуваме дека ќе се работи со две паралелни групи и на главното окно и на сервисното, затоа векот на изградба ќе биде 18 месеци пред да се започне со експлоатација.

2. **ВАРИЈАНТА 2:** Отворање со извозно скип окно (ИСО), вентилационо скип окно (ВСО), поткоп 717 и поткоп 477

Оваа варијанта покрај двете окна предвидува и изградба на поткоп на ниво 477, со кој што поткоп би се решиле пред се проблемите со одводнувањето на рудникот, при што водата гравитациски би истекувала надвор. Исто така оваа варијанта предвидува ископаната јаловина да се транспортира по истиот овој поткоп, а транспортот на руда по хоризонтите да биде шински со локомотиви и вагони, и до површина ќе се изнесува со скип окното. Главен собирен извозен хоризонт ќе биде 477.

Вкупните инвестициски трошоци кои се потребни за рударско-градежни работи, купување на опрема за оваа варијанта се 20.453 €/t руда.

Вкупните специфични трошоци за оваа варијанта се 4.315 €/t руда и тука се вклучени трошоци за работна рака, материјални трошоци и амортизациони трошоци.

Бидејќи поткопот 470 преостанува да се изработата уште 2 800 м, а во пракса вообичаено избивањето на ходник оди со норматив по 70 м на месец, па затоа векот на изградба ќе биде 40 месеци пред да се започне со експлоатација.

3. **ВАРИЈАНТА 3:** Отворање со вентилационо сервисно окно (ВСО), главна извозна сервисна рампа (ГИСР) и поткоп 717

Варијанта број 3 предвидува отворање на рудното наоѓалиште со коса главна извозна рампа и сервисно окно за сервисирање. Главната извозна рампа ќе се користи за извоз на јаловината и рудата со јамски дампера, а окното покрај другото ќе служи за дополнителен сервис на јамта, за вентилација за јамата и во него ќе поминуваат цевките за одводнување на јамата. Нагибот на изработка на рампата е  $5.7^{\circ}$

Примената на камионите и изградба на косата извозна рампа овозможува да не се работат во целина сите објекти, туку sukcesивно еден по еден хоризонт, паралелно со спуштање на наоѓалиштето подлабоко во експлоатација. Тоа ни овозможува оваа варијанта да биде најповолна во однос на останатите пред се од аспект на утврдување на рудните резерви, бидејќи истите ќе имаме можност да ги отвораме етапно хоризонт по хоризонт.

Вкупните инвестициски трошоци кои се потребни за рударско-градежни работи, купување на опрема за оваа варијанта се 11.689 €/t руда.

Вкупните специфични трошоци за оваа варијанта се 2.817 €/t руда и тука се вклучени трошоци за работна рака, материјални трошоци и амортизациони трошоци. Во пракса вообичаено избивањето на рампа во нашиот случај има нагиб од  $5.7^{\circ}$  оди со норматив од 45 м на месец, па затоа векот на изградба ќе биде 19 месеци пред да се започне со експлоатација.

**4. ВАРИЈАНТА 4:** Отворање со вентилационо сервис окно (BCO), главна извозна сервисна рампа (ГИСР), поткоп 717 и поткоп 477

Варијанта број 4 предвидува отворање на рудното наоѓалиште со коса главна извозна рампа, сервисно окно за сервисирање и поткоп на кота 477 кој пред се ќе се користи за одводнување на наоѓалиштето. Нагибот на изработка на рампата е  $5.7^{\circ}$  исто како и кај варијанта 3.

Вкупните инвестициски трошоци кои се потребни за рударско-градежни работи, купување на опрема за оваа варијанта се 12.989 €/t руда.

Вкупните специфични трошоци за оваа варијанта се 2.556 €/t руда и тука се вклучени трошоци за работна рака, материјални трошоци и амортизациони трошоци.

Во пракса вообичаено избивањето на рампа во нашиот случај има нагиб од  $5.7^{\circ}$  оди со норматив од 45 м на месец, па затоа векот на изградба ќе биде 9 месеци пред да се започне со експлоатација. Но избивањето на ходник 470 оди со норматив по 70 м на месец, и бидејќи ходникот е долг 2800 м, па затоа векот на изградба ќе биде 40 месеци пред да се започне со експлоатација.

**5. ВАРИЈАНТА 5:** Отворање со вентилационо сервис окно (BCO), главен извозен нископ (ГИН) и поткоп 717

Оваа варијанта предвидува отворање на рудното наоѓалиште со нископ и доведување на свежа воздушна струја преку вентилационо сервис окно, кое меѓу другото ќе се користи и за одводнување бидејќи преку него ќе поминуваат цевките за одводнување на рудникот.

Нископот ќе биде изработен со пад од  $15^{\circ}$ , а главно извозно средство ќе биде извозни ленти поставени на транспортер. Оваа варијанта наметнува да и примарното дробење биде во јамата за да рудата има соодветна гранулација за да би можела непречено да се транспортира со транспортни ленти.

Вкупните инвестициски трошоци кои се потребни за рударско-градежни работи, купување на опрема за оваа варијанта се 13.588 €/t руда.

Вкупните специфични трошоци за оваа варијанта се 3.593 €/t руда и тука се вклучени трошоци за работна рака, материјални трошоци и амортизациони трошоци.

Во пракса вообичаено избивањето на нископ во нашиот случај има пад од  $15^{\circ}$  оди со норматив од 45 м на месец, па затоа векот на изградба ќе биде 19 месеци пред да се започне со експлоатација, бидејќи нископот е долг 887 м. Вентилационото сервис окно од варијанта 1 и 2, периодот за изградба е 18 месеци, но за целата варијанта се усвојува 19 месеци.

**6. ВАРИЈАНТА 6:** Отворање со вентилационо сервис окно (BCO), главен извозен нископ (ГИН), поткоп 717 и поткоп 477.



Оваа варијанта предвидува отворање на рудното наоѓалиште со нископ и доведување на свежа воздушна струја преку вентилационо сервис окно, но и изградба на поткоп 470 кој меѓу другото ќе се користи и за одводнување на рудникот.

Вкупните инвестициски трошоци кои се потребни за рударско-градежни работи, купување на опрема за оваа варијанта се 14.890 €/t руда.

Вкупните специфични трошоци за оваа варијанта се 2.877 €/t руда и тука се вклучени трошоци за работна рака, материјални трошоци и амортизациони трошоци.

Во пракса вообичаено избивањето на нископ во нашиот случај има пад од 15° оди со норматив од 45 м на месец, па затоа векот на изградба ќе биде 9 месеци пред да се започне со експлоатација, бидејќи нископот е долг 887 м. Вентилационото сервис окно од варијанта 1 и 2, периодот за изградба е 18 месеци, но за целата варијанта се усвојува 19 месеци.

Изработката на поткоп 470 кој е со должина од 2 800 м избивањето на ходник оди со норматив по 70 м на месец, па затоа векот на изградба ќе биде 40 месеци пред да се започне со експлоатација.

Значи се усвојува за оваа варијанта 40 месеци во подготвителни работи пред да се започне со експлоатација.

## 2. ДЕФИНИРАЊЕ НА КРИТЕРИУМИТЕ

Секој од критериумите има свое влијание или тежина врз варијантите. При дефинирањето на тежините на критериумските функции врз основа на варијантите беа направени:

- Анализи на техничко-економските анализи и други стручни информации собрани од интернет
- Консултации, анкети и разговори со експерти од областа на подземната експлоатација со долго годишно искуство
- Се направи пресметка на средните (просечни) вредности на тежините добиени од погоре споменатите чекори

Било која метода на повеќе критериумска оптимизација да се употреби, мора збирот на сите тежини на посебните критериуми да е еднаков на еден (1). По направеното нормализирање со правење на пондерсирана вредност на секоја тежина се добиваат следниве нормализирани тежини прикажани во табела 1.

**Табела 1.** Типови на критериуми

Реден број	Критериуми	Ознака	Нормализирани тежини	Цел
1	Инвестиции по тон произведена руда	K <sub>1</sub>	0.35	min
2	Специфични транспортни трошоци	K <sub>2</sub>	0.25	min
3	Едноставност на примена на систем	K <sub>3</sub>	0.13	max
4	Поминато време до почеток на експл	K <sub>4</sub>	0.15	min
5	Ризици во потврдување на рудни рез	K <sub>5</sub>	0.12	min

### Критериум 1

Критериумот број 1 претставува инвестиција по тон произведена руда. Во сите варијанти е разработувано константо годишно производство од 500 000 t, руда годишно. Значи овој критериум е добиен кога сите вкупни инвестиции (инвестиции за рударско градежни работи-односно трошоци за изградба на објектите за отворање на секоја варијанта посебно, трошоци за набавка и инсталирање на опрема за секоја варијанта посебно) и вкупниот збир е поделен со годишното производство на руда.

Бидејќи ова се почетни инвестиции кој што ќе се употребат за изградба на објекти и купување на опрема, па се до почнување со експлоатација, овој критериум тежнее да биде минимален, односно почетните инвестиции колку што е можно да бидат помали-минимални.

Овој критериум е изразен во €/t, за секоја варијанта посебно

#### *Критериум 2*

Критериум број 2 е количник помеѓу трошоците за материјално работење на опремата во секоја варијанта, трошоците за работна снага на годишно ниво – во четири бригаден работен систем и тошоците за амортизација на опремата на годишно ниво, за секоја варијанта има посебни разработени амортизациони планови, кои ќе бидат опишани во секоја од варијантите, во наредните поглавја.

И кај овој критериум ова се почетни инвестиции кој што ќе се употребат за работни параметри на опремата – (потрошено количество на електрична енергија, нафта, резервни делови, масло за подмачкување, масло за мотор и т.н.. Овој критериум тежнее да биде минимален, односно почетните инвестиции колку што е можно да бидат помали-минимални

Исто така овој критериум е изразен во €/t, за секоја варијанта посебно.

#### *Критериум 3*

Критериумот број 3 е едноставност на примена на системот и тежнее да биде секогаш максимален. Овој критериум е квалитативен, односно описен, па затоа му се доделуваат оценки за секоја варијанта посебно. Потоа од табела во зависност од описот, му се дава нумеричка вредност.

#### *Критериум 4*

Овој критериум е потребно време до започнување со експлоатација и во зависност од времето, а времето е величина која што може да се мери и во овој случај времето е мерено во месеци. Секоја од варијантите има различен период до почеток со експлоатација, на пример варијантата со главна извозна сервис рампа е најкратка само 9 месеци се потребни за да се изработи рампата и да се започне со експлоатација на руда

#### *Критериум 5*

Последниот критериум е ризици во потврдувањето на геолошките резерви на руда. Секоја варијанта се одликува со различни објекти за отворање пример: окно, коса рампа и нископ, секој објект на различни висина го отвара рудното наоѓалиште, а и за различен временски интервал така да во некои варијанти факторите за ризик се минимални а во некои се максимални.

За овој критериум потребно е ризиците кои ги има во сите 6 варијанти да се минимизираат, односно генерализираната тежина на овој критериум тежнее да биде минимална, со што поверодостојно и репрезентативно ќе се даде оценка за рудните резерви.

### **3. ДЕФИНИРАЊЕ НА ПОВЕЌЕ КРИТЕРИУМСКИ МОДЕЛ**

Откако е направена анализа за оценка на секој критериум во однос на секое алтернативно решение, добиен е следниов повеќе критериумски модел

**Табела 2.** Повеќе критериумски модел со квантитаивен дел

Алтернативи	Критериуми				
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>
Цел	min	min	max	min	min
A <sub>1</sub>	18,206	4,800	7	18	5
A <sub>2</sub>	20,453	4,315	9	40	5
A <sub>3</sub>	11,689	2,817	5	9	1
A <sub>4</sub>	12,989	2,556	7	40	1
A <sub>5</sub>	13,588	3,593	3	19	3
A <sub>6</sub>	14,890	2,877	5	40	3
Тежини	0.35	0.25	0.13	0.15	0.12

Во основа за примена на методата PROMETHEE II ќе се користат пет генерализирани критериуми за прикажување на преференциите на доносителот на одлуката за секој посебен критериум. Земајќи ја во предвид мојата проценка, како и врз основа на теоријата и равенките за методата на PROMETHEE II, одбрани се следниве облици на генерализирани критериуми.

**Табела 3.** Облици на критериуми

	Критериуми				
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>
Тип на график	III	III	IV	IV	IV
m			2	-1	-2
n	-8.76	-2.24	4	-9	-4

Земајќи ги во предвид генерализираните критериуми, сега веќе е подготвен проблемот за понатамошна обработка и пресметка следејќи ја методата PROMETHEE II.

**Табела 4.** Влезен модел

Алтернативи	Критериуми					
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	
Цел	min	min	max	min	min	
A <sub>1</sub>	18,206	4,800	7	18	5	
A <sub>2</sub>	20,453	4,315	9	40	5	
A <sub>3</sub>	11,689	2,817	5	9	1	
A <sub>4</sub>	12,989	2,556	7	40	1	
A <sub>5</sub>	13,588	3,593	3	19	3	
A <sub>6</sub>	14,890	2,877	5	40	3	
Карактеристики на критериум	Тежини	0,35	0,25	0,13	0,15	0,12
	Тип	III	III	IV	IV	IV
	m			2	-1	-2
	n	-8.76	-2.24	4	-9	-4

Откако се пресметани вредностите на индексот на преференција, влезниот тек на јадрата на алтернативата A<sub>i</sub> (1), излезниот тек на јадрата на алтернативата A<sub>i</sub> (2), нето текот на јадрата на алтернативата A<sub>i</sub> (3)

$$T^+(A_i) = \sum_{s=1}^m \pi_{is} \quad \text{за } i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad s = 1, 2, 3, \dots, m; \quad i \neq s \quad (1)$$

$$T^-(A_i) = \sum_{s=1}^m \pi_{is} \quad \text{за } i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad s = 1, 2, 3, \dots, m; \quad i \neq s \quad (2)$$

$$T(A_i) = T^+(A_i) - T^-(A_i), \quad \text{за } i = 1, 2, 3, \dots, m; \quad (3)$$

Сега може да се изврши рангирање на сите алтернативи бидејќи се пресметани сите потребни влезни параметри и резултатите се дадени во табела број 5

**Табела 5.** Рангирање на алтернативите

	T	Ранг
A <sub>1</sub>	-0.2874	5
A <sub>2</sub>	-0,4138	6
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>0,4196</b>	<b>1</b>
A <sub>4</sub>	0,2456	2
A <sub>5</sub>	0,0418	3
A <sub>6</sub>	-0,0064	4

Од претходната табела може да се констатира дека најприфатлива варијанта е А<sub>3</sub>, бидејќи истата варијанта има најголема вредност во однос спрема останатите. Значи најприфатлива варијанта на отворање е **Отворање со вентилационо сервис окно ВСО, главна извозна сервисна рампа ГИСП и поткоп 717.**

#### **4. ЗАКЛУЧОК**

Во денешно време примената на информатичката технологија во секојдневните работни обврски зема се поголем замав, и го поедноставува решавањето на програмските задачи. За да се успешно примени моделот на повеќекритериумската оптимизација треба консултација со повеќе експерти за стекнување на повеќе мислења и работа со експертски тим и да се направи анализа од критичен однос спрема добиените резултати. Соодветната метода во целост мора да ги задоволува и интегрира сите фактори кои имаат влијание врз дефиницијата и решението на проблемот. Ова научно истражување покажа дека повеќе критериумската оптимизација треба да се врши во насока на максимална примена на едноставност на системот, односно колку што е можно да биде поедноставен системот на откопување и критериумите како што се вкупни инвестициски трошоци и специфични транспортни трошоци секако треба да се со најголема тежина, но треба да се имаат во предвид и други критериуми со различна тежина. Анализата и демонстрирањето на практична примена на повеќекритериумската оптимизација, е направено со една од најпопуларните методи PROMETHEE II.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ И МОДЕЛИРАЊЕ ВО РУДАРСТВОТО**

### **APPLICATION OF MODERN SOFTWARE PROGRAMS FOR DESIGN AND MODELING IN MINING**

**Ванчо Гоцевски<sup>1</sup>, Илија Велиновски<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Рудник за олово и цинк "Саса" – ДОО, Македонска Каменица*

**Апстракт:** Развојот на современото рударство во светот е во постојан подем, благодарейќи на се поголемата директна примена на информатичката технологија во рудниците.

Оваа технологија овозможува побрза обработка на податоците, интерпретација на добиените резултати, компјутерско моделирање и визуелно претставување на одделните рударски операции, како и самиот рудник во тродимензионален облик.

Примента на ИТ во рударството е застапена во обработката и управувањето со податоци користејќи софтверски пакети за проектирање, моделирање и интеграција на просторни бази на податоци со примена на резултатите.

Постојат повеќе компјутерски програми кои ги подржуваат плановите и моделите во рударството наменети за решавање на задачи во рударството, меѓу кои е софтверот "Promine" и "Vulcan Maptek".

#### **Клучни зборови:**

Информатичка технологија, рударството, компјутерска програма, проектирање и моделирање.

**Abstract:** The development of modern mining in the world is in constant growth thanks to increasing direct application of information technology in the mines.

This technology enables faster data processing, interpretation of results, computer modeling and visual representation of certain mining operations and the mine in three-dimensional shape.

Application of IT in mining is represented in the processing and data management, using software packages for design, modeling and integration of spatial databases with application of the results.

There are several software packages that support the mine plans and models for solving tasks in mining, including the software "Promine" and "Vulcan Maptek".

#### **Key words**

Information technology, mining, computer program, design, modeling.

## ВОВЕД

Во овој труд е претставена примената на современите компјутерски програми, односно софтверските пакети кои овозможуваат поедноставен пристап и олеснето систематско решавање на проектните задачи, графичко прикажување и следење на рудникот, лесно добивање реални податоци за целиот рудник, односно компјутерско управување. Оваа технологија овозможува побрза обработка на податоците, интерпретација на добиените резултати, компјутерско моделирање и визуелно претставување на одделните рударски операции и претставување на рудник во тродимензионален облик.

Денес во рударската индустрија се користат многу компјутерски програми кои се користат за планирање и моделирање на подземен рудник и изработени по мерка за да ги задоволат специфичните потреби на активностите во рударството, меѓу кои може да се споменат:

1. **Promine - Autocad**
2. **Vulkan**
3. **Gemcom** - (*Gems, Surpac, Minex* и други)
4. **Datamine**
5. **Micromine**
6. **Autodesk**

Со цел навремено и ефикасно решавање на техничките задачи и правилно водење на рударско геолошките работи како едно од можните софтверските решенија е примена на софтверот "Promine". Овој софтвер е додатен дел на компјутерската програма Auto Cad кој овозможува едноставно пресметување на рудните резерви, содржината на метал во рудата, прикажување на распоредот на објектите, прикажување на профили, пресеци, пресметка на дупчачко минерските работи итн.

**Maptek Vulcan** е програмска CAD алатка можна за креирање на развојни планови со дизајнирање, моделирање, блок модели за разни методи на експлоатација во површински и подземен рудник. Maptek Vulcan е софтверски пакет кој овозможува 3D дизајнирање на рампи, пречници и развивање на делови од подетажи и геолошко моделирање и планирање во рударството.

Во овој труд е изработен краток опис на употребата на современи компјутерски програми "Promine" и Maptek (Vulcan) кои се применуваат во рудникот САСА, Македонска Каменица, за проектирање и моделирање на рудни тела и рударски објекти.

### 1. ПРИМЕНА НА СОФТВЕР "PROMINE" ВО РУДАРСТВОТО

Примена на современите компјутерски програми "Promine" за рударство и геологија, кој е еден вид надградба на Auto Cad, влезните дигитализирани податоци на овој софтвер, се потребни за добар план и анализа во рудникот. Софтверот "**Promine**" се користи за обработка на податоци за рударство и геологија и овозможува поедноставна техно-економска пресметка и добивање на автоматски компјутерски податоци на геометриски елементи на рударски објекти.

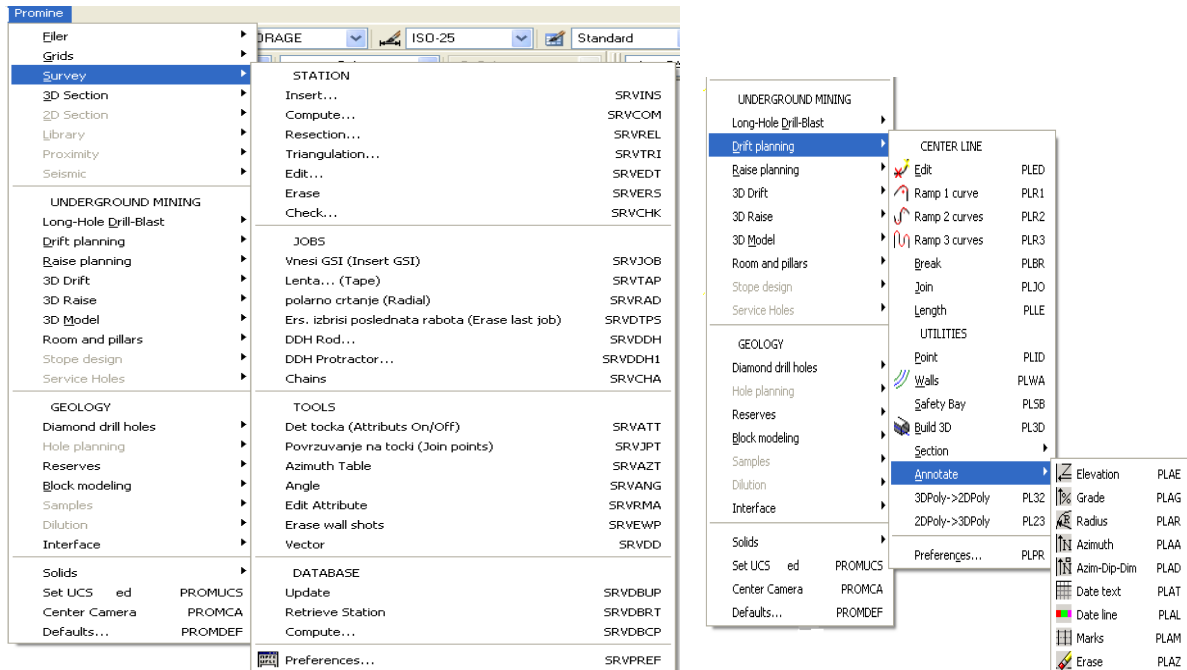
За рударските и геолошките инженери во рударската индустрија кои сакаат ефикасно да планираат и работат во нивните рудници, со програмот PROMINE ја поедноставува работата и подобруваат продуктивноста, со основните инструкции:

- План и распоред
- Планирање и развој
- Изработка на произведен план од претходно планираниот развој.
- Изработка на 3D модели за планирање.



## 2. ПРОГРАМСКО МОДЕЛИРАЊЕ НА РУДНИК СО СОФТВЕРОТ “PROMINE”

Податоци во програмот Promine од палетата на **рударство(underground mining)** во подменито ги обработува пакети: Drift planning, Raise planning, 3D model и Long-hole drill blast, во кои се внесуваат и обработуваат податоци (слика 1).



Слика 1. Мени на алатки од палета на команди кои се наоѓаат во рамките на модулот за премер (Survey).

### 2.1 Внесување на податоци во дигитална форма преку модулот Survey од софтверот "Promine"

Основа за користење на податоци во електронска форма е потребно високо точна геодетска основа. Во модулот **“Survey”** од софтверот Promine (слика 1) се користат различни команди за премер на подземни и површински објекти каде од палетата **Station** се внесува и обработуваат координатни податоци во Insert GSI кој работи во рамките на програмата CAD систем и се користи за:

- ажурирање на цртежи
- внесување и уредување места за премер  *Insert Editing a Station*
- корегирање цртежи на податоци од проверката на премерот  *Check*
- внесување на ознака за азимут во цртеж, на објектот
- внесување и пресметување на елементи за премер  *Compute*
- внесување и уредување места од една датотека  *Edit*

## 3. МОДЕЛИРАЊЕ И ПЛАНИРАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ РУДАРСКИ ОБЈЕКТИ ВО СОФТВЕРОТ – PROMINE

Програмата за планирање објекти од палетата **Promine - “Drift planning”** се употребува за проектирање и планирање на објекти со нагиб, програмата ќе ви помогне да ги пресметате точните возвишувања на наносите, да ги потставите параметрите на наносот и да се добие 3D модел од пресметаниот објект.

Влезни податоци за планирање и моделирање на рампи во подземен рудник се претставени на палета **Drift planning** со определување на елементи на рампа со алатките од менито **Annotate** (слика 1).

### 3.1 Уредување на централната линија

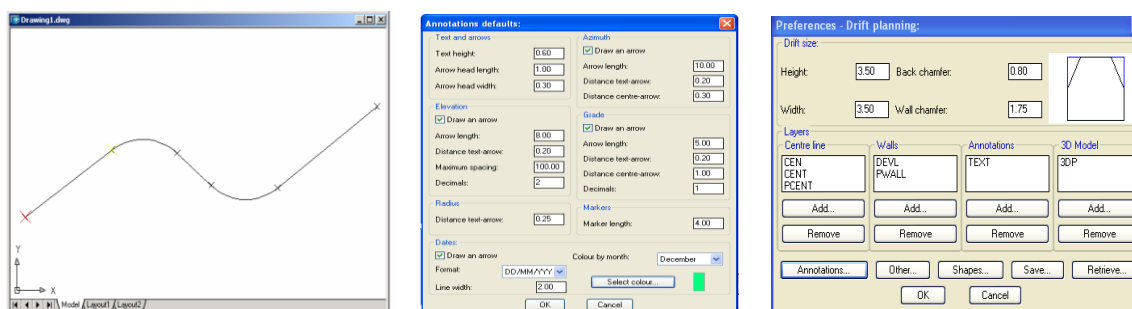
Од менито на Drift Planning се одбира алатка Edit за уредување на централна линија која е претставена во 2D повеќелинија, која означува центар на објектот.

Со употреба на Edit (уреди) со различни опции за уредување на централната линија и внесување на елементи помеѓу две точки од централната линија и програмот ги уредува податоци за двете точки и тоа : возвишувањето, нагибот, азимутот, должините и радиусите на наносите, поттикот на командата ќе ги прикаже опциите за уредување кои се на располагање на статусна линија со скратен опис:

**exit/Undo/Elev/Grade/Point/Length/Radius/Angle/azimuth/Fillet/date/Draw/Backward/ <Forward**

- Возвишување: Се назначува возвишувањето со промена на висина, на дадена точка од централната линија обележано со црвен или жолт крст.
- Нагиб: Го назначува нагибот на централната линија помеѓу две точки, црвениот и жолтиот крст.
- Точка : Извршува команди за уредување на точката на централната линија : (add, remove or switch points) додади, отстрани или смени ги точките.
- Должина : ја определува должината на прав сегмент.
- Радиус: го определува радиусот на крив сегмент.
- Агол : го определува аголот на свртување на правиот или кривиот сегмент.
- Азимут: определување на крајниот азимут на крив сегмент.
- Тенка лента : додава тангентна крива помеѓу два прави сегменти.
- Датум : го определува датумот на планот на точката од централната линија и напредокот во рударските работи на сегментот од централната линија.
- Цртање : повторно го црта црвениот и жолтиот маркер и крстовите кои ги покажуваат точките на централната линија.
- Напред/назад: ги отстранува црвените и жолтите маркери назад (или напред) на еден сегмент.
- Излез : излегување од програмата.

Добиените параметри може да се менуваат (ревидираат)на централната линија со промена на вредностите од централната линија и менување на димензиите кои се претходно дадени, односно на која точка се бара промена на вредноста кај црвениот и жолтиот крст од централна линија со употреба на Edit (уреди) (слика 2).



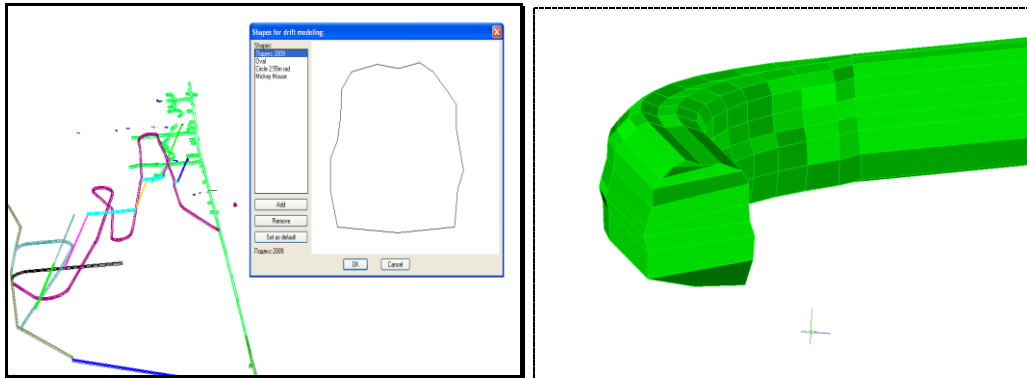
Слика 2. Уредување на централна линија со внесување на вредности во кутијата **Annotations**

### 4. ДИЗАЈНИРАЊЕ НА ТРОДИМЕНЗИОНАЛЕН МОДЕЛ НА РУДАРСКИ ОБЈЕКТ

Од менито на **Drift Planning**, во кутијата **Annotations** се внесуваат вредности (Radius, Grade, Elevation, Azimuth, и Date на активности ) се избира форма (Shapes) и димензии на профил од рударски објект претставен во **Preferences** – приоритети (слика 2).

Зачувување на зададени вредности во кутијата за дијалог на **Preferences** од менито на **Drift Planning** притиснете на копчето Save...(зачувај), каде се наведува во која датотека сакате да ги зачувате вредностите (Annotation defaults,).

Со информатичка обработка и уредување на податоци се добива готови и прецизни податоци кои се користат за понатамошно користење при изработка на избраниот рударски објект, зададен со централна линија, кои се наоѓа во кутијата за дијалог. Во кутијата **Preferences – drift planning** има можности за избор на сакан формат на профил на јамскиот објект во полето Shapes, со команда Add се избира профилот, (слика 3).

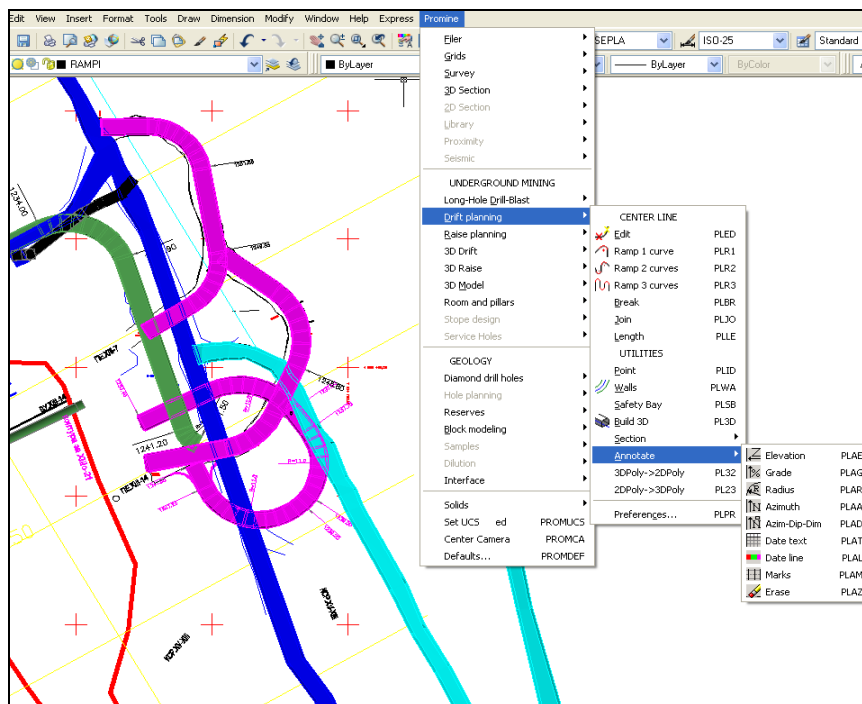


Слика 3. Избор на форма на рампа во Drift modeling со назив Подекс 2009

#### 4.1 Градење 3D модел од проектираните наноси на објект

Со дефинираните вредности на централната линија со користиме на командата **Buld 3D** за градење тродимензионален модел на објектот е на следниот начин:

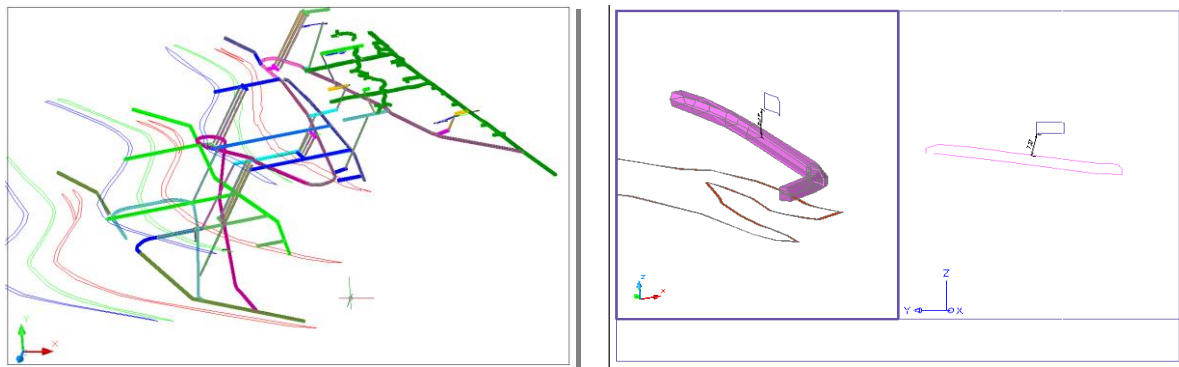
- Од менито за **Drift Planning**, одберете **Buld 3D** (направи 3D) и кликаме на централната линија кое се добива готов проектиран јамски објект со зададени големини (слика 4).



Слика 4. Палета на команди од Promine модул (Underground mining) за проектирање на објекти

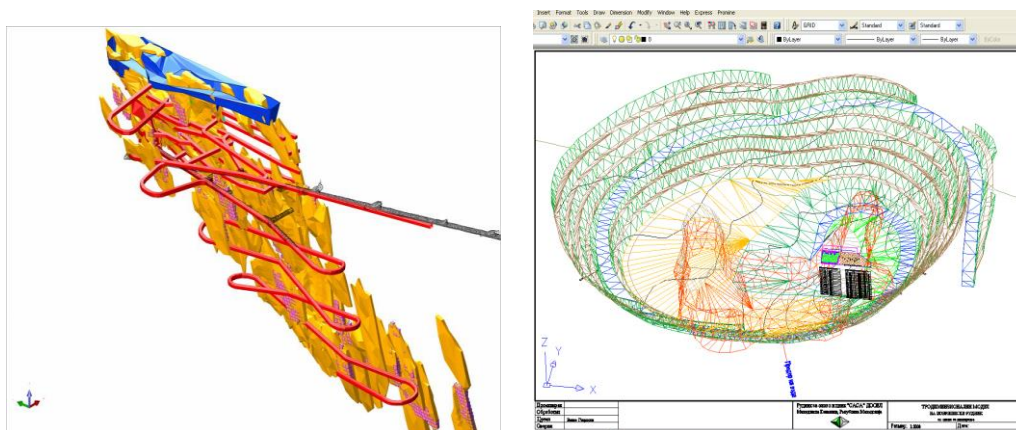
## 4.2 Графичко претставување на подземен рудник во софтверот “Promine”

Софтверот “Promine” во рударството овозможува претставување на рударски план кој се користи за менаџирање на податоци со графичка обработка. Претставување на графички податоци добиени од менито на **Drift Planning**, со избирање на палетата **Annatate** и кој параметар го селектираме од палетата на команди (слика 1), со селектирање на централната линија и се добиваат вредностите (елементи) на сите сегменти од Рампа.



Слики 5. Тродимензионален модел на подземен рудник и дизајнирана форма на рампа во софтверот “Promine”.

Моделирањето и визуализација на подземен рудник во тродимензионален облик е од големо значење, бидејќи се добива појасна претстава за самото рудно тело, распоредот и меѓусебната поврзаност на подземните објекти (ускопи, рампи, ходници и откопи), односно се добива целосна просторна мапа за самиот рудник (слика 5). Со помош на софтверот “Promine”, исто така може да се врши моделирање на површински коп, претставен како (мрежен модел) со користење на сите геометриски елементи за копот (слика 6).



Слики 6. 3D жичан триангилационен модел на рудник со подземни рударски простории и површински рудник во програмот “Promine”

## 5. КОМПЈУТЕРСКА ПРОГРАМА - MAPTEK VULCAN

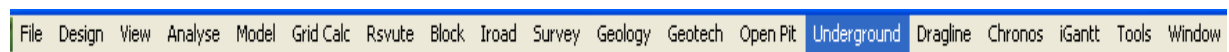
**Maptek Vulcan** – претставува програмски пакет на алатки за електронско проектирање во рудниците за површинска и подземна експлоатација (Слика 7 и 9) како и краткорочно и долгорочно планирање. Програмот **Maptek Vulcan** - 3D софтвер се употребува за проектирање и моделирање на подземен рудник кој е наменет за

експлоатација на благодарни метали и камења со креирање на тродимензионални модели.

Моделирање на рударски објекти во 3D модел и управување со голем број на геометриски податоци. “Vulcan” се применува за пресметка на геолошки рудни резерви и содржина на минерална сировина во наоѓалиштето, со изработка на тродимензионално рудно тело и визуелно добивање на податоци внесени во координатен систем. Базични податоци потребни за овој софтвер се триангуларен геолошки модел на рудното тело, како и блок моделот на рудно тело.

**Maptek Vulcan** се користи од страна на рударските, геолошките, геодетските инженери. Софтверскиот пакет Maptek “Vulcan” може да се прошири со дополнителни модули за да се создаде база на податоци на геодетски истражувања, дизајн на патиштата на рудникот, проектирање на дупчење-минирање, утврдување на трошоците за производство врз основа на блок модели, геомеханичко моделирање и други.

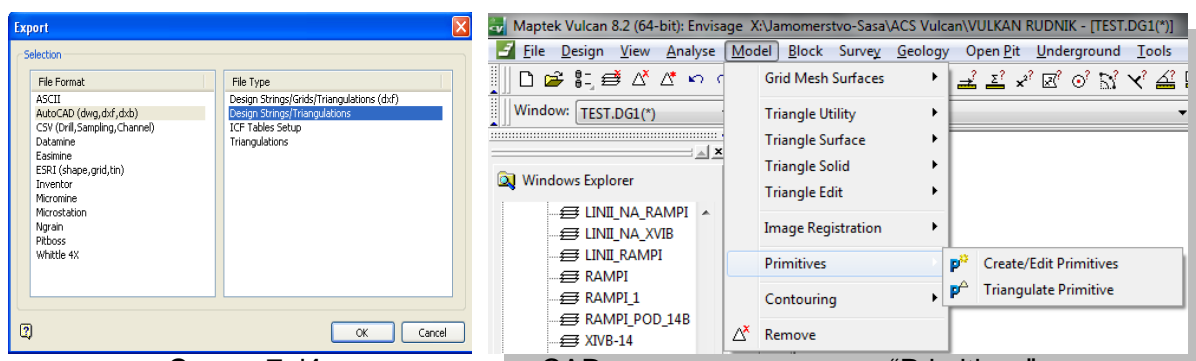
Со користење на основни алатки на Vulcan е изработен триагулационен модел за отварање на рудник за бакар со подземна експлоатација на локалитет Кадиница.



Примената на софтверот вклучува геолошко картирање и моделирање, рудничко проектирање, планирање, геотехнички анализи, распоред и оптимизација во рударството, како и вентилација на подземен рудник.

## 5.1 Внесување на податоци преку модулот FILE на софтверот VULCAN

Постојат повеќе начини на внесување податоци во софтверот VULCAN кое има опции за директно внесување на податоци од други софтвери како AutoCAD, Datamine, Micromine и Surpac. Внесувањето на координатите од извршените геодетски мерење се врши преку модулот **File > Import > AutoCAD (dwg,dxf,dxb) > Design Strings/Grids/Triangulations (dwg,dxf,dxb)**. Координатите од мерењето се импортирани во базата на податоци и се прикажани во палетата Selected Files.



Слики 7. Импортирање на CAD податоци од алатка “Primitives” се избирање на форма на ходник

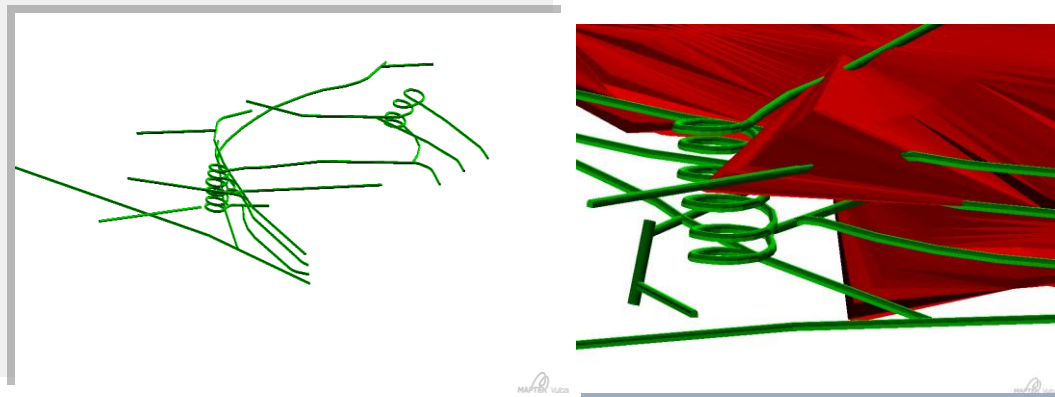
Со дефинирање на вредностите на централната линија ја повикуваме командата за цртање објекти од палетата **Model** избираме **Primitives > Create/Edit Primitives**. (слика 7). Од палетата **Primitives** ја одбираме формата на ходникот што сакаме да го креираме, ги внесуваме параметрите висина и ширина на ходникот и исто така треба да одбереме од каде ќе го правиме моделот во зависност од централната линија(кров.патос или средина).

Креирањето на објектите се врши едноставно со кликање на линиите од кои треба да се направи 3D модел. Ако дадените форми не одговараат на објектот што треба да се

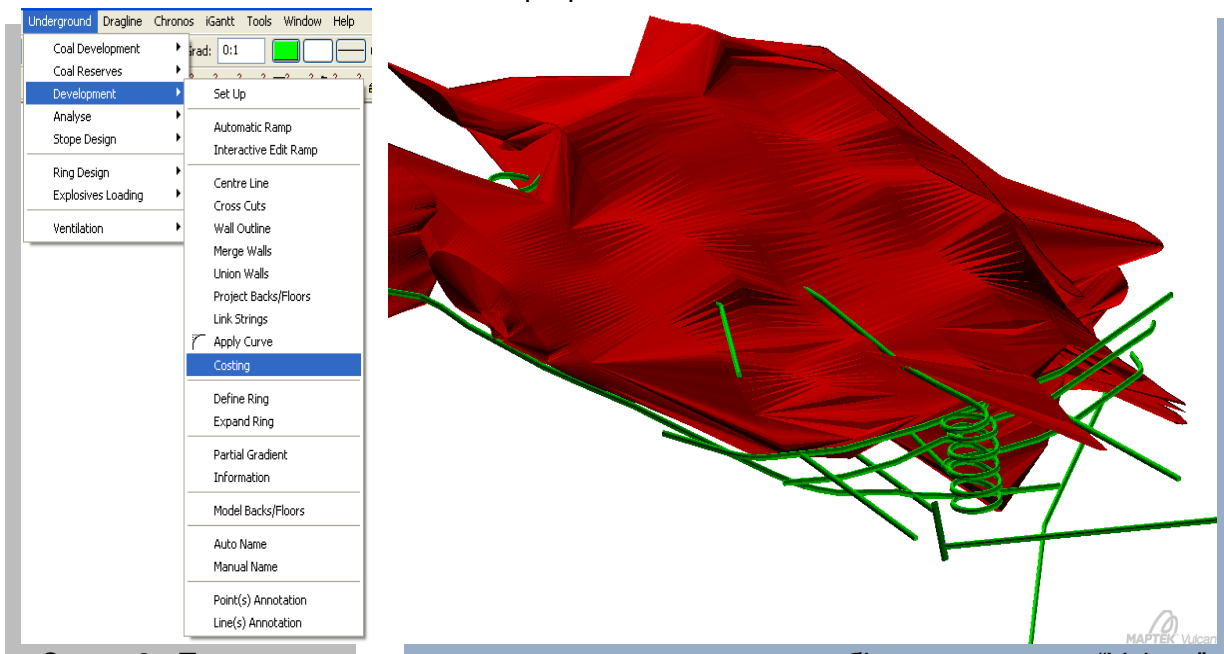


креира во опцијата **Editor** сами можеме да ја креираме формата со која ќе го цртаме објектот. Со кликање на **Select Objects** треба да се избере објектот на којшто го креираме 3D моделот.

Со програмот Vulcan е изработен тродимензионален модел за отварање на подземен рудник на бакар во Македонија, локалитет Кадиџа (Слика 8).

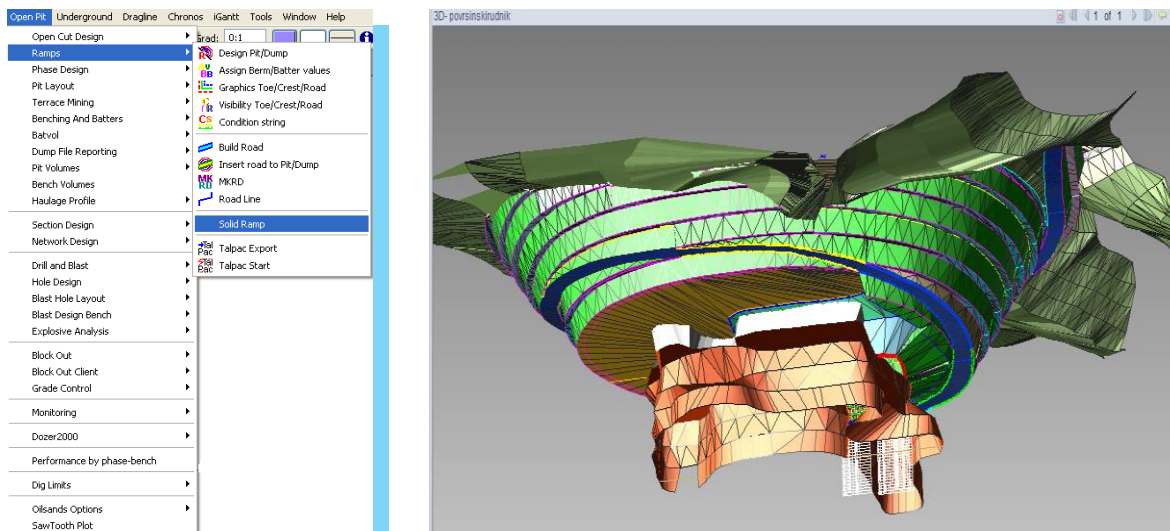


Слика 8. Детал на проектирани подземни рударски простории во 3D модел во програм “Vulcan”



Слика 9. Палета на алатки за моделирање на подземни објекти во програм “Vulcan”

Со програмот Vulcan од палета на Open pit е изработен тродимензионален модел на површински рудник за бакар во Македонија, локалитет Бунарџик (Слика 10).



Слики 10. Површински рудник во триангулационен модел во фаза на експлоатација претставен во програм “Vulcan”

## 6. ЗАКЛУЧОК

Примената на современите компјутерски програми во рударството, односно софтверските пакети овозможуваат поедноставен пристап и олеснето систематско решавање на проектните задачи, графичко прикажување и следење на рудникот, лесно добивање реални податоци за целиот рудник, односно компјутерско управување со самиот рудник.

Компјутерскиот програм “Promine” се користи за истражување, моделирање, дизајн на рударски работи, долгогодишно планирање и следење на продуктивноста. Со програмот се обработуваа категории на дупчење и минирање, геологија на рудно наоѓалиште, план за експлоатација, податоци за истражување и мерење.

Во програмот “Promine” постојат алатки кои овозможуваат креирање рударски планови, внесување геолошки податоци и податоци од извршените геодетски мерења. На тој начин се задоволени потребите на корисникот, т.е. самиот проектант, односно ги има сите потребни податоци за проектирање и планирање. На тој начин се добива високо квалитетна и прецизна документација.

Мартек е професионална програма на Vulcan кој претставува напредна технологија во истражување, подржани со опрема и компјутерски програм со назив I-SITE. Vulcan претставува слоп на алатки за геолошка анализа на наоѓалишта, изработка на блок модел, пресметка на резерви, дизајнирање на план за експлоатација, управување со рударски процеси и нивно следење и др. Работи со додатни модули за изработка на базни податоци за мерење, дизајнирање на дупчење и минирање, одредување трошоци транспорт со блок модел, геотехничко моделирање кој се поврзува со GIS програм ArcGis.

Предност на информатичката технологија во однос на користење на карти е појасен преглед на објектите во повеќе слоеви, процесирање на податоците, едноставно начин на читање на мапата, пребарувањето е едноставна работа на читање на карта, модели на дигитален терен, поедноставни мерења на полулинии, мерење на закривеност и растојание на одалеченост и итн.

Како недостаток на имплементирање на софтверот “Promine” и “Vulcan” е недоволно обучен стручен инженерски кадар во Македонија, за користење на програми за проектирање и планирање на рудниците во Македонија.

Сето ова може да послужи како главен мотив, за што поголема примена на софтверските пакети во нашите рудници. Со самото тоа значително ќе се подобри менаџирањето со рудниците и ќе се постигнуваат многу подобри резултати.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Техничка документација од рудник САСА;
2. Научен труд "Примена на софтвер за проектирање на дупчачко-минерски работи во рударството" од Ванчо Гоцевски, III<sup>ТО</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ
3. Прирачник за моделирање и планирање со "Promine";
4. [www.Promine.com](http://www.Promine.com)
5. Прирачник за планирање и моделирање "Maptek Vulcan" underground design;
6. Tools for Mine Planning and Geology Surveying and Modelling, [www.maptek.com/products/](http://www.maptek.com/products/)
7. Mining Software Solutions, [www.gemcomsoftware.com/sites/default/files/products/](http://www.gemcomsoftware.com/sites/default/files/products/)



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ТЕХНО-ЕКОНОМСКА СТУДИЈА ЗА МОЖНОСТИ ЗА ЕСПЛОАТАЦИЈА НА ДОЛОМИТСКА ДРОБИНА - ТЕХНИЧКИ КАМЕН**

### **TECHNO-ECONOMIC STUDY FOR OPPORTUNITIES TO EXPLOATATION OF DOLOMIT - TECHNICAL STONE**

*Игор Максимов<sup>1</sup>, Ристо Дамбов<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Рударски институт - Скопје  
<sup>2</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

**Апстракт:** Во овој труд се дадени основи показатели за префизибилити студија пред отворање на рудник за доломит на добиена концесија. Вредностите прикажани во денари се глобални и се во одредени соодноси во однос на NPV. Според добиените показатели вредноста на инвестицијата ќе се исплати и ќе биде рентабилна по 4 - та година на производство со константен капацитет од 120 000 тони суров доломит.

**Клучни зборови:** варовник, инвестиции, површински коп, приход, капацитет.

**Abstract:** In this paper provide a basis performance for economic study before opening the dolomite open pit mine with concession. The values shown in MKD are global and in certain proportions in terms of NPV. According to the indicators of value this investment will be paid and will be profitable in four - year of production with constant capacity of 120 000 tons of dolomite.

**Key words:** limestone, investments, open pit mine, profit, capacity

### **ВОВЕД**

Доломитот како технички камен е применлив во нискоградбата за тампон при изградба на патишта, а добар дел и во високоградбата како агрегат за изработка на бетони и армиран бетон. После добивање на ровна сировина доломит во кругот на рудникот се врши дробење на минералната сировина се до класирање на варовникот, така да во поглед на гранулацијата се добива широка лепеза на производи од доломитот. Овие агрегати се наменети за преработувачките погони од областа на градежништвото и металургијата.

Покрај рударско - истражни работи вршени се хемиски, радиолошки и гранулометриски испитувања а податоците се дадени во соодветен геолошки елаборат.

## 1. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ ЗА НАОЃАЛИШТЕТО МАЈДЕН

Наоѓалиштето на доломит на локалитетот Мајден е тектонски оштетен и хидротермално променет варовник со различен интензитет. Доломитот на локалитетот е со различни физичко механички карактеристики во зависност од тектонските пореметувања и хидротермалните промени така да истиот се појавува од компактен, грусиран се до песковит и брашнаст. Бојата му е различна во зависност од интензитетот на хидротермалните промени и присуство на фемските минерали и се движи од млечно бела, сивкаста, жолтеникава до жолта боја.

Експлоатацијата треба да овозможи добивање на квалитетен и селективно добиен бел, песковит и брашнаст доломит кој во вкупните резерви на досегашната истраженост на наоѓалиштето е застапен со 20%.

Вкупните резерви на доломитот во оваа наоѓалиште како корисна минерална суровина се балансирали во А и Б категорија и изнесуваат и изнесуваат:

А категорија 1.999.777 m<sup>3</sup> или 2.610.715 тони

Б категорија 1.888.548 m<sup>3</sup> или 4.109.480 тони

Вкупно А+Б=3.088.325 m<sup>3</sup> или 6.720.195 тони

Вкупната количина на раскривка на површината како јаловина изнесува 12.360 m<sup>3</sup>, односот помеѓу јаловината и корисната минерална суровина изнесува 1:250 или 0,4%. Тоа значи со 1 m<sup>3</sup> раскривка се овозможува експлоатација на 250 m<sup>3</sup> доломит што е добар и поволен коефициент на откривка.

Квалитетот на Доломитот и неговиот хемиски состав со минеролошко петрографските својстава и карактеристики се релативно изедначени како во план така и во профил.

### 1.1. Хемиски испитувања на доломитот

Хемиските испитувања на Доломитот се извршени по пат на растварање на пробите со солна киселина(1:1) и определување на нерастворлив остаток. Резултатите од испитувањата се дадени во табелата:

Р.Б	Оксиди	Бел Доломит	Жолт Доломит
1.	NO	1,11	0,91
2.	CaO	30,05	30,26
3.	MgO	21,32	21,05
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0,28
5.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73	0,54
6.	SO <sub>3</sub>	0,28	0,23
7.	Z.Z	46,07	46,30
8.	Вкупно	99,64	99,57

## 2. ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

### 2.1. Основни параметри за дефинирање на технологијата и капацитетот на копот

Годишното производство на Доломитска суровина ќе изнесува 120.000 t/god.

Хумусот, глината и други состојки ја сочинуваат јаловината која изнесува 3-5% од вкупната маса пресметана од билансните резерви.

Коефициентот на растреситост усвоен од геолошкиот елаборат изнесува  $Kr=1,3-1,45$  и усвоено за  $Kr=1,3$  со  $\gamma = 2,6t / m^3$ .

Годишен капацитет на растресена маса изнесува:

$$Q_{god} = \frac{Q}{\gamma} = 46153m^3 / god.$$

за дневно производство се добива:

$$Q_{\text{dnevno}} = \frac{Q_{\text{god.}}}{D} = \frac{120.000}{265} = 453t / \text{den}$$

## 2.2. Технологија на откопување и транспорт на површинскиот коп

Експлоатацијата на површинскиот коп Мајден се дефинира како дисконтинуирана технологија каде ќе се применуваат следните работни рударски операции: Дупчење и минирање, Риперување, Товарање, Транспорт, Дробење и сепарирање до финален производ.

Откопувањето на Доломитската дробина ќе се врши етажно во висина на етажите од 10 (десет) метри со следните поважни работни елементи:

- Завршна косина на етажите 50-60° (во зависност од профилот на теренот)
- Работна косина на етажите 70°
- Работна косина на копот 20°
- Берма на завршна етажа 4-5 метри

---

При откопување на Доломитската дробина ќе се користи следната механизација:

1. Лафетна дупчалка	1
2. Товарна машина	2
3. Камioni - дамperi	3
4. Булдозер	1
5. Компресор	1
6. Хидраул. багер со челна корпа	1
7. Примарна дробилка	1

### 2.2.1 Пресметка на учиноци

Пресметка на производствен учинок:

$$U_r = \frac{Q_{\text{den}}}{17} = \frac{453}{17} = 26,64t / \text{den}$$

Пресметка на учиноци на површинскиот коп:

$$U_r = \frac{Q_{\text{den}}}{19} = \frac{453}{19} = 23,84t / \text{den}$$

### 2.2.2 Век на експлоатација на наоѓалиштето:

$$Q_v = \frac{Q_{vk}}{Q_{god.}} = \frac{6.720.195t}{120.000t} = 56 \text{godini}$$

### 2.2.3 Нормативи на основните потрошни материјали

Р.Б	Материјали и опрема	Единица мерка	Норматив на потрошувачка единица на мерка/м <sup>3</sup>	Потрошувачка единица мерка/годишно	Норматив за потрошувачка денари/година
1.	Нафта	l	2,94	170376	11.926.320,00
2.	Моторно масло	l	0,058	3374	1.113.420,00
3.	Деференцијално масло	l	0,0147	852,17	127.825,50
4.	Товатна маст	l	0,00994	576,23	69.147,60
5.	Хипенол	l	0,405	23478,25	5.165.215,00
6.	Дуп.круна	Parse	0,0001339,	8	24.000,00
7.	Дуп.шипка	Parse	0,0001961	11	55.000,00
8.	Дуп.чекан	Parse	0,000017	1	300.000,00
9.	Експлозив	Kg	0,25	14593	1.751.160,00
10.	Детонаторски фитил	Parse	0,097	5623	365.495,00
11.	Забавувачи	Parse	0,00045	26	1.820,00
12.	Гуми ут.лопата	Komplet	0,000034	8	1.200.000,00
13.	Ланци за ут.лопата	Komplet	0,00001	4	360.000,00
14.	Гуми за компресор	Komplet	0,00001	3	21.000,00
15.	Гуми за камион	Komplet	0,000075	10	150.000,00
ВКУПНО					22.630.403,00

#### Вкупната цена за производство на 120 000 t суров доломит изнесува:

Ред.бр.		Вкупно den/god
1.	Нормативни материјали	22.630.403,00
2.	Работна снага	4.140.000,00
3.	Потрошувачка на техничка вода	34.065
4.	Потрошувачка на санитарна вода	11.000,00
5.	Потрошувачка на струја	2.067.000,00
6.	Останати трошкови, 5%	1.444.123,00
7.	Вкупно	30.326.591,00

Цената на чинење на 1 тон добиена руда за производство на 120 000 t суров Доломит годишно изнесува 252 denari/t .

### 3. ТЕХНОЕКОНОМСКА АНАЛИЗА

За постигнување на потребното производство на суров доломит со годишен капацитет 120 000 тони и добиените трошоци за тоа производство, може да се заклучи дека овие трошоци најмногу зависат од типот и количината на механизацијата која ќе биде користена на овој површински коп. За таа цел се направени повеќе стручни анализи и варијантни решенија.

#### Варијанта 1: Набавка на нова опрема

Вкупната инвестиција за нова опрема на површинскиот коп изнесува 41.592.320,00 денари или за 1 тон руда 367 den/t

## Варијанта 2 :набавка на половна опрема

Вкупната инвестиција за наведената опрема изнесува 10.666.880,00 денари ако се вклучи и цената на новата дробилица 10.505.600,00 вкупната инвестиција ќе изнесува 21.172.480,00 денари или за 1 тон руда 176,44 den/t

## Варијанта 3: набавка на опрема со друга фирма - изведувач

### 4. ВКУПНИ ИНВЕСТИЦИИ

За отпочнување на експлоатација на концесискиот простор с. Мајден потребни се следните инвестиции:

Р.Б	Инвестиции	Един.цена denari	Вкупна цена denari
1.	Коцесија	14.314.115,00	14.314.115,00
2.	Руд. - Техничка документација	400.000	400.000
2.	Механизација (прва варијанта)	41.592.320,00	41.592.320,00
3.	Потрошувачка за производство од 120.000 t/god суров доломит	30.326.591,00	30.326.591,00
4.	Вага за мерење на експлоатирана и продадена количина на минерална суровина	1.107.000,00	1.107.000,00
5.	Трафостаница од 400 kV	2.400.000,00	2.400.000,00
6.	Придружни објекти - контејнери 5 броја	770.000,00	770.000,00
7.	Вкупно		89.403.027,00

Вкупната инвестиција за експлоатација на мин. суровина доломит изнесува 89.403.027,00 денари, ако оваа инвестиција ја зголемиме за 10% за некои непланирани зголемени трошоци при инвестицијата тогаш се добива сума од 98.343.330,00 денари или 1.599.078,54 евра.

Вкупната цена на документација изнесува 495.000,00 денари ако се зголеми за 20% ќе изнесува 544.500,00 денари приближно 9.000,00 евра со потребни ревизии на потребните проекти ќе изнесува 668.500,00 или приближно 11.000,00 евра.

Вкупна цена на чинење со вклучена техничка документација изнесува 98.823.330,00 денари или 1.606.883,41 евра или зголемено за 20 % вкупната инвестиција би изнесувала приближно 2.000.000,00 евра.

### 5. ПЛАН И ДИНАМИКА ЗА ИНВЕСТИЦИИ

Отворање и разработка на концесијата ќе почне од кота 880 со висина на етажите од 10 m со ширина на бермата од 5-6 m . Во експлоатационото поле на концесискиот простор ќе се формираат девет етажи за експлоатација на доломитска суровина.

Во првата фаза на отворање и разработка на рудното наоѓалиште с.Мајден ќе започне со патот кој ќе се изработува од кота 770 во должина 300 метри со нагиб од 8% до кота 790. На кота 790 ќе се изврши проширување за да се монтира сепарацијата и ќе се започне отворање на новите етажи од кота 880.

#### I фаза

##### A. Инвестиција во техничка документација и концесија

- Техничка документација
- Концесија

##### B. Инвестиција во пристапен пат и инфраструктурни објекти

- Пристапен пат во должина од 300 m (2 месеци)
- Ифраструктурни објекти ( контерјнери)

##### C. Инвестиција во сепарација

- JOYAL - примарна дробилка

- Монтажа на JOYAL (3.100 ден.х5 раб.од JOYALx22дена)

#### D. Инвестиција во трафостаница

- Трафостаница 400 Kv

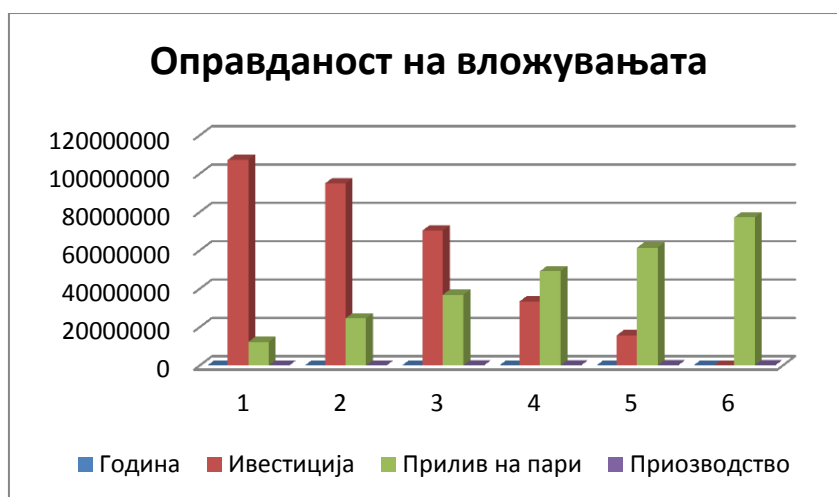
#### II Фаза

- Инвестиција во нова механизација
- Инвестиција во вага за мерење на експлоатирана и продадена количина на минерална суровина

Во вкупните трошкови од фаза I+II се внесуваат и нормативните трошоци и трошоците за работна рака за една година и производство на 120.000 тони доломитска суровина.

### 6 . ОПРАВДАНОСТ НА ИНВЕСТИЦИОНИТЕ ВЛОЖУВАЊА

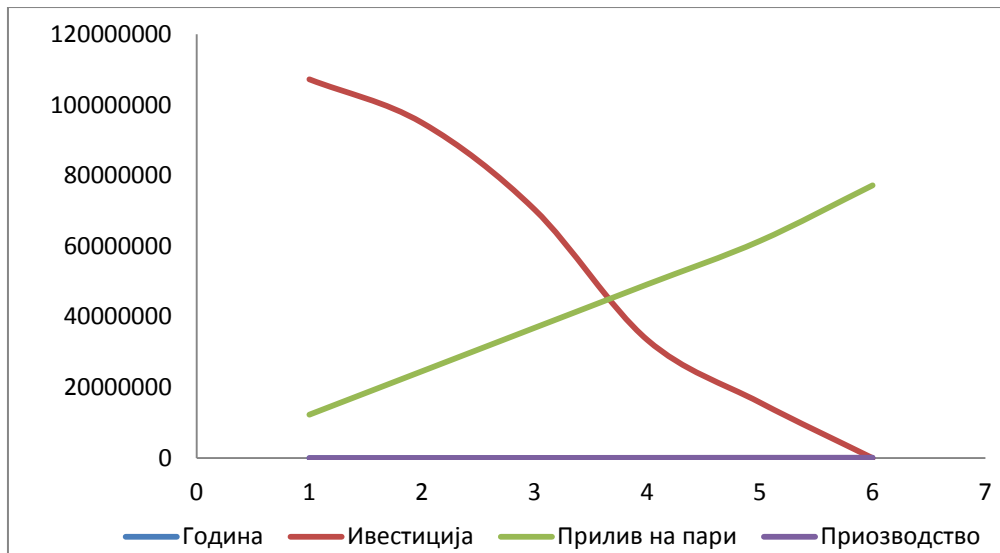
За да се постигне годишно производство од 120.000 тони суров доломит и обезбеден пласман на производот со предвидените инвестиции во точка 3.1 постепено вложениот капитал ќе се враќа и паралелно ќе се остваруваат одредени приходи од продажба на сепарираниот доломит.



**Слика 1.**

На сликата 1 се прикажани инвестициските вложувања по години и приходот исто така по години. Во текот на овие години производството е континуирано според главниот рударски проект од 120.000 тони годишно.





**Слика 2.** Графички приказ на вредноста на инвестициите и приходот по години

Со прегледот на инвестиционите вложувања до нивна одплата се заклучува дека инвестицијата ќе почне да се одплатува во крајот на 4 и почетокот на 5-та година, а во 6 година ќе почне да се добива предвидената добивка за понатамошна рентабилност на рудникот и површинскиот коп.

## 7. ЗАКЛУЧОК

Почетокот на експлоацијата е во зависност од обезбедените и потврдени рудни резерви продајбата на готовиот сепариран доломит. Доколку се обезбеди производство од 120.000 тони на годишно ниво со обезбеден пласман на пазарот инвестиционите вложувања ќе почнат да се исплатуваат од четвртата година и петтата година, а во шестата година ќе почне да се добива приход за одржување на рентабилноста на површинскиот коп.

Оваа техно-економска анализа е направена со цел да придонесе за поттикнување и отворање на површинскиот коп и погироки анализи за трошоците и понатамошните инвестициони вложувања.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **THE OPTIMIZATION TECHNOLOGY OF DRILLING AND BLASTING USING METHOD OF PRESPLITTING CHARGING BLAST HOLE AT SURFACE MINES IN THE BROWN COAL MINE BANOVIĆI**

***M. Čerčić<sup>1</sup>; H. Husić<sup>1</sup>; A. Jalmanović<sup>1</sup>; S. Čerčić<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>RMU "Banovići" d.d. Banovići, BiH*

**Abstract:** The conditions in which the work is performed at surface mines BCM „Banovići“ are very complex, especially the work of preparing rocks for digging and loading. Particularly there are evident problems on the upper floors of humus material and clayey marl. Also and seismic constraints, conditioned by proximity of residential buildings, complicate the work on mass blasting. In order to overcome this problem, we undertook experimental blasting with presplitting explosive charge in drilling hole by using NONEL system for initiating with deceleration of 300, 400 and 500 ms. A detailed description and method of presplitting charging is explained in this paper.

**Keywords:** drilling, presplitting charging, NONEL system, blasting.

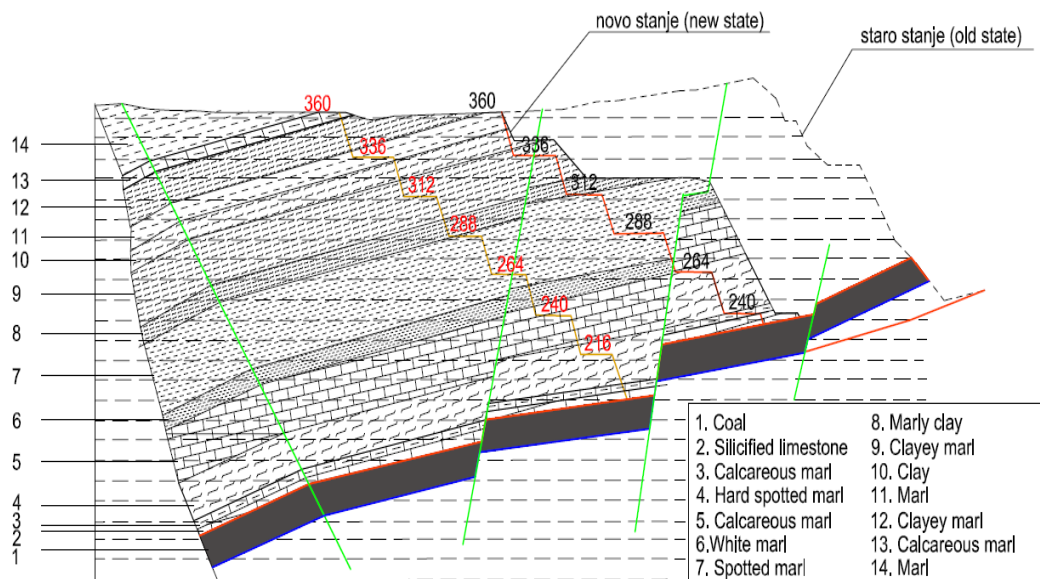
### **ACTUALITY OF THIS PROBLEM**

In modern mining industry in the solid area is inconceivable getting raw minerals without the use of explosives, especially in exploitation on a large scale, as is the case of surface mining.

Drilling-blasting work has been one of the influential factors effectiveness exploitation of mineral resources. The development of mining operations on surface mines coal mine Banovici is in the direction of populated areas where there is a large number of residential buildings that because of the seismic impact are limiting mass blasting. Limitations caused by seismic effects when performing blasting on upper levels as well as the heterogeneity of the roof layers cause the incidence of oversized pieces. All this complicates the process of digging and transport of overburden. In accordance with these it became necessary to research optimization of modern technology of mining at surface mines. It involves analysis of the application presplitting charging with mechanized filling blast hole with NONEL system as a tool to initiate the explosive charge.

### **BASIC GEOMECHANICAL CHARACTERISTICS**

The figure 1 shows the characteristic profile with lithological members.



**Figure 1.** A typical profile of the working environment with lithological members

## DESCRIPTION OF TEHNOLOGICAL PROCESS

On the surface mining of Coal Mine „Banovići“ are applied longitudinal single-winged exploitation systems with through the deepening per immediate roof of the coal seam.

The technology of obtaining overburden and coal includes the following technological processes: drilling, blasting, excavation, transport and disposal of overburden / disposal of coal. Applied mechanization is a discontinuous type.

Basic characteristics of that mechanization are shown in table 1.

**Table 1.**

<b>The applied machinery on surface mining at Coal Mine „Banovići“ Banovići</b>				
<b>DRILLING AND BLASTING</b>				
<b>Drills</b>	<b>Engine power (kW)</b>	<b>Diameter of drill (mm)</b>	<b>Length of rod (mm)</b>	<b>Weight (t)</b>
Hausherr HBM 120	224	110-150	6000	25
Gryphon-5C	65,5	110-115	1700	16
<b>EXCAVATION</b>				
<b>Excavators with bucket</b>	<b>Radius of excavation (m)</b>	<b>Capacity of bucket (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Excavation height (m)</b>	<b>Weight (t)</b>
Marion M-201	14,3	20,6	15,8	650
Liebherr 9350	13	18	13,75	310
Terex RH-120 E	12	15	13,6	283
<b>Other excavators</b>	<b>Radius of excavation (m)</b>	<b>Capacity bucket (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Depth of excavation (m)</b>	<b>Weight (t)</b>
Marion 7400	64	9,15	24,4	544
Marion 7200	50	3,8	24	194
<b>TRANSPORTATION</b>				
<b>Dumper trucks</b>	<b>Engine power (kW)</b>	<b>Capacity of truck (t)</b>	<b>Volume of bucket (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Weight (t)</b>
Terex MT 3600 B	1194	155,4	84	116,34
Belaz 75131	1176	136	71,2	105
Mark unit rig	1194	155,4	84	103,28
Wabco 170 D	1194	155,4	84	99,9

### **APPLIED MACHINERY FOR DRILLING**

For drilling are used these types of machines: Gryphon - 5C and Hausher HBM 120, diameter 110 -120 mm.

Drilling of blast hole is derived from chess arrangement boreholes and square layout depending on the "quality" of rock material.

Blasting rock masses is done in the form of loosening a material.

Shooting down is applied only in exceptional cases where height levels exceed height within reach excavator or if the loading excavations is done using loader. Blasting the overburden is done in terms of open blocks with 3-4 rows of blast hole.

The parameters of drilling and explosive charge, as a function of the thickness of the coal seam and angles is carbon layer, the drilling depth is around 15 meters.

Inclination of drilling by the coal seam and is 70 °.



**Figure 2.** Machines for drilling HBM 120

## EXPLOSIVES AND INITIAL FUNDS

On surface mines of Mine Coal "Banovići" is used Anfo and emulsion explosive mixtures, and to initiate used explosives and boosters.

Blasting technical characteristics of those explosives are shown in table. 2, 3 and 4.

**Table 2.**

Characteristics	Unit of issue	ANFO explosive
Density	kg/l	0,82
Volume of gases	l/kg	1039
Velocity of detonation	m/s	3200-3400
Energy of explosion	kJ/kg	3784
Temperature	°C	2257

**Table 3.**

Characteristics	Unit of issue	EMULSIONS explosive
Density	kg/l	1,20-1,30
Volume of gases	l/kg	1058
Velocity of detonation	m/s	4650-5050
Balance of oxygen	%	-
Energy of explosion	kJ/kg	3315
Temperature	°C	2030

**Table 4.**

Characteristics	Unit of issue	PLASTIC explosive	TNT (booster)
Density	kg/l	1,54	1,45-1,55
Volume of gases	l/kg	776	-
Velocity of detonation	m/s	6200	6800-7200
Balance of oxygen	%	-	-
Energy of explosion	kJ/kg	4253	-

To activate the explosives in boreholes of minefield are applied:

- Blasting matches,
- Mining blasting capsules No.8.,
- Non-electric detonators 300 ms, 400 ms and 500 ms,
- connectors with constants of deceleration of 17 ms, 25 ms and 42 ms



**Figure 3.** Non-electric detonators 300 and 500 ms with TNT boosters

Detonators 300 ms and 400 ms are produced at "Pobjeda Rudet", and the 500 ms is produced by "Maxam".

### TECHNOLOGY OF CHARGING HOLES

A special vehicle for the production of industrial explosives is kind of the mobile technology and it adapts to the complex work environment of surface mines RMU "Banovići".

Capabilities of special vehicles are large both in terms of product range and possibilities mechanized charging the blast holes. The capacity of the vehicle corresponds to the required daily dynamics. The raw materials are transported to the place of consumption in non-explosive state. Production capacity and charging blast hole is of 100-200 kg / min, depending on the technical characteristics of mobile plant and explosives which is pumped into the borehole. For charging the dry boreholes are used ANFO explosives, and for filling with water and mud filled holes are used waterproof explosives (EMULSION explosives).

A clogging up the base stopper and medium cap of borehole is made of stone dust, which is the product of drilling.



**Figure 4.** Special vehicle „UNIBODY“





**Figure 5.** Mechanized charging with: a) ANFO explosive and b) EMULSION explosive

## **THE REASONS FOR THE INTRODUCTION OF DISCONTINUOUS CHARGING THE BLAST HOLES**

The reasons for the introduction of discontinuous charging the blast holes are:

1. Very complex and complicated working environment where the blasting is performed, whose characteristics require application of modern explosives.
2. Modernization of blasting technology with application of modern explosives without nitroglycerin and without detonation decomposition of explosives outside the blast holes. Modern technology of production and application of explosives is closely related with the security of handling explosives and humanization of labor workers who perform these operations, which is a basic prerequisite for the use of explosives.
3. The increased efficiency of explosive materials, leads to better fragmentation of blasted material, reducing the number of oversized units and the exclusions of additional blasting.
4. Seismic effects of blasting, as well as the intensity of the air strikes at the head of air wave that occurs after the explosive decomposition of explosives in a mine field, are much lower. Considering that the surface mines Mine "Banovići" are close to populated areas, it is necessary to perform mass blasting so as not to damage the facilities.

## **METHODS OF DISCONTINUOUS CHARGING THE BLAST HOLES**

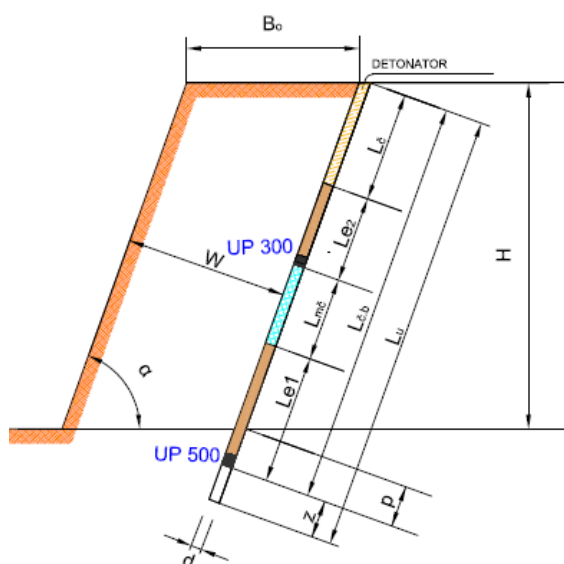
Sets an amount of explosives can be made using the control panel and lever located on the left side of the vehicle. When the explosives are made approaches to charging the blast holes. At the bottom of the borehole is lowered shock cartridge that is attached by plastic tube (shock tube) with a detonator deceleration 500 ms. The borehole equipped with cartridge is lowered the hose and is pumped the default amount of explosives.

After that the hose is removed out of the borehole and the same procedure is repeated on the other holes. Method of discontinuous charging the blast holes is shown in Figures 5a and 5b. After that we put into mine borehole stopper length of at least 3 m. When all the borehole fill with explosives and set caps, is lowered impact detonator cartridge equipped with a small detonator deceleration (300 ms, 400 ms) and then are pumped the explosives.



There after is performed the clogging of the mine borehole. Then the truck leaves the minefield, after which trained staff Mine continue with the further processing of of minefield (the binding and initiating).

$B_0$  - The distance between the edges of levels (m),



H - Height of levels (m),  
 $L_c$  - Length of shutter (m),  
 $L_{e1}, L_{e2}$  - Length of the explosive charge (m),  
 $L_{m\check{c}}$  - Length of middshutter,  
D - Diameter of borehole (mm),  
 $L_{\check{c}.b.}$  - Length of clean borehole (m),  
W - Line of least resistance,  
 $\alpha$  - The angle of inclination levels ( $^\circ$ ),  
z - crashed part (m),  
p - Length of borehole (m),  
UP - 500, UP 300 The Impact patron  
500 ms and 300 ms

**Figure 6.** Construction of discontinuous charging the borehole

## DISCUSSION

As noted in previous discussions, in order to overcome the problems do occur outside dimensions of the pieces in clay marl and negative impacts of seismic of blasting approached to finding a solution in the form of discontinuous explosive charge in a borehole. Experimental blasting was performed on surface mines Turija- and Grivice. On the basis of accepted parameters of drilling and blasting as shown in the table below the number 5.

**Table 5.**

PARAMETERS	Discontinuous charging	
Excavator bucket volume - $V_k$ ( $m^3$ )	15-20,6	8-9,16
Diameter of borehole - d (mm)	115-120	115-120
Height of level - H (m)	12	12
The Angle of borehole - $\alpha$ ( $^\circ$ )	70	70
Size - w (m)	5	5
Spacing of blast holes in a row - a (m)	5	5
Spacing between rows of blast hole - b (m)	5	5
Total length of borehole - $L_u$ (m)	15,5	15,5
Length of clean borehole - $L_c$ (m)	14,2	14,2
The average amount of mined mass per $m^3/L_{\check{c}} - Q_{pr}$ ( $m^3/m^3$ )	21,26	21,26
Length of the explosive pillars - $l_e$ (m)	4/2,9	3/3,9
Length of clogging the borehole - $l_c$ (m)	4	4
Length of middshutter - $l_{m\check{c}}$ (m)	3,3	3,3
Specific consumption of of explosives - q ( $kg/m^3 \check{c}.m$ )	0,19	0,19
The amount of explosives per the borehole - $Q_e$ (kg)	56	56

It is important to emphasize that the separating explosive charge is applied only in dry drilling hole where it was possible to use ANFO explosives. In a minefield where they

appeared dry and wet blast holes performed a combination of continuous (emulsion explosives) and discontinuous (ANFO explosive) mine filling. If you take into account that the average consumption of emulsion explosives in the last three years 33% there is a need of exploring the possibility of discontinuous charging emulsion explosives in wet boreholes. After the completion of blasting of loading units (Table 2) process is finished without problems, not logged sized pieces and there was an increase in the exploitation of loading - transport machinery. Additionally were solved the problems when disposing of overburden on landfill areas. Reduced the negative impact of seismic blasting on the surrounding buildings.

The results of of completed seismic measurements are given in table number 6.

**Table 6.**

Number of MP	Distance (m)	Location of geophones	Velocity of seismic waves (mm/s) (quantity of explosives activated per millisecond, kg)			
12*	609	Primary school "Banovići Selo" (3 <sup>rd</sup> floor)	2,26 (240)	2,86 (240)	3,37 (285)	3,06 (255)
		(2 <sup>nd</sup> floor)	1,88 (240)	2,32 (240)	2,62 (285)	2,44 (255)
46*	580	Primary school "Banovići Selo"	3,04 (365)	2,69 (345)	1,82 (250)	1,93 (265)
			2,17 (365)	2,22 (345)	1,75 (250)	1,84 (265)
47	640	Primary school "Banovići Selo"	1,62 (445)	1,53 (430)	1,61 (285)	1,17 (145)
			1,89 (445)	1,89 (430)	1,57 (285)	1,26 (145)
52*	696	Primary school "Banovići Selo"	2,22 (175)	1,37 (224)	1,60 (260)	3,38 (375)
			2,14 (175)	1,36 (224)	1,57 (260)	3,28 (375)
53	650	Primary school "Banovići Selo"	3,06 (881)	2,91 (835)	-	-
			3,07 (881)	2,97 (835)	-	-

\* - combined minefields

## CONCLUSION

Mining works in surface Mine RMU "Banovići" are performed in heterogeneous geomechanical conditions, where they appear different kinds of marl (Figure no. 1). Considering the this technology of obtaining was designed the maximum dimension of the pieces for the loading to 800 mm.

In the case that the size exceeds this value, the problems occur during loading, transport and disposal of overburden. In addition, the mining works are located near the village (about 200 m), and to perform mass blasting it is necessary to apply special measures to protect against seismic impacts blasting. These safeguards are primarily related to the construction of the explosive charge, a way of initiation, the quantities that are activated instantly and millisecond.

Project solutions introduction of transport from the mine Turija - certainly will cause a reduction in size of maximum size pieces. Mentioned above illustrates the necessity of

seeking technical solutions drilling and blasting in order to neutralize the potential problems and preventive effect on the productivity of loading - transport machinery or production processes.

These technical solutions in the specific case relating to the separating charging blast hole. The methodology and results are described in this paper. What is evident and important to note, separate-loading blast hole imposed new possibilities for research.

These studies would apply to the following:

- Initiating schemes ,
- How to clogg the base shutter and middshutter,
- Possibilities and combinations of results emulsion and ANFO explosives in an explosive charge and
- Application of discontinuous charging in wet wells,

## REFERENCES

1. Project documentation RMU“Banovići”, d.d. Banovići
2. Jovičić: Miljković: Nuić: Uljić: Vukić: Sigurnost i tehnička zaštita u rudarstvu, Tuzla 1987.
3. Lazar Kričak: Seizmika miniranja, Beograd 2006.
4. Uticaj seizmičkih efekata miniranja na površinskim kopovima RMU“Banovići“, Hamid Husić, Amira Jalmanović, Mineral 02/2011, Zagreb 2011.
5. Hamid Husić, Munever Čerčić, Amir Nuhanović, Mevludin Avdić, Gabriella Kuris: The analysis of the seismic impact of mass blasting using mechanized filling of mine holes. 11<sup>th</sup> International Conference on Drilling and Blasting technology–2012, Balatonkenese 19 - 21.09.2012. godine
6. Ibrahim Lapandić, Hamid Husić, Amira Jalmanović, Elvedina Numanović: Optimization technology of drilling and blasting for surface mining of coal mine “Banovici” using hydraulic excavator with bucket. Expert advice on the topic of underground and surface mining of mineral resources “ PODEKS-POVEKS ‘12”, Štip, 23-24.11.2012. godine.
7. Optimizacija seizmičkih efekata miniranja na objekte na površini primjenom numeričkih metoda i neuronskih mreža (Doctoral dissertation, Tuzla, 2012.), Munever Čerčić
8. Samir Nurić: Kamionski transport u površinskoj eksploataciji, Banovići 2009.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС - ПОВЕКС '14

Радовиш  
14 – 15. 11. 2014 год.

## МЕТОДИ НА МИНИРАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА СЕИЗМИЧКИТЕ ЕФЕКТИ

## BLASTING METHODS IN FUNCTION TO REDUCE THE SEISMIC EFFECTS

*Ристо Дамбов<sup>1</sup>, Игор Трајанов<sup>2</sup>, Илија Дамбов<sup>2</sup>, Горан Јованов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

*<sup>2</sup>Рудник Бучим, Радовиш*

**Апстракт:** Во овој труд се дадени некои методи на минирање на површинскиот коп Бучим, при што со нивна анализа и добиени резултати од сеизмичките мерења, се направени предлог шеми на иницирање и дизајнирање на различни мински серии.

**Клучни зборови:** минирање, мински серии, иницирање, нонел, шеми на минирање

**Abstract:** This paper presents some methods of blasting in the open pit mine Bucim, and with the analysis and results obtained from seismic measurements, are made a proposal to initiate schemes and designing different blasting series.

**Key words:** blasting, blast series, initiation, blast design

### ВОВЕД

Управувањето т.е дејството на експлозијата наједноставно се остварува со правилниот избор на шемата за минирање. Со употреба на милисекундните забавувачи при масовните минирања се постигнува:

- снижување на сеизмичките ефекти,
- подобар степен на истуснување на материјалот,
- добивање на потребна форма на одминираниот материјал и друго.

Растојанието помеѓу минските дупнатини и линијата на најмал отпор претставуваат главни елементи на геометријата при минирање. Со промена на нивните димензии и на меѓусебниот однос може да се делува на распределбата на расположливата енергија. На овој начин може да се зголеми или намали влијанието на еден или повеќе параметри кои имаат улога при растресувањето на карпестиот масив. Хоризонталното поместување на карпестиот масив е важна компонента бидејќи преку тој параметар се регулира и се влијае на растресувањето и уситнувањето на изминираниот материјал.

### 1. ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ ПРИ ДЕФИНИРАЊЕ НА ШЕМИТЕ НА МИНИРАЊЕ

Коефициентот на зближување на минските дупнатини има директно влијание на хоризонталното поместување на карпестата маса напред, подигање на карпестата

маса, ефекти на влијание зад минската серија односно правење на пукнатини за минската серија, квалитетот на истуснувањето и друго.

Заради тоа, одредувањето на вредноста на коефициентот на зближување потребно е да се врши посебно за секоја работна средина.

Во основа треба да се разликуваат два поима:

- Коефициент на зближување на распоредот на дупнатините и
- Интервален коефициент на зближување на дупнатините.

Коефициентот на зближување на дупнатините при: правоаголен, квадратен или шаховски распоред воглавно изнесува од 1,0 до 1,5. Со промена на интервалот на активирањето, растојанието помеѓу дупнатините и линијата на најмал отпор можат да се променат така што интервалниот коефициент на зближување на дупнатините би бил поголем.

Според правецот на откопување на самата етажа, геометриските димензии, работниот планум на етажата, формата на самиот блок опфатен од минската серија, современите шеми на повеќередно минирање можат да бидат:

Фронтални шеми на минирање:

Редна шема на минирање,

- редно - секциона шема,
- редно – двокрилна шема
- редно – парна шема
- редна со средишен залом.

Дијагонални шеми :

- дијагонална шема со клинест залом на крајот од блокот,
  - редни минирања, залом на крајот од блокот,
- минирање на блокови на неколку слободни површини,
- дијагонално – редни шеми,
- радијална шема ,
- шема на минирање со попречен залом,
- секциона шема со поречен залом.

Клинести шеми :

- шема за минирање со еден клинест залом,
- шема за минирање со два клинести заломи

За конкретен локалитет ( блок или етажа ) пресметката на параметрите е пошетна вредност која практично треба да се верификува, следи, проверува и корегира за постигнување на подобри резултати.

Задачата на производното минирање во современата рударска технологија не е само одвојување на карпеста маса од масивот, туку и првенствено постигнување на соодветна гранулација на карпестата маса и контролирани ефекти од самото минирање.

За успешно добивање на квалитетно раздробена карпеста маса (со соодветна гранулација), како и контролирање на споредните неминовни ефекти при експлозијата потребно е да се прилагодат следните параметри :

- Количината на енергијата на експлозивот потребна за бараниот степен на дробење на карпестата маса, која се дефинира преку типот на експлозивот и специфичната потрошувачка за одреден тип на карпа,
- Просторниот распоред на енергијата во минското поле што се дефинира преку геометриските параметри на минирањето,
- Временскиот распоред на реализираната енергија, дефинирана со време на иницирање и време на забавување ( начин на иницирање или дизајн на минска серија).

Параметрите на минската серија имаат директно влијание на раздробувањето и формирање на најразлични гранулометриски распределби а тие се :

- Геометријата на дупчење, пречникот на дупчење, должината на минските дупки, линијата на најмал отпор (L.N.O), аголот на дупчење, начинот на поврзување и иницирање, интервалот на иницирање на минската серија,

односот на должината на чепот и експлозивното полнење, конструкцијата на експлозивното полнење и др.

Во зависност од изборот на поделните наброени највлијателни фактори од параметрите на минската серија и параметрите на експлозивот, како и потполно предходно дефинирање на параметрите на карпите, многу зависи успешноста на минирањето.

Позитивните ефекти од секое минирање се оценуваат преку: добивање на растресена маса со одредена гранулација погодна за транспорт и преработка потоа стабилни косини на етажите, недеформирани работни површини околу минската серија, минимални сеизмички ефекти и тн.

Од практична гледна точка и научни истражувања се констатира дека техничко – економските показатели за добивање на тон минерална суровина изразени преку денари по тон растресена маса зависат од изборот на правилниот сооднос на сите параметри за дупчење и минирање.

## 2. Значење на дупчечко – минерските параметри

Со геометриските параметри на минирање, се обезбедува соодветен распоред на енергијата на експлозивот во карпестата маса, како друг важен услов за успешно дробење на карпестите маси. Основните геометриски параметри при етажно минирање и нивното поединечно влијание се прикажани во предходните подточки. При тоа треба да се истакне следното :

Меѓусебната поврзаност и соодветна корелација на геометриските параметри кај етажите минирања е многу значаен фактор за успешно минирање. При тоа посебно значење има соодносот помеѓу следните три параметри : висина на етаж (H), пречникот на експлозивното полнење (De), и L.N.O (W). Врз основа на емпириските искуства кај етажните минирања, утврдени се граници до кој треба да се движи големината на поедините геометриски параметри за успешно етажно минирање. Границите за соодветно проектирани дупчечко – минерските параметри се дадени во табелата 1 и можат да послужат како контрола при проектирање и корекција на некои параметри при минирање.

**Табела 1.** Влијание на соодносот H/W на ефектите при минирање

H/W	Гранулација	Воздушни удари	Разлетани парчиња	Потреси на тлото	Коментар
1	лоша	Изразито јаки	изразито	Изразит о јаки	Изразено раскопување околу серијата, потребна корекција на DPM
2	средна	средни	средни	средни	Да се променат геометриските параметри ако е можно
3	Добра	мали	мали	мали	Добра сочувана косина на етажа и дробење на карпестата маса
4	Одлични	најмали	ретки	најмали	Ефектите на минирање се извонредни

## 2. АНАЛИЗА НА МИНСКИ СЕРИИ

Во однос на структурно – тектонски и физички карактеристики на карпестиот масив може да се каже дека постојат неколку главни геолошки генетски формации како андезит, гнајс, варовници и метаморфозирани фолијации од истите. Во поглед на испуканоста, карпестиот масив е со средна испуканост и коефициент на испуканост од 3,8 – 4,1 %. Според присутните пукнатини и гранулометрискиот состав на поделните блокови во карпестиот масив, дефинирани се како карпи од втора категорија со

средна испуканост. Пукнатините се со различни правци на протегање и со различна ширина од 2-12 mm.

За правилно дефинирање на дупчечко – минерските параметри при изведување минирањата, потребно е познавање на работната средина од аспект на геологија и структурно – тектонски карактеристики на блокот каде се изведуваат минирањата. За таа цел направена е реонизација на експлоатационите полиња, направени се анализи на карактеристичните типови карпи земени како репрезентативни примероци од поодделните делови на копот каде се одвиваат експлоатационите работи.

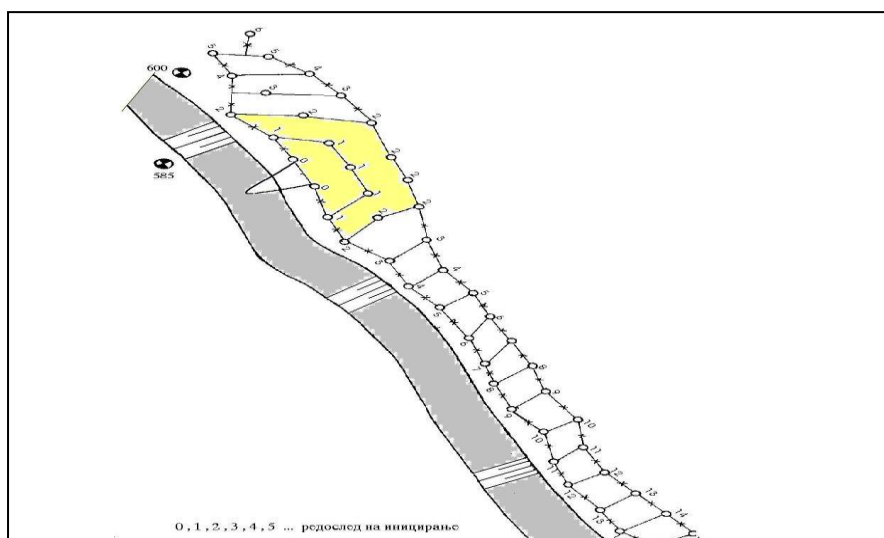
Имајќи ги во предвид различните физичко – механички и структурни карактеристики на работната средина на површинскиот коп Бучим направени се анализи на повеќе карактеристични мински серии. Според анализите, ќе се оцени влијанието на дупчечко – минерските параметри на гранулацијата и сеизмичките ефекти. Дупчењето се изведува со ротациони тешки дупчалки со пречник на дупчење од 251 mm. Висината на етажите е 15 метри и со поддупчување од 15 метри се одбива вкупна висина од 16,5 метри. столбот на експлозивно полнење е континуиран со висина во зависност од типот на експлозив и се движи од 8 до 10 метри. Иницирањето на минските дупки е со бустери и нонел детонатори со милисекундно забавување на површинската мрежа од 42 и 67 ms.

### Минска серија, МС-6

Работна средина : Гнајс, Вкупен број на дупчотини .....48

Тип на експлозивот.....SURRLY ( M-10 ), Геометрија на дупчење.....7x6 m

- Број на дупчотини во првиот ред .....19
- Број на дупчотини во вториот ред.....21
- Број на дупчотини во третиот ред .....8
- Вкупна колкчина на експлозив.....15950 kg



Слика 1. Шематски приказ на минската серија со редослед на иницирање

### Минска серија, МС – 7

Работна средина : Гнајс, Број на дупчотини : 43

Тип на експлозив : АН- ФО, Геометрија на дупчење : 7 h 7 m

Распоред на минските дупчотини поредови, и начинот на поврзување се прикажани на сликата број 2.

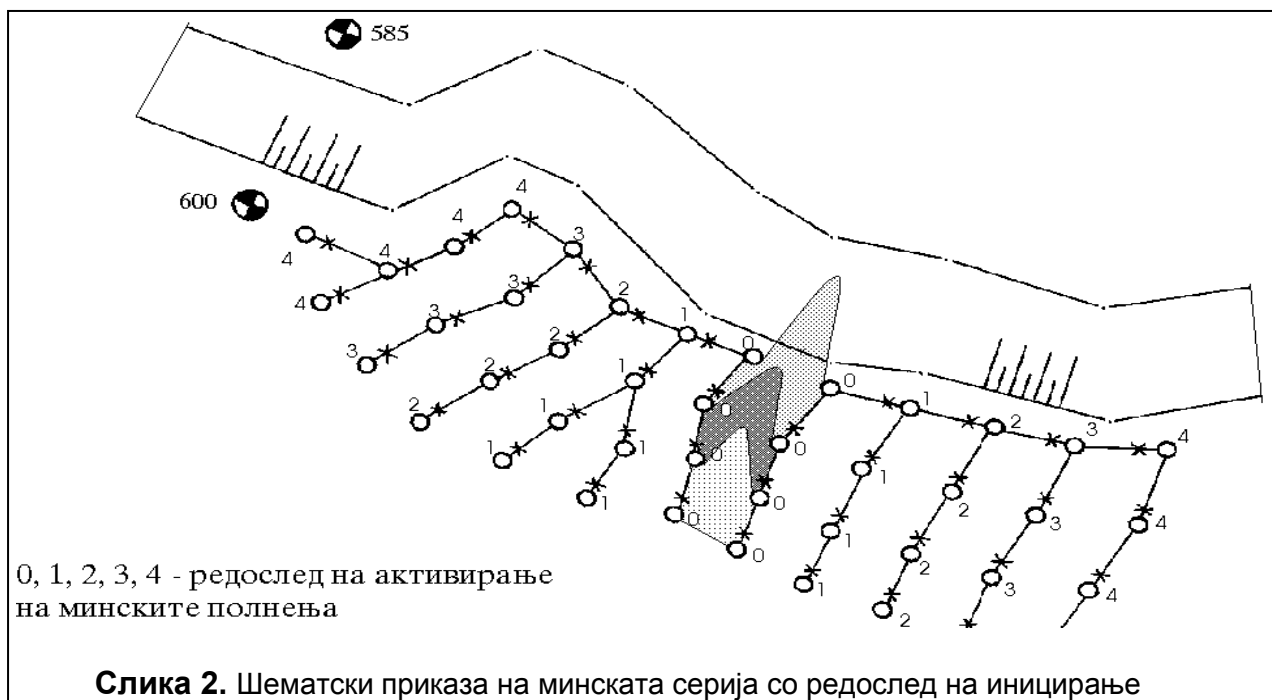
Од прикажаната серија на сликата може да се види дека минската серија е распоредена во четири реда што бројот на дупчотини изнесува:

- во прв ред .....10
- во втор ред .....10
- трет ред .....12



- четврти ред .....11
- вкупно потрошена количина на експлозив .....13.161 kg

За поврзување на површината и длабинско иницирање користен е Нонел систем за иницирање и тип на експлозив различен од предходната серија.



### 3. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ НА РЕЗУЛТАТИ ОД МЕРЕЊАТА

Мерења прикажани во овој труд се вршени во фазата на редовна - нормална експлоатација а можат да бидат од интерес на самиот рудник поради присутните блиски населени места околу површинскиот коп и близината на значајни објекти како што се стационарната постројката за примарно дробење, машинската работилница, бензинската станица и др.

Дефинирани се повеќе карактеристични мински серии кои се релевантни за овие испитувања. Снимени и анализирани се повеќе мински серии а за оваа цел ќе бидат сублимирани резултатите од изведените минирања, регистрираните осцилации и добиените вредности за безбедносните растојанија во однос на неколку објекти на површинскиот коп.

Со приказ на резултатите добиени од мерењата и нивна анализа и обработка се добиени равенки според законот за осцилирање на тлото за соодветната работна средина и метода на минирање. Според овие релации се поставуваат корелации за функционалната зависност, степенот на поврзаност и меѓусебна зависност како и безбедносните растојанија во однос на сеизмичките потреси, детонаторскиот бран и др.

Од извршените испитувања во поглед на физичко – механичките карактеристики на работната средина е карактеристично за нив анизотропијата на јакоста во правец нормално и паралелно на фолијацијата.

За оваа цел издвоени се најкарактеристичните мерења со прикажани резултати кои ги одржуваат средните вредности на повеќето мински серии кои се секојдневно вршат на овој површински коп.

Според добиените измерени резултати на ММ -1 имаме брзина на осцилации од 34,8 mm/s што значи дека ако објектот е на оваа растојание каде што е ММ-1, би бил со VI степен оштетувања (според табелата 3.1 на ИФЗА од 30 до 60 mm/s) т.е. би имало фини прслини во малтерот, оштетувања на места кои веќе од порано имале

почетни деформации во бетонот и преградните ѕидови. Според овој критериум дозволената брзина на осцилации на тлото НЕ ЗАДОВОЛУВА и е над границите на дозволените вредности. За овој тип на објекти, на растојание од местото на минирање (ММ -1) , дозволената брзина на осцилации на тлото изнесува 20mm/s.

Според критериумот ДИН (Германија), објектот е во втората категорија и појавените брзини на осцилации на тлото за оваа мерно место ММ-1 НЕ ЗАДОВОЛУВААТ и се над границите на дозволените вредности.

Според Руските норми за процена на штети објектот е класифициран во прва класа на објекти во кои се сместени машини и постројки со поголеми димензии и тежина, контролно - мерни уреди и со присутни статички и динамички удари. Според овој критериум во однос на ММ -1, брзината на осцилации и фреквенцијата на мерното место, НЕ ЗАДОВОЛУВА и овие измерени величини се над дозволените. Според овие стандарди максимално дозволената брзина на осцилации во било кој правец не треба да изнесува повеќе од 1 mm/s. Во овој случај измерени се max 27,66mm/s и min 8,4mm/s.

За дефинирање на законот за осцилирање на тлото се користат вредностите од табелата број 1 и 2 и образецот за брзина на осцилации.

Од добиените вредности во табелата број 1 и врз основа на теоријата на најмали квадрати, може да се изрази законот за осцилирање на честичките од тлото во функција на редуцираното растојание и условите под кои се изведува минирањето.

### **3.1 Пресметки на дозволените количини на експлозив**

Според добиените - пресметани вредности за максималните брзини на осцилации на тлото можат врз основа на формулата 12, да се пресметаат максимално дозволените количини на експлозив за различни растојанија од соодветното мерно место (или објект) до местото на минирање.

На пример за максимална брзина на осцилациите од  $V_{max} = 0,8110 \text{ cm/s}$ , (која вредност одговара на IV степен од сеизмичката скала во Табела 5, според ИФЗ) за различни вредности на растојанието од местото на минирање во табелата број 21 дадена подолу, се дадени количините на експлозив кои можат да се употребат за соодветното растојание а при тоа штетите од минирањето да одговараат на IV - та група од споменатата табела за сеизмички интензитет. Тоа значи дека тоа дејство ќе го почувствуваат многу луѓе во околината и може да се слушне тресење на прозорските стакла без нивно оштетување.

**Табела 2.** Пресметани вредности за максимални брзини на осцилирање на тлото и редуцирани растојанија за поделни мерни места

Минска серија	Мерно место, ММ/кота на теренот	Растојание од минска серија до мерното место, m	Максимална брзина на осцилирање по компоненти, mm/s			Резултантна максимална брзина на осцилирање, mm/s	Пресметано редуцирано растојание, R, m
			$V_V$	$V_L$	$V_T$		
<b>S-35</b>	ММ-1/ 659,43	95	27,666	19,375	8,414	<b>34,809</b>	<b>5,63</b>
	ММ-2/ 660,42	165	10,067	12,233	9,465	<b>18,455</b>	<b>9,78</b>
	ММ-3/ 659,71	245	5,026	5,576	3,070	<b>8,110</b>	<b>14,52</b>
	ММ-4/ 659,30	297	2,778	2,403	2,088	<b>4,225</b>	<b>17,6</b>
	ММ-5/ 658,88	452	1,178	1,956	2,277	<b>3,224</b>	<b>26,80</b>
	ММ-6/ 641,05	637	0,539	1,251	1,230	<b>1,835</b>	<b>37,76</b>
	ММ-7/ 640,25	665	0,503	0,709	1,244	<b>1,517</b>	<b>39,42</b>

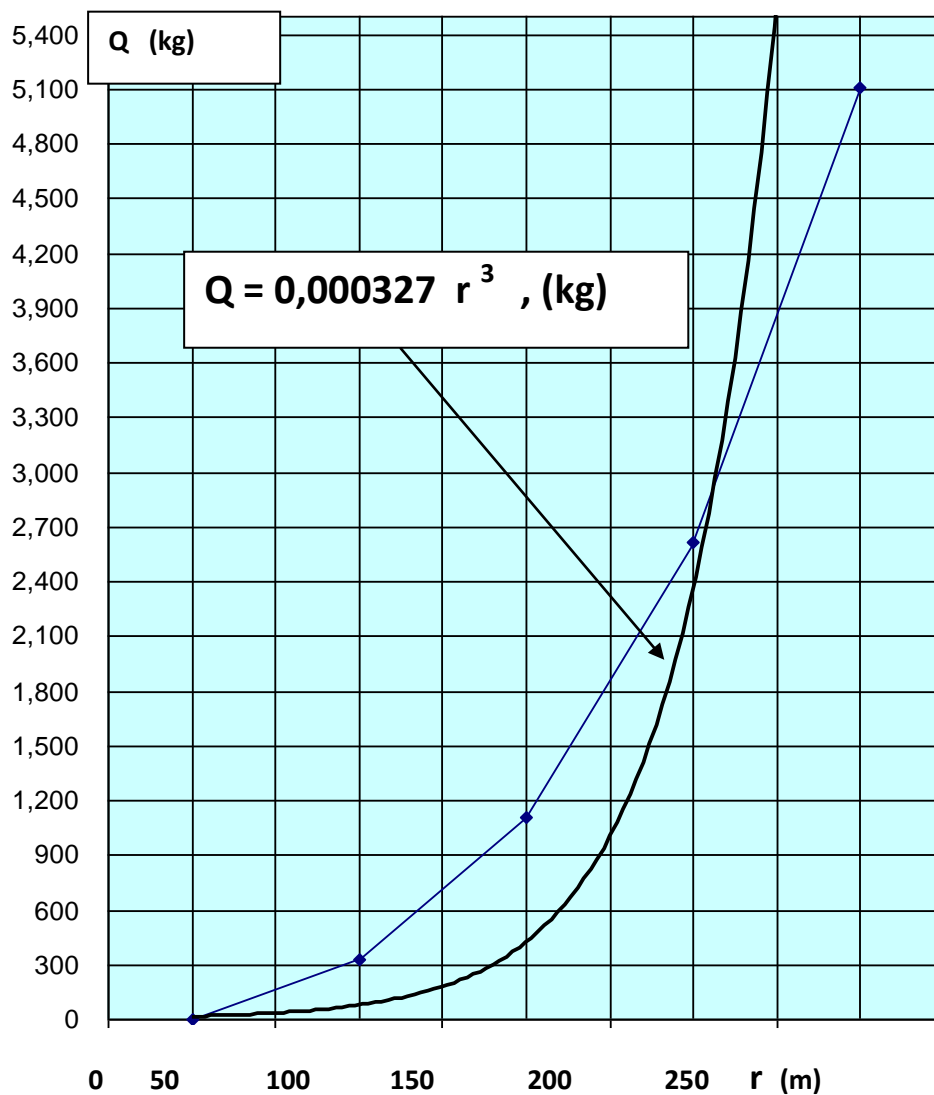
Максимално дозволената количина на експлозив според горната формула и за максимална брзина на осцилации од  $V_{max} = 0,8110 \text{ cm/s}$ , (ММ -3) може да се одреди според релациите:

$$R = \frac{r}{\sqrt[3]{Q}} \Rightarrow Q$$

$$Q = r^3 \cdot R_i^{-3} = r^3 \cdot 14,52^{-3}$$

$$\mathbf{Q = 0,000327 \cdot r^3}, \text{ (kg)} \quad (2)$$

Според оваа релација направена е табела 2 и конструиран е график прикажан на слика 2 каде за различни вредности на растојанието ( $r$ ) се добиени соодветните максимално дозволени количини на експлозив кои можат да се иницираат во една минска серија без притоа да има оштетување по соодветни објекти лоцирани на тоа растојание.



**Слика 3.** Графичи приказ на зависноста на дозволеното растојание при минарање и максимални количини на експлозив

**Табела 3.** Пресметка на максимално дозволените количини на експлозив во однос на различни растојанија.

Реден број на мерно место	Растојание од местото на минарање до објект, $r$ (m)	Вкупна дозволена количина на експлозив, $Q_{doz}$ (kg)
1	30	9,00
2	50	41
3	70	112
4	90	239
5	100	327
6	110	435
7	120	565
8	130	718
9	140	897
10	150	1104
11	160	1340

12	180	1907
13	200	2616
14	250	5110
15	300	8830
16	350	14000
17	400	20928
18	450	29800
19	500	40875
20	550	54400
21	600	70630
22	650	89802
23	700	112161

Од горната табела може да се прочита дека: објект лоциран на растојание од 250 метри од минска серија во која се иницира вкупна количина на експлозив од 5110 kg (5,11 t), нема да претрпи никакви деформации, оштетувања на малтерот па дури нема да се случи и кршење на стаклата на објектот.

Од редниот број 22 од табелата 3 може да се прочита дека објект (во нашиот случај тоа е објектот примарно дробење кој се наоѓа на тоа растојание од минската серија) лоциран на растојание од 650 метри од минската серија нема да претрпи никакви оштетувања па дури ако минската серија се минира со вкупна количина на експлозив од 89800 kg. Врз основа на оваа табела добиен е графичкиот приказ на слика 3.

## 5. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на овие практични и научни истражувања изведени комбинирано и директно на терен, може да се заклучи дека при изведување на масовни минирања на било кој површински коп, со примена на законот за осцилирање на тлото, и примената на добиените меѓузависности и корелации, практично се овозможува да при експлоатацијата и изведувањето на масовните минирања да се намалат негативните ефекти пред сè од аспект на сеизмички влијанија.

На овој начин може да се зголеми ефикасноста при експлоатацијата, да се заштитат околните објекти од овие влијанија и пред сè да се предвиди и предходно обезбеди сигурност на сите околни објекти, машини и луѓе во поглед на дејството на сеизмичките бранови и потреси предизвикани при минирањата.

Ова од научна гледна точка претставува поттик за истражувања на овие сеизмички влијанија и во лабораториски услови, различни модели, различни карпи со свои специфичности а исто така, обемен дел од научни истражувања можат да се извршат и во поглед на влијанието на начинот на иницирање, методата и фронтот на минирање, типовите на експлозив, длабочината на површинскиот коп, распоредот на експлозивното полнење, геометријата на дупчење и т.н.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И. Дамбов, (2011), Анализа на критериумите за оцена на потреси и безбедносни растојанија при минирање, Магистерска работа, УГД, Институт за рударство, Штип.
2. Р. Дамбов, (2013), Дупчење и минирање, универзитетски учебник, УГД, ФПТН, Штип
3. С. Трајковиќ, (2005), Техника минирања и потреси, учебник, РГФ Београд, Србија



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ПРИДОНЕС НА НОНЕЛ СИСТЕМОТ ЗА ИНИЦИРАЊЕ ВО КВАЛИТЕТОТ НА ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК "САСА"**

### **CONTRIBUTION OF NONEL SISTEM ON QUALITY OF SUPPLIES AT HORIZONTAL MINING FACILITIES IN MINE FOR LEAD AND ZINC "SASA"**

**Дејан Ивановски<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>2</sup>, Стојанче Мијалковски<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>Рудник за олово и цинк "САСА" ДООЕЛ, М. Каменица, Р. Македонија  
<sup>2</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип, Р. Македонија

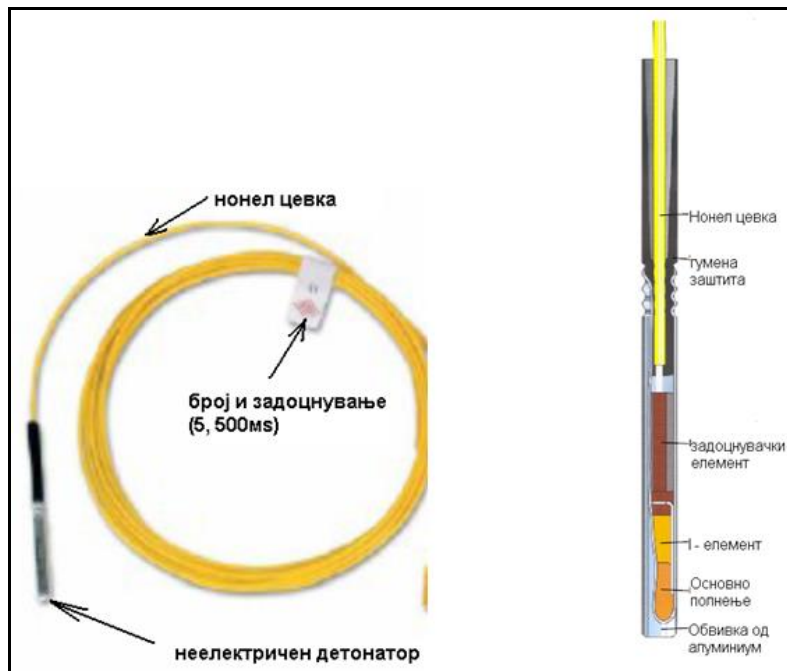
**Апстракт:** Во овој труд се истакнати основните принципи за примена на Нонел системот, неговите основни својства, неговата примена во рудникот за олово и цинк "САСА" и придонесот во квалитетот на изработка на хоризонталните рударски простории (капитални објекти и подготвителни работи за откопување на рудата). Овие систем за иницирање се карактеризира со висок квалитет и сигурност при нивната примена во рудниците но и при изведување на секакви видови на специјални минирања.

**Клучни зборови:** нонел, иницирање, рудник.

#### **ВОВЕД**

Во овој труд ќе бидат прикажани резултатите од извршените тестирања со Нонел системот за иницирање во услови на рудникот "САСА" при изработка на хоризонтални рударски простории.

Нонел системот е неелектричен систем за иницирање наменет за употреба во тунели и подземни рударски операции. Се состои од неелектричен детонатор и нонел цевка со различна должина на нонел цевката во зависност од потребите а детален приказ е даден на слика 1. Силината на секој детонатор е еднаква на рударска каписла бр. 8.

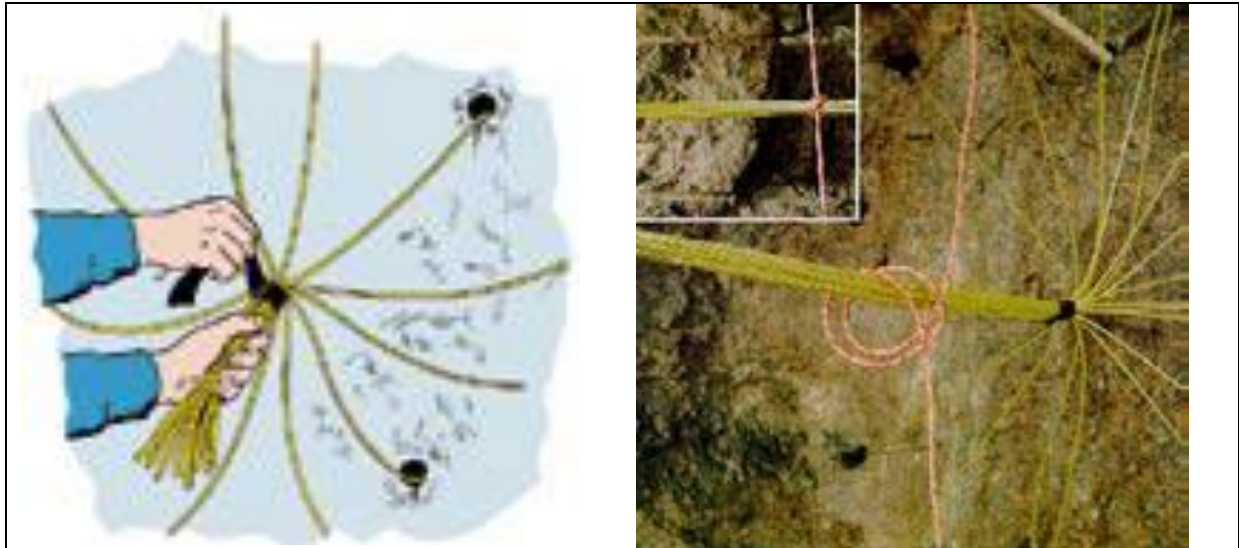


Слика 1. Состав на нонел системот за иницирање

## 1. НАЧИН НА ПОВРЗУВАЊЕ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗНОТАЛНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ

Неелектричните детонатори при изработка на хоризонтални рударски простории можат да се поврзат на неколку начини и тоа: Со употреба на конектори што е и најефикасно, најпрактично но и поскапо но може да се поврзат и со детонаторски фитил во две варијанти од кои едната е со испорака на неелектричните детонатори со конектори на завршетоките на нонел цевките при што секој детонатор поединечно се прикачува на детонаторскиот фитил а другата варијанта е со собирање на неелектричните детонатори на минимум 5 места при едно минирање при што во еден збир максимум може да се собираат 20 нонел цевки. Секој збир од неелектрични детонатори се прицврстува со изолир лента на 2 места на одалеченост од 20см, и на крај се прави круг од детонаторскиот фитил при што се поврзуваат сите неелектрични детонатори во сите 5 зборови (Слика 2). Иницирањето на детонаторскиот фитил се врши со 1 број ел.дет.каписла која се поставува на крај на смената пред самото минирање. Овој начин на поврзување се применува во рудникот "САСА" значително е поевтин во однос на другите варијанти на поврзување но мора да се посвети внимание на неколку битни работи. Неелектричните детонатори задолжително потребно е да се собираат во 5 зборови за да не се формира агол помал од  $90^{\circ}$  помеѓу детонаторскиот фитил, потоа бидејќи детонаторскиот фитил има брзина на детонација од 5000м/с а детонацискиот бран внатере во нонел цевката се движи со брзина од 2100м/с мора да се внимава растојанието од нонел цевките до детонаторскиот фитил да бидат на растојание од 15-20см за да не дојде до прекин на некоја нонел цевка. Во секој случај и овој начин на поврзување е ефикасен и е за три до четири пати побрз, многу побезбеден а и ефектите се многу подобри во однос на употреба на електродетонаторските каписли.



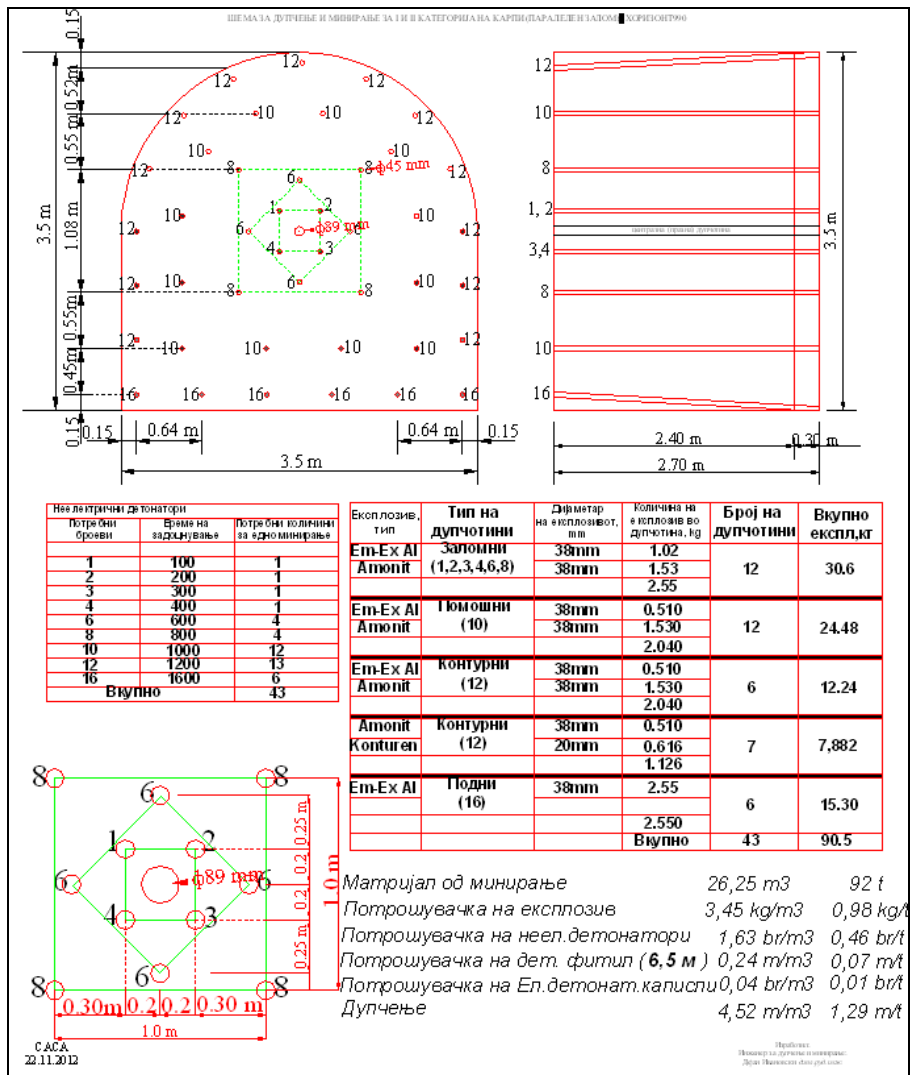


Слика 2. Поврзување на нонел системот за иницирање

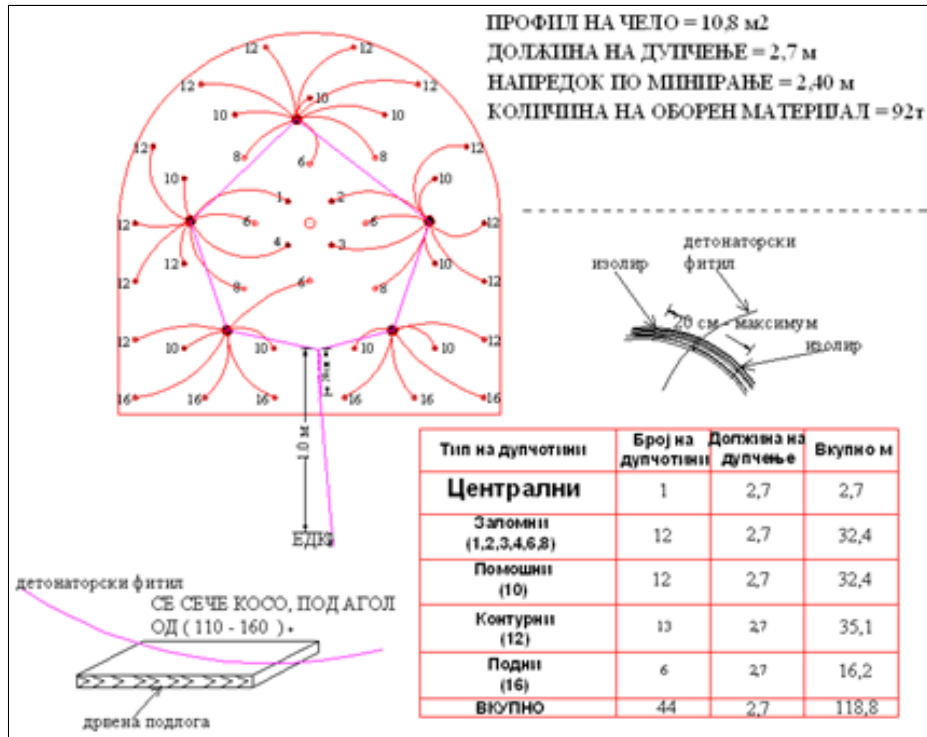
Ефектите од примена на нонел системот се во значителна мера подобри поради неколку работи. Времето на одлагање/задоцнување помеѓу последователните интервали е доволно долго за да може да овозможи карпата да биде здробена и поместена соодветно од челото а притоа да не биде отфрлена на преголемо растојание максимум до 15-20м. Со правилен расоред на неелектричните детонатори по броеви сеизмичките потреси се значително помали а тоа овозможува поголема стабилност на изработениот профил овозможувајќи доволно време за подградување поготово кај работните средини во кои се изработуваат капиталните објекти, но и доколку се поврзе како што треба нема простор од откажување (неиницирање) од што во голема зависи и остварениот напредок по минирање.

## 2. РЕЗУЛТАТИ ДОБИЕНИ СО СНИМАЊЕ И МЕРЕЊЕ ВО РАБОТНА СРЕДИНА “РУДА И ОРУДНУВАЊА”

- ✓ Рудник: САСА ДОО,
- ✓ Работно место: **990/2-0пс, геолошки профил 1175-1200,**
- ✓ Вид на карпа: Руда и оруднувања на олово и цинк,
- ✓ Форма на ходникот: високо засводена,
- ✓ Проектирана површина на ходникот:  $S=10,8\text{m}^2$ ,
- ✓ Ископана површина:  $S_i = 11,5\text{m}^2$ , (средна вредност),
- ✓ Проектиран напредок:  $L=2,40\text{m}$ ,
- ✓ Остварен напредок:  $L_o=2,45\text{m}$ , (средна вредност),
- ✓ Искористување на минските дупки:  $\eta=0,91$ (средна вредност),
- ✓ Зафатнина на ископот:  $V=28,37\text{m}^3$ , (средна вредност),
- ✓ Опрема: Rocket Boomer S1, Wagner ST3,5, Вентилатор Zitron 7/30,
- ✓ Залом: паралелен,
- ✓ Експлозив: Амонит ф38мм, Ем – Ех А1 ф38мм, Амонит ф20мм,
- ✓ Палење: Неелектрично со неелектрични детонатори и детонаторски фитил, иницирање на детонаторски фитил со 1 број електродетонаторска каписла,



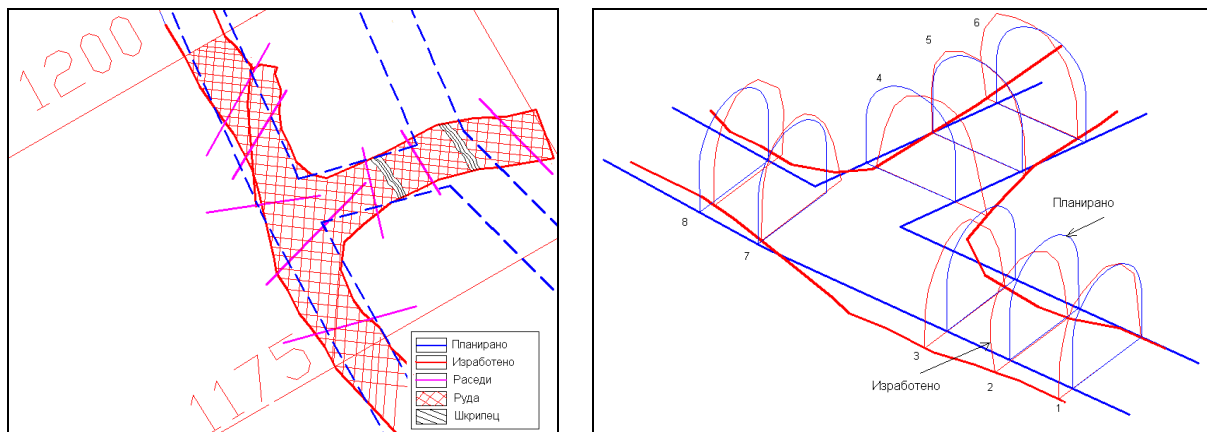
Слика 3. Шема за дупчење во руда и оруднувања



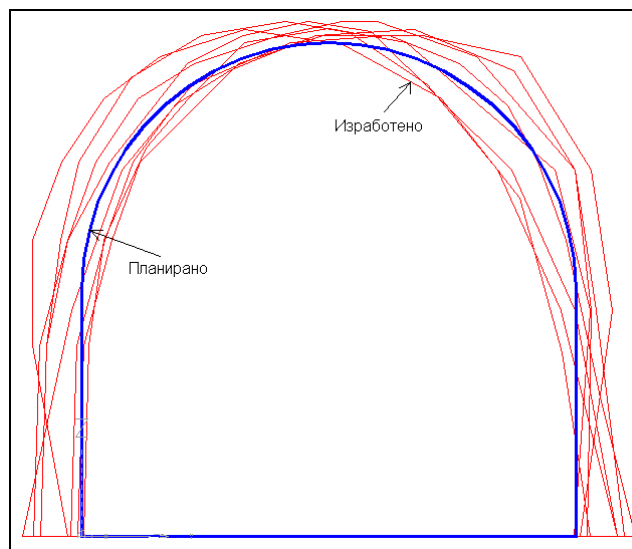
Слика 4. Шема за минирање во руда и оруднувања

Табела 1. Одредување на коефициентот на искористување на минските дупчотини ( $\eta$ ),

Ред.бр. на делница	Проектирана должина на напредување L(m)	Постигната должина на напредување L' (m)	Разлика L-L' (m)	Коеф. На искористување на минските дупчотини
1.	2,35	2,53	0,18	0,94
2.	2,35	2,43	0,08	0,90
3.	2,35	2,48	0,13	0,92
4.	2,35	2,39	0,04	0,89
5.	2,35	2,56	0,21	0,95
6.	2,35	2,38	0,03	0,88
7.	2,35	2,37	0,02	0,87
8.	2,35	2,46	0,11	0,91
Средна вредност	2,35	2,45	0,10	0,91



Слика 5. Ситуациона карта на работно место 990/2-0пс



Слика 6. Снимен ископан профил во испитуваната делница

Табела 2. Разлика помеѓу проектираниот и ископаниот профил во  $m^2$ ,

Профили (Слика 6)	1	2	3	4	5	6	7	8	Средна вредност
Планирано, ( $m^2$ )	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,80
Изработено, ( $m^2$ )	12,6	11,5	11,5	11,6	11,4	11,5	11,6	10,9	11,58
Разлика, ( $m^2$ )	1,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,1	0,78

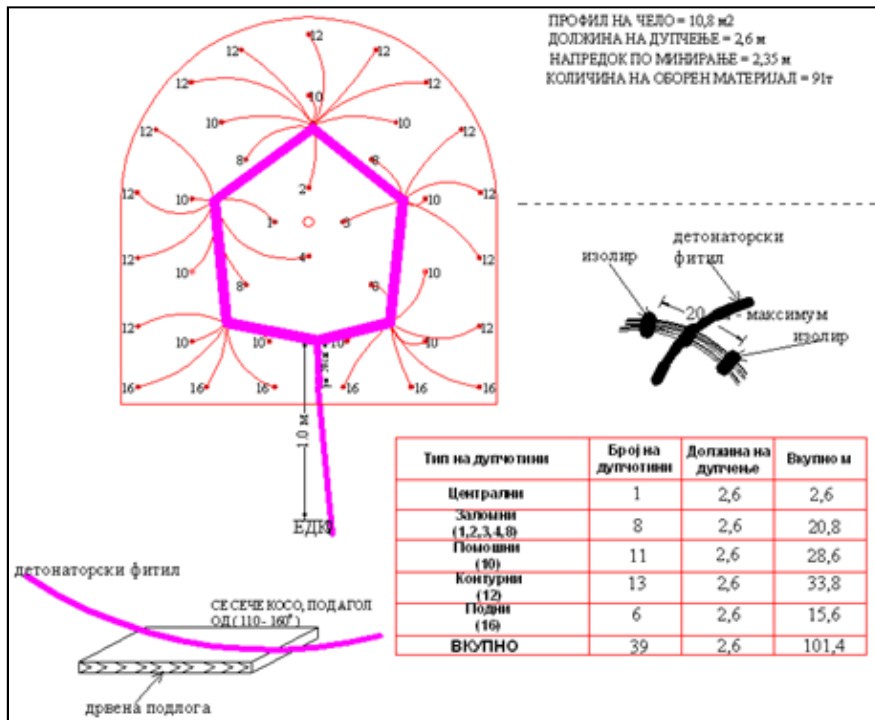
Табела 3. Разлика помеѓу проектираниот и ископаниот профил во %,

Профили (Слика 6)	1	2	3	4	5	6	7	8	Средна вредност
Разлика помеѓу проектиран и ископан профил, (%)	16,6	6,5	6,5	7,4	5,5	6,5	7,4	0,9	7,16

### 3. РЕЗУЛТАТИ ДОБИЕНИ СО СНИМАЊЕ И МЕРЕЊЕ ВО РАБОТНА СРЕДИНА “ШКРИЛЕЦ”

- ✓ Рудник: САСА ДОО,
- ✓ Работно место: **Хоризонт 910/1-0пј, геолошки профил 725-750,**
- ✓ Вид на карпа: Шкрилец,
- ✓ Форма на ходникот: високо засводена,
- ✓ Проектирана површина на ходникот:  $S=10,8m^2$ ,
- ✓ Ископана површина:  $S_i = 11,0m^2$ , (средна вредност),
- ✓ Проектиран напредок:  $L=2,35m$ ,
- ✓ Остварен напредок:  $L_o=2,40m$ , (средна вредност)
- ✓ Искористување на минските дупки:  $\eta=0,92$ (средна вредност)
- ✓ Зафатнина на ископот:  $V=26,4m^3$ ,
- ✓ Опрема: Rocket Boomer 281, Wagner ST3,5, Вентилатор Zitron 7/30,
- ✓ Залом: паралелен,
- ✓ Експлозив: Амонит ф38мм, Ем – Ех А1 ф38мм, Амонит ф20мм,
- ✓ Палење: Неелектрично со неелектрични детонатори и детонаторски фитил, иницирање на детонаторски фитил со 1 број електродетонаторска каписла,

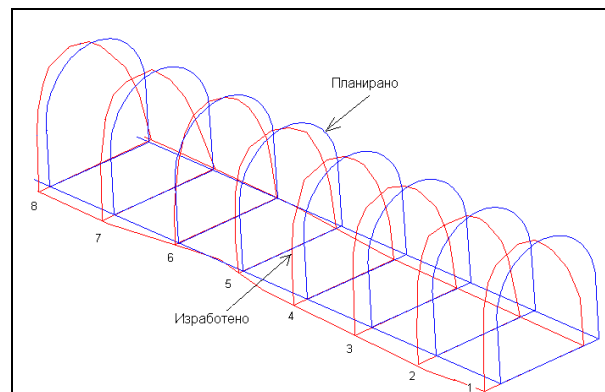
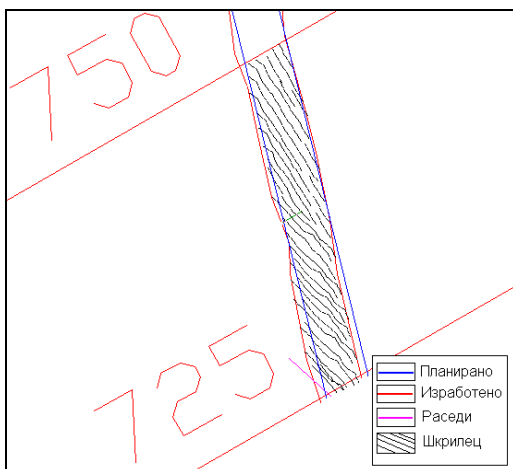




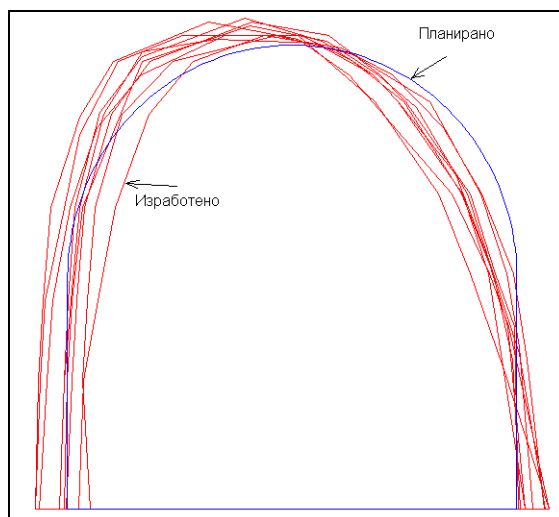
Слика 8. Шема за минирање во “Шкрилец”

Табела 4. Одредување на коефициентот на искористување на минските дупчотини ( $\eta$ ),

Ред.бр. на делница	Проектирана должина на напредување L(m)	Постигната должина на напредување L' (m)	Разлика L-L' (m)	Коеф. На искористување на минските дупчотини
1.	2,35	2,49	0,14	0,96
2.	2,35	2,38	0,03	0,92
3.	2,35	2,39	0,04	0,92
4.	2,35	2,32	0,03	0,89
5.	2,35	2,47	0,12	0,95
6.	2,35	2,34	0,01	0,90
7.	2,35	2,39	0,04	0,92
8.	2,35	2,42	0,07	0,93
Средна вредност	2,35	2,40	0,05	0,92



Слика 9. Ситуациона карта на работно место 910/1-0п



Слика 10. Снимен ископан профил во испитуваната делница

Табела 5. Разлика помеѓу проектираниот и ископаниот профил во  $m^2$ ,

Профили (Слика 10)	1	2	3	4	5	6	7	8	Средна вредност
Планирано, ( $m^2$ )	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,80
Изработено, ( $m^2$ )	10,7	10,6	10,9	10,7	10,5	12,4	11,0	11,4	11.03
Разлика, ( $m^2$ )	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	1,6	0,2	0,6	0,23

Табела 6. Разлика помеѓу проектираниот и ископаниот профил во %,

Профили (Слика 10)	1	2	3	4	5	6	7	8	Средна вредност
Разлика помеѓу проектиран и ископан профил, (%)	0,9	1,8	0,9	0,9	2,7	14,8	1,8	5,5	3,66

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Квалитртот на изработка на хоризонталните рударски простории е неспоредливо подобар со користење на нонел систем за иницирање што се гледа од големината на вонпрофилскиот ископ. Искористувањето на минските дупчотини е за минимум 10% поголемо во однос на иницирање со електродетонаторски каписли. Должината на траење на продуктивниот дел од работниот циклус со користење на нонел систем за иницирање е просечно за 12% поголем во однос на користење на електродетонаторски каписли за иницирање.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Extraco S.A – Каталог за Нонел систем за иницирање за подземна експлоатација;
2. Записник за извршени тестираања со нонел систем за иницирање во рудник “САСА”,





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ВАРОВНИК ОД НАОЃАЛИШТЕТО “ТАТАРЛИ ЧУКА”**

### **LIMESTONE SURFACE MINING FROM ORE DEPOSIT “TATARLI CUKA”**

**Стојанче Мијалковски<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>, Емил Јорданов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

<sup>2</sup>ГД ГРАНИТ АД Скопје, Скопје

**Апстракт:** Во овој труд ќе биде даден краток опис за начинот на површинска експлоатација на варовник од наоѓалиштето “Татарли Чука” - Валандово, од страна на концесионерот ГД ГРАНИТ АД – Скопје.

**Клучни зборови:** експлоатација, варовник, наоѓалиште.

**Abstract:** In this paper will be given brief description for limestone surface mining from ore deposit tatarli cuka –Valandovo by the concessionaire, GRANIT AD – Skopje.

**Key words:** exploitation, limestone, deposit.

### **ВОВЕД**

Наоѓалиштето на мермеризирани варовници “Татарли Чука” се наоѓа на оддалеченост околу 2 km СЗ од селото Татарли или на околу 4 km источно од Валандово. Наоѓалиштето има доста добри комуникациони врски, бидејќи на 1,5 km од него поминува магистралниот пат Валандово - Струмица, односно Валандово -Гевгелија, а од него до самото наоѓалиште постои макадамски пат. Пошироката околина околу наоѓалиштето е слабо населена, а поблиски села до истото се Татарли, Чалакли, Собри, Рабово и други.

Површинскиот коп “Татарли Чука” – Валандово, спаѓа во групата на брдски тип на наоѓалишта со висинска разлика од највисоката до најниската етажа од преку 45 m, односно од 235 до 280 м.н.в.

Експлоатацијата на варовник од површинскиот коп “Татарли Чука” се вршела уште пред да стане сопственост на ГД ГРАНИТ АД – Скопје. Притоа биле формирани три етажи и пристапни патишта до секоја етажа, каде што во претходниот период се вршела експлоатација, при што висините на етажите се движеа од 5 до 10 m.

## 1. ГЕОМЕТРИСКА АНАЛИЗА НА ПОВРШИНСКИОТ КОП

### 1.1. Висина на експлоатационите етажи и поделба на површинскиот коп по висина

Висинската поделба на наоѓалиштето беше извршена врз основа на физичко-механичките карактеристики на минералната суровина, техничко-технолошките перформанси на предвидената опрема за површинскиот коп, сознанијата од експлоатацијата на наоѓалишта со слични монтаж геолошки карактеристики и потребните услови за стабилност на етажните косини.

$$H = \frac{X^2 + \sin \alpha \cdot \sin \beta}{2 \cdot k_r \cdot W \cdot \sin(\alpha + \beta)} = 10,2 \approx 10 \text{ m}$$

Каде е:  $X$ —ширина на обрушениот материјал од минирањето ( $X = 10 \div 12 \text{ m}$ );  $\alpha$ -агол на работната етажа ( $\alpha = 73^\circ$ );  $\beta$ -агол на обрушениот материјал ( $\beta = 18^\circ$ );  $k_r$ —коэффициент на растресеност ( $k_r = 1,4$ );  $W$ —линија на најмал отпор во дното на етажата ( $W = 3,5 \text{ m}$ ).

Дефинираната висина на етажите обезбедува сигурност на рударските работи, висок капацитет на опремата за дупчење и товарање, минимални помошни работи и минимална производна цена на минералната суровина.

Во технолошкиот систем на површинската експлоатација површинскиот коп “Татарли Чука” е поделен на  $n=5$  (пет) етажи со висина од  $H=10 \text{ m}$  (**E-265; E-255; E-245 и E-235.**), освен првата етажа (**E-275**) која што е со висина од  $5 \text{ m}$ .

$$n = \frac{K_{280} - K_{235}}{H} = 4,5 \approx 5 \text{ етажи}$$

Каде е:  $K_{280}$ —највисоката кота на површинскиот коп ( $K_{280} = 280$ );  $K_{235}$ —најниската кота на површинскиот коп ( $K_{235} = 235$ );  $H$ —висина на етажата ( $H = 10 \text{ m}$ ).

### 1.2. Ширина на етажната берма во завршна косина на површинскиот коп

Минималната ширина на етажната берма во завршната фаза на експлоатација на етажата, треба да обезбеди стабилност на завршната косина од површинскиот коп и задржување на евентуалните одрони од етажната косина.

$$b = \frac{n \cdot H \cdot (1 - \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha_k)}{\operatorname{tg} \alpha_k \cdot (n - 1)} = 3,69 \approx 4 \text{ m}$$

Каде е:  $H$ —висина на етажата ( $H = 10 \text{ m}$ );  $\alpha$ —завршен агол на етажата ( $\alpha = 73^\circ$ );  $\alpha_k$ —агол на завршната косина на површинскиот коп по критичен профил ( $\alpha_k = 59^\circ$ );  $n$ —број на етажи ( $n = 5$  етажи).

Минималната ширина на етажните берми изнесува  $b=4 \text{ m}$ .

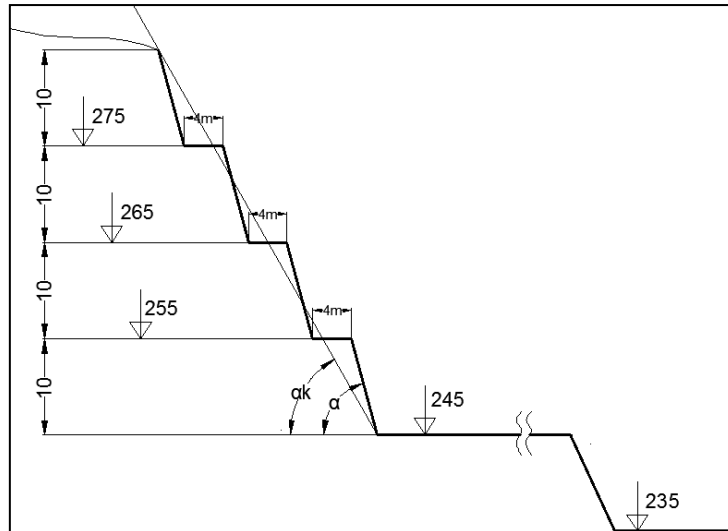
### 1.3. Агол на завршната косина на површинскиот коп по критичен профил

Завршниот агол на етажите на копот претставува агол кој го зафаќа ножицата на ископот во подината со врвот на ископот на површината на теренот.

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{n \cdot H}{\frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot n + b(n - 1)} = 1,6$$

Каде е:  $n$ —број на етажи ( $n = 5$  етажи);  $H$ —висина на етажата ( $H = 10 \text{ m}$ );  $\alpha$ —агол на косината на работната етажа ( $\alpha = 73^\circ$ );  $b$ —ширина на етажната берма во завршната косина ( $b = 4 \text{ m}$ ).

Агол на завршната косина на површинскиот коп по критичен профил за ПК “Татарли Чука” изнесува  $\alpha_k = 59^\circ$ . Аголот на работната етажа изнесува  $\alpha = 73^\circ$ .



Слика 1.

## 2. ОТВОРАЊЕ И ПОДГОТОВКА НА НАОЃАЛИШТЕТО

Отворањето на наоѓалиштето претставува почетна фаза во системот на површинската експлоатација на минералната суровина и со него се создава функционална врска помеѓу етажите и останатите објекти од површинскиот коп. ПК "Татарли Чука" веќе беше отворен и разработен, кога ГД ГРАНИТ АД – Скопје го зеде во своја сопственост. Пристапните патишта за првите три етажи (Е - 275, Е - 265 и Е - 255) веќе беа изработени и функционални. Потребно е да се изработат пристапни усеци за отворање и подготовка на последните две етажи (Е – 245 и Е - 235).

Подготовката на експлоатационите етажи се смета за завршена кога ќе се добие константна висина на етажата од 10 m по целата нејзина должина.

## 3. ТЕХНОЛОШКИ СИСТЕМ НА ПОВРШИНСКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

По завршување на фазата на подготовка на експлоатационата етажа се создаваат услови за воведување оптимален технолошки систем на експлоатација на минералната суровина.

Технолошкиот систем на површинската експлоатација е во директна зависност од физичко-механичките карактеристики на минералната суровина, се карактеризира со дисконтинуирана технолошка шема на откопување и ги опфаќа следниве фази:

- дупчење и минирање;
- товарење на минираниот материјал со хидрауличен багер и
- транспорт на материјалот со камиони-кипери од етажите на површинскиот коп до приемниот бункер на дробилничната постројка.

Важно е да се потенцира дека во ПК "Татарли Чука" нема класична јаловина. Поради овие причини нема потреба за проектирање и примена на технологија за селективно откопување и одлагање на јаловината.

### 3.1. Дупчење и минирање

Дупчењето на минските дупнатини се врши со пневматска дупчалка тип TAMROCK – Ranger 700<sup>2</sup> со пречник на круната Ø 105 mm.

Експлоатациониот капацитет на дупчалката TAMROCK – Ranger 700<sup>2</sup> изнесува:

$$Q_{eks} = V \cdot T_{sm} \cdot k_v = 90 \text{ m}^3/\text{smena}$$

Каде се:  $V$ - брзина на дупчење ( $V = 15 \text{ m/h}$ );  $T_{sm}$  работни часови во смена ( $T_{sm} = 8 \text{ h}$ );  $k_v$ -коэффициент на искористување на сменското време.

Годишниот капацитет на дупчалката TAMROCK – Ranger 700<sup>2</sup> изнесува:

$$Q_{god}' = Q_{eks} \cdot d_g \cdot N_{sm} = 21\,600 \text{ m}^3/\text{god}$$

Каде се:  $d_g$ -број на работни денови во годината ( $d_g = 240$  дена);  $N_{sm}$ -број на работни смени во денот ( $N_{sm} = 1$  смена);

Потребниот број на дупчалки за реализирање на планираниот годишен капацитет изнесува:

$$N = \frac{Q_{pot}}{Q_{god}'} = 0,31 \text{ дупчалки} \Rightarrow \text{усвоено е 1 дупчалка}$$

На ПК “Татарли Чука” за минирање се користи експлозив “Амонит 6”.

Линијата на најмал отпор во функција од специфичната потрошувачка на експлозивот (по Langefors) е пресметано дека изнесува:

$$W_{max} = d_e \cdot \sqrt{\frac{\rho_e \cdot \pi}{4 \cdot q \cdot m \cdot f}} = 3,59 \text{ m}$$

Каде е:  $W_{max}$ -максимална вредност на линијата на најмал отпор (m);  $d_e$ -дијаметар на експлозивното полнење во минската дупнатина (m);  $\rho_e$ -густина на експлозивното полнење во минската дупнатина ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $m$ -коэффициент на зближување на минските дупнатини;

Растојанието помеѓу дупчотините изнесува:  $A = m \cdot W = 3,5 \text{ m}$ ;

Каде е:  $m$ -релативна оддалеченост помеѓу соседните експлозивни полнења ( $m = 0,8 \approx 1,25$ ).

Растојанието помеѓу редовите изнесува:  $B = k \cdot W = 3,5 \text{ m}$ ;

Каде е:  $k$ -коэффициент кој зависи од милисекундниот начин на минирање ( $k=1$ ).

Должината на дупчотините изнесува:  $L = \frac{H}{\sin \alpha} = 10,4 \text{ m}$ ;

Должината на продлабочување на минската дупчотина изнесува:

$$N = \sqrt{H^2 + W^2} - H = 0,59 \text{ m}$$

Вкупната должина на минската дупчотина изнесува:  $L_d = L + N = 11 \text{ m}$ ;

Должината на чепот изнесува:  $L_c = k \cdot W = 2,8 \text{ m}$ ;

Должината на експлозивното полнење изнесува:  $L_{ep} = L_d - L_c = 8,2 \text{ m}$ ;

Ширината на работен блок изнесува:  $A_b = W_{pe} + 2 \cdot B = 10,5 \text{ m}$ ;

Должината на работен блок изнесува:  $L_b = n \cdot A = 35 \text{ m}$

Каде е:  $n$ -број на дупнатини во редот.

Зафатнината на работен блок изнесува:  $V_b = A_b \cdot L_b \cdot H = 3\,675 \text{ m}^3$ , односно  $Q_b = V_b \cdot \gamma_v = 9\,996 \text{ t}$ .

За реализирање на планираното годишно производство на површинскиот коп од  $Q_{god} = 200\,000 \text{ t}$  мермеризирани варовници, со оптимален систем на површинската експлоатација, потребно е во текот на една година да се откапаат 20 работни блока.

### 3.2. Товарање на минералната суровина

На површинскиот коп за варовник “Татарли Чука”, за товарање на минираниот материјал се користи хидрауличен багер од типот CASE CX - 330 со зафатнина на корпата од 1,5- 2,0  $\text{m}^3$ .

Експлоатациониот капацитет на багерот CASE CX – 330 изнесува:

$$Q_{eks} = \frac{3600 \cdot E \cdot k_p}{t_c \cdot k_r} \cdot k_v \cdot T_{sm} = 545 \frac{\text{m}^3}{\text{смена}} = 1449,7 \frac{\text{t}}{\text{смена}} \approx 1450 \frac{\text{t}}{\text{смена}}$$

Каде е:  $E$ -зафатнина на лопатата од багерот ( $\text{m}^3$ );  $k_p$ -коэффициент на полнење на багерската лопата;  $k_v$ -коэффициент на искористување на сменското време;  $T_{sm}$ -времетраење на смената (h);  $k_r$ -коэффициент на растреситост на материјалот во багерската лопата (1,4);  $t_c$ -времетраење на работниот циклус на багерот (sec):

Годишниот капацитет на багерот изнесува:  $Q_{god} = Q_{eks} \cdot n \cdot N = 348\,000 \text{ t}/\text{god}$ ;

Потребниот број на багери за остварување на годишното производство изнесува:  $N = Q_{plan} / Q_{god} = 0,57 \Rightarrow \text{усвоено е 1 багер}$ .

### 3.3. Транспорт на минералната суровина

Транспортот на минираниот материјал од етажите на копот до дробилничната постројка се врши со камиони од типот MAN 2628/1 со зафатнина на камионскиот сандук од  $13 \text{ m}^3$ .

Тежината на материјалот во багерската лопата изнесува:  $q_e = \frac{q \cdot k_p \cdot \gamma}{k_r} = 3,15 \text{ t} \approx 3 \text{ t}$

Каде е:  $q$ -зафатнина на лопатата на багерот ( $q = 1,8 \text{ m}^3$ );  $k_p$ -коэффициент на полнење на лопатата ( $k_p = 0,90$ );  $\gamma$ -зафатнинска маса на мермеризирано варовник ( $\gamma = 2,72 \text{ t/m}^3$ );  $k_r$ -коэффициент на растреситост на материјалот ( $k_r = 1,4$ );

Потребниот број на багерски лопати за товаране на камионот:

$$n = \frac{G_r}{q_e} \cdot K_{pk} = 5,6 \text{ лопати} \approx 6 \text{ лопати}$$

Корисна носивост на камионот:  $G_n = n \cdot q_e = 18 \text{ t}$

Коефициент на искористување на носивоста на камионот:  $K_{is} = \frac{G_n}{G_i} = 0,90$

Времетраењето на транспортниот циклус изнесува:  $T_c = t_m + t_t + t_{po} + t_i + t_{pr}$  (min)

Каде е:  $t_m$ -време потребно за маневрирање на камионот во фазите на товарење и истовар (min);  $t_t$ -потребно време за товарење на камионот (min);  $t_{po}$ -време за возење на пола камион (min);  $t_i$ -потребно време за истовар на камионот (min);  $t_{pr}$ -време на возење на празен камион (min).

Експлоатациониот капацитет на транспортот се пресметува со равенката:

$$Q_{eks} = \frac{60 \cdot G_n \cdot K_v}{T_c} \left( \frac{t}{h} \right)$$

Каде е:  $K_v$ -коэффициент на временско искористување на транспортниот циклус (според Woodruff,  $K_v = 0,75$ );  $T_c$ -Вкупно време на транспортот.

Бројот на камиони за транспорт се пресметува со равенката:  $N = \frac{K_{sm}}{Q_{eks} \cdot n \cdot k_v}$

Каде е:  $K_{sm}$ -потребен сменски транспортен капацитет на копот ( $K_{sm} = 835 \text{ t}$ );  $n$ -број на работни часови во смена ( $n = 8 \text{ h}$ );  $K_v$ -коэффициент на временско искористување на транспортниот капацитет во смена ( $K_v = 0,85$ ).

Конечниот број на камиони се пресметува со равенката:  $N_{inv} = \frac{N}{f_r}$ ;

Каде е:  $f_r$  - коефициент на резерва (0,85)

Врз основа на извршената пресметка произлегува заклучок дека за реализирање на планираниот годишен транспортен капацитет на површинскиот коп од 200 000 t мермеризиран варовник, потребни се 3 (три) камиони тип MAN.

## 4. ДИНАМИКА НА ПОВРШИНСКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

Динамиката на површинската експлоатација е во директна зависност од количините на експлоатационите резерви на минералната суровина во наоѓалиштето и планираниот годишен капацитет на површинскиот коп.

Почетните активности за отворање и подготовка на наоѓалиштето започнаа од изработениот пристапен пат до најгорната проектирана етажа од површинскиот коп E-275.

Во завршната фаза на експлоатација на E-275 започнуваат активностите за отворање на E-265.

Генералниот редослед на отворање и системот на експлоатација на етажите од површинскиот коп "Татарли Чука" се одвива од E-275 сукцесивно кон основната етажа E-235, при што положбата на откопниот фронт од повисоката етажа секогаш е во завршна фаза на откопување во однос на отворањето на пониската етажа.

Динамиката на површинската експлоатација за површинскиот коп "Татарли Чука" во функција на планираниот годишен капацитет на откопување на минералната суровина и проектираниот век на експлоатација, претставена е на гантограм (Слика 1.).

Година	Етажа				
	Е - 275	Е - 265	Е - 255	Е - 245	Е - 235
1	200 000				
2	41 994	158 006			
3		200 000			
4		200 000			
5		200 000			
6		105 629	94 371		
7			200 000		
8			200 000		
9			200 000		
10			200 000		
11			200 000		
12			200 000		
13			5 172	194 828	
14				200 000	
15				200 000	
16				200 000	
17				200 000	
18				200 000	
19				200 000	
20				43 239	156 761
21					200 000
22					200 000
23					200 000
24					200 000
25					200 000
26					137 733

Слика 2. Гантограм на површинската експлоатација

Со анализа на гантограмот се гледа дека во првата година на откопување на лежиштето, примарно е да се изврши отворање и подготовка на Е-275 и скоро целосна експлоатација на Е-275. Во втората година на експлоатација се врши откопување на преостанатите маси од Е-275 и започнува фазата на експлоатација на Е-265. Овој динамичен редослед на откопување е неопходен и пресуден за успешно откопување на целото наоѓалиште.

Врз основа на анализата се констатира дека динамиката на површинската експлоатација е оптимално усогласена со потребниот годишен капацитет на површинскиот коп и специфичностите на наоѓалиштето и овозможува рационално откопување на минералната суровина.

Векот на експлоатација на минералната суровина во границите на ПК “Татарли Чука” се пресметува како однос помеѓу пресметаните количини на експлоатациони резерви на минералната суровина во ограничениот дел од наоѓалиштето и планираниот годишен капацитет, односно:

$$T = \frac{Q_{eks}}{Q_{god}} = 25,7 \approx 26 \text{ god.}$$

Годишниот фонд на работни часови изнесува:  $N_h = d_g \cdot t_{sm} \cdot N_{sm} = 1920 \text{ h/god}$ ;

Ефективните работни часови во годината изнесуваат:

$$N_{ef} = N_h \cdot U_{ef} = 1440 \text{ ef. h./god.}$$

Потребно часовно производство на варовник на површинскиот коп изнесува:

$$Q_h = \frac{Q_{god}}{N_{ef}} = 138,9 \approx 140 \frac{t}{h}$$

Потребното сменско - дневно производство на површинскиот коп изнесува:

$$Q_{sm} = \frac{Q_{god}}{d_g \cdot N_{sm}} = 833,3 \approx 835 \frac{t}{sm} \left( \frac{t}{den} \right)$$

$$Q_{sm} = 307 \frac{m^3}{sm} \left( \frac{m^3}{den} \right)$$

Од извршената анализа на работното време и капацитетот на површинскиот коп произлегува заклучок дека во случај на потреба за зголемување на годишниот капацитет на површинскиот коп, можно е истото да се постигне со воведување на две работни смени во денот, продолжено работно време во смената или со зголемување на бројот на работни денови во годината.

## 5. ЗАШТИТА НА ПОВРШИНСКИОТ КОП ОД АТМОСФЕРСКИ ВОДИ

Хидрогеолошките услови се оценети како поволни, што е резултат на морфолошките, литолошките и тектонските карактеристики на теренот, каде се создадени услови за брзо филтрирање на атмосферските врнежи во подлабоките делови на наоѓалиштето. Проектираниот површински коп спаѓа во групата на т.н. “висински тип на површински коп” и атмосферските води кои ќе навлезат во зоната на експлоатационите работи, по гравитациониот пат ќе се одводнуваат низ северната страна од копот, кон пониските котли на теренот.

## 6. СПЕЦИФИКАЦИЈА НА ПОТРЕБНА ОПРЕМА

За реализирање на планираниот годишен капацитет на површинскиот коп “Татарли Чука” од  $Q_{год}=200\ 000\ t$  варовник, потребна е следнава технолошка опрема (Табела 1).

Табела 1. Спецификација на потребна опрема

Р. бр.	Вид на опрема	Тип	Потребен бр.
1	Пневматска лафетна дупчалка	TAMROCK - Ranger 700 <sup>2</sup>	1
2	Хидрауличен багер	CASE CX 330	1
3	Камион кипер	MAN, SCANIA	3
4	Булдозер	CAT D - 8	1
5	Дупчалка за негабарити	Tamrock Comando 120	1

Од извршената пресметка за капацитетот на опремата која е специфицирана за технолошкиот систем на површинската експлоатација на П.К. “Татарли Чука”, се доаѓа до заклучок дека кај истата постои капацитативна резерва, која создава предуслови за зголемување на годишниот капацитет на површинскиот коп.

Вкупниот број на вработени на ПК “Татарли Чука” изнесува 18 работници

## 7. ЗАКЛУЧОК

Со деталните геолошки истражувања на варовникот како градежен - технички камен од наоѓалиштето “Татарли Чука”- Валандово, во текот на 2001 год. биле дефинирани квалитативно-квантитативните карактеристики на минералната суровина за подготовка на сите видови бетони и асфалтни мешавини за патишта со тешко сообраќајно оптоварување.

Проектираниот технолошки систем на површинската експлоатација обезбедува стабилни и сигурни услови во сите фази за откопување на минералната суровина, во функција на монтан геолошките карактеристики на наоѓалиштето и техничко-технолошките перформанси на предвидената опрема за површинскиот коп.

Овој систем е потврден и афирмиран на многу наоѓалишта со слични физичко - механички карактеристики, овозможува релативно евтина експлоатација на суровината и постигнување на позитивни финансиски ефекти од работењето.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Елаборат за класификација и категоризација на рудните резерви на технички градежен камен варовник на наоѓалиштето “Татарли Чука” – Валандово, состојба 31.12.2012 година*, Универзитет “Гоце Делчев” – Штип, Факултет за природни и технички науки, Институт за геологија, Штип, 2013 год.
2. *Главен рударски проект за површинска експлоатација на варовник од наоѓалиштето “Татарли Чука” – Валандово*, Универзитет “Гоце Делчев” – Штип, Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство, Штип, 2013 год.





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТА НА КОСИНТЕ ВО ПОВРШИНСКИОТ КОП “ТУМБА” - С. БЕЛОВОДИЦА, ОПШТИНА ПРИЛЕП

*Горан Стојкоски<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Рудник “Бела Пола”, Прилеп*

**Апстракт:** Анализата на стабилноста на косините претставува значаен елемент, при проектирањето и при самата динамика на експлоатацијата. Поради тоа потребно е континуирано следење и проверка на стабилноста, што се изразува преку пресметаниот коефициент на сигурност “F”.

Еден од главите фактори за пресметка на стабилноста на косините претставуваат физичко – механичките карактеристики на минералната сировина, кои во корелација со останатите елементи на површинскиот коп како што се бројот и висината на работните етажи, ширината на работниот планум, ширината на завршната берма, треба да обезбедат задоволителна вредност на коефициентот на сигурност “F”.

Во трудот се прикажани пресметаните коефициенти на сигурност, направена е оцена на стабилноста за работниот агол на етажите, аголот на работна и завршна косина на откопното поле, како и за аголот на работна и завршна косина на одлагалиштето.

**Клучни зборови:** стабилност на косини, работен агол на етажа, агол на работна косина, агол на завршна косина, коефициент на сигурност, откопно поле, одлагалиште, кохезија, агол на внатрешно триење.

### ВОВЕД

Стабилноста на косините од досегашното искуство на работа во површинските копови за архитектонско градежен камен, како во откопните полина така и на одлагалиштата, не е доведена во прашање, ако при експлоатацијата целосно се запазуваат проектираните вредности на елементите на геометријата на површинскиот коп. Тоа се висината и бројот на етажите, ширината на работниот планум, ширината на завршната берма, работниот агол на етажата, аголот на работните косини и аголот на завршните косини.

Нивното правилно проектирање и пресметка врз база на физичко-механичките карактеристики на минералната сировина обезбедуваат задоволителна вредност на коефициентот на сигурност “F”.

Само ако пресметаниот коефициент на сигурност “F” е поголем од 1 ( $F > 1$ ) косината е стабилна, за  $F = 1$  е критична, а за  $F < 1$  косината е нестабилна.

Бидејќи косините на површинските копови во голем број на случаи се под влијание на подземни води, кои значително го намалуваат коефициентот на сигурност, при пресметките за површинскиот коп “Тумба” тоа влијание е земено во предвид.

## 1. МЕТОДОЛОГИЈА НА ПРЕСМЕТКА И ОЦЕНА НА КОЕФИЦИЕНТОТ НА СИГУРНОСТ

Пресметките на коефициентот на сигурност за косините на откопното поле и одлагалиштето се извршени врз база на податоци од Елаборатот за детални геолошки истражувања, физичко - механичките карактеристики на минералната суровина, проектираните елементи на геометрија на површинскиот коп, пресметки од компјутерската програма "ROCLab" за анализа на јакоста на карпестата маса по Hoek - Brown критериум на лизгање и пресметка по Mohr - Coulomb на кохезијата ( $c$ ) и аголот на внатрешно триење ( $f$ ).

Оцената на пресметаниот коефициент на сигурност за откопното поле и одлагалиштето е извршена според табела бр. 5 (член 61), од Правилникот за техничките нормативи за површинска експлоатација на лежиштата на минерални суровини ("Службен лист на СФРЈ" бр.4/86 и 62/87), каде се дадени вредности на коефициентот на сигурност ( $F$ ) за стабилноста на поединечните работни косини, на системите на косини и завршните косини за цврсти карпи на површински копови и одлагалишта.

## 2. АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТ ЗА КОСИНТЕ НА ОТКОПНОТО ПОЛЕ

### 2.1. Пресметка на аголот на работна косина

Работниот агол на површинскиот коп е во функција од висината на работните етажите и минималната ширина на работниот планум.

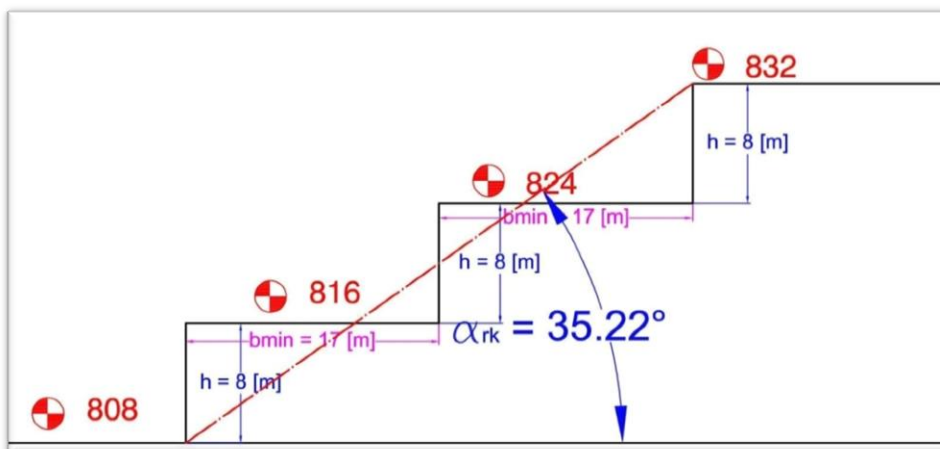
Под работен агол во површинскиот коп се смета аголот кој го зафаќа замислената линија од врвот на највисоката работна етажа и подината на најниската работна етажа (Слика 1).

Во услови на експлоатација на површинскиот коп "Тумба" работниот агол се проектира при работа во исто време на максимум три работни етажи.

$$\operatorname{tg} \alpha_{rk} = \frac{n_{re} \times h}{(n_{re} - 1) \times b_{\min}}$$

$n_{re}$  - експлоатација на максимален број на работни етажи во исто време

$$\operatorname{tg} \alpha_{rk} = \frac{3 \times 8}{2 \times 17} = 0,706 \Rightarrow \alpha_{rk} = 35,22^\circ$$



Слика 1. Агол на работна косина на откопното поле

## 2.2. Пресметка на аголот на завршна косина на откопното поле

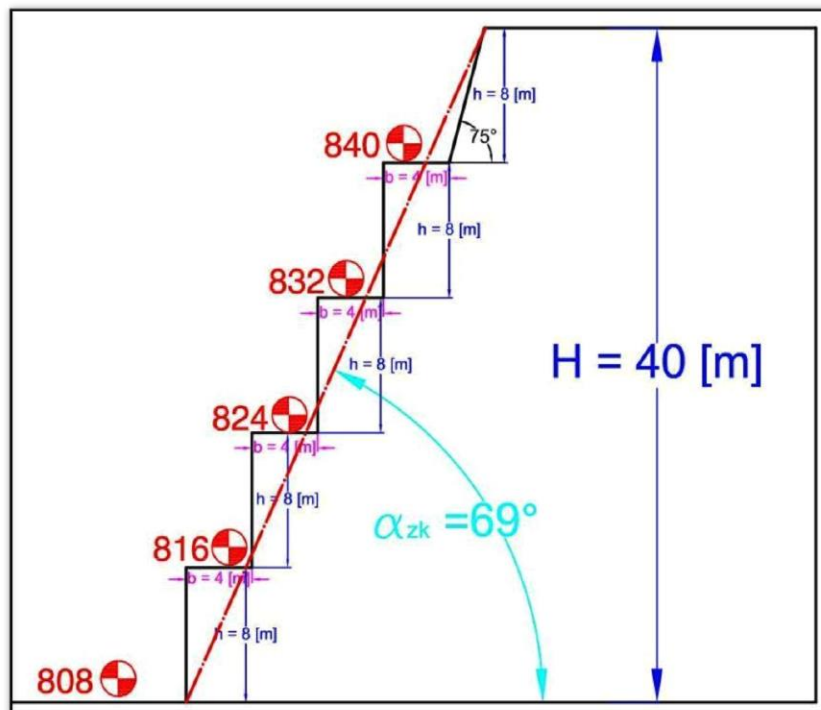
Како завршна косина на површинскиот коп се смета онаа косина (агол) која се добива кога ќе се поврзат врвот на највисоката етажа и подината на најниската етажа после завршените рударски активности (Слика 2).

Експлоатацијата на минералната суровина – мермер ќе се изведува на етажи кои имаат вертикални косини со агол од  $90^\circ$ , бидејќи тоа е условено од технологијата на работа и применетата техника. На секоја етажа се остава заштитна берма за заштита од неконтролирани одрони, кои одрони доаѓаат со тек на време, под дејство на атмосферски влијанија.

$$\boxed{\operatorname{tg} \alpha_{zk} = \frac{n \times h}{(n-1) \times b}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{zk} = \frac{5 \times 8}{4 \times 4} = 2,5 \Rightarrow \alpha_{zk} = 68,20^\circ$$

Аголот на завршна косина со ширина на заштитната берма на етажите од  $b = 4$  [m] за површинскиот коп “Тумба” ќе изнесува  $69^\circ$ .



Слика 2. Агол на завршна косина на откопното поле

## 2.3. Пресметка на коефициентот на сигурност за косините на откопното поле

Пресметката на коефициентот на сигурност за работниот агол на етажите, работната и завршната косина на откопното поле е прикажана во табела 1.

**Табела 1.** Пресметка на коефициентот на сигурност за косините на откопното поле

Ред. бр.	Описание	Единица Мерка	Работен агол на етажа	Агол на работна косина	Агол на завршна косина
1	Висина на косина - $H$	[m]	8	24	40
2	Специфична тежина на карпата - $\gamma_k$	$\frac{[MN]}{[m^3]}$	0,02824	0,02824	0,02824
3	Специфична тежина на водата - $\gamma_v$	$\frac{[MN]}{[m^3]}$	0,01	0,01	0,01
4	Агол на внатрешно триење - $\varphi_1$ (определен лабораториски)	[°]	56	51	48
5	Кохезија - $C$ (определена лабораториски)	$\frac{[MN]}{[m^2]}$ =[MP]	0,4	0,48	0,56
6	Коефициент на сеизмичност - $Ka$		0,2	0,2	0,2
7	Агол на наклон на косина - $\alpha_k$	[°]	90	36	69
8	Усвоен коефициент на сигурност за редуција на аголот на внатрешно триење - $f$		2	2	2
9	Редуциран агол на внатрешно триење - $\varphi$ $\varphi = \arctg * \frac{tg\varphi_1}{f}$	[°]	36,5	31,7	29
10	Агол на критична површина на лизгање - $\alpha_l$ $\alpha_l = \frac{1}{2} * (\alpha_k + \varphi)$	[°]	62,8	33,8	49
11	Длабочина на тензиона пукнатина - $Z$ $Z = H * 1 - \sqrt{ctg\alpha_k * tg\alpha_l}$	[m]	6,53	0,94	13,41
12	Длабочина на вода во тензиона пукнатина - $Z_v$ $Z_v = \frac{Z}{2}$	[m]	3,26	0,47	6,7
13	Површина на рамнина на лизгање - $A$ $A = (H - Z) * \frac{1}{\sin\alpha_l}$ или $A = (H - Z) * \cos\alpha_l$	[m <sup>2</sup> ]	1,66	41,40	35,22
14	Ширина на рамнина на лизгање - $b$ $b = \sqrt{L^2 - (H - Z)^2}$	[m]	0,76	34,38	23,10
15	Редуцирана кохезија - $Cr$ $Cr = \frac{C}{1 + Ka * \ln * \left(\frac{H}{b}\right)}$	$\frac{[MN]}{[m^2]}$ =[MP]	0,27	0,52	0,50
16	Сила на притисок на водата кон површината - $U$ $U = \frac{1}{2} * \gamma_v * Z_v^2 * A$	[MN]	0,0270	0,0975	1,181
17	Сила на притисок на вода во тензиона пукнатина - $V$ $V = \frac{1}{2} * \gamma_v * Z_v^2$	[MN]	0,213	0,044	0,899
18	Сила на потенцијално нестабилна карпа - $W$ $W = \frac{1}{2} * \gamma_k * H^2 * \left[ \left( 1 - \left( \frac{Z}{H} \right)^2 \right) * ctg\alpha_l - ctg\alpha \right]$	[MN]	0,140	0,915	8,746
19	Коефициент на сигурност - $F$ $F = \frac{Cr * A + [W * \cos\alpha_l - K_a * \sin\alpha_l] - U - V * \sin\alpha_l}{W * (\sin\alpha_l + K_a * \cos\alpha_l) + V * \cos\alpha_l} * tg\varphi$		<b>1,36</b>	<b>32,71</b>	<b>2,30</b>

#### 2.4. Оцена на коефициентот на сигурност за косините на откопното поле

Оцена на пресметаниот коефициент на сигурност за работниот агол на етажата, работната и завршната косина на откопното поле е прикажана во табела 2.

**Табела 2.** Оцена на пресметаниот коефициент на сигурност за косините на откопното поле

Показател	Коефициент на сигурност (F) определен со правилникот	Пресметан Коефициент на сигурност (F) за откопното поле	Оцена на пресметаниот коефициент на сигурност
Работни косини на парцијални етажи	1,0 до 1,05	1,36	ЗАДОВОЛУВА
Систем на работни етажи со транспортни патишта	1,15 до 1,20	32,71	ЗАДОВОЛУВА
Завршни косини на коп	1,3 до 1,50	2,30	ЗАДОВОЛУВА

### 3. АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТ ЗА КОСИНТЕ НА ОДЛАГАЛИШТЕТО

#### 3.1. Пресметка на аголот на работна и завршна косина на одлагалиштето

Аголот на етажната насипна косина  $\alpha_{ек}$  зависи од минералната суровина која се одлага. За мермерот овој агол на насипна косина вообичаено се движи помеѓу  $30^\circ$  -  $40^\circ$ .

- Пресметка за аголот на работна косина:

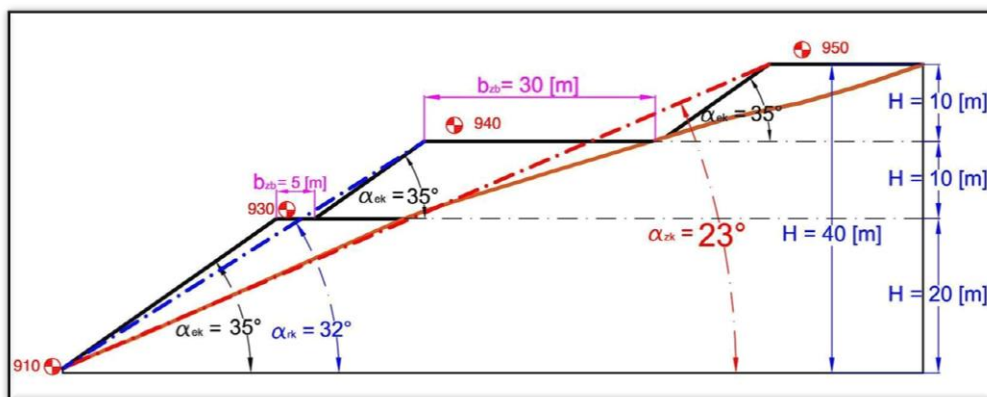
$$tg \alpha_{rk} = \frac{\sum H}{\sum H * ctg \alpha_{ек} + \sum b_{zb}} = \frac{20+10}{(20+10)* ctg 35 + 5} = \frac{30}{30*1,43+5} = \frac{30}{48} = 0,625$$

$$tg \alpha_{rk} = 0,625 \Rightarrow \alpha_{rk} = 32^\circ$$

- Пресметка за аголот на завршна косина:

$$tg \alpha_{zk} = \frac{\sum H}{\sum H * ctg \alpha_{ек} + \sum b_{zb}} = \frac{20+10+10}{(20+10+10)* ctg 35 + (5+31)} = \frac{40}{93} = 0,43$$

$$tg \alpha_{zk} = 0,43 \Rightarrow \alpha_{zk} = 23^\circ$$



**Слика 3.** Агол на етажна, работна и завршна косина на одлагалиштето

За одлагалиштето на површинскиот коп “Тумба” пресметани и усвоени се следните параметри:

- Агол на етажна косина  $\alpha_{ек} = 35^\circ$ ;
- Агол на работна косина на одлагалиштето  $\alpha_{rk} = 32^\circ$ .
- Агол на завршна косина на одлагалиштето  $\alpha_{zk} = 23^\circ$ .
- Заштитна берма  $b_{zb} = 5$  [m].

### 3.2. Пресметка на коефициентот на сигурност за косините на одлагалиштето

Пресметката на коефициентот на сигурност за работната и завршната косина на одлагалиштето е прикажана во табела 3.

**Табела 3.** Пресметка на коефициентот на сигурност за косините на одлагалиштето

Ред Бр.		Единица Мерка	Работен агол	Агол на работна косина	Агол на завршна косина
1	Висина на косина - <b>H</b>	[m]	20	30	40
2	Специфична тежина на карпата - $\gamma_k$	$\frac{MN}{m^3}$	0,02824	0,02824	0,02824
3	Специфична тежина на водата - $\gamma_v$	$\frac{MN}{m^3}$	0,01	0,01	0,01
4	Агол на внатрешно триење - $\varphi_1$ (определен лабораториски)	[°]	31	28	26
5	Кохезија - <b>C</b> (определена лабораториски)	$\frac{MN}{m^2}$ =[MP]	0,09	0,12	0,14
6	Коефициент на сеизмичност - <b>Ka</b>		0,2	0,2	0,2
7	Агол на наклон на косина - $\alpha_k$	[°]	35	32	23
8	Усвоен коефициент на сигурност за редуција на аголот на внатрешно триење - <b>f</b>		2	2	2
9	Редуциран агол на внатрешно триење - $\varphi$ $\varphi = \arctg * \frac{tg\varphi_1}{f}$	[°]	16,7	14,9	13,7
10	Агол на критична површина на лизгање - $\alpha_l$ $\alpha_l = \frac{1}{2} * (\alpha_k + \varphi)$	[°]	25,9	23,4	18,4
11	Длабочина на тензиона пукнатина - <b>Z</b> $Z = H * 1 - \sqrt{ctg\alpha_k * tg\alpha_l}$	[m]	3,36	5,01	4,64
12	Длабочина на вода во тензиона пукнатина - <b>Zv</b> $Zv = \frac{Z}{2}$	[m]	1,68	2,5	2,32
13	Површина на рамнина на лизгање - <b>A</b> $A = (H - Z) * \frac{1}{\sin\alpha_l}$ или $A = (H - Z) * \cos\alpha_l$	[m <sup>2</sup> ]	38,15	62,82	112,31
14	Ширина на рамнина на лизгање - <b>b</b> $b = \sqrt{L^2 - (H - Z)^2}$	[m]	34,33	57,63	106,60
15	Редуцирана кохезија - <b>Cr</b> $Cr = \frac{C}{1 + Ka * \ln * \left(\frac{H}{b}\right)}$	$\frac{MN}{m^2}$ =[MP]	0,10	0,14	0,17
16	Сила на притисок на водата кон површината - <b>U</b> $U = \frac{1}{2} * \gamma_v * Zv^2 * A$	[MN]	0,320	0,787	1,302
17	Сила на притисок на вода во тензиона пукнатина - <b>V</b> $V = \frac{1}{2} * \gamma_v * Zv^2$	[MN]	0,056	0,125	0,108
18	Сила на потенцијално нестабилна одложена маса - <b>W</b> $W = \frac{1}{2} * \gamma_k * H^2 * \left[ \left( 1 - \left( \frac{Z}{H} \right)^2 \right) * ctg\alpha_l - ctg\alpha \right]$	[MN]	3,257	8,151	13,963
19	Коефициент на сигурност - <b>F</b> $F = \frac{Cr * A + [W * \cos\alpha_l - Ka * \sin\alpha_l] - U - V * \sin\alpha_l}{W * (\sin\alpha_l + Ka * \cos\alpha_l) + V * \cos\alpha_l}$		<b>2,21</b>	<b>2,11</b>	<b>3,11</b>

### 3.3. Оцена на коефициентот на сигурност за косините на одлагалиштето

Оцена на пресметаниот коефициент на сигурност за работната и завршната косина на одлагалиштето е прикажана во табела 4.

**Табела 4.** Оцена на пресметаниот коефициент на сигурност за косините на одлагалиштето

Показател	Коефициент на сигурност (F) определен со правилникот	Пресметан Коефициент на сигурност (F) за одлагалиштето	Оцена на пресметаниот коефициент на сигурност
Работни косини на парцијални етажи	1,05 до 1,10	2,21	ЗАДОВОЛУВА
Работни косини на парцијални етажи и систем на косини	1,10 до 1,25	2,11	ЗАДОВОЛУВА
Завршни косини на одлагалиштето	1,3 до 1,50	3,11	ЗАДОВОЛУВА

## 4. ЗАКЛУЧОК

Од прикажаните пресметки и графичките прилози јасно се гледа дека коефициентот на сигурност за сите косини кои се предмет на пресметки, задоволува.

Согласно член 58 и 60 од Правилникот за техничките нормативи за површинска експлоатација на лежиштата на минерални сировини ("Службен лист на СФРЈ" бр. 4/86 и 62/87) потребно е да се врши проверка на геомеханичката стабилност на работните и завршните косини на површинскиот коп пред отворањето, при реконструкција на површинскиот коп и при измена на технологијата на откопувањето.

Аголот на работната и завршната косина мора да се проверуваат и контролираат најмалку еднаш на секои шест месеци согласно член 69 и член 72 од Правилникот за техничките нормативи за површинска експлоатација на лежиштата на минерални сировини ("Службен лист на СФРЈ" бр. 4/86 и 62/87).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стојкоски Г. 2014. Главен рударски проект за експлоатација на минерална сировина мермер на локалитетот "Тумба" с. Беловодица, општина Прилеп.
2. Hoek, E. 2000. Course Notes entitled Practical Rock Engineering (2000 ed., Chapter 11).
3. Hoek, E., Bray, J.W., 1974. Rock Slope Engineering – Appendix 3. Published for the Institute of Mining and Metallurgy., pp. 352 – 354.
4. Bishop, A.W. and Morgenstern, N., 1960. Stability coefficients for earth slopes. Geotechnique, Vol. 10, No. 4, pp. 164 169.
5. Hoek, E., Carranza-Torres, C., Corkum, B. (2002): Hoek-Brown failure criterion - 2002 edition. Rocscience Inc., <http://www.rocscience.com>,
6. Правилник за техничките нормативи за површинска експлоатација на лежиштата на минерални сировини ("Службен лист на СФРЈ" бр. 4/86 и 62/87).





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ИЗБОР НА ОПРЕМА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА АРХИТЕКТОНСКО УКРАСЕН КАМЕН ВО РУДНИЦИ КАДЕ НЕМА ТЕХНОЛОШКА ВОДА**

**Зоран Костоски<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Мраморбјанко, Прилеп

**Апстракт:** Во овој труд ќе ги прикажам најновите машини за експлоатација кои се користат на терени каде не е можно или е многу тешко да се донесе технолошка вода за сечење на архитектонско украсен камен.

### **ВОВЕД**

Во последниве децении при проектирањето а исто така и при експлоатацијата на архитектонско украсен камен се користат машини за сечење на каменот со дијамантска сајла(јаже) која се лади со технолошка вода. Овие машини се користат за сечење на ламели но и за секундарно кроење и оформување на камените блокови.Ваквите машини се евтини и се со помали габарити но работат во услови каде е лесно и евтино да се носи технолошка вода до работната површина бидејќи истите се големи потрошувачи на вода.Но многу често во природата има наоѓалишта на архитектонско украсен камен каде нема технолошка вода или истата е на голема оддалеченост и носењето до рудникот е премногу скапо.

Во вакви услови се почесто се појавува потреба од машини кои работат т.е. сечат без вода за ладење и затоа во овој труд ќе прикажам дел од нив . Исто така процедурите за користење на водите како во Македонија така и во европа се се построги така што и ние сме приморани при проектирањето да размислуваме за машини кои не користат вода за ладење на работниот алат и за испирање на талогот од сечењето.

При експлоатацијата на АУК во зависност од составот, од структурата на самиот камен како и од пристапноста и геометријата на коповите се користат различни машини кои работат без вода со различни карактеристики и предности кои во целост ги заменуваат машинитена на кои им е потрбна вода за ладење..

### **1. МАШИНИ ЗА СУВО СЕЧЕЊЕ НА АУК, ОПИС И КАРАКТЕРИСТИКИ**

Моментално во свето за одвојување на камени ламели(блокови со голема маса)од рудното тело се користат три технологии без употреба на вода а тоа се:

- 1.Со сечење на камената маса.
- 2.Со дупчење и цепење на камената маса.
- 3.Со топење на гранитите при што со плменик се прави тенок жлеб во ганитната маса.

## 1.1. Машини за суво сечење со ланец со видија заби

### 1.1.1. Машина со ланец со видија заби за суво сечење CSM 962

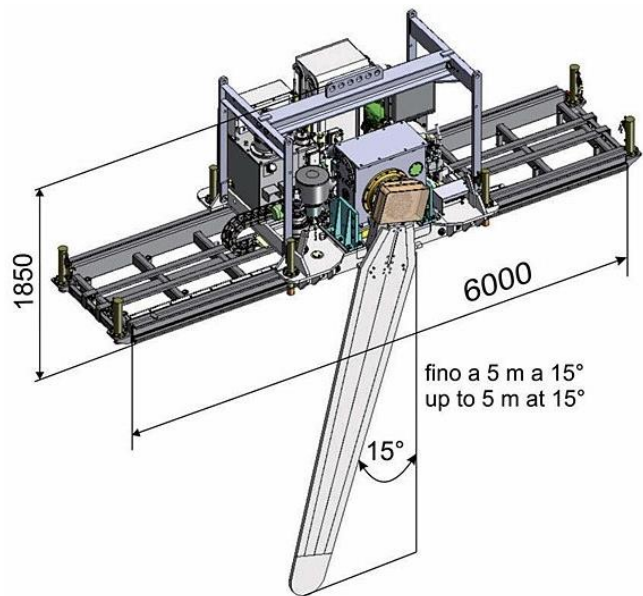


#### ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Снага на електромоторот	<b>53 kW</b>
Тежина на машината	<b>7.000 Kg</b>
Брзина на движење на ланецот	<b>1,2 m/sec.</b>
Брзина на движење на работна рака	<b>0 - 13 cm/min.</b>
Максималн длабочина на сечење	<b>4,50 m</b>
Стандардни должини на работна рака	<b>2-2,50-3-3,25-4-4,50 m</b>
Широчина на жлебот	<b>38-40-42 mm</b>
Ротација на работниот елемент	<b>360°</b>
Капацитет на резервоарот за хидраулично масло	<b>300 litres</b>
Капацитет на резервоарот за маст	<b>25 Kg</b>
Потрошувачка на маст за подмачкување и ладење	<b>up to 1,5 Kg/h</b>

Оваа машина се користи за хоризонтално потсекување на ламели и за вертикално сечење на резони и чела на ламели до висина од 4.5 метри.

### 1.1.2. Машина со ланец со видија заби за суво сечење CSM 963



#### ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Снага на електромоторот	<b>53 kW</b>
Тежина на машината	<b>8.000 Kg</b>
Брзина на движење на ланецот	<b>1,2 m/sec.</b>
Брзина на движење на машината	<b>0 - 13 cm/min.</b>
Максималн длабочина на сечење	<b>5 m</b>
Стандардни должини на работна рака	<b>2-2,50-3-3,25-4-4,50 m</b>
Широчина на жлебот	<b>38-40-42 mm</b>
Ротација на работниот елемент	<b>360°</b>
Капацитет на резервоарот за хидраулично масло	<b>300 litres</b>
Капацитет на резервоарот за маст	<b>25 Kg</b>
Потрошувачка на маст за подмачкување и ладење	<b>up to 1,5 Kg/h</b>



### 1.1.3. Машина со ланец со видија заби за суво сечење CSM 968



#### ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Снага на електромоторот	<b>65 kW</b>
Тежина на машината	<b>10.500 Kg</b>
Тежина на една шина со должина од 4 метри	<b>1.550 Kg</b>
Брзина на движење на ланецот	<b>0 - 1 m/sec.</b>
Брзина на движење на машината	<b>0 -13 cm/min</b>
Максималн длабочина на сечење	<b>7,30 meters</b>
Стандардни должини на работна рака	<b>from 3,25 to 7,30 meters</b>
Широчина на жлебот	<b>38-40-42 mm</b>
Ротација на работниот елемент	<b>360°</b>
Капацитет на резервоарот за хидраулично масло	<b>300 litres</b>
Капацитет на резервоарот за маст	<b>30 Kg</b>
Потрошувачка на маст за подмачкување и ладење	<b>up a 2 Kg./h</b>

Оваа машина се користи само за вертикално сечење на подолжниот и челниот сек на ламелите до висина од 7,3 метри.

#### 1.1.4. Машина со ланец со видија заби TERNA CST 965

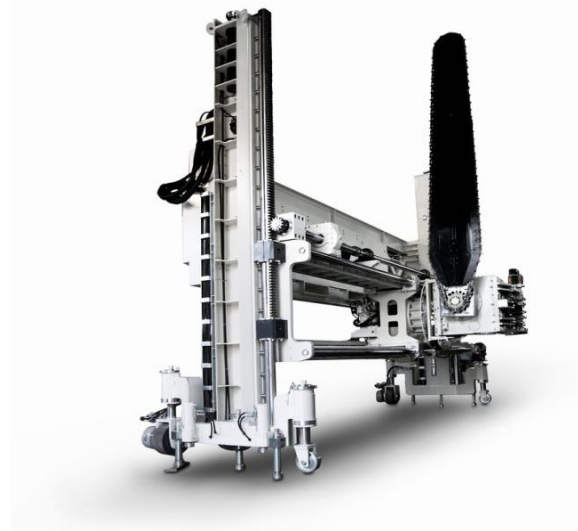


#### ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Ротација на работниот елемент	90 °
Вертикална висин на сечење	<b>3000 mm</b>
Хоризонтално поместување на работниот елемент	<b>1900 mm</b>
Должина на сечење на работната рака.(ножот)	<b>3,25 m</b>
Тежина на склопот за сечење	<b>3.500 kg</b>
Вкупна тежина на машината	<b>10.000 kg</b>

Овие машини се користат за кроење и финално оформување на комерцијални блокови. Монтирани се на тактор или помали утоварни машинин на гумени тркала. Многу се подвижни и имаат предност во површински копови каде е потрбно често преместување на машината на поголеми растојанија.

### 1.1.5. Машина со ланец со видија заби за галериска експлоатација TCM 988

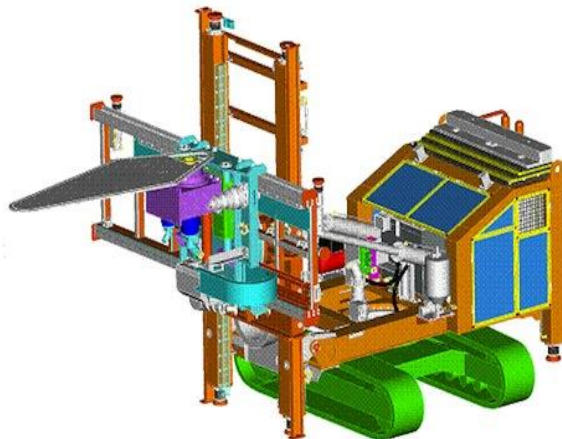


#### ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

- Длабина на сечење е 3м;
- Снага на моторо 45kw;
- пртисокот при сечењето е контролиран со хидраулика
- контролна табла со или без кабел
- тежина на машината: 17.000 kg
- тежина на 3 m шина за движене: 550 kg
- вкупно инсталирана снага: 60 kw

Ова машина се користи за верикално и хоризонтално сечење исклучиво во внатрешноста при галериско откопување на архитектонско украсен камен.

### 1.1.6. Самоодна ланчана пила со ланец за галериска експлоатација



Овие машини се доста гломазни ,се движат на сопствен дизел погон ,комплетно се опремени со хидраулика така што работникот скоро и да нема физичко оптеретување. Се користат за галериска експлоатација на архитектонско украсен камен. Имаат големи можности и различни правци на сечење во три оски и тоа на различни висини. Заради брзото поставување и прицврстување имаат голем учинок. Со машината ракува само еден работник и многу ретко му потребна помош. Недостаток им е што се доста скапи и работат само во здрава камена маса со голем коефициент

на искористување. Бара голема обученост на работниците и внимателнос при ракувањето.

## 1.2. Самоодна дизел дупчачка машина - perfora 2000



### ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

#### I Движечки дел составен од:

- Дизел Перкинс мотор со снага од 114 Нр
- Две хидраулични помпи + дополнителна помпа
- Триделен мултифункционален телескопски дел кој го носи работниот рам со макс. должина од 9,5м
- Хидрауличен компресор
- 4 пнеуматски тркала со погон на два диференцијали
- Автоматски отпрашувач мод. "BERMUDA MAXI"

#### II Работен (дупчачки) дел составен од:

- Два дупчачки чекани мод. "DOOFOR" 522CSD со тежина по 50 кг.
- Рорирачка глава
- 4 метарски транслаторен рам по кој се движат чекните
- 4 хидраулични стабилизатори
- Систем за хидраулично подесувње на аголот на дупчење
- Моноблок бургии
- Безжична или жична командна табла.

Овие машини се користат за кроење на ламели или комерцијални блокови. Исто така се користат за припрема на дупнатини за минирање на ламели во рудниците за гранит. Дупнатините во ред на растојание од 8 до 10см имаат функција на сечење.



### 1.2.1. Пнеуматска машина за дупчење PP 630



ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ на машина за дупчење PP 630

Потребен капацитет на компримиран воздух	<b>Lt /min. 4.500 7 bar</b>
Дијаметар на круно	<b>76 mm</b>
Дијаметар на цевките	<b>62 mm</b>
Должина на цевките	<b>1000 или 1500 mm</b>
Брзина на дупчење	<b>10-12 м/час во гранити</b>

### 1.2.2 Пнеуматска машина за дупчење PP 691



ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ на машина за дупчење PP 691

Потребен капацитет на компримиран воздух	<b>Lt /min. 8.000 7 bar</b>
Дијаметар на круно	<b>90 mm</b>
Дијаметар на цевките	<b>75 mm</b>
Должина на цевките	<b>1000 или 1500 mm</b>
Брзина на дупчење	<b>8-10 м/час во гранит</b>

Овие машини се користат за изработка на подготвителни дупнатини.

## **2. ЗАКЛУЧОК**

Машините за експлоатација на архитектонско украсен камен на кои не им е потребна вода се повеќе се користат во развиените земји бидејќи имаат виски учиноци, со нив ракува само еден работник, многу се безбедни за ракувачот и за останатите работници заради малата брзина на ланецот при сечење (околу 1,2м/сек додека дијамантското јаже при работа има брзина од 40м/сек). Исто така задоволуваат високи еколошки стандарди бидејќи не прават прашина и нема истек на технолошка вода во почвата и водотеците. Но најголемата предност во однос на останатите машини за експлоатација што го потенцирам во овој труд е тоа што можат да работат на места каде што други машини неможат да работат заради немање на технолошка вода или пак не е исплатливо секојдневно да се носи вода која значително ќе влијае на цената на производот.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Каталози и проспекти од реномирани Италијански производители на опрема.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **РАСПРОСТРАНЕТОСТ НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ ВО СВЕТОТ**

### **WORLDWIDE UNDERGROUND COAL GASIFICATION**

*Радмила Каранакова Стефановска<sup>1</sup>, Зоран Панов<sup>1</sup>, Ристо Поповски<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

**Апстракт:** Подземната гасификација на јагленот (ПГЈ) е ветувачка опција за идната употреба на не обработениот јаглен. Гасификацијата на јагленот е уште еден вид на технологија за добивање на чист јаглен кој што го заобиколува конвенционалниот процес на експлоатација на јагленот со претварање на јагленот во гас. Има над 50 пробни или пилот операции на ПГЈ насекаде низ светот.

**Клучни зборови:** Подземна експлоатација на јаглени, Syngas, распространетост, CCS

**Abstract:** Underground coal gasification (UCG) is a promising option for the future use of coal that is not processed. Underground coal gasification is one kind of the technology to produce clean coal, which evades the conventional process of coal exploitation and converts coal into gas. There are over 50 samples or pilot operations of the Underground coal gasification all over the world.

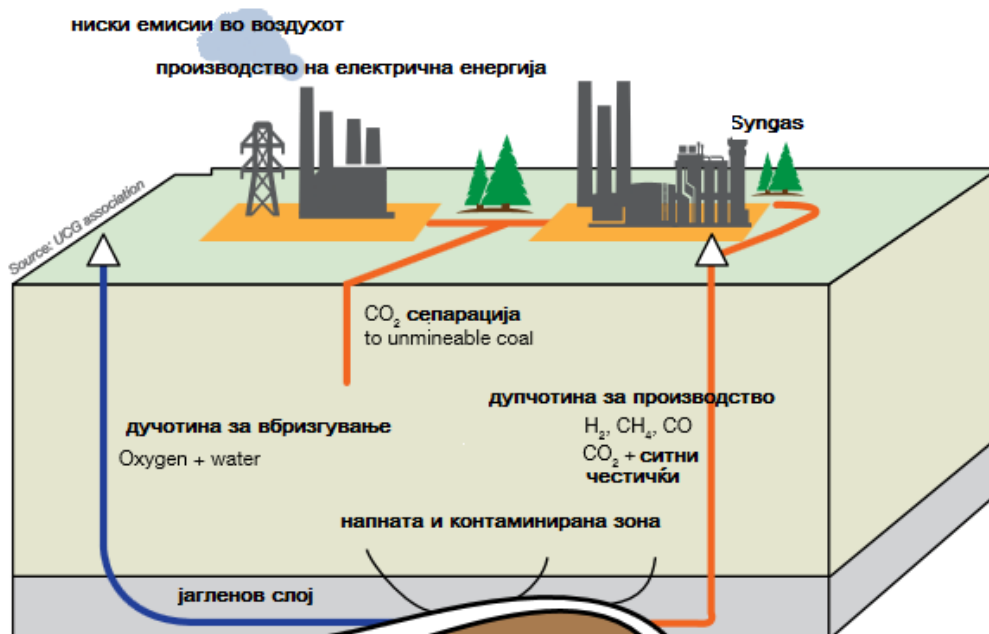
**Key words:** Underground coal gasification, Syngas, worldwide, CCS

### **ВОВЕД**

Фосилните горива, особено јагленот ќе продолжи да биде главен извор на енергија уште многу децении- се предвидува неговата побарувачка да се зголеми за 20% меѓу 2008 до 2035 год и покрај тековниот тренд за обновливите извори на енергија. Меѓутоа, јагленот е еден од примарните загадувачи на животната средина и неговата употреба предизвикува зголемување на концентрацијата на CO<sub>2</sub> во атмосферата. Многу од светските наоѓалишта на јаглен се многу длабоки за експлоатација со конвенционалните методи (површинска и подземна експлоатација). Подземната гасификација на јаглени (UCG- Underground Coal Gasification) овозможува пристап до јагленовите наоѓалишта кои би во спротивно останале неискористени. ПГЈ е технологија на лице место, да се зачува горивото или сировинската вредност на јагленот кој што не е економски достапен преку конвенционалните технологии за зачувување. На тоа се гледа како на важен начин за искористување на ниско рангираните јаглени и оние кои не се експлоатираат. Сепак, и покрај концептот да се биде релативно едноставен, во пракса и не е така лесно.

## 1. ЕДНОСТАВЕН КОНЦЕПТ

Кон ПГЈ се има пристапено на многу различни начини. Старата техника на гасификација на јагленот на лице место била со изработка на две вертикално издупчени дупчотини една дупчотина за вбризување и за производство. Процесот се состои од три чекори. Во првиот чекор се дупчат дупчотини за вбризување и за производство од површината до слоевите со јаглен и високо водопропуслив пат е направен помеѓу двете дупчотини. Пред чекорот за гасификација направен е пат за поврзување на вбризувањето и производството. За време на процесот низ дупчотината за вбризување се инјектираат агенси како што се воздух, кислород збогатен со воздух или кислород со пареа) при што се создава реакција помеѓу јагленот и инјектираниот гас која создава мешавина на гасови позната како SYNGAS, што може да се искористи како гориво или како хемиска суровина. Основните состојки на сингас од ПГЈ се  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ , и  $H_2S$ . Подземната гасификација на јаглен како процес го има потенцијалот да биде поврзан со процесот на задржување и конфискување на јаглеродот (Carbon Capture Storage).

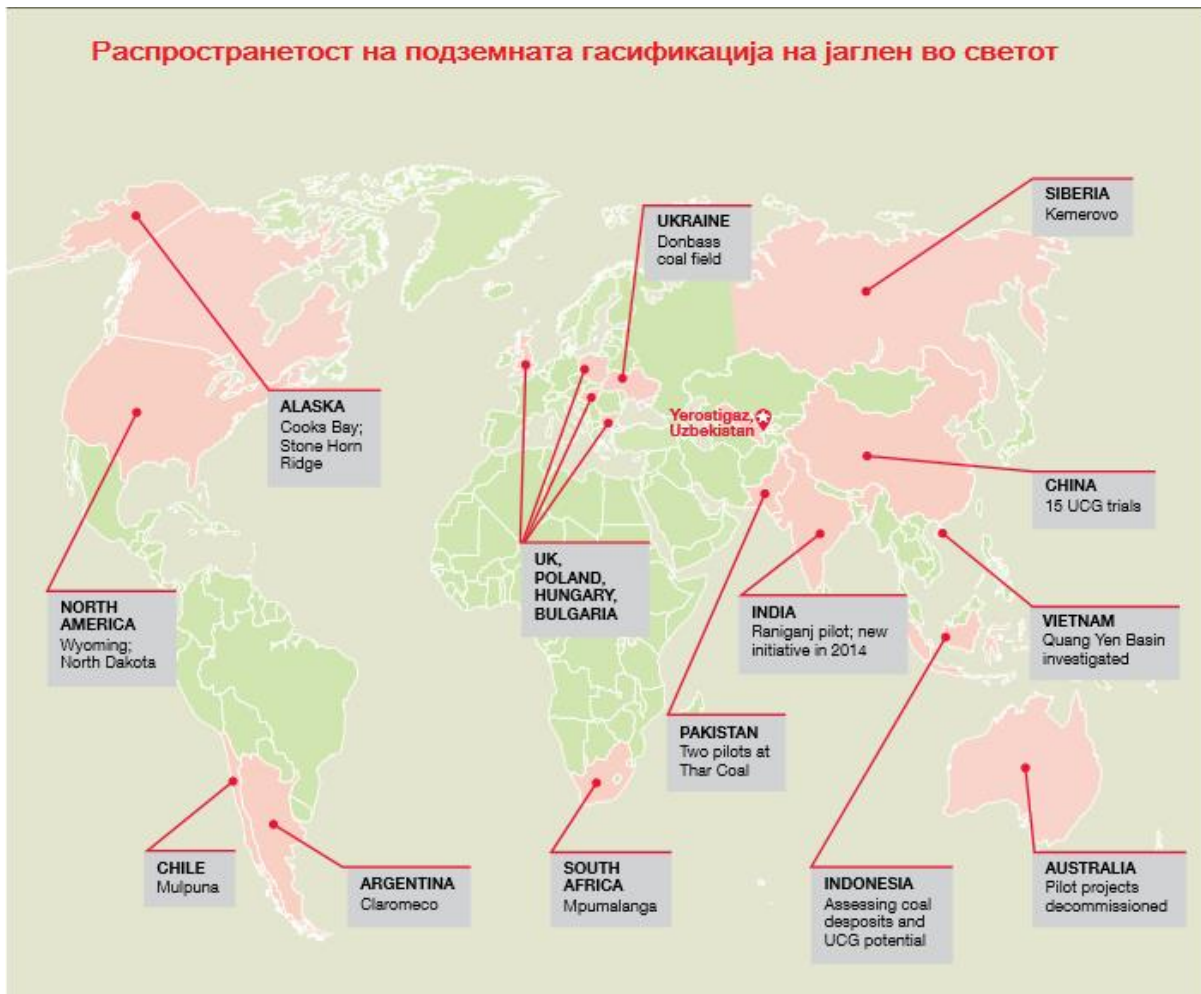


Слика 1. Шематски приказ на процесот на Подземна гасификација на јаглен

## 2. ПРАКТИЧНОСТ НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН

Концептот за Подземната гасификација на јаглен е многу едноставен но развојот на системот за работа во пракса се докажал како многу тежок и комплициран. Како главни проблеми се покажале прецизноста на дупчењето во слоевите, контролирање на реакцијата внатре во слојот како и производството на постојан и високо квалитетен гас. Значајни експерименти не можат да бидат направени во лабораторија, па испитувањата мора да се прават по пилот проект, кој е скап и одзема многу време. Обично се потребни повеќе проценки за истражување на лице место, економски студии и безбедност за да се убедат финансиските институции, дозволувајќи властите и инвеститорите да ги подржуваат комерцијалните проекти. Бидејќи повеќето постоечки проекти на ПГЈ и истражувања се направени во различни држави и региони, конвентирањето на стекнатото знаење во комерцијална практика и споделување на искуства значително би ја зголемила економската остварливост на ПГЈ. Неколку моментално ја разгледуваат ПГЈ во однос на конвенционалната експлоатација на

јаглен каде јагленот може да се извади економично со користење на веќе докажани методи.



Слика 2. Распространетост на Подземната гасификација на јаглен

## 2.1. Глобална слика

Австралија, Европа, Канада и од неодамна Јужна Африка го водат развојот на технологијата за Подземната гасификација на јаглен уште од 2000 година. Австралиската Компанија Linc Energy денес ги поседува единствените комерцијални постројки за Подземна гасификација на јаглен во светот, во Yerostigaz во Узбекистан континуирано се произведува сингас од 1 милион  $m^3/dnevno$  уште од 1961 год., додека во Австралија во рудникот Чинчила се конструирани постројки за претворање на сингасот во течност (gas to liquid production). Други компании како на пример Carbon Energy и Sougar се обиделе да создадат нивни проекти на ПГЈ но на сите проекти во Квинсланд моментално им се повлекува овластувањето. Иднината на комерцијалноста на ПГЈ во Квинсланд ќе зависи од задоволителноста на затворање и реставрација на пилот тестовите, и одобрување на дел по дел од процесите на околната средина. Solid Energy во Нов Зеланд направил пилот тестирање на ПГЈ во Huntly West во февруари 2012, но проектот бил затворен и комерцијалната фабрика суспендирана поради внатрешни финансиски причини. Како и да е, некаков прогрес имало во Азија, поточно во Кина. Кина има направено околу 15 проби за ПГЈ до денес. Групацијата ЕЕН која е дел од Hebei основана Групација XinAo, блиску соработува со компании од Узбекистан, САД, Австралија, Јужна Африка и ЕУ со цел за користење на сингасот од ПГЈ за хемиско производство. Во 2011 година, 1,5 билиони американски

долари биле вложени за комерцијално партнерство помеѓу Велика Британија и Кина за гасифицирање на 6 милиони t/god закопан јаглен во Yi He јагленова област во Внатрешна Монголија за производство на 1000 MW енергија. Покрај тоа, австралиската Carbon Energy има договор за технолошка дозвола со Shanxi Coal за да ја комерцијализира нивната патентирана “keyseam” технологија за ПГЈ во Провинцијата Shanxi, додека Индија започнала со пилот проект на ПГЈ во Raniganj јаглената област во 2005 која ја достигнала фазата на истражно дупчење на дупчотини. Неколку обиди се направени во Индија за започнување на комерцијализирана ПГЈ во определени блокови на ПГЈ, и е планирана нова иницијатива во 2014. Во 2010, во Пакистан е започнат проектот за ПГЈ во Thar Coal рудникот, со цел да направи две пилот електрани од 5 MW да произведуват 8000 MW до 2015. Индонезија има утврдено јагленови наоѓалишта и можности за развој на проект за ПГЈ во една од областите во Јужна Суматра, и две други области во Источен Калимантан. Компанијата Duong Do во Виетнам соработува со Gazprom за да ја истражи можноста за ПГЈ во Quang Yen Басенот.

Во меѓувреме, назад на запад во САД и Канада со декади биле спроведувани теренски испитувања и моделирања за ПГЈ и во индустријата и во претпријатијата за истражување. САД го превземал комерцијалниот развој на ПГЈ во Вајоминг, Кукс беј Аљаска и Северна Дакота. Водечкиот проект во Вајоминг воден повторно од Linc Energy е близу до добивање на дозвола за пилот тестирање. Канадската компанија Laurus Energy планира да развие проект на ПГЈ во Stone Horn Ridge близу до реката Белуга во јужна Аљаска. Проектот ќе биде дизајниран и развиен со способност за задржување и складирање на јаглерод. Мометално, Swan Hills Synfuels со Synergia Polygen успешно завршиле ПГЈ испитување на 1400 м и бараат финансиска помош за комерцијализирање на проектот. Во Европа еден важен и неодамнешен проект превземен од GIG во Полска е водородно ориентирана подземна гасификација на јаглен за Европа (или „HUGE“) проект (2007-2010), и неговиот наследник HUGE2 (2012-2015) финансиран од Фондот за истражување на јаглен и челик (Research Fund for Coal and Steel) и донесувајќи соработувачки партнери од седум земји членки. Во Унгарија, Wildhorse Energy го завршила истражувањето за пред-остварливост за проектот на ПГЈ во Mecsek hills ( во 2012), кои заклучиле дека проектот е атрактивен и економски и технички. Проектот моментално е во фазата за рентабилност. Red Mountain Energy во Русија започнала проект за ПГЈ во регионот Кремерово во Сиберија во 2011, и е моментално во фазата за рентабилност. Првично сингасот од ПГЈ ќе биде искористен за производство на електрична енергија за локален град. Украина продолжила да работи на ПГЈ и локациите во Донските јаглените области кои повторно се проценуваат.



**Слика 3.** Украинските Донски јагленови басени кои се истражуваат и оценуваат за пилот тестови



Велика Британија има големи резерви на јаглен и на копно и во вода во Северното Море. Иницијатива за ПГЈ (2000-2005) водена од UK Coal Authority и подржана од тогашниот Британски Оддел за трговија и индустрија (ОТИ) кои ја истражувале остварливоста на ПГЈ во Велика Британија. Главниот заклучок бил дека ПГЈ првично треба да се гледа како близу и вливот на технологија и локација биле идентификувани во Firth of Forth како можна пробна локација. Од 2008 повеќе од 20 лиценци биле издадени за истражување на ПГЈ на локации во вода. Главните играчи се Clean Coal (Swansea, Cromer, Humberside, Canonbie и Sunderland), BCG (Firth of Forth), Five quarters (Newcastle) и владата на Велс (N Wales, Irish Sea). Cluff Natural Resources од неодамна се приклучиле кон напорите, со дозволи за истражување и пет локации во вода во Шкотска, Велс и Камбрија во Англија. Во 2007 Eskom овластил пилот фабрика за ПГЈ (3 MW) веднаш до Majuba електраната во Mpumalanga во Јужна Африка и во 2010 произведениот сингас бил искористен за коопштање на јаглен во електраната. Одтогаш Eskom ги здружил силите со Sasol во развојниот проект ZAR1 bn (САД\$92m). Во Јужна Америка, во јуни 2013, Carbon Energy потпишале меморандум за разбирање (MP) со групацијата Delmo за да обезбедат технологија за ПГЈ и соодветни услуги за комерцијални размери на ПГЈ во јаглениот залив Claromoco во Аргентина. Претходно Carbon Energy најавил заеднички проект со Antofagasta Minerals во Мулпуна во Чиле. Студиите за пред одобрување за производство на електрична енергија биле завршени, и проектот цели кон снабдување на минимум 250 MW електрана.

### **3. ПГЈ ВО КОМБИНАЦИЈА СО CCS**

ПГЈ кога е комбинирана со задржување и складирање на јаглеродот (CCS) има потенцијал да ја обезбеди потребната енергија без зголемување на стаклените гасови и други штетни емисии. Сингасот може да биде процесирани да го отстрани делумно или целосно CO<sub>2</sub> пред да стигне до крајните корисници (индустриско греење и електрична енергија), со што се обезбедува извор на чиста енергија со намалување на емисиите на стаклениот гас. Во денешниот свет управувањето со јаглеродот и контролирањето на CO<sub>2</sub> емисиите се најверојатно да станат субјекти кои би можеле да ја утврдат иднината на индивидуалниот развој на ПГЈ. Како и да е, комбинирањето на ПГЈ со CCS сеуште е под истражување и досега не се направени никакви пробни проекти.

### **4. ПРЕДИЗВИЦИ ВО ИДНИНАТА**

Иако во некои држави веќе се формирале полиси за дозволи на ПГЈ (пр. Австралија, Велика Британија, Канада, Нов Зеланд и САД), недостатокот од специфични одредби во други држави може да покаже негативен прогрес. Предизвикот да се осигура комерцијалната издржливост на технологијата за ПГЈ е значајна, но овие пречки можат да се надминат со имплементирање на правилните полиси и аргументи за да се убеди јавноста. Додека владината подршка за технологијата е потребна за производство на веродостојно техничко знаење и база на експертиза, повеќе проекти мора да бидат имплементирани за тестирање на можни пристапи кон ПГЈ. Покрај тоа, некои комерцијални обласни проекти можат да послужат како можни локации за развој и тест мониторинг, симулација, напредни техники на дупчење и пристапи за потврдување на одржливоста на животната средина на ПГЈ. Соработувањето и споделувањето на експертизите и знаењето помеѓу проекти и влади е од главно значење за комерцијализација и развој на индустријата на ПГЈ. Државите со најголем интерес и најактивни програми во ПГЈ се: Кина, Индија, Јужна Африка, САД, Канада, Австралија и некои земји членки на ЕУ. Кина, Јужна Африка и Канада можеби се земјите кои се најблизу до комерцијализирање надвор од ЕУ.





**Слика 4.** Конвенционална метода за експлоатација на јаглен

Внатре во ЕУ, земјите кои покажуваат најмногу прогрес се Полска, Унгарија и Велика Британија. Европската унија ги подржала работите во Бугарија и Полска, и неодамнешната FP7 студија на ПГЈ и CCS која ја нуди можноста за производство на низок јаглерод по конкурентна цена. Иако поголемиот број од влијанијата на животната средина од ПГЈ се позитивни, како значителното намалување на оштетувањето на површината и празнењето на цврстиот отпад како и емисиите на сулфур диоксид ( $\text{SO}_2$ ) и азот оксид ( $\text{NO}_x$ ), постојат и некои загрижувања за животната средина поврзани со ПГЈ, на пример загадувањето на водопропустливите слоеви. Органски и честопати отровни материјали (како фенол) остануваат во подземните слоеви после гасификацијата и поради тоа веројатно е да протечат во подземните води. Како и да е, некое истражување покажало дека траењето на таквата супстанца во водата е кратко и дека подземната вода се обновува за неколку години. Со ригорозни процедури на селекција на локации во однос на хидролошки услови може да се намали ризикот од загадување на подземните води. Модерната ПГЈ е нова индустрија за публиката и медиумите. Јавното прифаќање на оваа зелена технологија ќе зависи од повеќе успешни истражувања и проби за да се демонстрира нејзината предност финансиски и со влијание врз животната средина над традиционалните рударски методи.

## **5. ЗАКЛУЧОК**

Подземната гасификација на јаглени во светот е доста застапена, овозможува и дава шанси за одредена доза на енергетски оптимизам на оние кои и посветуваат внимание и вложуваат во нејзиниот развој. Со сето ова, секој допринос и активирање во освојувањето на технологијата на подземна гасификација на јаглени е добредојдено ако мислиме на подобра енергетска иднина.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Yang, D, Sheng, Y and Green, M (2014) UCG: Where in the world? TCE The Chemical Engineer (872), 38-41, ISSN 0302-0797
2. Burton, E., Friedman, J., Upadhye, R., Best Practices in Underground Coal Gasification, Lawrence Livermore National Laboratory, 2011
3. UCG Engineering, Ltd., 2006, Underground Coal Gasification: Basic Concepts. <http://www.coal-ucg.com/concept2.html>



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **СПЕЦИЈАЛНИ МИНИРАЊА ВО РАЗДРОБЕНИ ЗОНИ ПРИ ДОБИВАЊЕ НА МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ**

### **SPECIAL BLASTING IN SPLIT – BROKEN ZONES IN OBTAINING MARBLE BLOCKS**

*Ристо Дамбов<sup>1</sup>, Игор Стојчески<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип,*

*<sup>2</sup>Мермерен комбинат, Рудник Сивец, Прилеп*

**Апстракт:** Со цел за растресување на некавалитетните зони и зоните со присутни пукнатини се врши дупчење и минирање на овие зони. Пред самото минирање се оконтурова блокот за минирање со правење на резови со дијамантски жични пили и со потсек со каменорезна машина или со дијамантски жични пили.

На овој начин се врши одделување на блокот за минирање од цврстата мермерна маса при што се врши заштитување на здравиот квалитетен дел од мермерната маса од ефектите од минирање како што се детонаторскиот ударен бран и од сеизмичкото дејство. За намалување на сеизмичките потреси на околниот мермерен масив се применува нонел систем за иницирање со сите негови елементи и предности кои ги има.

**Клучни зборови:** Мермер, минирање, растресени зони, нонел систем, сеизмички потреси

**Abstract:** In order to broken of substandard areas of marble and areas with cracks is done drilling and blasting of these areas. Just before blasting are prepare same block by making incisions with diamond wire saws and diamond chain machine. In this way are making separation of the block for mining of solid marble table where they're protecting the common quality of the marble table of the effects of blasting such as detonating shock wave and seismic effects and action. For reduction of seismic tremors in the surrounding marble massif are used nonel initiating system with all of its features and advantages they have.

**Key words:** marble, blasting, broken zones, nonel sistem, seismic tremors

#### **ВОВЕД**

При изведување на минските серии се појавуваат ефекти од експлозиите а како најизразени се звучниот ефект и сеизмичките осцилации на тлото или т.н. потреси. За дефинирање и намалување на овие негативни ефекти на површинскиот коп Сивец од страна на стручниот тим се преземени одредени мерки од техничко – технолошки аспект за мерење на сеизмичките потреси и промена на начинот на иницирање и методата на минирање. Целта на изведените минирања е да се утврди влијанието на ефектите од минирање на околните карпести маси – мермер

а посебно на локацијата каде би требало според проектот да се разработи отворање на галериски откоп и добивање на квалитетни мермерни блокови.

Површинскиот коп Сивец е висинско – длабински коп за добивање на квалитетен бел мермер. Етажите се со висина од 4 до 10 метри а според проектот тие се проектирани со висина од 8 метри. Се применува современа техника и технологија за добивање на мермерни ламели кои по соборувањето се сечат на помали димензии според стандардите за транспорт и доработка на гатери.

При вршење на минирања во рудниците и урбаните средини, каде што понекогаш се активираат различни количини на експлозив и тоа од неколку килограми до неколку илјади килограми експлозив, може да се предизвикаат негативни ефекти од аспект на безбедност на околните објекти или карпестиот масив.

Овие несакани ефекти во дадено време може да бидат проблем за безбедна работа или експлоатација, особено ако се применува метода на добивање со висок ризик на оштетување на карпестите масиви како во случајот на ПК Сивец.

Со оглед дека сите минирања на овој површински коп се изведуваат со релативно мали количини на експлозив, ефектите на воздушни удари, расфрлувањето на парчиња и појавата на штетни гасови се занемарливи и не се анализираат.

## 1. ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ ЗА МИНИРАЊЕ НА ПК

Дупчењето се врши со примарни дупчалки со пречник од 76 и 90mm. Длабочината на дупчотините е различна во зависност од дебелината на блокот, висината на етажата и методата на минирање.

Растојанието помеѓу дупките е различно и се движи од 0,5 , 1,0 до 2 метри пак во зависност од методата на минирање и пречникот на дупчење.

Според постојната техника на дупчење најчесто се прават хоризонтални мински дупки а во некои случаи се прават и дополнителни вертикални дупки кои се минираат заедно за добивање на подобра гранулација.

Минирањето (во досегашната експлоатација) се изведува со примена на патронирани прашкасти експлозиви со пречник од 28mm кои во дупките се поставуваат како сноп како би се заполнил целиот пречник од минската дупчотина. Се применува експлозив тип АМОНИТ – 6 со брзина на детонација од преку 3600 m/s. За иницирање за користи детонаторски фитил од индиско производство и брзина на детонација од преку 4000m/s.

### 1.1 Проверка и предлог на метода на минирање

#### 1.1.1 Избор на тип на експлозив

При изборот на најпогоден тип на експлозив се тргнува од три најважни критериуми а тоа се:

- работната средина, односно можностите за пренос на енергија
- минерско - техничките карактеристики на експлозивот, и
- цената на дупчечко - минерските работи.

Најголемо искористување и процент на пренесување на ослободената енергија од експлозивот во карпестиот масив се постигнува ако вредностите на акустичните импеданси на експлозивот и на работната средина се приближно исти или нивниот сооднос е приближно 1 (еден).

Аналитички овој сооднос е:

$$Z_e = Z_s \quad \text{или} \quad r_e \cdot D_e = \gamma \cdot V_p \cdot K_{ras}$$

каде се:  $Z_e$  - акустична импеданса на експлозивот

$Z_s$  - акустична импеданса на работна средина (мермер)

$r_e$  - густина на експлозивот, g/cm<sup>3</sup>

$D_e$  - детонаторска брзина на експлозивот, m/s

$\gamma$  - зафатнинска маса на карпата,  $\text{g/cm}^3$

$V_p$  - брзина на простирање на подолжни акустични бранови,  $\text{m/s}$

$K_{\text{рас}}$  - коефициент за корекција во однос на степенот на распуканост, (0,3 - 0,6)

Според физичко - механички карактеристики споменатите физички параметри изнесуваат:

$$V_p = 3500 \text{ m/s}, \gamma = 2,8 \text{ t/m}^3, \mu = 0,3, K_{\text{рас}} = 0,40$$

Коефициентот на способност за акумулација на енергијата изнесува:

$$S = \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{(1 - \mu)} = 0,74$$

Според добиениот параметар за овој тип на карпи истиот е со релативно висока вредност на коефициент на способност за акумулирање на енергија што практично значи дека треба да се применуваат по слаби експлозиви од аспект на ослободување на топлина при експлозија, брзина на детонација, густина на експлозивот и др.

За оптимално искористување на енергијата на експлозивот потребно е:

$$Z_s = Z_e, \text{ т.е. } r_e \cdot D_e = \gamma \cdot V_p \cdot K_{\text{рас}},$$

од овде за  $D_e$  следува:

$$D_e = \frac{V_p \gamma}{\rho_e} K_{\text{рас}}, \text{ m/s}$$

За потребната детонациона брзина на експлозивот се добива:

$$D_e = \frac{3500 \cdot 2,8 \cdot 0,40}{1,1} = 3563,6 \text{ m/s}$$

Ова значи дека одговараат прашкасти АН - патронирани експлозиви со слична или помала детонациона брзина. Во следната табела се дадени минерско - технички карактеристики на некои типови на експлозиви со слични карактеристики кои можат да се применуваат на овој површински коп.

### 1.1.2 Избор на начин на иницирање

**За намалување на звучниот ефект и воведување на секвенционално милисекундно иницирање се применува нонел систем за иницирање.**

Во пракса овие системи се применуваат поединечно или многу често во одредени комбинации со класичните елементите за иницирање.

Системите со цевчиња се, најнови неелектрични системи, во поново време во светот многу популарни и применувани.

Карактеристични се по тоа што водовите низ кои се пренесува иницијалниот импулс се од пластични цевчиња во кои што е вграден - нанесен на внатрешната страна слој на реактивна смеса.

Импулсот се пренесува со бурна реакција на смесата низ цевчето, во форма на ударен бран. При тоа цевчињата остануваат неоштетени, односно реакцијата останува затворена во цевката, што значи **без никаков механички, топлотен, звучен или друг ефект на околината.**

Ударниот бран што се движи низ цевчето е доволно силен да го иницира забавувачкиот елемент во нонел детонаторот, но не е доволен да ја разори пластичната маса од цевчето (брановодот) или да иницира блиску поставени до него експлозиви или други цевчиња.

Брзината на реакцијата на смесата или гасовите во цевката т.е. брзината на пренос на импулсот се движи во границите од **2000 - 2300 м/с.**

Кај етажните минирања на коповите, покрај површинско забавување помеѓу дупчотините, се применува и длабинско забавување подеднакво во сите дупчотини,

кое треба да овозможи иницијалниот импулс да помине доволно далеку низ мрежата, така што карпестата маса да не го прекине делот од мрежата кој не е активиран. Бидејќи при минирање карпите го зголемуваат својот обем за околу **50%**, мора за многу кратко време да се ослободи простор за тоа зголемување на обемот.

- **Основни практични правила за работа со Нонел системот**

Нонел системот не може да биде проверен со инструменти. Поради таа причина од исклучителна важност е да се постигне добра организација на сврзување на шемата, при што е потребна добра визуелна контрола.

*Пред поврзување:* треба да се користи Нонел детонатор со должина на цевчето, соодветна на длабочината на дупчотината и на растојанијата меѓу нив. Тоа ќе го олесни зарезувањето и сврзувањето на мрежата, ќе ја олесни контролата и ќе ги намали трошоците. Кога ќе се отвори пликот не треба да дојде до нарушување на Нонел цевчето. Се проверува дали Нонел цевчето има јазли и прекинувања. Ако Нонел цевчето е оштетено, детонаторот не треба да се користи.

*Поврзување на Нонел-системот:* Поврзувањето на соединувачките елементи треба да е што поблизу до дупчотината. Тоа ќе го олесни проверувањето на полето. Должината на цевката меѓу конекторите треба да е најмалку 0,6 метри. Треба да се провери цевчето да не е оштетено со неговите соединувачки елементи. Доколку е оштетено не треба да се користи. Мрежата на поврзување на површината на минското поле треба да е најкратка, но да не е оптегната.

*После поврзување на мрежата:* Треба да се провери дали шемата на врзување е правилно врзана и дали сите детонатори се поврзани во системот. Многу е важно главната Нонел-линија да не е прекината. Ако полето биде иницирано со електричен детонатор и или со Кап. бр.8, тој треба да се поврзе кога целиот систем е потполно подготвен за минирање. Детонаторот со којшто се иницира Нонел-системот, треба да биде заштитен од моментот на поврзување до моментот на минирање. Тоа може да биде направено со покривање со прирачни средства од теренот како што се тенки дрвца, празни кутии, хартии и др.

## **2. АНАЛИЗА НА МИНСКИ СЕРИИ**

За проверка и анализа од усвоените параметри на минирање изведени се повеќе мински серии. Овие минирања се изведени со различни типови експлозиви, со примена на нонел систем на иницирање и претходно се поставени мерни инструменти за регистрација на сеизмичките потреси т.е. за мерење на осцилациите на тлото. Локација на мерните инструменти беше дефинирана според потребите на технолошкиот процес а со цел дефинирање на безбедносни растојанија за заштита на здравата мермерна маса и околните рударски објекти (управна зграда, погонска барака, галериски влез и.т.н.).

За оваа цел и во рамките на овој труд ќе бидат прикажани резултатите од две мински серии.

Сите серии беа изведени во мермерна маса со изразени геолошки деформитети, ласови и пукнатини со различен карактер.

### **МИНСКА СЕРИЈА БР.1**

♣ Оваа минска серија беше лоцирана на Раб. бр. 8 V етажа со вкупна зафатнина од 300 м<sup>3</sup>. Шематскиот приказ на серијата е прикажан на сликата 3.4 со основните дупчечко – минерски параметри.

За оваа минирање се изработени 7 (седум) хоризонтални дупчотини на висина од 1,5 метри од подот на етажата. Длабочината на истите беше 3,0 метри. Беа распоредени во еден ред со растојание од 2,0 до 2,2 метри. Пречникот на дупчење е 90 мм.

На сликата 1 исто така се даден и шематски приказ на минската серија и начинот на поврзување со податоци за полнењето.

За полнење се користеше експлозив Амонех – 4 , од фирмата Детонит- Радовиш. Експлозивот е со ознака 60/1000 (**Φ60мм**, и тежина на еден патрон 1000 гр.)

Распоредот на експлозивот по дупчотини и нивната должина се дадени во табелата 1.

**Табела 1.**

Реден број на дупчотина	Длабочина на дупчотина, $L_b$ (m)	Количина на експлозив, $Q_b$ (kg)
1	3,0	4,0
2	3,0	4,0
3	3,0	4,0
4	3,0	4,0
5	3,0	4,0
6	3,0	4,0
7	3,0	4,0
Вкупно	<b>21</b>	<b>28</b>

Оваа минска серија се карактеризираше со присутни пукнатини и релативно компакна маса. Активирањето на експлозивот во дупчотините се вршеше со Нонел детонатори  $U_{500}$ . Иницирањето на нонел цевкичките беше со каписла бр. 8 и бавногорлив фитил.

#### ✦ **Инструментални мерења**

Регистрирањето на сеизмичките потреси се вршеше на 7 мерни инструменти опишани погоре поставени на истите локации како и претходната минска серија.

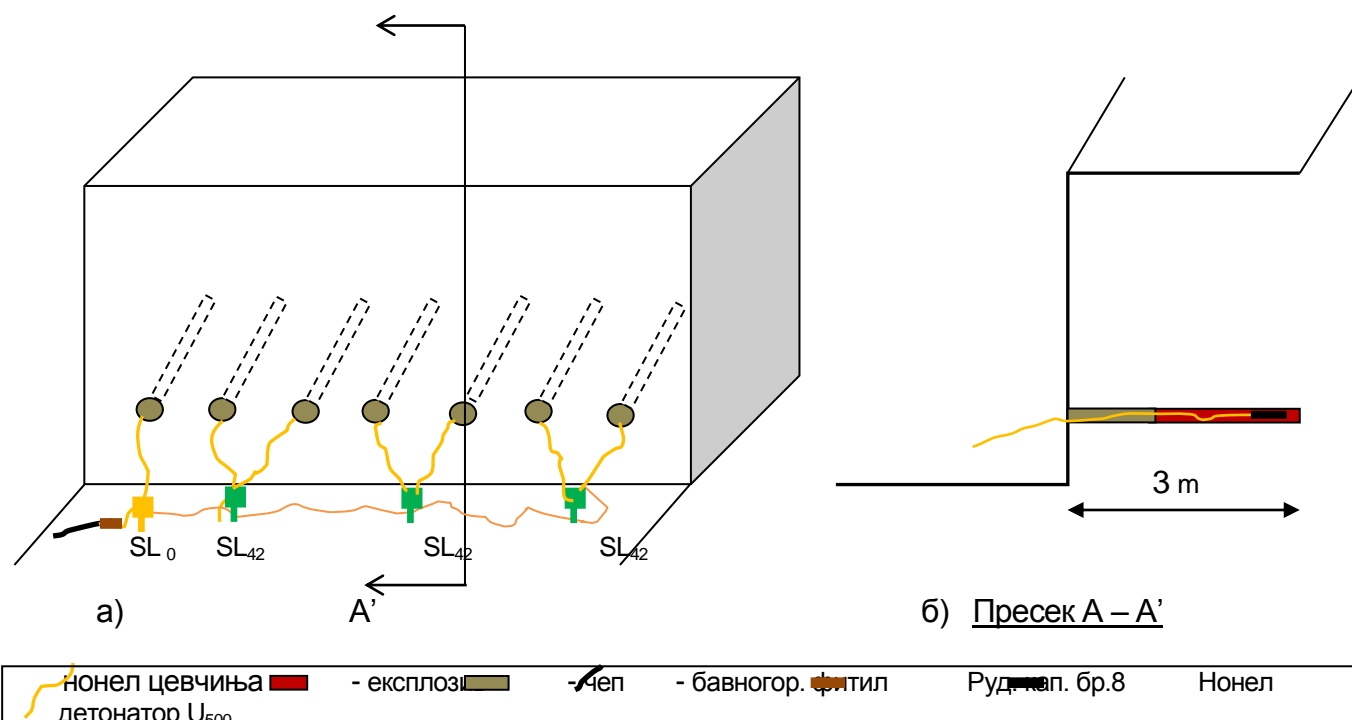
Заради прегледност на добиените резултати од мерењата во табелата 3.5 за секое мерно место (ММ-х) се дадени соодветните влијателни параметри и добиени сеизмички мерења:

- Растојание од центарот на минската серија (**МС**) до мерните места (**ММ**),
- Максимална количина на експлозив по еден интервал,  $Q_i$ ,
- Вкупна количина на експлозив по минска серија,  $Q_{vk}$ ,
- Максимална брзина на осцилирање по компоненти,  $V_V$ ;  $V_T$ ;  $V_L$ ,
- Резултантна максимална брзина на осцилации,  $V_{max}$ ,
- Стварна резултантна максимална брзина на осцилации,  $V_{st}$ .
- Пресметано редуцирано растојание, **R**.

**Табела 2.**

Мерно место, ММ	Растој. на минското поле до ММ, $m$	Максимална количина на експлозив по еден интервал $Q_i$ , $kg$	Вкупна количина на експлозив, $kg$ , $Q_{vk}$	Макс. брзина на осцилирање по компоненти, $mm/s$			Резултантна максимална брзина на осцилации, $V_{max}$ , $mm/s$	Стварна резулт. макс. брзина на осцилации, $V_{st}$ , $mm/s$	Пресметано редуцирано растојание $R$ , $m$
				$V_V$	$V_T$	$V_L$			
ММ-1	232,6	I int - 4,0 II int - 8,0 III int - 8,0 IV int - -8,0	<b>28,0</b>	-	-	-			
ММ-2	189,7			-	-	-			
ММ-3	154,0			-	-	-			
ММ-4	124,5			-	-	-			
ММ-5	87,0			0,6 8	1,422	0,938	<b>1,835</b>	<b>1,460</b>	29,8
ММ-6	34,3			4,4 5	10,10 8	9,183	<b>14,363</b>	<b>13,220</b>	76,0
ММ-7	85,7			1,2 9	2,683	2,047	<b>3,614</b>	<b>3,350</b>	34,0

**Напомена:** На мерните места каде е запишано (-) нивото на потреси е под нивото на осетливост на инструментите, односно со тригер (ниво на осетливост на инструментот) од **0,5 mm/s**.



Слика 1. Шематски приказ на минската серија и начин на поврзување

Според добиените резултати – ефекти од минирањето и мерените сеизмички ефекти може да се каже за оваа серија дека во однос на количината на експлозив и растојанието кон точите на отворање на галерискиот откоп влијанието е незначително и само на три инструменти се регистрирани мали осцилации на тлото и тоа на најблиските мерни места ММ-5, ММ-6 и ММ-7. Овие мерни места се оддалечени од од 140 до 330 метри од местото за локација на галерискиот откоп. Потрошувачката на експлозив изнесува:  $q = Q / V = 28 / 300 = 0,09 \text{ kg/m}^3$  или **0,032 kg/t** или **32 g/t**

Максималните брзини на осцилации кои се регистрирани според наведените критериуми се многу под дозволените вредности за осцилации ( $< 2 \text{ cm/s}$ ) и според тоа овие осцилации - потреси според Критериумите за потреси НЕМААТ ВЛИЈАНИЕ НА ОКОЛНИТЕ МЕРМЕРНИ МАСИ.

Безбедносното растојание во однос на потреси од минска серија на околниот мермерен масив се одредува според следната формула:  $r_s = K_s \alpha \sqrt[3]{Q}$ , (m) каде се:

$r_s$  - радиус на сеизмички опасна зона, m

$\alpha$  - коефициент кој зависи од показателот на дејство на експлозија ( $n=1,1$ )

$K_s$  - коефициент кој зависи од физичко – мех. карактеристики на карпестиот масив и се движи од 3 -20 (3 за цврсти комп. карпи, 30 за наноси, земјиште под вода или кал)

$Q$  - вкупна количина на експлозивно полнење, кг

За количина на експлозив од 28 кг која ќе се иницира **едновременно** за опасната зона на потреси ќе се добие:  $r_s = K_s \alpha \sqrt[3]{Q} = 5 \cdot 0,98 \cdot \sqrt[3]{28} = 14,8$  метри

Ова практично значи дека **во радиус од 15 метри оваа серија од 28 кг** едновременно активиран експлозив ќе има влијание на околниот масив во вид на потреси, ситни деформации и значителни вредности на брзината на осцилации.

### МИНСКА СЕРИЈА БР.2

♣ Оваа минска серија беше лоцирана на Раб. бр. 5 IV етажа со вкупна зафатнина од  $525 \text{ m}^3$ .



Шематскиот приказ на серијата е прикажан на сликата 3.5 со основните дупчечко – минерски параметри.

За оваа минирање се изработени 17 (седумнаесет) вертикални дупкотини, со длабочина од 6 (шест) метри. Две од дупкотините беа зарушени и не се употребени за мирање. Минските дупки беа распоредени во три реда и беа со неправилен геометриски распоред. Растојанието помеѓу нив беше 2,0 – 2,2 метри а помеѓу редовите беше 0,8 – 1,0м. Пречникот на дупчење е 90 мм.

На сликата 2 исто така е даден и шематски приказ на минската серија и начинот на поврзување со податоци за полнењето.

За полнење се користеше експлозив Атонех – 4 , од фирмата Детонит- Радовиш, која работи во состав на Трајал корпорација - Крушевац, Србија. Експлозивот е со ознака 60/1000 (**Ф60мм**, и тежина на еден патрон 1000 гр.) и е со валиден рок за употреба. Распоредот на експлозивот по дупкотини и нивната должина се дадени во табелата 3. Оваа минска серија се карактеризираше со присутни пукнатини и релативно компакна маса. Полнењето со експлозив беше со меѓучепови во вториот ред и се користени по два нонел –детонатори  $U_{500}$  за активирање на овие мински дупки.

**Табела 3.**

Реден број на дупкотина	Длабочина на дупкотина, $L_b$ (m)	Количина на експлозив, $Q_b$ (kg)
<b>Прв ред</b>		
1	6,0	3,0
2	0,0	0
3	0,0	0
4	6,0	4,0
<b>Втор ред</b>		
5	6,0	5,0 +2,0=7
6	6,0	5,0 +2,0=7
7	6,0	5,0 +2,0=7
8	6,0	5,0 +2,0=7
9	6,0	5,0 +2,0=7
10	6,0	5,0 +2,0=7
<b>Трет ред</b>		
11	6,0	3,0
12	6,0	3,0
13	6,0	3,0
14	6,0	3,0
15	6,0	3,0
16	6,0	3,0
17	6,0	3,0
<b>Вкупно</b>		<b>70</b>

Активирањето на експлозивот во останатите мински дупки се вршеше со Нонел детонатори  $U_{500}$ . Иницирањето на нонел цевкичките беше со каписла бр. 8 и бавногорлив фитил.

**\* Инструментални мерења**

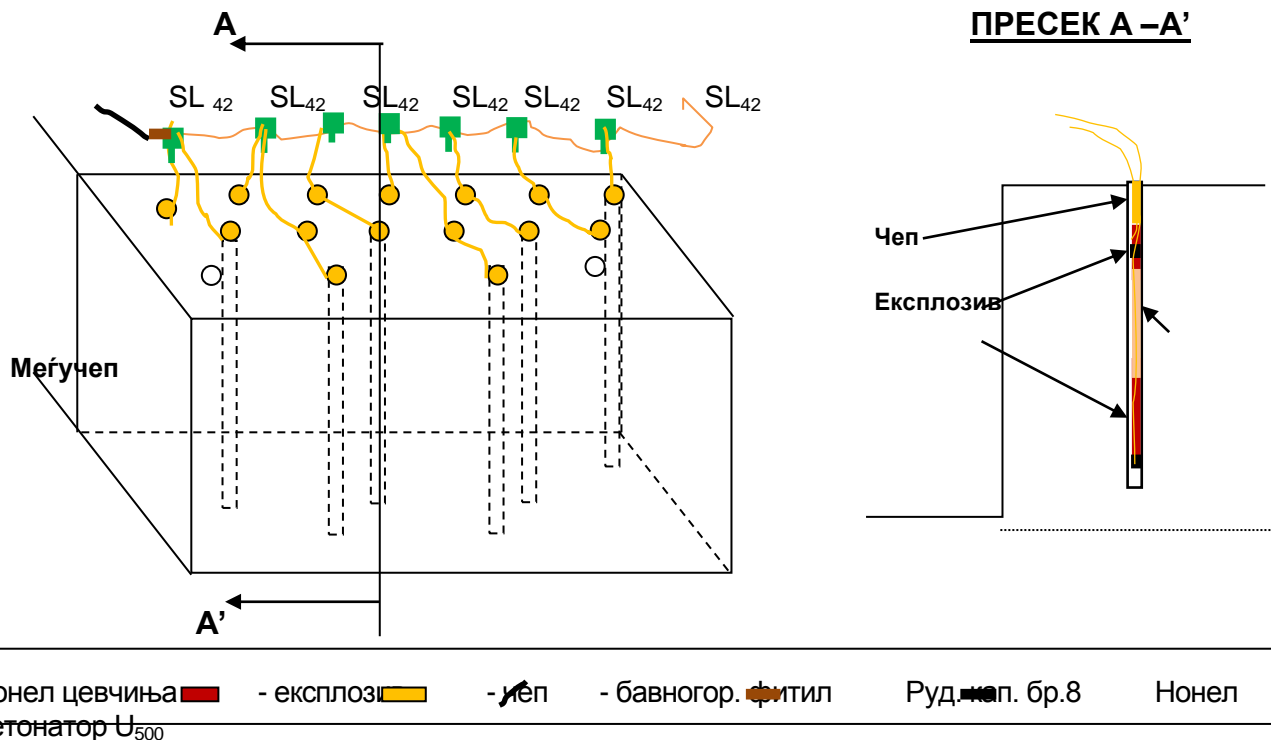
Регистрирањето на сеизмичките потреси се вршеше на 7 мерни инструменти опишани погоре поставени на истите локации како и претходната минска серија.

Заради прегледност на добиените резултати од мерењата во табелата 4 за секое мерно место (ММ-х) се дадени соодветните влијателни параметри и добиени сеизмички мерења.

**Табела 4.**

Мерно место, ММ	Растој. на минското поле до ММ, m	Максимална количина на експлозив по еден интервал $Q_i, kg$	Вкупна количина на експлозив, $kg, Q_{vk}$	Макс. брзина на осцилирање по компоненти, mm/s			Резултантна максимална брзина на осцилации, $V_{max}, mm/s$	Стварна резулт. макс брзина на осцилации, $v_{st}, mm/s$	Пресметано редуцирано растојание R, m
				$V_V$	$V_T$	$V_L$			
ММ-1	243,8		<b>70,0</b>	-	-	-			
ММ-2	203,8			-	-	-			
ММ-3	166,6	I int - 10,0		-	-	-			
ММ-4	134,0	II int - 10,0		-	-	-			
ММ-5	85,6	III int - 10,0 IV int - 10,0 Vint - 10,0		1,8 6	1,512	1,542	<b>2,853</b>	<b>2,150</b>	27,2
ММ-6	41,2	VIint - 10,0 VIIint - 10,0		2,0 1	3,678	3,054	<b>5,192</b>	<b>5,000</b>	39,5
ММ-7	77,2			0,9 3	1,730	1,777	<b>2,649</b>	<b>1,860</b>	39,5

**Напомена:** На мерните места каде е запишано (-) нивото на потреси е под нивото на осетливост на инструментите, односно со тригер (ниво на осетливост на инструментот) од **0,5 mm/s**.



**Слика 2.** Шематски приказ на минската серија со начин на поврзување

Според добиените резултати – ефекти од минирањето и мерените сеизмички ефекти може да се каже за оваа серија дека во однос на количината на експлозив и растојанието кон точите на отворање на галерискиот откоп влијанието е незначително и само на три инструменти се регистрирани мали осцилации на тлото и тоа на најблиските мерни места ММ-5, ММ-6 и ММ-7. Овие мерни места се оддалечени од од 140 до 330 метри од местото за локација на галерискиот откоп. Максималните брзини на осцилации кои се регистрирани според наведените критериуми се многу под дозволените вредности за осцилации (< 2cm/s) и според тоа овие осцилации - потреси според Критериумите за потреси НЕМААТ ВЛИЈАНИЕ НА ОКОЛНИТЕ МЕРМЕРНИ МАСИ. Ова се должи на методата на минирање при што се употребени два нонел детонатори со примена на меѓучепови како и вертикалните дупчотини кои во голема мера се поекономични, ефективни во поглед на гранулацијата и при иницирање не се предизвикуваат големи осцилации.

Безбедносното растојание во однос на потреси од минска серија на околниот мермерен масив ќе се одреди според следната формула:  $r_s = K_s \alpha \sqrt[3]{Q}$ , (m) каде се:  $r_s$  - радиус на сеизмички опасна зона, m

$\alpha$  - коефициент кој зависи од показателот на дејство на експлозија ( $n=1,1$ )

$K_s$  - коефициент кој зависи од физичко – мех. карактеристики на карпестиот масив и се движи од 3 -20 (3 за цврсти комп. карпи, 30 за наноси, земјиште под вода или кал)

$Q$  - вкупна количина на експлозивно полнење, kg

За количина на експлозив од 70 кг која ако се иницира **едновремено** за опасната зона на потреси ќе се добие:  $r_s = K_s \alpha \sqrt[3]{Q} = 5 \cdot 0,98 \cdot \sqrt[3]{70} = 20,0$  метри

Ова практично значи дека **во радиус од 20 метри од оваа серија со 70 кг** едновремено активиран експлозив ќе има влијание на околниот масив во вид на потреси, ситни деформации и значителни вредности на брзината на осцилации.

Со примената на нонелот систем за иницирање ова количина на експлозив е поделена по интервали на иницирање при што видливи се резултатите од осцилациите каде има многу мали брзини на осцилации ( $< 0,5$  cm/s). Оваа вредност е прочитана на најблиското мерно место ММ-6 кое е оддалечено само 40 метри од минската серија. Сепак и оваа вредност не би предизвикала никакви микро деформации и потреси во околниот мермерен масив на растојание од 20 – 30 метри.

Да би се појавиле деформации и оштетување на мермерниот масив брзината на осцилации **не треба да поминува 1,5 cm/s.** (Според критериумите на ИФСЗ – Русија). Потрошувачката на експлозив изнесува:  $q = Q / V = 70 / 525 = 0,13$  kg/m<sup>3</sup> или 46 g/t.



Слика 3. Фотографија на локацијата на минската серија во фаза на припрема за минирање

### 3. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ

При изведување на минирања во растресени зони со цел дефинирање на ефектите од минирање со примена на различни параметри и истовремено мерење на сеизмичките ефекти се добиени различни резултати.

При изведување на овие минирањата регистрирани се осцилации на тлото т.е. мермерниот масив и од анализите и добиените вредности може да се каже дека ниту една вредност за брзината на осцилации не е критична во однос на соодветната минска серија и мерното место. Сите брзини што се добиени се под вредностите на дозволени осцилации за овој карпест масив.

За оцена на измерените осцилации се користеше Критериум според руски стандарди според кој за **ДОЗВОЛЕНАТА БРЗИНА НА ОСЦИЛАЦИИ** без појава на деформации и негативни ефекти по масивот се добива:

$$v_o = \frac{2 \mu \sigma_c}{\gamma \cdot V_p}, [\text{cm/s}]; \quad v_o = \frac{4 \sigma_i}{\gamma \cdot V_p}, [\text{cm/s}]$$

каде се.  $\sigma_c$  - цврстина на притисок, 1.182,0 (dN/cm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_i$  - цврстина на истегање, 118,0, (dN/cm<sup>2</sup>)  
 $V_p$  - брзина на подолжни бранови, 5.449,73 (m/s)  
 $\gamma$  - зафатнинска маса, 2,9 9 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\mu$  - коэф. Пуасон, 0,27.

Со замена на вредностите се добива:  $v_o = 4,33 \text{ cm/s}$  и  $v_o = 3,21 \text{ cm/s}$ , од овде средната вредност за дозволената брзина на осцилации за соодветниот масив изнесува:  $v_o = 3,77 \text{ cm/s}$ .

Според резултатите добиени од мерењата на ниту едно мерно место не е забележана добиената вредност што значи дека од изведените минирања нема влијание во однос на појавени потреси во зоните каде беа поставени мерните места.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Од сите изведени минирања (6) со цел анализирање на резултатите има регистрирано вкупно 19 резултати на сите мерни места од сите мински серии од можни 42 регистрации. Овој параметар значи дека во многу случаи потресите се многу мали и незабележливи на инструментите кои мерат со прецизност од **min 0,5 mm/s**.

Тоа се должи и на применетиот тип на експлозив кој е со помала детонациона брзина од досега применуваниот на овој површински коп и ослободува поголема количина на гасовити продукти кои имаат позитивен ефект за овој карпест масив - мермер.

Исто така големо влијание за овие регистрирани вредности има примената на НОНЕЛ системот за иницирање кој овозможува минирање со интервали, при што целата количина на експлозив секвенционално се иницира со што директно се намалуваат формираните осцилации бидејќи експлозиите доаѓаат до мерните места една по една. Сите регистрирани вредности се во доменот на дозволени осцилации и немаат влијание на оштетување на мермерниот масив.

Препораки за понатамошни минирања на овој ПК се следни:

- да се применуваат **вертикални дупчотини во комбинација** со хоризонтални дупчотини на места каде има можности
- минските серии да се поставуваат **бочно во однос на локалитетот** што се штити при што се појавуваат најмали осцилации
- **геометријата на дупчење** да е во согласност со останатите параметри
- полнењето да се врши со предложениот тип на експлозив AMONEX – 4 со ознака 60/1000 со пречник од **Ф60 или 70 мм**
- потребно е **задолжително зачепување** на минските дупки со глинени чепови
- иницирањето на се врши со **интервално палење со примена на Нонел – системи** за иницирање

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Елаборат за извршени сеизмички мерења на ПК „Сивец“, Дам – експло, Радовиш, РГФ Београд, 2014
2. Р. Дамбов, С. Бошевски, Техники на минирање во специјални услови, монографија, СРИГМ, Скопје, 2011.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИ

### TECHNOLOGIES FOR PLACING OF UNDERGROUND INSTALLATIONS

*Николинка Донева<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>, Дејан Мираковски<sup>1</sup>,  
Марија Хаџи Николова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

**Апстракт:** Во урбаните средини често се јавува потреба од промена на постоечки подземни инсталации или поставување на нови.

Во овој труд ќе бидат разгледани две технологии за поставување на подземни инсталации и тоа: класична и современа, односно технологија со механичко пробивање на микротунели. За секоја од овие две технологии ќе бидат дадени предностите и недостатоците, како и искуствата од нивна примена.

**Клучни зборови:** ров, машини за изработка на микротунели, хидраулични системи, далечинско управување

**Abstract:** In urban communities often there is a need to change existing underground installations or placing new ones.

This paper will discuss two technologies for placing underground installations including: classic and contemporary technology (technology with mechanical excavation). For each of these two technologies will be given advantages and disadvantages, as well as experiences from their application.

**Keywords:** pit, microtunnel boring machines, hydraulic systems, remote control

#### ВОВЕД

Во пракса под поимот подземни инсталации се подразбираат сите инсталации, како водоводни, канализациони, електрични, телекомуникациски, кои се поставуваат под земјината површина. Сите овие инсталации во минатото, па и денес се поставуваат со примена на класична технологија, со копање на ровови со одредени димензии, зависно од типот на инсталации, независно дали рачно или механички. На светско ниво, имајќи ја предвид се поголемата примена на ТВМ (tunnel boring machines), се почесто за поставување на подземни инсталации се применуваа современата технологија со примена на МТВМ (microtunnel boring machines), односно машините за изработка на микротунели.

## 1. КЛАСИЧНА ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИИ

Поимот класична технологија за поставување на подземни инсталации, подразбира поставување на водови на одредена длабочина со “ровови”, односно “отворени откопи” (“trenching” или “open cut” технологија).

Поставувањето на цевководи со технологија на отворени откопи во себе најчесто ги опфаќа следните работни операции:

1. подготвителни работи;
2. ископ на ровот;
3. поставување на цевководот;
4. затрпување на цевководот;
5. враќање на теренот во првобитна состојба.

1. После добивање на потребната документација и изготвување на проектот следуваат **подготвителните работи**. За оваа цел изведувачот на работата има задача да обезбеди: комплетна механизација, уреди, алат и материјали потребни за изведување на работата, пристапни патишта до градилиштето, снабдување со електрична енергија, вода, телефон и др. на градилиштето, средства за блокирање на патот и сообраќајни знаци, мобилна ограда (висока 2 m) на градилиштето, за време на копањето на ровот, сè до негово потполно затрпување и др. Потоа треба да контактира со јавните градски претпријатија за да ја утврди точната локација на веќе постоечките цевки и кабли, за да може да ги испочитува техничките норми кои што се однесуваат на потребните растојанија помеѓу различни типови инсталации. Сето ова се прави за да може работата да се одвива правилно, со помалку застој и побезбедно.

2. **Ископот на ровот** може да биде рачен или механизирани (со примена на багери, дозери и др.). Начинот на кој ќе се врши ископот на ровот зависи од повеќе фактори и тоа: длабочина на ровот, постоење на други подземни инсталации, големина на просторот во кој се работи и др. Длабочината на ровот од своја страна зависи од видот на инсталација што ќе биде поставена во него, од конфигурацијата на теренот и наклонот што цевководот треба да го има. Кај технологијата со отворени откопи максимална длабочина на ров е 8 m. После завршувањето на ископот неопходно е точно да се утврди дали добиениот наклон на ровот ќе одговара со наклонот што е предвиден во проектот. Понекогаш е неопходно рововите да се подградуваат. Ова се прави со цел да се спречи зарушување на ровот и да се зголеми безбедноста на работниците.

Рововите не се подградуваат во следните случаи:

- до длабочина од 1 m, кога работната средина е песок и чакал;
- до длабочина од 1,5 m, кога работната средина е глиновито-песоклива;
- до длабочина од 2 m, кога работната средина е збиена.

3. Пред да се **постави цевководот** во ровот неопходно е на дното од ровот да се стави подлога од чакал со дебелина 10 – 20 cm (ГГГ - горна гранична големина од 20 cm.). Потоа се пристапува кон спуштање на цевките во ровот и нивно поврзување. Спуштањето на цевките може да биде рачно или машински, во зависност од тежината на цевките. Центрирањето на цевките е битно за нивно полесно и правилно поврзување.

4. **Затрпувањето на цевководот** се врши со песок или чакал (ГГГ од 2 cm) во слоеви од по 30 cm кои се набиваат рачно или со мали набивачи. Ова се прави до 30 cm од темето на цевката. Потоа следува насипување на ровот со земја, која се набива машински и во слоеви. Земјата не треба да содржи леплив и вегетативен материјал.

5. **Враќањето на теренот во првобитната состојба** зависи од тоа дали трасата на цевководот оди низ зелена површина или коловоз. Доколку трасата минува низ зелена површина последниот слој на ровот ќе биде хумус, а доколку цевководот

минува низ коловоз потребно е тој да се обнови. Исто така неопходно е сите објекти, машини и материјали да се отстранат од тоа место, а остатокот од земја од ископот (10-20 %) да се однесе на претходно предвидена локација.

Поставувањето на подземни инсталации на класичин начин е проследено со низа проблеми и негативности:

1. Поради фактот што поголем број цевководи се поставуваат на самиот коловоз, за време на изведување на работата неопходно е прекопување на асфалтниот слој и блокирање на едната, а во некој случај и на двете сообраќајни ленти. Ова создава низа проблеми: го оневозможува нормалното одвивање на сообраќајот, ја намалува безбедноста, го зголемува времето потребно да се дојде до одредено место и др. Од друга страна пак, одзема дополнително време и средства за обнова на коловозот.
2. Огромни проблеми се јавуваат при постоење на други инсталации кои минуваат низ трасата каде што треба да се постави новата цевкина линија. Доколку таа треба да се постави под нивото на останатите инсталации мора да се работи рачно и многу внимателно за да не дојде до нивно оштетување, ова го прави процесот за поставување на цевковод многу напорен и нехуман. Исто така овој начин на работа битно ја намалува брзината на извршување на работата и во услови на ровови со поголеми длабочини и понестабилно тло може да предизвика загрозување на безбедноста на работниците кои директно се вклучени во работата. Ова бара ангажирање на поголем број работници и подолго време за извршување на работата.
3. Мало невнимание при заштитата и оградувањето на работилиштето може да има огромни последици по безбедноста на пешаците кои секојдневно минуваат во тој дел. Овде посебно треба да се истакне загрозената безбедност на децата, кои во текот на играта секогаш не се можат да бидат доволно внимателни.
4. Негативно влијание на времето потребно за поставување на цевкената линија имаат неповолните временски прилики. Речиси невозможно е да се работи во услови на дожд. Исто така дождот негативно влијае на стабилноста на ровот и може да предизвика одрони или негово потполно зарушување, што бара додатно време за отстранување на зарушената земја. Обилните дождови можат да доведат до пополнување на ровот до одредено ниво со вода, што е неопходно да се отстрани за да може поматаму да се продолжи со работа.

## **2. СОВРЕМЕНА ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИИ**

### **2.1. Машини за изработка на микротунели**

Под поимот микротунели се подразбираат тунели со пречник до 2 m. Нивната намена може да биде различна, на пример за поставување на водоводни, гасоводни, канализациони и други типови мрежи. Изработката на микротунели (microtunneling) всушност ја заменува рововската метода (treching) за поставување на различни типови инсталации [3].

Машините за изработка на микротунели (слика 1) спаѓаат во групата на комбинирани машини: тие вршат механичко пробивање на полн профил од објектот, како и отстранување на откопаниот материјал. Овој начин на изработка на микротунели освен ротациона пробивна машина со мал дијаметар, користи и опрема за инсталирање на цевковод (pipe jacking), така што како краен продукт оваа метода дава микротунел со вграден цевковод, кој зависно од намената на микротунелот може да биде завршна линија или да служи само како потпора за цевководот кој ќе има функција на завршна линија [1].



Овој тип машини се конструираат строго наменски: со соодветен дијаметар кој ќе одовара на дијаметарот на цевките кои треба да бидат инсталирани и карактеристики на ротационата сечечка глава кои ќе обезбедат непречена работа на машината во конкретна работна средина.

Машините за изработка на микротунели се конструираат со дијаметар од 100 – 2 000 mm, зависно од функцијата што тој микротунел треба да ја врши. Овој тип машини во зависност од нивната конструктивна изведба, можат да работат во најразлични работни услови, како на пример во присуство на подземна вода, во глиновито - песокливи, распукани, цврсти, како и во цврсти и абразивни карпести формации.



Слика 1. Машина за изработка на микротунели

Најпознати светски производители на ротациони пробивни машини за изработка на микротунели се: Herrenknecht & Bohrtec (Германија), Wirth group (Soltau) – NFM technology, Akkerman (САД) и др.

## 2.2. Принцип на дејство

Работен орган кај машините за изработка на микротунели е ротационата сечечка глава, на која се распоредени сечечки елементи, чии тип и број зависи, пред сè од средината во која се пробива микротунелот.

Во рамки на механизацијата е вклучен и хидрауличен потисен систем (слика 2), со помош на кој се врши поставување на цевкина линија. Хидрауличниот потисен систем обично е сместен во влезната шахта (слика 3) и има задача да врши втиснување на цевката која со додатна механизација е спуштена долу во шахтата (слика 4). Токму заради ова димензиите на шахтите треба да одговараат на димензиите на цевките кои ќе бидат инсталирани. Доколку должината на микротунелот е голема, понекогаш се јавува потребата од изработка на меѓушахти во кои ќе биде сместен друг хидрауличен потисен систем со цел совладување на отпорот на триење помеѓу цевките и средината низ која тие минуваат. Хидрауличкиот потисен систем се состои од повеќе хидроцилиндри кои дејствуваат на специјално изработен метален прстен (слика 5), кој пак е нагласен на крајот од цевката која што треба да биде потисната.

Како дополнителен систем кој го помага и олеснува потиснувањето на цевките во пробиениот микротунел е системот за подмачкување на надворешноста на цевката. Како средство за подмачкување може да се користи бентонитска каша која овозможува намалување на отпорот од триење, а со тоа и полесно движење на цевката низ пробиениот микротунел [5].



Слика 2. Хидраулички потисен систем



Слика 3. Влезна шахта

Слика 4. Спуштање на цевка во шахтата



Слика 5. Метален прстен

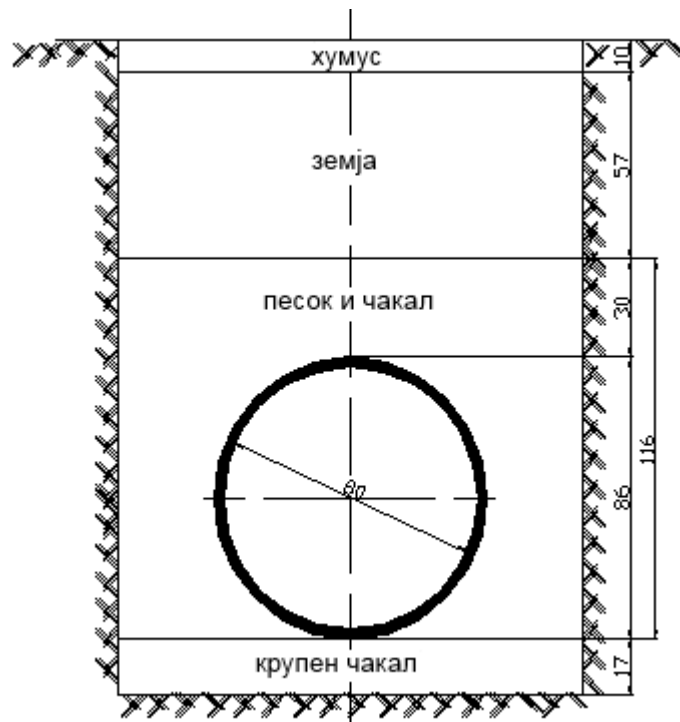
### 3. БРЗИНА НА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИИ КАЈ ДВЕТЕ РАЗГЛЕДАНИ ТЕХНОЛОГИИ

#### 3.1. Брзина на поставување на подземни инсталации кај класичната технологија

Во продолжение ќе бидат дадени податоци од реализиран проект за поставувањето на канализациона мрежа во Штип, на "Булевар ЈНА", со должина од 660 m. Внатрешниот пречник на канализационите цевки е 800 mm, а надворешниот 860 mm, додека попречниот пресек на ровот е со димензии: длабочина  $h = 1,9-2$  m и ширина  $b = 1,46$  m (слика 6). Проектираниот наклон на канализационата линија е 0,15 % .

Во табела 1 е дадена остварената динамика при поставувањето на цевковод, кој е дел од канализациона мрежа. Изведувач на овој проект беше АДГ Пелагонија. За поставување на оваа канализациона линија беа ангажирани вкупно 24 работници, од

кои 6 високо квалификувани, 16 за ископ и 2 машинисти. Се работеше во една смена, со 22 работни денови во месец. Само во случај кога беше неопходно побрзо да се заврши некоја делница, заради намалување на застојот во собраќајот, се работеше со продолжено работно време од 12 h, како и саботите и неделите. Во работата беа вклучени следните машини: багер тип RH 12, набивач W 62, компресор HA 350 и камион FAR со носивост од 8 t, кој служеше за донесување на потребниот чакал и песок, кои се користеа како соодветни слоеви во ровот. На поголем дел од трасата се работеше рачно, заради големиот број предходни инсталации кои минуваа низ трасата. Со проектот беше предвидено ровот да се подградува, но при работата се покажа дека тлото е доволно компактно и подградувањето не беше потребно [2].



Слика 6. Попречен пресек на ровот

Табела 1. Остварена динамика при поставување на канализациона мрежа и ефекти

Вид цевкина линија	Вид работна средина	Брзина на напредув. [m/smena]	Месечно напред. [m/mesec]	Ефект [m/nadn]	Ефект [m <sup>3</sup> /nadn]
канализација	компактна средина	4,3	94	0,18	0,33

### 3.2. Брзина на поставување на подземни инсталации кај современата технологија

Факторите од кои зависи брзината на напредување покрај средината во која се врши пробивањето на микротунелот, се и бројот на потребни шахти, како и времето за нивна изработка.

За да се добие појасна слика за напредувањето при изработка на микротунел со овој тип машини во продолжение ќе биде даден пример за изработен микротунел во Индијана (САД).

Заради рапидниот развој на градот Вестфилд, Индијана било потребно да се постават голем број подземни инсталации. Дел од нив биле поставени со рововска метода, а

дел со изработка на микротунели. Овој проект бил работен во 1997 година. Должината на цевководот кој бил поставен со пробивање на микротунел била 930 m, со внатрешен дијаметар на цевките од 600 mm и надворешен 770 mm. Длабочината на која се наоѓала трасата на микротунелот под површината на земјата се движела од 8,5 – 16,8 m, што претставувала и потребна длабочина на шахтите (слика 7). За овој микротунел била користена машина RVS 250-AS (Soltau) (слика 8).



Слика 7. Влезна шахта



Слика 8. Машина за изработка на микротунели тип RVS 250-AS

Оваа машина е далечински управувана, во нејзината конструкција е вклучен ласерски водечки систем, поврзан со комплетно дигитален оператор, на чија контролна табла непрекинато се добиваат податоци за прецизноста на пробивањето и за местоположбата на машината во даден момент. Отстранувањето на откопаниот материјал се врши со хидротранспорт.

Средината низ која минувала трасата на микротунелот ја чинеле: песокливи глини, збиен песок и чакал, на помала длабочина, а ситен до крупен песок и сивкаст глинест мил со песок и трагови од чакал биле карактеристични за длабочини поголеми од 7 m. При изработка на овој микротунел зависно од средината во која се работело е постигната средна брзина на напредување од 642 m/mесec [4]. Вака добиената брзина на напредување се однесува само на пробивањето на микротунелот и неговото обложување со цевкина линија, додека времето за изработка на шахтите не е земено предвид.

Исто така треба да се напомене дека и при овој начин на изработка, непостоењето на подземен катастер претставува проблем за имплементација.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Врз база на согледувањата изнесени во овој труд, може да се заклучи дека со имплементацијата на комбинираниите машини за механичко пробивање со мал дијаметар (MTBM) при поставување на подземна инсталација се обезбедува:

- *зголемување на брзината на изработка*, многу важно барање, често поставувано пред изведувачот. Овој заклучок е базиран на споредувањето на резултатите од реализирани проекти со класичната и современата технологија, во приближно исти работни средини и ист попречен пресек на изработениот објект.
- *вршење на повеќе работни операции во рамките на самата машина*, што од своја страна ја олеснува организацијата на работата и обезбедува континуитет во работењето;

- *подобрена лична безбедност на работниците*, поради елиминацијата на рачната работа и присуство на вработените во самиот објект;
- *формирање на рамномерна гранулација на откопаниот материјал*, која дозволува имплементирање на системи за континуиран транспорт, какви што се пневматски и хидрауличен транспорт;
- *континуирано производство*, што е многу погодно за далечинско управување и автоматизација кај овие машини. Ротационите машини со откопен дијаметар  $D < 2$  m, што се користат за изработка на микротунели најчесто се далечински управувани, што значи нема потреба од присуство на луѓе во објектот кој се изработува. Ова од друга страна придонесува за хуманизирање на процесот на изработка на објектот.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Carpenter R. R., Crohton R., The Development and Installation of Ductile Iron Microtunneling Pipe, Advances in Underground pipeline engenering-Second International Conference, Bellevue, Wash, 1995;
2. Донева Н., Современи технологии за изработка на специјални рударско – инженерски објекти, магистерски труд, Рударско геолошки факултет, Штип, 2005.
3. Essex R. J., Subsurfase Exploation Considerations for Microtunneling/Pipe Jacking, Proseeding of Trenchless Technology: An Advancced Tehnical Seminar, Trenchless Technology Center, Louisiana Tech University, Ruston, La, 1993;
4. Gokhale S. Abraham D.: A microtunneling first in Indiana, Trenchless technology magazine,1998;
5. Проспекти и интернет презентации на познати светски производители на МТВМ





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ЕНЕРГЕТСКИ РАЗВОЈ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ БАЗИРАН НА ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОАТАЦИЈИ ЛИГНИТА

### SERBIAN ENERGY DEVELOPMENT BASED ON LIGNITE OPEN CAST MINE PRODUCTION

*Предраг Јованчић<sup>1</sup>, Бојан Димитријевић<sup>1</sup>,  
Томислав Шубарановић<sup>1</sup>, Саша Степановић<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>Универзитет во Белград, РГФ, Белград

**Апстракт:** Лигнит, као енергетски ресурс, представља главни ослонац за производњу електричне енергије Републике Србије. Инсталирана снага термоелектрана на лигнит представља 68% од укупне инсталисане снаге Електропривреде Србије, једине компаније у Србији која се бави производњом електричне енергије. И у наредном периоду, са порастом потражње за електричном енергијом, како у Републици Србији, тако и у Европи, треба очекивати веће и квалитетније коришћење лигнита као главног енергетског потенцијала. Поред тога, због повећане емисије CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и осталих загађивача, Република Србија мора убрзати примену флексибилних механизма Кјото протокола, као и смерница Европске уније. Лигнит ће и у наредном периоду имати егзистенцијални значај у производњи електричне енергије у Републици Србији.

**Кључне речи:** *Лигнит, Енергетски развој, Површински коп.*

**Abstract:** *Lignite, as an energy resource, is a mainstay of electricity generation in the Republic of Serbia. Installed capacity of lignite power plants represents 68% of the total installed capacity of Electric Power Industry of Serbia, the only company in Serbia which manages electricity generation. In the future, with the increase in demand for electricity, both in Serbia and in Europe, we should expect more extensive and effective utilization of lignite as the main energy potential. In addition, due to increased emissions of CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and other pollutants, the Republic of Serbia must accelerate the implementation of flexible mechanisms of Kyoto Protocol and the guidelines set by the European Union. Lignite in the future will retain its existential importance in the electricity generation in the Republic of Serbia.*

**Keywords:** *Lignite, Energy development, Open cast mine.*

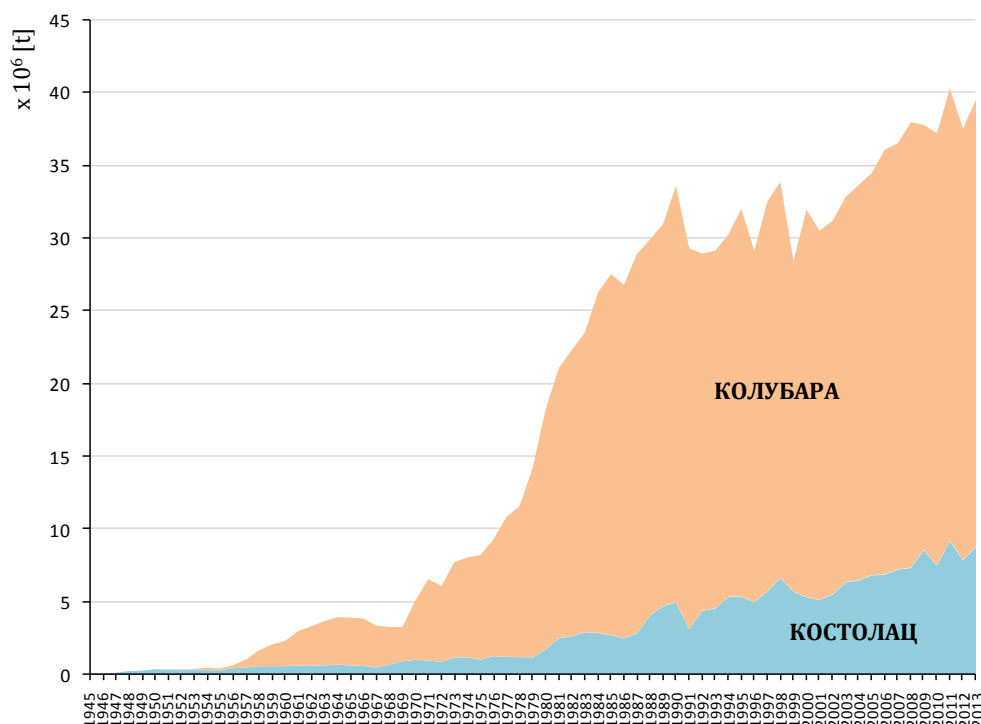
## УВОД

Експлоатација лигнита у Србији има дугу традицију. На основу историјских показатеља, током тридесетих и четрдесетих година XIX века почела су прва обимнија и озбиљнија истраживања угља на подручју тадашње Србије. Међутим, тек 1870. године почела је плански и организационо дефинисана производња лигнита у руднику Костолац. Значај почетка производње лигнита у Србији је такав да се он

поистовећује и са почецима озбиљне индустријализације Србије. Лигнит је у Србији данас од егзистенцијалног енергетског значаја, јер је основа примарне енергије Србије заснована на овом угљу. Развој будућег енергетског сектора у Србији базира се и даље на лигниту у дугорочном периоду, 2050-60. година. Евидентан је раст дефицита електричне енергије како у Србији тако и у региону. Без нових производних капацитета угрожава се сигурност снабдевања. Овакав став се поклапа са основним постулатима актуелних смерница Европске уније. За реализацију оваквих пројеката потребне су дугорочне и комплексне припремне активности, при чему се значајан део њих односи на обезбеђивање потребних количина енергената, а пре свега угља. У том смислу, у овом раду се презентује стратегија развоја најзначајнијих угљених басена лигнита, односно лежишта од којих се може очекивати кључни утицај на креирање енергетске политике у Србији: Колубара, Костолац, и у мањем обиму Ковин и Штаваљ.

## 1. ЛИГНИТ У ЕНЕРГЕТИЦИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Значај лигнита у Републици Србији је од егзистенцијалног енергетског значаја. Просторни план Републике Србије је још 1970. године дефинисао план производње лигнита у Србији на чак 131 милион тона годишње (косовски басен 90 милиона тона, колубарски басен 35 милиона тона и косточачки басен 6 милиона тона), која је требало да се оствари у периоду од 1985. до 1990. године. Међутим, криза угљеног сектора на светском нивоу (продор нафте као водећег енергента), у периоду 1970-80. година, зауставио је овај развој. На слици 1 приказана је производња лигнита у Србији (само колубарски и косточачки басен), површинском експлоатацијом, за период 1945-2013. У 2013. години производња лигнита у ова два басена износила је 39.5 милиона тона.



**Слика 1.** Површинска експлоатација лигнита у Србији у периоду 1945-2013. година

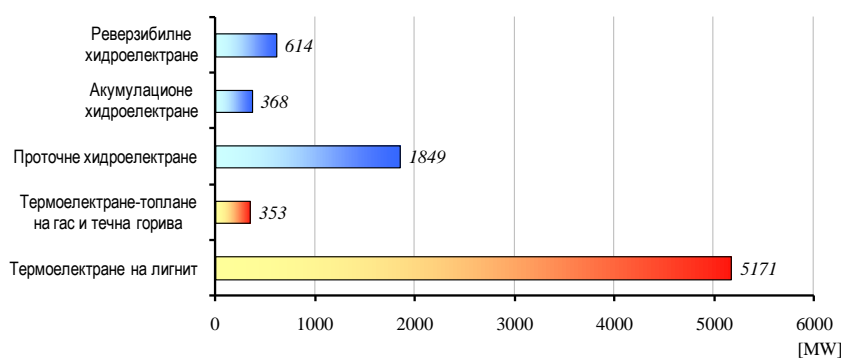
Енергетски сектор Републике Србије има следеће предности: веома повољну структуру капацитета за производњу електричне енергије: 2/3 капацитета чине ТЕ на лигнит, а 1/3 ХЕ; изузетно повољне природне услове хидропотенцијала и лигнита као основних енергетских ресурса; централни географски положај у региону; добре везе



система за пренос електричне енергије са суседним земљама; образовано и квалитетно обучено стручно особље.

Као мане се могу навести следећи елементи: застарелу опрему на површинским коповима (просечна старост багера је преко 25 година); у наредном периоду предстоје велике ревитализације; велика емисија CO<sub>2</sub> у постојећим ТЕ (потребна уградња постројења за одсумпоравање и електрофилтера високе ефикасности); недовољно изведене послове на рекултивацији одлагалишта јаловине као и одлагање хумуса; мало коришћење отпадних материјала као што су пепео, глина, шљунак, песак и друго, који настају као секундарне сировине; потребна убрзања оперативне примене флексибилних механизма Кјото протокола, коришћењем могућности Механизма чистог развоја (CDM) и развоја трговине GH гасова.

На Слици 2 приказана је структура инсталисаних енергетских капацитета.

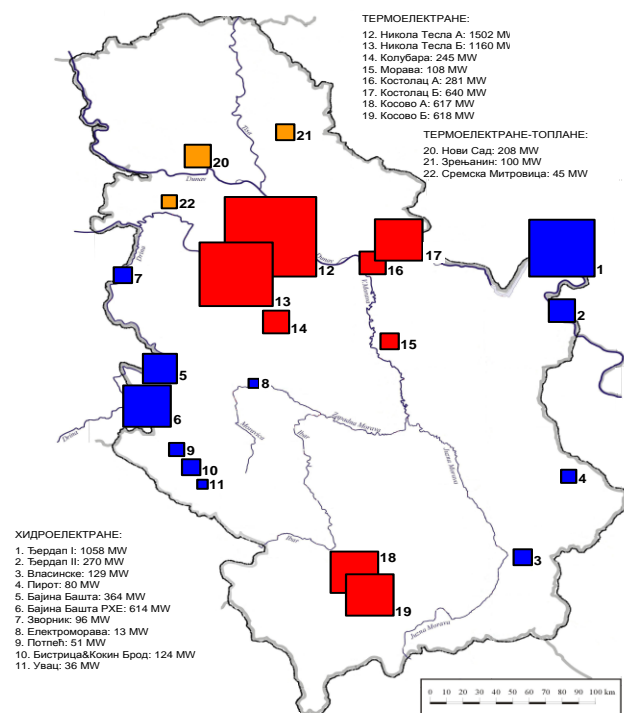


**Слика 2.** Структура постојећих енергетских капацитета Електропривреде Србије

Нето инсталисана снага капацитета Електропривреде Србије износи 8355 MW (8675 MW бруто инсталисана снага), односно без термоенергетских капацитета на Косову и Метохији (две електране на територији Косова и Метохије, Косово А и Косово Б, које нису више под јурисдикцијом Електропривреде Србије, на основу Резолуције 1244 Савета безбедности УН), инсталисана снага Електропривреде Србије износи 7124 MW.

Од укупне производње лигнита, око 94% се сагорева у термоелектранама, а остале количине се продају на слободном тржишту као огрев, док један део завршава за добијање сушеног лигнита.

На Слици 3. дата је расподела инсталисаних енергетских капацитета Електропривреде Србије.



**Слика 3.** Диспозиција енергетских капацитета (снага на прагу)

## 2. ГЕОЛОШКИ РЕСУРСИ И РЕЗЕРВЕ ЛИГНИТА

Резерве лигнита у Републици Србији су значајне. Лигнит у структури билансних резерви учествује са око 93% од укупних резерви угљева, што га чини значајним енергетским

потенцијалом али и ослонцем будуће производње енергије. У Табели 1 приказане су количине, категорије и класе, резерви лигнита у Републици Србији.

**Табела 1.** Геолошки ресурси лигнита Републике Србије (Биланс резерви 2005.); подаци у 10<sup>6</sup> тона

Тип угља	Србија без покрајина		АП Косово и Метохија*		АП Војводина		Укупно Република Србија	
	Геолошке резерве		Геолошке резерве		Геолошке резерве		Геолошке резерве	
	Билансне	Ванбилансне	Билансне	Ванбилансне	Билансне	Ванбилансне	Билансне	Ванбилансне
	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>
Мрколинит	268.3						268.3	
Лигнит	3104.0	885.3	13226.0	2520.0	9.1	4.5	16339.1	3409.8

\* АП Косово и Метохија су по резолуцији 1244 под управом УН

Лигнит у Републици Србији се налази у оквиру неколико угљоносних басена. Више од  $\frac{3}{4}$  укупних резерви угља у Републици Србији налази се у косовско-метохијском угљоносном басену, у колубарском угљоносном басену налази се око 14% резерви угља, а у костолачком угљоносном басену 3.3% угља. Сјенички и ковински угљоносни басен (ковински представља природни наставак костолачког басена), заједно имају око 2.7% резерви лигнита. Наведени подаци су из Биланса резерви из 2005. године, који представља последњи званичан документ, мада не и коначан, док се у неким басенима и даље се спроводе истраживања.

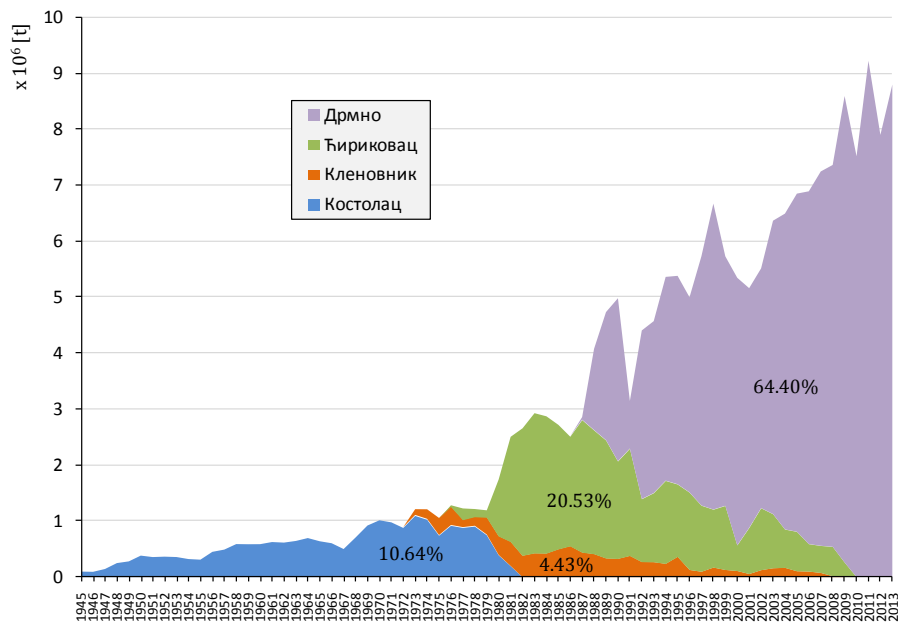
**Табела 2.** Билансне резерве лигнита распоређени по угљоносним басенима

	Колубарски басен	Костолачки басен	Косовско-метохијски басен	Сјенички басен	Ковински басен*
Билансне резерве	2.146.230.090 t	572.000.000 t	13.226.000.000 t	187.187.000 t	9.277.588 t

\* истраживања су у току

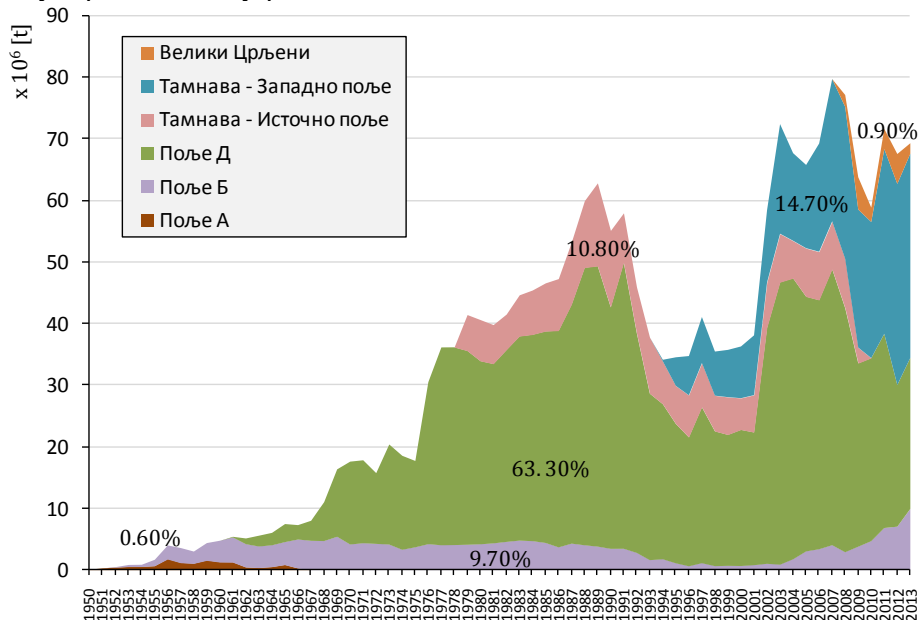
### 3. ЕКСПЛОАТАЦИЈА ЛИГНИТА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Производња лигнита у костолачком угљоносном басену се тренутно одвија само на површинском копу Дрмно, јер су копови Ђириковац и Кленовник у процесу затварања (конзервирања). Експлоатација на површинском копу Дрмно почела је 1983. године, а производња се тренутно одвија на пет система на откривци и једним системом на откопавању угља са два паралелна радилишта. Иначе, у угљеносном басену Костолац је од почетка рада 1870. године, произведено закључно са 2013. годином, 215 милиона тона лигнита. Треба напоменути да је у Костолцу почео да ради први површински коп лигнита у југоисточној Европи, и то 1942. године – површински коп Костолац. На слици 4 приказана је структура производње угља у костолачком басену лигнита, по појединим коповима (у процентима), од 1945. године до данас.



Слика 4. Производња лигнита у костолачком угљеном басену за период 1945-2013.

Производња угља у колубарском басену обавља се на следећим површинским коповима: Поље Б, Поље Д, Тамнава – Западно поље и Велики Црљени. Са површинском експлоатацијом угља у басену Колубара почело се отварањем првог површинског копа Поља А у Рудовцима 1950. године. На слици 5 приказана је структура производње угља у колубарском басену лигнита, по појединим коповима (у процентима), од 1950. године до данас. У басену Колубара, од почетка експлоатације закључно са 2013. годином, произведено је преко 1 милијарде тоне лигнита.



Слика 5. Производња лигнита у колубарском басену за период 1950-2013.

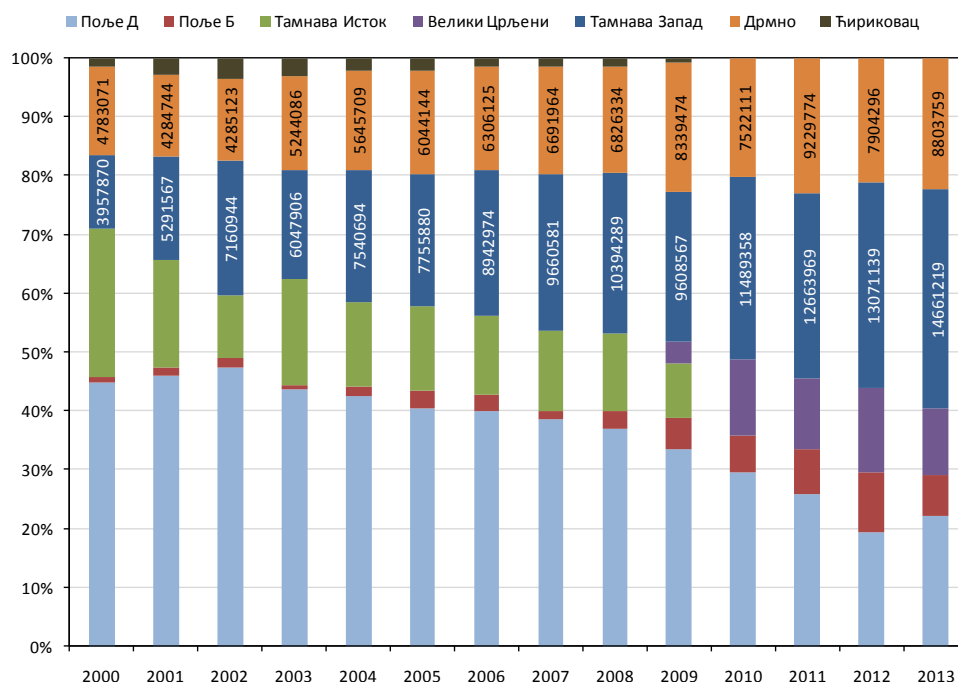
Производња лигнита у косовско-метохијском басену се обавља на 2 површинска копа. Први систематизовани подаци о експлоатацији лигнита потичу из 1922. године. Производња лигнита у већем проценту почиње са отварањем површинских копова Белаћевац (1958) и Добро Село (1969). Кумулативна производња, од самих почетака рударских радова из 1922. године па закључно са 2013. годином, износи преко 330 милиона тона лигнита. Ковински басен представља северни огранак костолачког

угљеног басена лигнита, који су раздвојени реком Дунав. Лежиште је подељено на два дела, на западни под називом поље "А" и источни, поље "Б". Поља су раздвојена прелазном зоном. Специфичност тренутне експлоатације је подводни начин откопавања лигнита, помоћу специфичаног пловног роторног багера који има специјално конструисан ротор. Подводни коп се налази на крајњем јужном делу угљоносног поља "А" у његовом небрањеном делу. Рудник Штавал који је једини активни рудник у сјеничком басену, има подземну експлоатацију угља, који се третира као мрко-лигнитски. Производња угља у овом руднику је доста мала, креће се у дијапазону од 50.000 тона до 90.000 тона, у зависности од потреба тржишта. У Табели 3. дате су основне карактеристике лигнита и њихових лежишта у поменутиим басенима.

**Табела 3.** Основне карактеристике лигнита и њихових лежишта у Србији (по басенима)

Басен	Доња калорична вредност [kJ/kg]	Горња калорична вредност [kJ/kg]	Количина пепела [%]	Количина сумпора [%]	Количина воде [%]	Дебљина лежишта: просечна и (max) [м]	Просечни однос откритке и угља
Колубара	7911	9556	15	0.50	48	40 (60)	2.0 : 1
Костолац	10020	11490	18	1.18	39	15.2 (40.9)	3.0 : 1
Косово	6280	9210	16	1.00	47	65 (120)	1.7 : 1
Ковин	9300	10860	15	1.08	44	11 (14)	2.4:1
Сјеница	13749	18228	11	0.93	30	9.7 (27)	/

Производња лигнита на површинским коповима Електропривреде Србије у временском интервалу 2000-2013. година, дата је на слици 6. Два површинска копа се издвајају и имају тенденцију раста производње и тиме већи утицај на укупан производни биланс. То су површински коп Тамнава Западно поље и Дрмно чија заједничка производња износи 60% укупне производње у Србији.



**Слика 6.** Процентуално учешће производње лигнита по површинским коповима, период 2000-2013.

Површински копови Електропривреде Србије имају концепцију континуалног начина производње, засновану на БТО системима (багер – транспортер – одлагач). Основна експлоатациона рударска механизација на коповима су превасходно роторни багери, мањи број багера ведричара и одговарајући број одлагача и самоходних транспортера. Најчешћи произвођачи ове опреме су иностране фирме Takraf, Krupp i O&K. Транспортери са гуменом траком су системи од Б-1400 до Б-2000 различитих домаћих и европских произвођача.

#### 4. ЛИГНИТ У КОНЦЕПЦИЈИ РАЗВОЈА ЕНЕРГЕТИКЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Развој енергетског сектора у Србији базира се и даље на лигниту и то у дугорочном периоду 2050-60. година. Евидентан је раст дефицита електричне енергије како у Србији тако и у региону. Без нових производних капацитета угрожава се сигурност снабдевања. Овакав став се поклапа са основним постулатима актуелних смерница Европске уније. За реализацију оваквих пројеката потребне су дугорочне и комплексне припремне активности, при чему се значајан део активности односи на обезбеђивање потребних количина енергената, а пре свега угља.

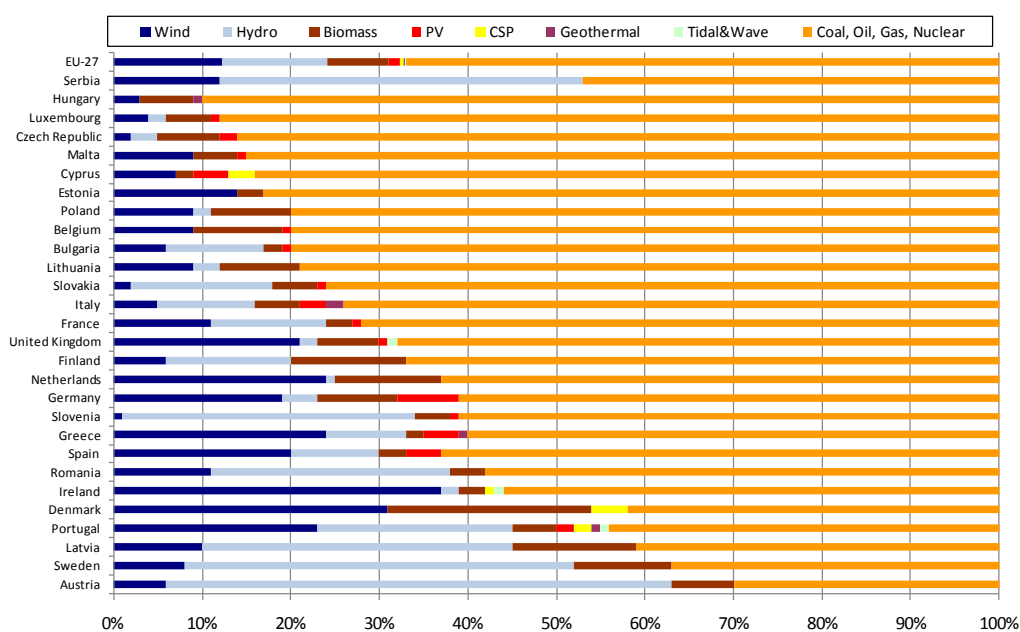
Утврђивање приоритета у енергетици, избор циљева који ће и даље бити ослонци развоја, засновани су на политичком опредељењу Републике Србије за рационалном усклађивању развоја енергетике са привредно-економским развојем и њеном укључивању у европске интеграције. Ради остваривања промовисаних циљева енергетске политике и реализације приоритетних праваца стратегије, дефинише се и динамика изградње како заменских тако и нових енергетских капацитета. На тај начин се све укупне промене у енергетским делатностима остварују у сагласности са одговарајућим политичким, социо-економским, енергетским и еколошким опредељењима земље.

Република Србија је очигледан пример земље (због познатих околности у протеклом периоду), која ради достизања вишег нивоа социо-економског развоја, мора у краткорочном периоду да усклади не само развој енергетике са привредно економским развојем већ и развој енергетских производних сектора са секторима потрошње енергије. Угљеносни басен Колубара имаће повећање производње са садашњих 28-30 милиона тона на 33-34 милиона тона лигнита годишње до 2025. године. Та производња ће се остваривати са површинским копова угља који су активни и данас (уз проширење површинских копова Поље Д и Поље Б, као и из нових копова Поље Г и Поље Е). Угљеносни басен Костолац тренутно има само један активан површински коп Дрмно, са годишњом производњом од око 9 милиона тона, што је уједно и планирана производња. Са овом планираном производњом треба рачунати у периоду и после 2015. године. Ипак, ово је за сада једина будућа пројекција. Међутим, треба очекивати производњу на површинском коп Дрмно и од 12 милиона тона, што је технички и технолошки остварљиво, будући да је планирано у периоду 2015-2020. година. Потражња за електричном енергијом расте из године у годину у целој Европи. Електропривреда Србије мора да нађе своје место у енергетској мапи Европе и то тако што ће имати стални тренд раста производње и изградње нових термоелектрана, између осталог (просечна стопа пораста потрошње електричне енергије у Србији износиће око 1-1.5% годишње у периоду до 2030. године). Овакав став има своју подлогу у потенцијалу који се налази у наведеним угљеносним басенима. Другим речима, може се очекивати за период 2025-35. година, да угљеносни басен Колубара има годишњу производњу од 38 до 40 милиона тона угља годишње потребне за термоблокове инсталисане снаге око 4100 MW. Производња лигнита у колубарском угљеносном басену би се добијала са површинских копова: Поље Б+Ц (4 милиона тона), Тамнава Западно поље (10 милиона тона), Поље Г (3 милиона тона), Поље Е (12 милиона тона) и Поље Радљево (9 милиона тона). У истом временском периоду може се очекивати да угљеносни басен Костолац има производњу од око 20 милиона тона лигнита годишње и инсталисану снагу термоблокова од око 2200 MW. За колубарске површинске копове лако се може дефинисати оваква будућа пројекција повећања производње, због познатих података приликом истражних радова. Најновија истраживања лежишта западног дела угљеносног басена Костолац (досадашњи налази указују на геолошке резерве од око 1.3 милијарде тона лигнита), дефинишу следеће површинске копове: Дрмно (10-12 милиона тона), Костолац Запад (око 9 милиона тона). Поред производње са површинских копова ЕПС-а, може се очекивати и производња из јамске експлоатације рудника Штаваљ, сјеничког угљеносног басена, од 2 милиона тона лигнита и изградња термоелектране од 320 MW, као и из подводног

угљоносног басена Ковин од око 4 милиона тона и термоелектране 2x200 MW. Напокон, ако узмемо у обзир максималну експанзиону енергетску политику, у периоду 2025-35. година, производња лигнита у Србији би могла износити око 62-64 милиона тона лигнита, са инсталисаним капацитетима од око 7000 MW, што заменских, што нових капацитета, и то око 3000 MW нових и око 2000 MW заменских термо капацитета.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Лигнит као фосилно гориво има дугорочну перспективу и добру конкурентну позицију у производњи енергије у Србији. Значај лигнита је препознат и придаје му се све већи значај. Програмом развоја предвиђена су улагања како за нове термоенергетске капацитете, тако и за проширење постојећих и отварање нових површинских копова лигнита. Енергетска политика после 2020. године изискиваће нова и доста већа улагања у нове површинске копове лигнита оба басена лигнита, Колубаре и Костолца, али и у рудник Штаваљ у сјеничком угљоносном басену и на подводном површинском копу Рудника Ковин. Планирана производња лигнита у Србији изискује дефинисање нових експлоатабилних резерви лигнита, како за заменске термо-капацитете тако и у новим, у циљу достизања значајног произвођача електричне енергије у овом делу Европе. Сагледавајући све потенцијале, стварне техничко-технолошке могућности, може се са оптимизмом и реалношћу рећи да се из овог региона може очекивати довољно инсталисане снаге енергетских капацитета која ће се добијати из лигнита. Као што је познато, Европска Унија има за циљ да повећа учешће обновљивих извора енергије за добијање електричне енергије. Из тог циља је проистекла препорука да до 2020. године производња енергије буде око 20% из обновљивих извора енергије. Међутим, свака држава чланица, као и остале државе, имају различите енергетске потенцијале, како необновљивих тако и обновљивих извора енергије. Позиција Србије је у том случају задовољавајућа, узимајући у обзир остале државе Европе (узимајући у обзир комплетан искористиви хидропотенцијал). На слици 7, приказано је процентуално учешће обновљивих и необновљивих енергетских потенцијала, односно упоређивање Републике Србије са осталим земљама Европе.



Слика 7. Процена односа између учешћа енергетских потенцијала за добијање електричне енергије после 2025. године

Однос обновљивих и необновљивих извора енергије за добијање електричне енергије у Републици Србији може бити око 50:50%, превасходно лигнита за добијање електричне енергије. Треба нагласити да ни ове вредности нису коначне и да зависе од спровођења националне енергетске политике. Ипак, и даље ће производња лигнита површинским начином експлоатације имати главно учешће у добијању електричне енергије. По потенцијалима, лигнит ће до око 2060. године бити значајан извор енергије у Републици Србији.

Овај рад је резултат Пројекта из области Технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије: "Унапређење технологије површинске експлоатације лигнита у циљу повећања енергетске ефикасности, сигурности и заштите на раду", број 33039.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Закон о ратификацији Уговора о оснивању Енергетске Заједнице Југоисточне Европе, Сл. гласник РС бр.62/2006,
2. Republic of Serbia, 2005, "Strategy of Development in Sector of Energy up to 2015", Republic of Serbia—Official Gazzete, 44, 2005 (in Serbian),
3. Electric Power Industry of Serbia, Annual reports for the years 1980 to 2013, Belgrade, 2014 [www.eps.rs/](http://www.eps.rs/),
4. Стручне подлоге за израду Стратегије управљања минералним ресурсима Републике Србије до 2030. године, Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет, Београд, 2011.
5. Jovančić, P., Tanasijević, M., Ivezić, D., 2011, Serbian energy development based on lignite production, Journal of Energy Policy 39, 1191–1199
6. Просторни план Републике Србије 2010–2014–2021, Београд, 2010
7. EU Energy Policy to 2050, A report by the European Wind Energy Association, March 2011





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ПРИМЕНА НА ЛЕНТЕСТИ ТРАНСПОРТЕРИ СО ВЛЕЧНИ ЈАЖИЊА ЗА ТРАНСПОРТ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ НА ТЕРЕНИ СО СЛОЖЕНИ КОНФИГУРАЦИИ**

### **APPLICATION OF CABLE BELT CONVEYORS FOR CONVEYING OF MINERAL RAW MATERIALS IN COMPLEX TERRAIN**

*Зоран Десподов<sup>1</sup>, Дејан Миравовски<sup>1</sup>, Драги Пелтечки<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

<sup>2</sup>Еуромакс Ресоурцес ДОО-Скопје

**Апстракт:** Во трудот е презентирана примената на лентестите транспортери со влечни јажиња за транспорт на минерални сировини во планински терени. Исто така, наведени се предностите на овие транспортери во споредба со класичните транспортерите како и пресметани вкупните вложувања за овој вид на транспортни постројки за случај на транспорт на бакарна руда.

**Клучни зборови:** лентест транспортер, влечно јаже, бакарна руда, инвестиции.

**Abstract:** This paper presents an application of cable belt conveyors with ropes for transportation of mineral resources in mountainous terrain. Also here are listed the advantages of these transporters compared with conventional conveyors and also the estimated total investment for this type of transport facilities in case of transportation of copper ore.

**Keywords:** belt conveyors, rope, copper ore, investments.

#### **ВОВЕД**

Понекогаш транспортот на корисната минерална сировина или јаловината е потребно да се извршува од површинскиот коп или јамата до постројката за нејзина преработка или одлагалиштето низ планински терени со сложена конфигурација. Во овие случаи е потребно со трасата да се совладаат многу успони, падови, хоризонтални и вертикални кривини.

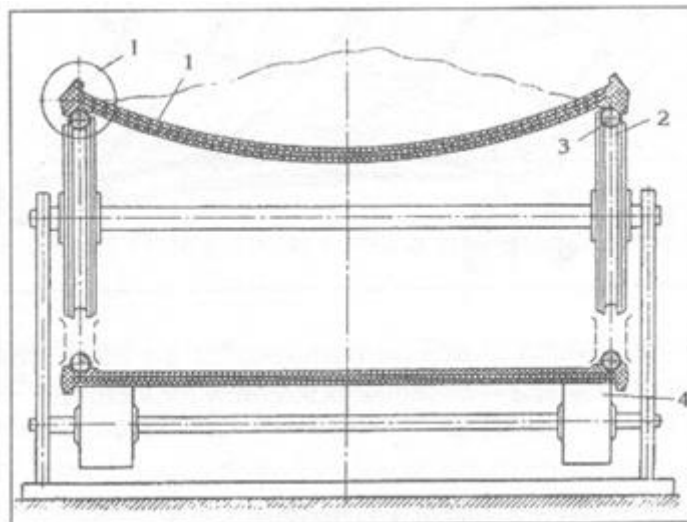


**Слика 1.** Лентест транспортер со влечни јажиња

Класичните транспортери неможат да одговорат на овие барања па често пати за такви теренски услови се проектираат и инсталираат лентести транспортери со влечни јажиња. Овие транспортни постројки се одликуваат со остварување на големи транспортни капацитети, едноставна монтажа, вработување на мал број работници, мали експлоатациони трошоци и надежна работа.

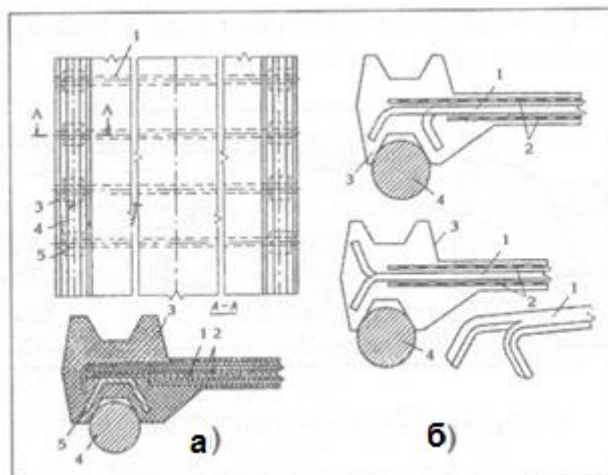
## 1. ОПИС НА ЛЕНТЕСТИТЕ ТРАНСПОРТЕРИ СО ВЛЕЧНИ ЈАЖИЊА

Кај овој вид на транспортери носечкиот орган е лентата, а влечната сила се пренесува со помош на јажиња кои се потпираат на тркала, распоредени вдолж трасата, на секои 30м (сл.2),[1].



**Слика 2.** Попречен пресек на транспортер со влечни јажиња:  
1-лента; 2-носечко тркало; 3-јаже; 4-повратен валец

Гумената лента има специјална конструкција така што на нејзините краеве се наоѓаат жлебови во кои навлегуваат јажињата. Лентата преку овие жлебови налегнува на двете јажиња и на тој начин е оневозможено нејзино испаѓање за време на транспортот на материјалот, сл.3.



**Слика 3.** Конструктивна изведба на лентата за транспортери со влечни јажиња:  
1-платно; 2-шипка; 3-жлеб; 4-јаже; 5-армирачки елемент

Во лентата, попречно на нејзината подолжна оска се вградуваат челични шипки, со кружен или правоаголен пресек, чија што задача е како гредички со потпори на јажињата, го носат материјалот.

Растојанието помеѓу овие шипки се движи од 70 до 200 mm. За транспорт на крупно парчести и тешки руди, и карпи се употребува поголем број на јажиња, па тогаш и лентата има повеќе жлебови.

Јажињата по должина на лентата се потпираат на носечки тркала кои можат да бидат обложени со гума или пластична маса. Пречникот на јажето зависи од потребната влечна сила, и се движи во дијапазон од 20 до 40 mm. На крајните станици лентата се одвојува од јажињата и се обвиткува околу барабани, додека пак јажињата се насочуваат на погонски и повратни(затегнувачки) макари.

## 2. ПРЕДНОСТИ НА ЛЕНТЕСТИТЕ ТРАНСПОРТЕРИ СО ВЛЕЧНИ ЈАЖИЊА ВО СПОРЕДБА СО КЛАСИЧНИТЕ ТРАНСПОРТЕРИ

Некои од предностите транспортерите со влечни јажиња се:

- Минимален број на ротациони компоненти:
  - За 30 м должина се потребни 30 носечки тркала кај транспортерите со влечни јажиња,
  - За 30м должина се потребни 85 валци кај класичните транспортери со валци.
- Нема поместување на лентата во текот на движењето од нејзината подолжна оска



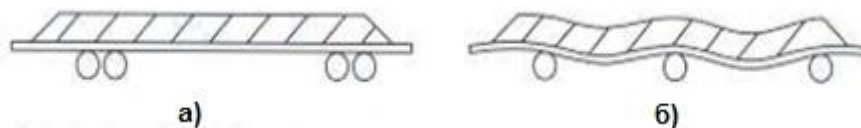
**Слика 4.** Положба на лентата во однос на нејзината подолжна оска:  
а) транспортер со влечни јажиња; б) класичен транспортер

- Нема загуби на материјал при водење во хоризонтални кривини



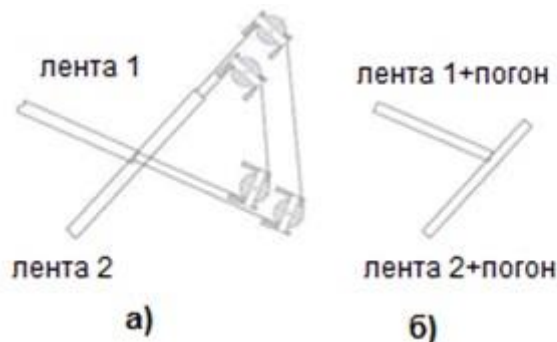
**Слика 5.** Положба на материјалот во лентата при водење во хоризонтална кривина  
а) транспортер со влечни јажиња; б) класичен транспортер

- Поради подоброто затегнување на влечните јажиња нема уклони на лентата па поради тоа загубите на енергија се помали



**Слика 6.** Положба на лентата во подолжен правец како резултат на различни начини на потпирање: а) транспортер со влечни јажиња; б) класичен транспортер

- Промена на хоризонтални правци е можна само со еден погон



**Слика 7.** Состјба при промена на хоризонтален правец:  
а) транспортер со влечни јажиња; б) класичен транспортер

- Лесно прилагодливи при совладување на вертикални кривини со помали вредности на затегнување на влечните јажиња.

### 3. ПРИМЕНА НА ЛЕНТЕСТИТЕ ТРАНСПОРТЕРИ СО ВЛЕЧНИ ЈАЖИЊА ЗА ТРАНСПОРТ НА БАКАРНА РУДА

Во рамките на изработката на прелиминарни студии од страна на компанијата Еуромакс Ресурсис за површинска експлоатација на бакарна руда од рудното наоѓалиште Иловица, с.Босилово е разгледувана алтернативата за надворешен транспорт на издробена бакарна руда од површинскиот коп до постројката за преработка на минералната суровина односно флотацијата низ планински предел, сл.8.

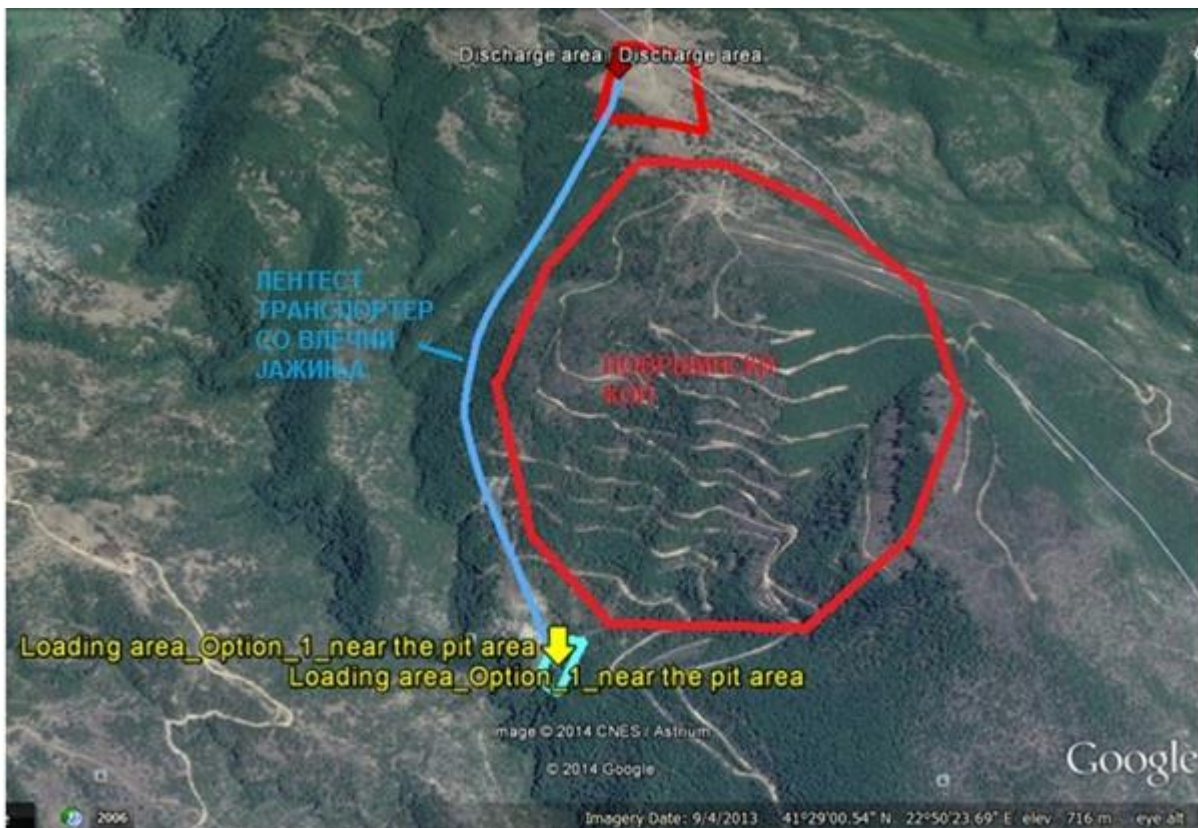
За транспорт на бакарната руда е предвиден лентест транспортер со влечни јажиња производство на кампонијата METSO од Канада. Транспортерот е проектиран за следниве работни услови:

- должина на транспорт:  $L = 1250 \text{ m}$
- височина на подигнување на рудата:  $H=320 \text{ m}$
- должина на хоризонтални кривини:  $L_{n,kr}=600 \text{ m}$

- годишен капацитет на рудникот:  $Q_g=10.000.000$  t бакарна руда
- часовен капацитет на транспортерот:  $Q_h=1200$  t/h
- горна гранична големина на парчињата руда:  $a_{max} = 150$  mm.
- работен век на системот:  $T = 25$  години.

Усвоен е лентест транспортер со следниве технички карактеристики:

- ширина на лентата:  $B = 900$  mm
- брзина на лентата:  $v=4$  m/s
- дијаметар на јажињата  $d=45$  mm
- вкупен број на носечки тркала на јажеото:  $n = 2133$
- моќност на погонот:  $P = 1500$  kW
- работен век на лентата:  $T_l = 15$  години.



**Слика 8.** Планирана локација на лентестиот транспортер со влечни јажиња за транспорт на дробена бакарна руда во Рудникот Иловица, с.Босилово

### 3.1. Пресметка на капиталните и оперативните трошоци на транспортната постројка

Вкупните трошоци за лентестиот транспортер со влечни јажиња за проектот Иловица се пресметани како сума од следниве поединечни трошоци:

A) *Оперативни трошоци*  $C_o$ :

A1.Оперативни годишни трошоци:

- 1) Трошоци за резервни делови,  $C_{pc}$
- 2) Трошоци за електрична енергија,  $C_{pwc}$
- 3) Трошоци за работна сила,  $C_{lc}$

A2.Оперативни вкупни трошоци  $C_{to}$

B) *Капитални трошоци*,  $C_c$

- V1.Капитални годишни трошоци,  $C_c$
- V2.Капитални вкупни трошоци,  $C_{tc}$



- C) Трошоци за монтажа,  $C_i$   
 D) Трошоци за траса и пат,  $C_r$ .

**Пресметка:**

A) Оперативни трошоци  $C_o$ :

A1. Оперативни годишни трошоци:

- 1) Трошоци за резервни делови,  $C_{pc}$  = Трошоци за резервни делови/t \* Годишно производство =  $0.0245\$/t * 10,000,000 \text{ t/годишно} = 245,000 \text{ \$/годишно}$
- 2) Трошоци за електрична енергија,  $C_{pwc}$  = Трошоци за електрична енергија/t \* Годишно производство =  $0.0578\$/t * 10,000,000 \text{ t/годишно} = 578,000 \text{ \$/годишно}$   
 \* Цена на електрична енергија/kW-hr = 0.055\$
- 3) Трошоци за работна сила,  $C_{ic}$  = Трошоци за работна сила/t \* Годишно производство =  $0.007\$/t * 10,000,000 \text{ t/годишно} = 70,000 \text{ \$/годишно}$   
 \* Трошоци за работна сила/час = 7.00\$

Вкупни годишни оперативни трошоци  $C_o = 245,000 + 578,000 + 70,000 = 893,000 \text{ \$/годишно}$

Вкупни оперативни трошоци за работен век на транспортерот од 25 години ( $\Sigma A$ ):

$\Sigma A = 893,000 \text{ \$/годишно} * 25 \text{ години} = 22,325,000 \text{ \$}$

B) Капитални трошоци,  $C_c$

V1. Капитални годишни трошоци,  $C_c$  = Капитални годишни трошоци/t \* Годишно производство =  $0,0360 * 10,000,000 \text{ t/годишно} = 360,000 \text{ \$/годишно}$

V2. Капитални вкупни трошоци,  $C_{ic}$  = Капитални годишни трошоци \* 25 години =  $9,000,000 \text{ \$}$

Капитални вкупни трошоци :  $\Sigma B = 9,000,000 \text{ \$}$

C) Трошоци за монтажа,  $C_i$

Монтажа на телото, работните елементи и траката =  $1,162,591 \text{ \$}$

Врз основа на искусствените сознанија на добавувачот RULMECA ориентационо вкупната цената на сите монтажните работи би изнесувала  $\Sigma C = 4,080,000 \text{ \$}$ .

D) Трошоци за траса и пат,  $C_r$

Градежните работи кои би опфаќале пробивање на земјен пат по траекторијата на транспортерот со поставување на фундаменти за носечките столбови =

$1,088,000 \text{ \$}$  до  $1,360,000 \text{ \$}$

Средна цена =  $1,224,000 \text{ \$}$

Вкупни трошоци за пат:  $\Sigma D = 1,224,000 \text{ \$}$

Вкупни трошоци за транспортер со влечни јажиња (работен век 25 години):

$\Sigma A + \Sigma B + \Sigma C + \Sigma D = 22,325,000 \text{ \$} + 9,000,000 \text{ \$} + 4,080,000 \text{ \$} + 1,224,000 \text{ \$} =$

$36,629,000 \text{ \$}$

**4. ЗАКЛУЧОК**

Од презентираниот текст може да се заклучи дека транспортерите со влечни јажиња представуваат успешно транспортно средство за транспорт на минерални сировини во терени со сложена конфигурација. Големите транспортни капацитети, големите транспортни растојанија, совладувањето на хоризонтални и вертикални кривини се предностите кои овие транспортери ги имаат во споредба со класичните транспортери. На примерот за транспорт на бакарна руда може да се констатира дека иако транспортерите со влечни јажиња бараат големи почетни капитални вложувања сепак експлоатационите трошоци се многу помали во споредба со останати транспортни системи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Grujic, M.: *Transport i izvoz u rudnicima*, (udzbenik), Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beograd, 1999.
2. Grujic, M., Ivković, M., Despodov, Z.: *Ecological advantages of the application of horizontal curves belt conveyors in coal conveyance*, Transport and Logistics, Vol.10, Košice, 2006.
3. Despodov, Z., Mirakovski, D., Doneva, N.: *Izbor optimalnog transportera sa trakom u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom metala*, Podzemni radovi, br.12, RGF, Beograd, 2003.
4. Despodov, Z., Mitić, S., Peltečki, D.: *Primena AHP metode za izbor transportnog sistema pri projektovanju rudnika*, Podzemni radovi, br.19, RGF, Beograd, 2011.





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ЗАШТИТА НА ПОВРШИНСКИОТ КОП „ПОДИНСКА ЈАГЛЕНОВА СЕРИЈА“ – “ПЈС” ОД ПОВРШИНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ**

## **PROTECTION OF THE OPENCAST MINE “COAL UNDERGROUND SERIES” – “CUS” FROM SURFACE AND GROUNDWATERS**

*Благој Горгиевски<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>АД ЕЛЕМ – РЕК Битола – ПЕ Рудници, Битола*

**Апстракт:** Рудникот за површинска експлоатација „Подинска Јагленова Серија“ – „ПЈС“ од страна на заводнетост, спаѓа во групата на лежишта со сложени услови на експлоатација. Тоа е пред се заради структурно геолошките и хидрогеолошките карактеристики на средината.

За да се направат услови за оптимална работа на рударската механизација и опрема, како и постигнување на оптимални производствени резултати потребно е ефикасно одводнување на работната средина.

Реализирањето на таа цел е условено од навремената изведба на хидротехнички објекти и обезбедување на хидротехничка опрема димензионирана според условите и приликите во рудникот.

**Клучни зборови:** површинска експлоатација, рудник, одводнување, хидротехнички објекти, и хидротехничка опрема.

**Abstract:** The opencast mine for surface exploitation of coal “Coal underground series” – “CUS”, by aspect of water presence, belongs in the group of mines with complex conditions of exploitation. Primarily it is because of the geostructural and hydrogeological characteristics of the environment.

An effective drainage system is necessary at the working environment, for providing the conditions for an optimal work of the mining machinery and the equipment, as well as achieving optimal production results.

The realization of these objectives is conditioned by the punctual installation of hydro-technical equipment, sized accordingly to the conditions and the circumstances in the mine.

**Key words:** opencast mine, mine drainage, hydro-technical equipment, hydro-technical facilities

### **ВОВЕД**

Подинската јагленова серија просторно се наоѓа во склоп на ограниченото поле на главниот продуктивен слој, кој е веќе во фаза на експлоатација во рудникот „Суводол“ Сл.1.1. Во рудникот „Суводол“, се врши континуирано откопување на јаглен заради

обезбедување на термоелектраните Битола 1,2 и 3 со јаглен за несметано производство на електрична енергија.

ПЈС е во фаза на отварање и развој на системите, додека пак површинскиот коп „Суводол“ е во завршна фаза на експлоатација. Од причина што „ПЈС“ е внатре во контурите на рудникот „Суводол“, решавањето на заштитата од подземните и површинските води е взаемно поврзан. Целта на одводнувањето по дефиниција, па и во случајот на овој рудник е да се обезбеди непречено спроведување на технолошкиот процес на експлоатација врз основа на разработена рударско – технолошка концепција на експлоатација. Тргувајќи од таквите основни принципи за безбедна и ефикасно спроведена технологија за експлоатација, се преземаат мерки за ризиците од доток на подземни и површински води да се елиминираат, или сведат на минимум.



**Слика1.** Фаза на отварање и формирање на ПЈС

## 1. ХИДРОГЕОЛОШКИ ПРИЛИКИ НА РУДНИКОТ ПЈС

Хидролошко и хидрогеолошките прилики во рудникот ПЈС, во помала или поголема мерка директно влијаат на одводнетоста на рудникот. Тоа е причина за детално нивно анализирање во фазата на истраги, отварање и разработака на рудникот.

Досегашните хидрогеолошки истражни работи поврзуваат повеќе водоносни средини, односно презентираат повеќе хидрогеолошки средини. При тоа се издвојуваат :

- Кровинска издан формирана во прашинасти песоци со хетерогена гранулација и песокливи прашини,
- Меѓуслоен издан формиран во прашинасти песоци со различна гранулација и песокливи прашини,
- Подинска издан формирана во грус од гнајс и прашинасти песоци кои се наоѓаат во непосредната подина на јагленосната серија,

Хидролошките фактори се значаен параметар при формирањето на хидрогеолошкиот модел на лежиштето. Тука спаѓаат пред сè параметрите од атмосферските врнежи и развиената хидрографска мрежа.

Влијанието на врнежите се манифестира двојно, и тоа:

- Преку директното истекување по гравитациски пат на површинските води од атмосферско потекло и
- Нивното индиректно влијание преку инфилтрација на атмосферските води во работната средина и нивната манифестација како подземни води.

Атмосферските врнежи имаат големо влијание на одводнетоста на теренот, посебно во кровината, бидејќи со нивна инфилтрација во подземјето се создаваат предуслови за формирање на подземни води.

Со цел за пратење на атмосферските врнежи, на просторот на рудник „Суводол“, поставени се две дождовномерни станици со кои се прати висината на водениот атмосферски талог. една од нив е поставена во кругот – платото на рудник „Суводол“, а другата е поставена кај браната „Суводол“. Преку нив се врши редовно пратење и евидентирање на атмосферските врнежи. Висината на атмосферските врнежи за 2012 и 2013 година се прикажани во Табела 1.

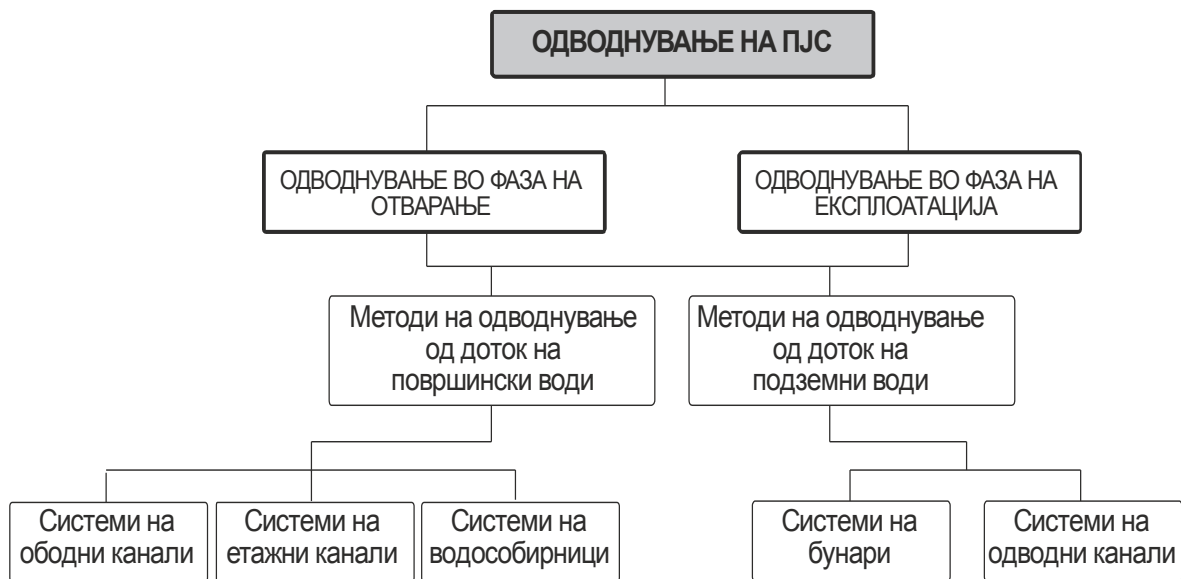
**Табела 1.** Табеларен приказ на врнежи за 2012 и 2013 год.

Р. бр.	Месец	Мерен воден талог ( <i>mm</i> ) за 2012		Мерен воден талог ( <i>mm</i> ) за 2013	
		Плато одводнување	Брана Суводол	Плато одводнување	Брана Суводол
1.	Јануари	55,00	46,00	28,00	47,00
2.	Февруари	54,00	55,00	116,00	97,00
3.	Март	36,00	28,00	21,00	26,00
4.	Април	43,00	47,50	67,00	78,00
5.	Мај	137,00	127,50	56,00	50,50
6.	Јуни	12,00	22,00	24,00	44,00
7.	Јули	13,00	10,00	12,00	25,00
8.	Август	32,00	28,00	22,00	9,00
9.	Септември	39,50	40,00	26,00	33,00
10.	Октомври	66,00	67,00	17,00	22,00
11.	Ноември	52,00	56,00	77,00	62,00
12.	Декември	59,00	64,00	0,00	0,00
Вкупно		598,50	591,00	466,00	493,50
Просек		594,75		479,75	

Подрачјето во кое се наоѓа рудникот „Суводол“, а со тоа и „ПЈС“, не се карактеризира со изразена хидрографска мрежа. Од хидролошки аспект како поважен постојан површински водоток е реката Црна која тече на околу 10(*km*) западно – југозападно од рудникот. Источно од рудникот има неколку карактеристични водотоци со повремени буичен карактер и тоа: Суводолска река, Ореовски, Параловски и Врањевски поток, кои се на северната – североисточната страна од границите на лежиштето и со хидротехнички зафат – заштитен ободен канал се спроведуваат во акумулацијата „Суводол“.

## 2. МЕТОДИ И СИСТЕМИ НА ОДВОДНУВАЊЕ ВО РУДНИКОТ „ПЈС“

Во досегашната фаза на отварање и разработка во која се наоѓа „ПЈС“, а тоа важи и за наредниот период во фазата на експлоатација, од хидролошки и хидрогеолошки аспект за одводнување, се применуваат методи за одводнување на дотоците на површински и подземни води. За нив пак ќе се активираат соодветни системи за одводнување кои во случајот на ПЈС се најсоодветни во конкретните хидрогеолошки и рударско – технолошки услови.



Слика 2. Методи и системи на одводнување во ПЈС

### 3. ОСНОВНИ ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ И ОПРЕМА ЗА ОДВОДНУВАЊЕ КОИ СЕ КОРИСТАТ ВО МЕТОДИТЕ НА ОДВОДНУВАЊЕ ВО РУДНИКОТ „ПЈС“

#### 3.1. Објекти и опрема кои се користат за заштита од подземните води

Воспоставувањето ниво на подземните води кое ќе биде пониско од соодветните коти на ископ е основната цел при изборот на конфигурацијата на бунарските системи кои се усвоени како методи за одводнување и заштита од подземните дотоци. Под конфигурација на бунарските системи се подразбира: број, локација и капацитет на бунарите.

Со цел за рационално одводнување во хидрогеолошка смисла на седиментите во кровинскиот комплекс и смалувањето на пиезометрискиот притисок во подлабоките седименти изработени се дренажни бунари Сл.31. Во оваа фаза беа изработени 19 бунари, од кои моментално 12 бунари се веќе поништени со развојот на технолошкиот процес на отварање и разработка на „ПЈС“, а бунарскиот низ од Б13 до Б19 е сеуште во функција со максимално искористување на нивните параметри со цел за одржување ниско ниво на подземните води.



**Слика 3.** Куќарка за бунар од бунарски низ

Важен момент при изборот на бунарските пумпи, покрај издашноста на бунарите за определување на нивниот капацитет, е и хемизмот на водите кои се црпат. Присуството на агресивни хемиски елементи во подземните води е основната причина да се набавуваат пумпи изработени од високо квалитетни челици да не би дошло до нивно оштетување како што е прикажано на Сл. 4



**Слика 4.** Оштетување на куќиште од пумпа заради хемизам на водата

### **3.2. Објекти и опрема кои се користат за заштита од површинските води**

Последиците од дотокот на површински води заради сè поголемото сливно подрачје кое се формира со ископот на ГЈС, а покасно и со ископот на ПЈС, можат да бидат катастрофални, во поглед на поплавување на основната механизација и предизвикување на свлечишта.

Кај рудниците со површинска експлоатација, а со тоа и во случајот на ПЈС, со цел да се направи соодветна заштита од дотокот на површинските води, треба пред се да се одредат границите на сливното подрачје. Сите површински води



во рамките на таа граница се сливаат кон отворената депресија создадена со ископот во рудникот.

Сливните површини редовно се со неправилен облик заради конфигурацијата на подрачјето - теренот каде се наоѓа рудникот.



**Слика 5.** Дел од сливно подрачје еродираано од доток на површински води

Со цел за заштита на „ПЈС“ од дотокот на површински води, моментално се користат хидротехнички објекти и опрема кои и предходно се користеа за заштита од површински води при експлоатацијата на главниот јагленов слој, а дел наново се направени, или се во фаза на изработка.

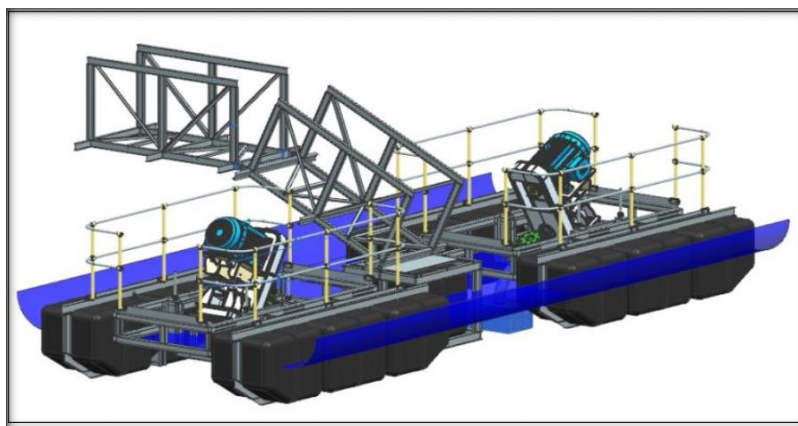
**Северен заштитен ободен канал** Сл.5 делимично е изработен и е во фаза на доработка. Се протега по ободот на северната завршна косина. Овој хидротехнички објект е од посебно значење во оваа фаза на „ПЈС“ затоа што ги прифаќа водите кои гравитираат по големо сливно подрачје кое го надвиснува рудникот од северната страна. Исто така овој канал моментално е и единствен гравитациски истек на водите кои се испумпуваат од Главниот водособирник кон Централниот водособирник од каде водите се препумпуваат надвор од границите на рудникот.

**Главен водособирник** Сл.6 се наоѓа на моментално најниската кота во рудникот. Ги акумулира сите води кои гравитираат во границите на ПК „Суводол“ и ПК „ПЈС“. Од хидротехничка опрема моментално е опремен со повеќестепена (петто степенa) центрифугална пумпа со капацитет од 80 (l/s) и снага од 160 (kW).



**Слика 6.** Главен водособирник

Заради технолошките и хидролошките прилики кои се очекуваат во наредниот период за овој водособирник кој во континуитет ќе го прати напредувањето на „ПЈС“ се планираат да се обезбедат понтонски пумпи за руднички услови Сл.7 Нивната предност е во тоа што постојано ќе пловат на површината од водата, а со тоа ќе се избегни факторот на ограничена всисна висина на пумпите и проблемот кој настанува со всисните корпи заради карактерот на работната средина. Во досегашното искуство се покажа дека повеќе степените центрифугални пумпи со всисна корпа не даваат доволен степен на сигурност за испумпување на водите посебно во критични моменти кога има поголем доток на вода со присуство на муљ и други покрупни честички.



**Слика 7.** Понтонски пумпи за руднички услови

**Централен водособирник** е хидротехнички објект кој и во предходниот период ги акумулираше сите води кои гравитираа во просторот на ПК „Суводол“ и од него се препумпуваа надвор од границите на рудникот.

Моментално од овој водособирник водата се препумпува со две пумпни станици кои ги сочинуваат две центрифугални петтостепени пумпи со  $Q/H = 100(l/s)/100 (m)$ , сервиски секоја поврзани со потопна муљна пумпа во улога на всисна корпа со  $Q/H = 100(l/s)/30 (m)$ .

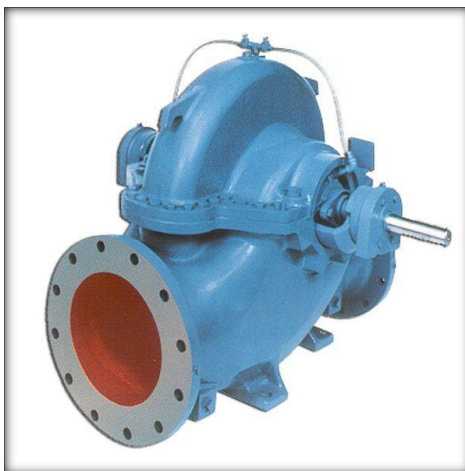




Слика 8. Централен водособирник со пумпна станица

Предноста на ваквиот сериски систем на пумпи во овој случај е елиминирањето на негативните ефекти од работа со всисна корпа, сигурниот старт на пумпниот агрегат, како и заштитата на работното коло на центрифугалната пумпа заради намалувањето на аксијалните сили кои доведуваат до чести хаварии кај ваквиот тип на пумпи.

Со цел да се постигни поголема сигурност во работата на пумпните станици на ЦВ, во план е повеќестепените пумпи да се заменат со двовлезни “Split Case” пумпи кои конструктивно гарантираат по сигурна и непречена работа за вакви специфични руднички услови.



Слика 9. Двовлезна “Split Case” пумпа

**Заштитни ободни канали и водособирници по јужна завршна косина** и во досегашниот период за заштита при експлоатација на главниот јагленов слој имаат за цел спречување на дотокот на површински води кои гравитираат директно внатре во контурите на рудникот. Водособирниците имаат каскаден карактер со цел да се амортизира ударот на водит кои истекуваат по оваа косина и се насочени кон Главниот водособирник. Заради постигнување на вистински ефект од заштита на водите по оваа косина предвидено е овие водособирници да се обезбедат со потопни муљни пумпи кои совладуваат геодетски висини до 50 (m) со што водата ќе ја испумпуваат надвор од границите на одкопното поле на „ПЈС“.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на досегашните искуства, како и од фактот дека одводнувањето во рударството обфаќа комплексни мерки поврзани со заштитата од подземни и површински води во сите фази на експлоатација во рудниците со површинска експлоатација, кон заштитата на „ПЈС“ од влијанието на водите се приоѓа со посебен респект. Условите за експлоатација на „ПЈС“ од страна на технолошки и од страна на хидролошки и хидрогеолошки аспект, спаѓаат во групата на сложени услови.

Предходното, како и тековното одводнување на рудникот треба да биде на највисоко ниво како во делот на хидротехничките објекти, така и во делот на хидротехничката опрема. Сето тоа мора да биде исполнето доколку сакаме во наредниот период да имаме сигурни и безбедни услови за ископ на јаглен од ова лежиште кое ќе треба да ги обезбеди потребните количини на јаглен за работата на ТЕ Битола 1, 2 и 3.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Radomir D. Simić, (1976) *“Odvodnjavanje površinskih kopova i odlagališta”*, Beograd.
2. Dr Mirko Ivković, (2008) *“Odvodnjavanje u rudarstvu”*
3. V. Pavlović, T. Šubaranović, D. Polomčić, (2012) *“Sistemi odvodnjavanja površinskih kopova”*, Beograd.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ШТЕТИ НАСТАНАТИ ВО РУДНИЦИТЕ ВО СРБИЈА КАКО ПОСЛЕДИЦА ОД ПОПЛАВИТЕ ВО МАЈ 2014 ГОДИНА

### MINES OF DAMAGES IN SERBIAN MINES INCURRED AS A RESULT OF FLOODS IN MAY 2014

*Mitić S.<sup>1</sup>, Milojević D.<sup>1</sup>, Makar N.<sup>1</sup>, Milošević D. M.<sup>1</sup>,  
Belić Z.<sup>1</sup>, Vlajić D.<sup>1</sup>, Gutović M.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Рударски институт ДОО Белград, Батајнички пат 2, Белград, Србија

**Апстракт:** Како што е познато на пошироката јавност, во средината на мај 2014 година, Србија и БИХ ги погоди катастрофална поплава. Центарот на циклоналното поле беше над Србија и Босна и Херцеговина, при што помеѓу 13 и 15 мај имаше големи количини на врнежи од дожд, најголеми од било кога досега забележани откако се води метеоролошко надгледување. Поплавата нанесе големи штети, а неколку луѓе го изгубија и својот живот. Освен цивилните објекти, оштетени се или беа во непосредна опасност и многу индустриски објекти, вклучувајќи рудници и електроенергетски постројки. Во овој труд е даден краток приказ за последиците кои поплавата ги предизвика во поединечни рудници во Србија.

**Клучни зборови:** поплава, штета, рудник.

**Напомена:** Овој труд е произлезен од Проектот бр. 33029 кој е финансиран со средства од Министерството за образование и наука на Република Србија.

**Abstract:** As the general public know, in mid-May 2014, Serbia and Bosnia and Herzegovina was hit by a catastrophic flood. Center of the cyclon area was over the Serbia and Bosnia and Herzegovina, where between 13 and 15 May large amounts of rainfall were extracted, the highest ever recorded since the water meteorological observations. Flooding has caused extensive damage and several people lost their lives.

In addition to civilian objects, many industrial facilities, including mines and power plants that have been damaged or were in imminent danger.

This paper presents a brief overview of the consequences caused by the flood in some mines in Serbia.

**Key words:** flood, damage, mine

#### **Acknowledgement**

This paper is produced from the Project No. 33029 which is funded by means of the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia

#### **ВОВЕД**

Циклонот “Тамара” го зафати подрачјето на средна и југоисточна Европа на 13 мај 2014 година. Истиот се простираше на голема хоризонтална површина, по вертикала до 100 километри преку целата тропосфера. Заситеноста на воздушната маса беше

околу 100%, а влажноста е зголемувана благодарение на топлиот воздух од југ и исток. Во прилог за развој на ваквото поле со низок притисок придонесувале и физичко-географските специфичности на Балканскиот полуостров. Ослабувањето и престанокот на циклонот започна дури во текот на 16 мај.

Општина Обреновац беше најмногу погодена од поплавите и се проценуваше дека 90% од населението е потопено. Целото население, кое брои околу 8700 жители, беше евакуирано. Покрај Обреновац се наоѓа термоелектраната “Никола Тесла” (ТЕНТ), најголема термоелектрана во Србија која дава скоро 50% од вкупната електрична енергија во Србија. Меѓутоа таа остана непотопена, благодареејќи на добрата интервенција и големата пожртвуваност на вработените и околното население. Термоелектраната “Костолац”, која дава 11% од електричната енергија во Србија, беше загрозна од изливањето на реката “Млаве”. Два насипа од вреќи со песок беа пробиени, но водата не ја проби последната одбрамбена линија. Центарот на Парачина, Петровца на “Млави”, Свилајнца и Смедеревска Паланка беа поплавени. Во Крупњу беа уништени десетина куќи, а објектите дополнително се загрознени од појавата на клизишта. Поплавниот бран на реката “Сава” кај Шапца достигна кота од 6,6 m, што е најголемо ниво на оваа река во тој град од кога се води евиденција. Освен срушени куќи, однесени патишта и мостови, а посебно човекови животи, поплавите нанесоа големи штети и на земјоделството, земјиштето и на посевите.

Исто така со оваа елементарна непогода се погодени поединечни рудници, во поголем или помал обем. Во понатамошниот текст ќе биде прикажано нивото на оштетеност во поединечни рудници.

## 1. РУДНИК ЗА ОЛОВО И ЦИНК “VELIKI MAJDAN” - ЉУБОВИЈА

Од моментот кога беше најавен поплавниот бран, во рудникот беше организирано 24-часовно дежурство на сите витални објекти во рудникот:

- Флотациското јаловиште со брана од камен и
- Јамата и рудничкиот круг со припадните објекти.

На 14/15 мај приливот на водата од “Селеначката” река и “Бодњичкиот” поток ги загрозуваа објектите на компресорската станица и главниот влез во јамата. Обидот за да се спречи продорот на водата и материјалите спрема влезот на јамата и рудничкото купатило со поставување на насип не успеа, поради многу големата количина на вода и материјали (дрвја и крупни камења) кои предизвикаа загушување на доводниот тунел во колекторот од една страна, а од друга страна воведниот колектор “Бодњички” поток ја намали пропусната моќ на колекторот. Како последица на тоа беше блокиран влезот во јамата, продорот на вода и материјали во просториите на рудникот (канцелариите), еродирање на патот од кругот преку одлагалиштето за рудничка јаловина до јамата (Слика 1, 2 и 3).



Слика 1. Влез во Главниот извозен поткоп РОЦ ‘Veliki Majdan’



Истовремено дојде до појава на две големи клизишта на делот на патот од капијата на рудникот до платото испред јамата.

Клизиштата и водата оштетија дел од патот и го соборија далеководот спрема селото Селанац. Со ангажирање на работниците и рударските машини, со нанесување на јамска јаловина се спречи продорот на водата преку кругот на рудникот, бидејќи ќе ги загрозе останатите објекти (бензинската пумпа, складиштето за уље и мазива, машинската работилница), (Слика 1.3).

Поради големиот прилив на вода во јамата и блокираниот влез/излез на јамата, одржуван е системот за одводнување на јамата од нивото на хоризонт XIII спрема површината, додека хоризонтите XIV и XV се потопија. Во рекорден временски период се воспостави нормален режим за одводнување.

Во наредните 5 дена, благодарение на вработените, јамата на рудникот беше оспособена за производство.

Од водозафатот кон јамата беше уништен системот на цевководот за напојување на флотацијата со вода од водозафатот на јамата. Беше поставен привремен цевковод за снабдување на флотацијата со вода.

Во делот од флотацијата до флотациското јаловиште, делумно беше онеможен системот за хидротранспорт на јаловината и повратната технолошка вода. Патот од магистралниот до капијата на рудникот беше оштетен на неколку делници, односно места. Привремено беше оспособен за сообраќај со насипување на рудничка јаловина и нанесување на материјал со помош на Кризниот штаб од општина Љубовија.



**Слика 2.** Поплава во горниот дел на рудничкиот круг во рудникот "Veliki Majdan"



**Слика 3.** Оштетување на средишниот дел од рудничкиот круг во рудникот "Veliki Majdan" со уништен дел од локалниот пат

Во фазата на најголем доток на вода во езерото за прифаќање, како и приливот на атмосферски води во зафатот на флотациското таложно езеро, беше организирано 24-часовно дежурство со цел за следење на нивото на водата во двете езера.

Со големиот прилив на материјали (камења, исечени дрвја од сечата од страна на “Србијашума” изнад заштитната брана од камења), дошло до зачепување на цевководот за оддржување на проектираното ниво на езерото, така што во моментот не е во функција.

Изградените цевководи, цевковод за прифаќање на поголеми количини на вода од езерото и цевковод за прифаќање на атмосферските води во зафатот на таложното езеро, од изработениот преливен канал на десната страна од браната на јаловиштето, ја обезбедуваа и заштитуваа песочната брана на јаловиштето од ерозија.

Нивото на водата во флотациското езеро достигна кота околу 1 m испод котата на круната на браната, така што водата превентивно беше испуштена преку изградениот преливен канал од десната страна на браната.

Снабдувањето со електрична енергија, краткотрајно беше загрошено со појавата на клизиштата изнад TS 35/10 kV, но не дојде до испаѓање на трансформаторот, со што беше обезбедено континуирано снабдување на рудникот со електрична енергија.

Воспоставено е нормално снабдување со питка вода на сите објекти во рудникот, од постоечките зафати за вода.

## 2. РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА “РУДНИК” ДОО - РУДНИК

Рудник “Рудник” не беше директно загрошен од дејството на поплавата. Сепак со цел за обезбедување, беа извршени итни работи на флотациското јаловиште. Беа ископани дополнителни одводни канали и поставен помошен цевковод, бидејќи постоеше опасност од преливање на браната (Слика 4). Значителното оштетување од надојдената вода во потоците, претрпе патот помеѓу јамата и флотацијата (Слика 5), како и патот спрема значајната локација за рудникот – “Азна” (Слика 6).



Слика 4. Флотациското јаловиште на рудник “Рудник”, после обилните врнежи



**Слика 5.** Оштетен пат од јамата до флотацијата во рудник “Рудник”



**Слика 6.** Оштетен пат од рудник “Рудник” кон локалитетот “Азна”

### **3. РУДНИК “STOLICE” - КРУПАЊ**

Министерството за земјоделство и заштита на животната средина и Министерството за рударство и енергетика, формираа посебен тим од Рударскиот институт во Белград за следење и реализација на итните мерки за санација на јаловиштето “Stolice” кај Крупањ.

Најголем инцидент за јаловиштето “Stolice” е загрозувањето на животната средина, кое настана како последица од поплавите во мај 2014 год. Обилните и долготрајните врнежи од дожд во периодот од 15 до 23 мај, како последица доведоа до појава на клизишта и пробив на брани во повеќе локации, што доведе до изливање на повеќе илјади кубни метри флотациска јаловина, со голема содржина на метали и токсични материји кои се користат во процесот за преработка на рудата (Слика 7, 8 и 9).

Флотациската јаловина и водата од јаловиштето се излеале во реката “Корениту”, во местото Костајник, која се влева во реката “Јадар” на оддалеченост од околу 20 km. Реката “Јадар” се влева во реката “Дрина”, со што е загрозен дринскиот слив, а со тоа индиректно и реката “Сава”.



До повторно пробивање на браната и истекување на јаловина во потокот “Костајник”, дојде на 17 јули после повторните обилни врнежи од дожд. Флотациската јаловина од бочната страна ја проби веќе оштетената брана на јаловиштето и се излеа во потокот. Поради ургентната ситуација, Министерството за земјоделство и заштита на животната средина презеде мерки за итна изработка и реализација на планирани мерки и активности за санација на јаловиштето “Stolice”, а со цел за отстранување на последиците од штетата и зачувување на стабилноста на животната средина во загрозеното подрачје.



**Слика 7.** Флотациско јаловиште на рудникот “Stolice” после поплавите – пробој на јаловина и материјали од јаловиштето



**Слика 8.** Флотациско јаловиште на рудникот “Stolice” оштетено во поплавата – излевање на јаловината на локалниот пат



**Слика 9.** Флотациско јаловиште на рудникот “Stolice” оштетено во поплавата – продор на материјалот од јаловиштето

#### **4. РУДНИК “KOLUBARA” – КОП “ТАМНАВА – ЗАПАДНО РОЈЕ” И ТЕРМОЕЛЕКТРАНА НА ЕЛЕКТРОСТОПАНСТВО НА СРБИЈА**

Копот за јаглен “Tamnava – Zapadno polje” на 16 мај 2014 е поплавен од реката “Kolubara”. Силината на водата која беше надојдена, предизвика промена на текот на реката помеѓу местата “Veliki Crljeni” и “Вреоци” во општината Лазаревац, го однесе патот и целосно ги потопи коповите “Tamnava – Zapadno polje” и “Veliki Crljeni” (Слика 10, 11 и 12).

Колку милиони кубични метри на вода се задржаа во Тамнавските копови, беше измерено дури откако реката “Kolubara” се врати во своето корито. Така што на просторот на “Tamnava – Zapadno polje” се задржале околу 210 милиони кубични метри вода, а во копот “Veliki Crljeni” околу 26 милиони кубични метри.

Во најголемиот коп на рударскиот басен “Kolubara” (кој што моментално дава околу 30% од вкупното производство на јаглен во басенот “Kolubara”), се влеале дури 210 милиони кубични метри вода, што значително го надминува “Власинското” езеро, трето по големина во Србија, а многу е блиско и до “Перучу”, кое по површина е веднаш зад најголемото во Србија – “Џердапско” езеро. Според длабочината на водата, Тамнавскиот коп може да се спореди со “Бококоторскиот” залив (Црна Гора), каде максималната длабочина на водата е 60 m.





**Слика 10.** ПК “Tamnava – Zapadno polje”



**Слика 11.** Поместено корито и регулација на реката “Kolubara”



**Слика 12.** Локација каде реката “Kolubara” се излеала од своето корито и се влеала во ПК “Tamnava – Zapadno polje”

Пред поплавите на реката “Kolubara” имаше изработено проширување со насипи и мали езера за одбрана од големи води, но овој пат не беа доволни. Поместувањето на коритото и регулацијата на реката “Kolubara” изведена е врз основа на највисоките забележани водостои до 2005 год. (Слика 10 и 11). Меѓутоа, после обилните врнежи од дожд, реката “Kolubara” го проби новиот насип и се врати во своето старо корито, односно започна да се влева во новиот површински коп “Тамнава – Западно поље” (Слика 12).

Покрај “Обреновца” се наоѓа термоелектраната “Никола Тесла” (ТЕНТ), најголемата термоелектрана во Србија, која произведува скоро 50% од електричната енергија во Србија. ТЕНТ остана непотопена благодарјеќи на правремената интервенција и големата пожртвуваност на вработените, граѓаните, како и многуте луѓе кои дојдоа на помош од странство. Слично беше и во термоелектраната “Kolubara” во “Лазаревцу” и ТЕ–КО во “Костолцу”.

На овој начин беше сочуван електроенергетскиот систем во Србија.

Ситуацијата во термоелектраната “Kolubara A” и “Никола Тесла” (ТЕНТ) се прикажани на слика 13 и 14.



Слика 13. Ситуација во ТЕ “Kolubara A” за време на поплавата



Слика 14. Ситуација во ТЕ “Никола Тесла - A” – во критичниот момент во текот на поплавите

## **5. ЗАКЛУЧОК**

Катастрофалните поплави во Србија и опкружувањето, кои што настанаа во мај 2014 год., оставија тешки последици. Освен значајните штети врз цивилните објекти и земјишта, значителни оштетувања претрпија и рударско – енергетските објекти. Големата пожртвуваност на вработените во рудниците и термоелектраните, како и соодветните служби од државните органи, се избегнаа уште потешки оштетувања на капиталните објекти. Во наредниот период останува да се работи на комплетна санација на овие построенија, за што ќе биде потребно дополнително ангажирање, како на луѓе, така и на материјални средства. Се проценува дека за целосна санација и реконструкција, ќе бидат потребни околу 4 години.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Izveštaji sa terena prilikom poplava – Izveštaji rudnika, Elektroprivrede Srbije i Rudarskog instituta d.o.o.





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## АНАЛИЗА НА СОСТОЈБАТА СО ОТПАД ОД БАТЕРИИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА

## ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF WASTE BATTERIES IN R. MACEDONIA

**Борис Крстев<sup>1</sup>, Ана К.Мазневска<sup>2</sup>, Даниела Нелепа Дамеска<sup>2</sup>,  
Александра Д. Аврамовска<sup>2</sup>, Дејан Шошковски<sup>2</sup>,  
Анита А. Митревска<sup>2</sup>, Александар Крстев<sup>4</sup>, Агрон Алили<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

<sup>2</sup>УГД, ФПТН, магистрант - студент, Штип

<sup>3</sup>УГД, Факултет за информатика, Штип

<sup>4</sup>УГД, ФПТН, докторант - студент, Штип

**Апстракт:** Спроведување на истражувањето во Македонија со цел да се обезбеди прелиминарна оценка на правната и институционалната рамка, да се идентификуваат постојните практики за управување со отпад од батерии и акумулатори и да се добијат валидни и мерливи статистички податоци за состојбата со овој отпад во земјата.

**Клучни зборови:** Батерии БА, отпадни батерии ОБА, Министерство за животна средина и просторно планирање МЖСПП

**Abstract:** Conducting research in Macedonia in order to provide a preliminary assessment of the legal and institutional framework, to identify existing practices for managing the waste batteries and accumulators and to obtain valid and measurable statistics on the current state of this waste in the country.

**Key words:** Batteries BA , waste batteries Oba , Ministry of Environment and Physical Planning MEPP

### ВОВЕД

Батериите станаа неопходен дел од нашите животи. Тие обезбедуваат енергија секаде каде што ни се потребни. Тие се одлична „преносна“ можност која ни дава независност од електричната мрежа, но тие, исто така, носат сериозна одговорност поради тоа што, од една страна, содржат супстанции кои не смеат да се испуштаат во животната средина, а од друга, материјали кои можат да се рециклираат. Батериите мора да бидат соодветно отстранети на крајот од нивниот животен циклус.

## 1. ТОКСИЧНОСТА НА ОТПАДНИ БАТЕРИИ

Батериите што се користат денес содржат помалку опасни супстанции отколку во минатото. Во својот состав содржат тешки метали како што се олово, кадмиум или жива. Тешките метали може да имаат многу негативни/сериозни последици врз здравјето на луѓето и животната средина.

Во депониите, тешките метали имаат потенцијал да се филтрираат полека во почвата, подземните води и во водите кои се наоѓаат на самата Земјина површина. Кога се опалуваат металите како што се кадмиумот и оловото тие се концентрираат во пепелта која настанува при согорувањето, а можат да навлезат во атмосферата и преку гасовите кои се испуштаат од оџаците на печките за палење отпад. Во природата одредени типови од тешките метали може исто така да се концентрираат и на ткивата од организмите и да го продолжат својот пат низ синџирот на исхраната. Некои од овие метали како што е и кадмиумот се познати како канцерогени. Можните ефекти врз здравјето предизвикани од труење со тешки метали преку инхалација на вода, храна или воздух кои се контаминирани од нив варираат од главоболка, абдоминална непријатност па се до епилептични напади, рак, кома па дури и смрт. Различните здравствени проблеми зависат од концентрацијата и од времето на кое одреден организам бил изложен на токсикација од страна на металите.

Фактори кои влијаат на токсичноста на металите се следниве:

- Интеракција со есенцијални метали
- Старост и степен на развој.
- Имунолошки систем.

## 2. МЕТОДОЛОГИЈА

### 2.1. Дефинирање на проблемот

Македонија го донесе Законот за батерии и акумулатори и отпадни батерии и акумулатори во 2010 година и е во сила од јануари 2011 година, но сè уште не е имплементиран во целосно оперативен систем за управување и нема многу практични решенија. До сега, системот за собирање на батерии е почетно инициран од колективните постапувачи и во фази на натамошен развој.

Рамката на истражувањето се базира на методологија за проценка развиена од страна на експерти од Шведската Агенција за животна средина во соработка со МЖСПП и МИМ (Македонски Институт за Медиуми).

Проектот се состои од три комплементарни делови. Првиот дел е правната и институционалната рамка. Во вториот се идентификуваат постојните практики за управување со отпадот од батерии. Алатките кои се користат во третиот дел од истражувањето се: интервјуа на носителите на одлуки, истражувања преку електронска пошта, медиумите и приватниот сектор.

Резултатите од овој проект обезбедија солидна и веродостојна основа за развој на идното одржливо управување со отпадни батерии и акумулатори.

МЖСПП има објавено неколку правилници кои произлегуваат од Законот за батерии и акумулатори и отпадни батерии и акумулатори кои ги уредуваат барањата за заштита на животната средина кои батериите и акумулаторите мора да ги исполнуваат. Регулирани се обврските и одговорностите на економските оператори и другите субјекти кои учествуваат во процесот на производство и пуштање во промет на батерии и акумулатори, ограничувањето на употребата на батерии и акумулатори кои содржат опасни супстанции, правилата за собирање, третман, рециклирање и отстранување на отпадните батерии и акумулатори, како и економските инструменти за постигнување на националните цели за собирање и третман на отпадните батерии.



## 2.2. Цел на истражувањето

Очекуваниот резултат од оцената направена во рамките на овој проект е зајакнување на капацитетите за воспоставување на системи за управување со ОБА, оцената се состои од:

- Опис на постојната состојба во управувањето со отпадните батерии и акумулатори
- Опис на заинтересираните страни во врска со отпадните батерии и акумулатори (субјекти кои постапуваат со отпадните батерии)
- Количества и видови на батерии и акумулатори
- Мерки за подобрување

## 2.3. Извори на информации

а) Статистички извори - се карактеризираат со квантитативно откривање на појавата во текот на времето. (Државен завод за статистика, Царинска управа на Република Македонија, Министерство за внатрешни работи на РМ)

б) Архивски извори - документација која има карактеристики на континуитет и конзистентност на статистички извори ( НВО 4x4x4 Балкански Мостови (1992-2009 год.), НВО Go Green, НВО Метаморфозис, МЖСПП)

## 2.4. Дефиниција

Батерија или акумулатор е секој извор на електрична енергија создадена со директно претворање на хемиска енергија, кој содржи една или повеќе примарни батериски ќелии (кои не можат повторно да се полнат), или содржи една или повеќе секундарни батериски ќелии (можат повторно да се полнат);

### 2.4.1. Видови на батерии

Постојат неколку начини на категоризирање на батериите. Тоа може да биде според нивната форма, волуменот, тежината, материјалот или примената. Главната поделба на батериите е на Преносни, Автомобилски и Индустриски:

Преносните батерии понатаму се делат :

1. Примарни батерии и

2. Секундарни или батерии на полнење

1. *Примарните батерии се за еднократна употреба* (што значи дека тие мора да бидат заменети кога нивното полнење ќе се потроши).

- *жива (жива оксид)*, копчести некои се цилиндрични или коцкести, се користат во камерите, медицинските уреди како што се пејсмекерите, дефибрилаторите, ехо-мониторите, пејцетите, уредите за телеметрија, температурните аларми и во уредите за анализа на крвта. Ваквите батерии треба да се рециклираат со цел да се преработи живата.

- *алкални, алкални-манган*, 9-волтните, D, C, AA, AAA, копчести, се користат во пумпите, опремата за дијагностика, дефибрилаторите, офталмоскопите, светилки, глюкометрите и телеметриските уреди. Постарите алкални батерии се рециклираат со цел да се преработи живата, додека оние кои се од поново производство се рециклираат со цел да се преработи цинкот.

- *литиум*, копчести, AA, AAA, 9-волтни, малечки цилиндри, се користат во камерите, алармите, дигитроните и сл. Се рециклираат со цел да се преработи литиумот и литиумската легура; треба да се нагласи дека не треба да се горат бидејќи литиумот е лесно експлозивен.

- *сребро оксид (или сребро-цинк)*, копчести, високо волтни мало цилиндрични, посебно дизајнирани, се користат во часовниците и камерите. Карактеристично за овие батерии е што тие стануваат токсични дури откако ќе истечат најчесто по пет

години (што е нивниот вообичаен животен век). Се рециклираат со цел да се преработи живата и сребро-оксидот кој го содржат.

2. *Секундарни или Батериите со повторно полнење* содржат олово и кадмиум –два токсични елементи. Овие тешки метали може да пенетрираат во воздухот, водата и почвата преку печките за согорување и оџаците. Еднаш кога ќе влезат во животната средина навлегуваат во синџирот на исхраната и може да предизвикаат сериозни проблеми кај здравјето на луѓето.

- *литиум-јонските*, посебно дизајнирани во кутии од цврста пластика, малечки цилиндри, копчести ќелии, се користат во мобилните телефони, слушалки, портабл mp3 плеери, лаптопи, видео камери. Се рециклираат со цел да се преработи литиумот и литиумската легура;
- *никел-кадмиум*, 9-волтни, C, D, AA, AAA, и пакувања на батерии, се користат во преносливите комуникациски уреди и дефибрилаторите, содржат страшно високо ниво на никел и кадмиум - два тешки метали. Се рециклираат како и сите претходни со цел на преработка на металите.
- *сребро оксид* (или сребро–цинк), нивната големина варира, се користат во медицинските уреди, часовници, честитки, а во поново време и во лаптоп компјутерите и мобилните телефони. По пет години кај овие батерии може да се излее нивната содржина што може да предизвика сериозни здравствени проблеми. Се рециклираат со цел да се преработи цинкот, живата и сребротото.
- *никел –цинк*, AA, ги има во некои алати, телефони, дигитални камери, апарати кои работат со помош на батерии а се користат во градините, професионални фото апарати, електрични велосипеди и слично. Овие батерии не содржат тешки метали. Цинкот и никелот можат во целост да се рециклираат. Оваа нова револуционерна технологија е во подем и има за цел да ги замени на пазарот водечките отровни и никел-кадмиумски батерии.

### 3. ГЛАВНИ НАОДИ

#### 3.1 Пуштени на пазарот

##### 3.1.1 *Министерство за животна средина и просторно планирање МЖСПП*

Со стапување на сила на Законот за управување со батерии и акумулатори и отпад од батерии и акумулатори во 2011 година, започна и обврската за регистрација на производителите кои за прв пат пуштаат на пазар или увезуваат како крајни корисници батерии и акумулатори. До моментот на изработка на овој документ регистрирани се 280 правни субјекти. Во РМ не постои производство на батерии и сите се увезуваат.

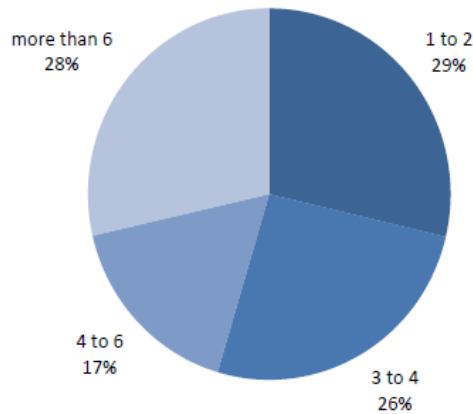
##### 3.1.2 *Царинска управа на Република Македонија*

Царинскиот орган нема да дозволи увоз на батерии и акумулатори без производителот да ја приложи потврдата за регистрација и регистрационен број. Царинската управа води статистика, а поради голем интерес на јавноста околу царинењето на моторни возила истите се објавуваат и на веб страната на Царинската Управа.

##### 3.1.3 *Метаморфозис*

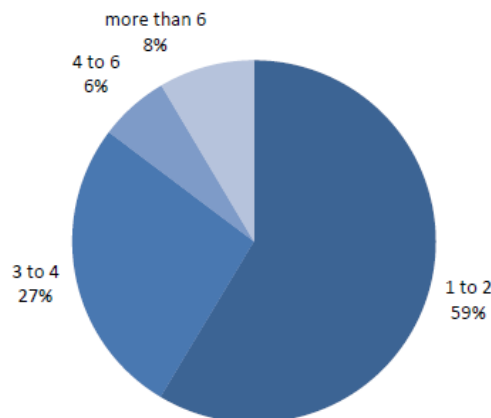
Истражување: *Сфаќањата и ставовите на граѓаните за е-отпадот во Република Македонија* - Јануари 2011 година. Истражувањето беше спроведено со телефонски интервјуа, со испитаници постари од 18 години.

За жал, свеста на населението на Република Македонија за опасните последици од батериите сè уште не е многу висока, така што батерии за еднократна употреба користи 61% од населението, додека батерии на полнење користат само 25%.



	Total	Stratum					Type of settlement		Number of HH members				HH income per HH member					
		Skopje	Northwest and Kummanno	Southwest	East and Central		Urban	Other	1 member in the HH	2 members in the HH	3-4 members in the HH	more than 4 members in the HH	low	middle low	middle high	high	DK/NA	
N	613	180	112	146	175		400	212	40	104	286	183	84	130	185	133	81	
sig			0.02				0.02		0.00				0.01					
1 to 2	28.7	26	37	27	28		26	35	49	40	26	23	37	32	26	22	31	
3 to 4	25.9	25	24	30	24		25	28	27	27	27	23	28	29	29	17	26	
4 to 6	16.8	21	21	12	14		18	14	14	14	15	22	19	17	14	20	14	
more than 6	28.6	29	17	31	34		31	23	10	18	33	32	16	21	30	41	29	
Total									100%									

Слика 1. Број на батерии за една употреба (61% население користи БА што не се полнат)



	Total	Stratum					Type of settlement		Number of HH members				HH income per HH member					
		Skopje	Northwest and Kummanno	Southwest	East and Central		Urban	Other	1 member in the HH	2 members in the HH	3-4 members in the HH	more than 4 members in the HH	low	middle low	middle high	high	DK/NA	
N	253	75	46	49	83		186	67	4	26	126	97	31	49	79	67	28	
sig			0.34				0.86		0.40				0.27					
1 to 2	58.6	54	77	60	53		58	60	74	73	50	66	75	68	54	53	51	
3 to 4	26.7	23	15	33	33		26	28	26	19	34	19	20	25	33	24	24	
4 to 6	6.2	11	4	2	6		6	6		8	7	5		3	8	5	18	
more than 6	8.5	13	5	5	9		9	6		9	10	10	5	4	4	19	7	
Total									100%									

Слика 2. Број на батерии со повеќекратно полнење во употреба (25% од целната популација користи батерии кои се полнат)

### 3.2 Количества на собрани батерии и акумулатори

#### 3.2.1 Начини на собирање и постојни практики на управување со ОБА во РМ

Околу 70% од населението ги користи услугите на системот на собирање на комунален отпад, што сеуште ги извршуваат јавните претпријатија. За сега во РМ

опремата која се користи за собирање на отпадот и нивото на услугите не е во согласност со законските барања. За жал, сеуште има пракса за собирањето на несепарирани фракции на комунален отпад кој во себе содржи опасен отпад од домаќинствата (батерии, акумулатори, стари лекови, хемикалии и сл.).

**Табела 1.** Проценети количества на отпад што се создава

<b>Вид на отпад</b>	Проценето количество (t/год)
Комунален отпад	42.000
Комерцијален отпад (сличен на отпад од домаќинствата)	150.000
Отпад од здравствени институции	1
Градежен отпад и шут	500.000
Индустриски неопасен отпад	2.120.000
Индустриски опасен отпад	77.500
Земјоделски отпад - нус-производи од животинско потекло	4.900.000
Земјоделски отпад - нус-производи од растително потекло	550.000
Стари гуми	5.000
Стари минерални масла	8.000

Во Националната Стратегија за управување со отпад на РМ (2008-2020 година) е даден преглед на грубо проценетите количества на отпадот што се создава годишно во РМ. За жал во тој документ не постојат податоци за генериран отпад од батерии и акумулатори.

Во Националниот план за управување со отпад на РМ (2009-2015 година) не постои податок за генериран отпад од батерии.

Во моментот во РМ степенот на одделното собирање на фракциите на отпадот што може да се рециклираат зависи единствено од пазарните услови. Сепаратното собирање, во најголем дел, го иницира невладиниот сектор. Задолжително е отпадните батерии да се собираат одвоено според видот на начин кој ќе го олесни нивниот натамошен третман и/или рециклирање. Истите треба да се собираат одделно од другите видови на отпад во посебно означени садови за собирање. За жал, најголем процент од батериите завршуваат во комуналниот отпад, иако веќе е воспоставена рамка со Закон за БА и ОБА.

Оваа пракса се воспоставува во моментот преку колективни постапувачи за отпад од батерии и акумулатори. Во РМ дозвола за колективно постапување имаат два правни субјекти кои во моментот опфаќаат околу 15% од производителите кои пуштаат на пазарот батерии и акумулатори. Овие се должни со средствата кои ги собираат од производителите со кои имаат склучено договор, да обезбедат собирање на отпадните батерии и акумулатори од садовите кои ги поставиле кај поседувачот и трговецот во рок од 48 часа од моментот кога овие побарале да ги предадат собраните отпадни батерии. Со кампањата ГОУ *КЛИН* се поставени 106 садови за собирање на ОБ од граѓаните. За сега се собрани околу 200 кг отпадни батерии, но трендот се зголемува со зголемување на јавната свест. Исто така, колективните постапувачи имаат поставено 155 садови низ републиката за собирање на преносни батерии. Според добиените извештаи од нивна страна вкупно се собрани 586 кг преносни, 792 кг автомобилски и 3.000 кг индустриски батерии<sup>1</sup>. Собраните ОБА ги превземаат компании кои имаат дозвола за собирање на опасен отпад добиена во согласност со Законот за управување со отпад.

<sup>1</sup> Во РМ во моментот две компании имаат дозволи за постапување со отпад од батерии и акумулатори (колективни постапувачи): „ОБА Рециклинг“ - Штип и „Нула Отпад“ - Скопје

#### **4. ЗАКЛУЧОЦИ**

Ситуацијата со сегашното управување со оваа фракција на отпад во Македонија може да се окарактеризира како супстандардна, недоволна, попречена од сериозни недостатоци, што резултира во различни дисфункционални системи и многу сродни негативни ефекти врз животната средина и здравјето на луѓето. Сепак можеме да констатираме дека постои попозитивен одзив кај голем број компании кои веќе практикуваат одредени политики за ОБА како и промена на размислувањата кај граѓаните,

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Council Directive(91/157/EEC) on batteries and accumulators containing certain dangerous substances of 18 March 1991
2. Службен весник на Република Македонија бр. 140/10, 47/11 и 148/11
3. <http://www.moepp.gov.mk>



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ДОБИВАЊЕ СТАКЛО ОД ЦВРСТ МЕТАЛУРШКИ ОТПАД НАМЕНЕТО ЗА ДОБИВАЊЕ СТАКЛО-КЕРАМИКА**

### **PRODUCTION OF GLASS USING METALLURGICAL SOLID WASTE AIMED FOR FORMATION OF GLASS-CERAMIC**

*Ејуп Љатиџи<sup>1</sup>, Анита Грозданов<sup>1</sup>, Горан Начевски<sup>1</sup>, Перица Пауновиќ<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>УКИМ, Тенолошко-металуршки факултет, Скопје*

**Апстракт:** Предмет на истражување во трудот е добивање на стакло од цврст отпад од металуршката индустрија за добивање фероникел (филтерна прашина, троска од електропечка и конверторска троска). Испитани се термичките карактеристики на стаклото, кои укажуваат дека тоа е погодно за натамошно добивање високо квалитетна стакло-керамика со економичен термички третман: 45 мин. нукелација на 650 °C и кристализација под 800 °C. Стандардниот TCLP тест на излужување покажа дека концентрацијата на тешките метали во стаклото е далеку под дозволените лимити, што значи дека добиеното стакло е еколошки безбеден продукт.

**Клучни зборови:** филтерна прашина, троска од електропечка, конверторска троска, стакло, стакло-керамика, нуклеација, кристализација.

#### **ВОВЕД**

Согласно принципите на Управувањето со отпад, одлагањето на цврстите отпадоци е последна алтернатива, откако ќе се исцрпат можностите за повторна употреба, рециклирање и третирање. Ова е особено нагласено за индустриските цврсти отпадоци кои имаат хазарден карактер и нивното одлагање има загадувачко дејство врз почвата и подземните/површинските води. Согласно Европската легислатива [1], филтерната прашина и металуршките троски се третираат како хазарден отпад и потребно е нивно инертирање пред конечното одлагање. Меѓутоа, Европската практика покажала дека ваквите отпадоци може корисно да се употребат во индустријата за градежни материјали, пред сè за производство на цемент и бекатони, во градежништвото за засипување патишта или рекултивација на отворени рудни копови, изработка на керамички материјали итн. [2, 3]. Во Европа, само 7% од филтерната прашина се депонира и тоа по претходна соодветна физичка или хемиска постапка на инертирање [2].

Индустриските капацитети во Р. Македонија од областа на екстрактивната металургија (ФЕНИ ИНДУСТРИ, МАКСТИЛ, ЈУГОХРОМ) и енергетиката (РЕК БИТОЛА, ТЕЦ ОСЛО-МЕЈ) генерираат значително количество филтерна прашина и металуршка троска, кои со тек на времето може да станат сериозен еколошки проблем. Тие во себе содржат воглавно кисели ( $\text{SiO}_2$ ) и базни ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) оксиди, како и тешки ( $\text{Pb}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$  и др.) и радиоактивни ( $\text{Ra}^{226}$ ,  $\text{U}^{235}$ ,  $\text{Pb}^{202}$ ,  $\text{Pb}^{214}$  и др.) метали. Металуршката троска и прашина



содржат зголемено количество на железни оксиди. Просечното годишно генерирање на филтерна прашина од енергетските и металуршките комбинати во Р. Македонија е следно: 100–150 илјади тони во ТЕЦ Осломеј, 780 илјади тони во РЕК Битола, 600 тони во ФЕНИ ИНДУСТРИ и 6 илјади тони во МАКСТИЛ [4]. Просечното годишно генерирање на металуршка троска од металуршките комбинати е: 1250 илјади тони во ФЕНИ ИНДУСТРИ, 40 илјади тони во МАКСТИЛ и 850 илјади тони во Југохром Јегуновце. Досегашната практика на згрижување на овие отпадни материјали во нашата земја е депонирање во соодветни депонии во околината на комбинатите.

Меѓутоа, поучени од Светската практика, ваквиот отпаден материјал претставува значајна корисна суровина во индустријата за градежни материјали, во градежништвото, изработка на керамички материјали итн., како што видовме погоре. Согласно литературната периодика, високо температурното третирање на филтерна прашина од металургијата и енергетиката, како и металуршките троски до стакло-керамика – витрификација претставува погоден процес за имобилизација и инертирање на токсичните елементи (тешките метали) и добивање квалитетна стакло-керамика непропусна на излужување за тешките метали [5-10]. Добиениот продукт е квалитетен и може да се валоризира. Термичкиот третман може да се изведува во различни агрегати, како на пример, коморни печки [11], муфолни печки [12], индукциони печки, лачни плазма печки [13, 14].

Во принцип, добиената стакло-керамика се карактеризира со морфологија слична на онаа на природните камења, бидејќи во текот на термичкиот третман, кристализацијата започнува од површината кон внатрешноста на секое зрно. Големината на кристалните честички е од ред величина на милиметри. Бидејќи металуршките цврсти отпадни материјали се со зголемена содржина на железо, го усложнува процесот на витрификација и кристализацијата на стакло-керамиката. Во внатрешноста на продуктот се формира FeO, додека на површината Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Во внатрешноста може да се добие и магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), но тоа зависи од односот Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> во отпадниот материјал што се третира и од условите на витрификацијата [15].

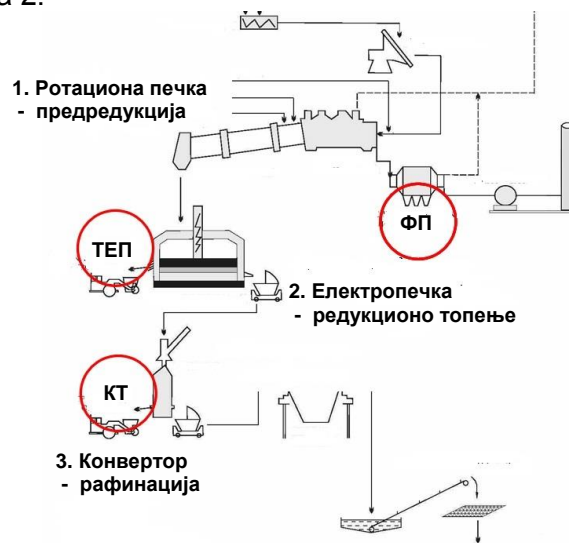
Предмет на истражување во трудот е добивање стакло од отпад генериран од металуршка индустрија за добивање фероникел. Извршена е карактеризација на отпадните материјали (филтерна прашина, ФП, троска од електропечка, ТЕП и конверторска троска (КТ) и на добиеното стакло.

## 1. ОПИС НА ЕКСПЕРИМЕНТОТ

Металуршкиот отпад кој е предмет на истражување во трудот, потекнува од производствениот процес на Компанијата ФЕНИ ИНДУСТРИ, Кавадарци, која произведува фероникел (види сл. 1). Во првата фаза на производство на фероникелот, рудната смеса се предредуцира во ротациона печка, при што во електростатскиот филтер се наталожува големо количество филтерна прашина (ФП). Во втората фаза, во електропечката се врши редуцирно топење, при што покрај суровиот фероникел се добива и троска (ТЕП), која има важна улога во самиот процес за регулација на физико-хемиските претворби што се случуваат во печката. Во финалната фаза суровиот никел се рафинира во конвертор, по што покрај рафиниран фероникел, се добива и конверторска троска (КТ). Годишното генерирање на овие отпадоци во 2012 год. било следното: 102.000 тони филтерна прашина, 1.135.000 тони троска од електропечка и 109.000 тони конверторска троска. Приближниот масен сооднос на генерираните отпадни компоненти е ФП : ТЕП : КТ = 1 : 10 : 1. Определени се хемискиот и минералоскиот состав на отпадните материјали. Определувањето на хемискиот состав беше изведено со помош на рентенска флуоросцентна метода (XRF), кростејќи спектрометар, модел XRF ARL 9900.

Стаклото од отпадните материјали се топи во тигел од корунд, кој се поставува на средината на комората на печката. Прво печката се загрева до 1250 °C, за време од 3 часа, со брзина на загревање од 5 °C·min<sup>-1</sup>, а потоа, до 1450 °C, за време од еден час,

со брзина на загревање од  $3\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ . Детали од добивањето на стаклото се прикажани на сликата 2.



**Слика 1.** Шема на основните фази на производство на фероникел во ФЕНИ ИНДУСТРИ, Кавадарци



**Слика 2.** Детали од топењето на стаклото во коморна печка

Со цел да се определат параметрите за водење на процесот на добивање стакло-керамика од ова стакло, извршена е диференцијално-термичка (DTA) анализа, при што се определени оптималната температура и време на нуклеација, како и температурата на кристализирање на стаклото. За испитување е користен апаратот од типот Perkin Elmer PYRIS Diamond Thermogravimetric/Differential Thermal Analyzer. При определување на оптималната температура на нуклеација, вршена е задршка на температурата на нуклеација од еден час, а при определување на времето на нуклеација, задршката е правена на претходно определената температура на нуклеација за различно време.

TCLP тестот на излужување беше направен со цел да се определи излужувањето на тешките метали присутни во отпадните материјали и во добиеното стакло. Како растворувач е користена оцетна киселина со  $\text{pH} = 5$ . Ова се реалните услови на кисел дожд на отворен простор, кога отпадните материјали би биле одложени на депонија. Во табелата 1 се наведени условите на изведба на лужењето.

**Табела 1.** Услови на одвивање на лужењето (TCLP тест)

Растворувач	CH <sub>3</sub> COOH
pH	5
Волумен на растворот	2 L
Маса на цврстата фаза	100 g
Однос цврсто/течно	1: 20
Интензитет на мешање	30 rpm
Времетраење	24 h

## 2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Хемискиот состав на отпадните материјали, како и смесата од отпадни материјали (COM) во сооднос ФП : ТЕП : КТ = 1 : 10 : 1, е прикажан во табелата 2. Сите отпадни материјали содржат големо количество железни оксиди, особено конверторската троска. Смесата со ваква содржина на железни оксиди претставува погодна суровина (повратен материјал) за добивање сурово железо. Но, бидејќи нашата земја не располага со индустриски капацитети за добивање сурово железо, потребно е да се бара друг начин за искористување на ваквиот отпад. Смесата од отпадни материјали содржи значително количество SiO<sub>2</sub> кој претставува стаклообразувачка компонента, па според тоа, таа може да се искористи за добивање на стакло од кое понатаму, согласно неговите својства, може да се трансформира до високо квалитетна стакло-керамика. Меѓутоа, во смесата од отпадни материјали имаме големо количество MgO, 15,9 %, кое може да предизвика спонтанна кристализација на стаклото. И количеството Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,2 %, е поголемо од потребното, бидејќи потешко се раствора во стаклото, а исто така, може да предизвика спонтанна кристализација на стаклото. Содржината на Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> во помали количества ја подобрува кристализацијата на стаклото, бидејќи тој претставува добар нуклеирачки агенс. За да се избегнат овие непожелни појави, во текот на топењето на стаклото, составот на смесата од отпадни материјали (OC) се корегира со додавање на стандардно стакло (CC) во сооднос COM : CC = 70 : 30. Во табелата 2 е наведен составот на отпадната смеса, стандардното стакло и конечната смеса за топење на стакло (KCC).

Со помош на TCLP (англ. Toxicity Characteristic Leaching Procedure) тестот беше извршено излужување на отпадните материјали во амбиентални услови, кога би биле одложени на отворена депонија. Исто така, извршен е тест на излужување во идентични услови и на добиеното стакло. Во табелата 3 се прикажани резултатите од ова испитување. Болдираните вредности се однесуваат на металите кои ги надминуваат максимално дозволените лимити на излужување. Кај филтерната прашина, тешки метали кои го надминуваат дозволениот лимит се Ni, Mn, Zn и Cu. Ni, Mn и Zn се застапени доста над дозволената граница. Цинкот е изразито штетен тежок метал ако се најде во подземните води. Исто така, и содржината на бакарот укажува на хазардност на филтерната прашина, а со тоа, не се препорачува таа да биде одложена на отворена депонија. Кај троската од електропечката и конверторската троска, основните метали кои се предмет на производство на фероникелот – Fe и Ni, далеку ги надминуваат максимално дозволените лимити на излужување, што е особено изразено за Fe. Кај троската од електропечка друг метал кој значително ги надминува лимитите е Mn (14,6 mg·dm<sup>-3</sup> наспроти дозволените 2 mg·dm<sup>-3</sup>), додека Cu е близу до дозволената граница. Кај конверторската троска Mn е малку поблизу до лимитот во однос на другите метали, додека сите останати не претставуваат опасност по животната средина.

Резултатите од излужувањето на стаклото покажуваат дека концентрациите на тешките метали, дури и оние на железото, никелот и манганот, се далеку под дозволените лимити. Застаклувањето овозможува заробување, односно цврсто врзување на тешките метали во стаклената матрица. Затоа, стаклото претставува ефикасен начин

за инертизација на отпадните материјали од една страна, но и материјал со погодни карактеристики за добивање квалитетна стакло-керамика од друга.

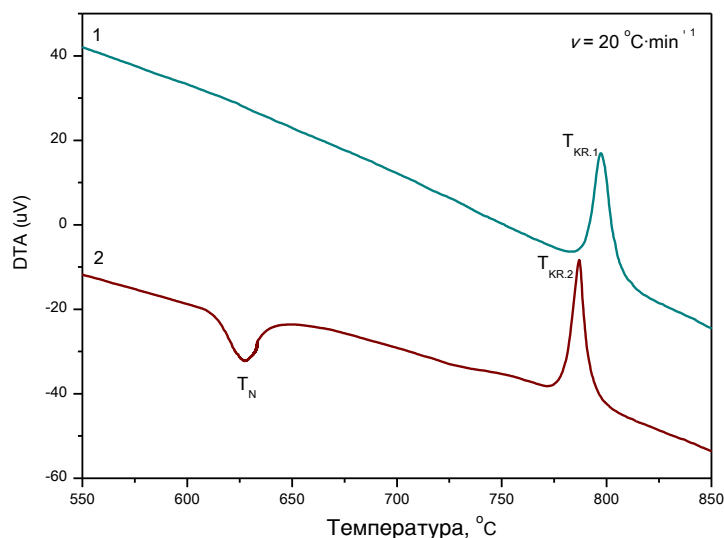
**Табела 2.** Хемиски состав на отпадните материјали, смесата отпадни материјали (СОМ) во сооднос ФП : ТЕП : КТ = 1 : 10 : 1, додаденото стандардно стакло (СС) и конечната смеса за топење стакло (КСС)

Компонента	ФП	ТЕП	КТ	СОМ	СС	КСС
SiO <sub>2</sub>	37.5	53	1.9	47.8	71.4	55
MgO	14.5	16.9	6.2	15.9	3.3	12.1
CaO	2.3	2.4	15.9	3.5	9.8	5.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	2	0.3	1.9	0.6	1.5
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2.5	0.7	2.2		1.5
CoO	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1
NiO	2.7	0.1	0.45	0.3		0.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30	14	60	19		13.3
FeO		9	19	9		6.5
Na <sub>2</sub> O					13.3	4
K <sub>2</sub> O					1.3	0.4

**Табела 3.** Концентрација на тешките метали (mg·dm<sup>-3</sup>) во лужината по извршениот TCLP тест врз отпадните материјали и добиеното стакло и максимално дозволените концентрации (mg·dm<sup>-3</sup>)

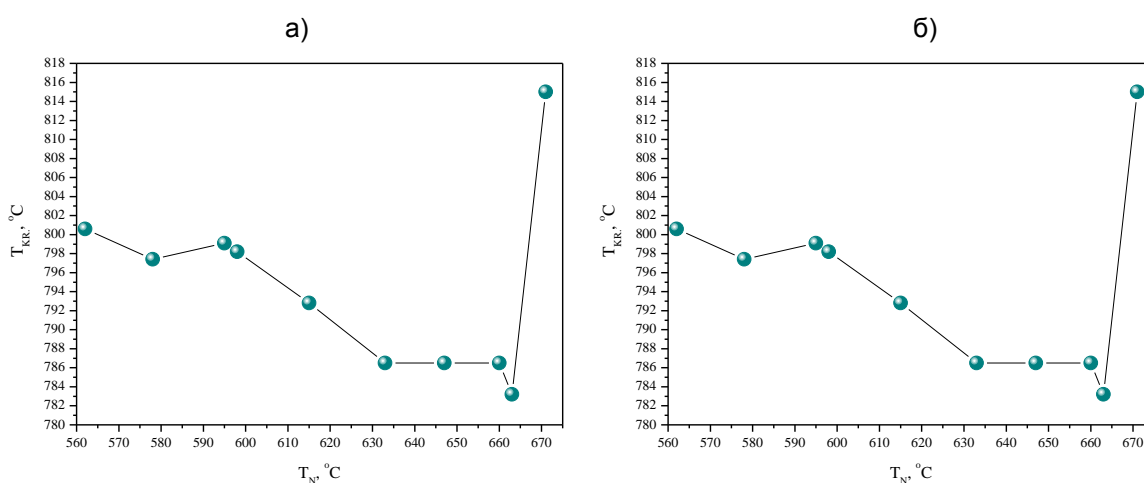
	ФП	ТЕП	КТ	Стакло	ММК
Fe	1	<b>202</b>	<b>1155</b>	0.416	2
Ni	<b>6,1</b>	<b>2.7</b>	<b>19.2</b>	0.311	2
Co	0.4	0.14	1.1	< 0.005	2
Cd	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.02
Cu	<b>0.15</b>	0.093	0.07	0.011	0.1
Mn	<b>4.7</b>	<b>14.6</b>	1.5	< 0.005	2
Pb	0.026	0.031	0.086	0.017	0.2
Zn	<b>3.6</b>	0.29	0.42	< 0.005	2
Cr	0.22	1.1	2.9	< 0.005	2
Sb	0.020	0.038	0.023	0.023	
As	1.2	0.011	0.18	0.009	5

Температурата и времето на нуклеација на стаклото беа определени со помош на диференцијално-термичка анализа (DTA). Најпрвин беше направена прелиминарна DTA анализа од 25 до 900 °C (види крива 1, сл. 3). На кривата има јасно изразен пик на кристализација ( $T_{KR.1}$ ). Ако на некоја температура  $T_N$  извршиме првин нуклеација, а потоа кристализација, пикот на кристализација паѓа кон пониска температура,  $T_{KR.2} < T_{KR.1}$  (крива 2, сл. 3). Оптимална температура на нуклеација би била онаа по која температурата на кристализација би била најниска.



**Слика 3.** DTA криви на испитуваното стакло без нуклеација (крива 1) и со претходна нуклеација на  $T_N$  за време од 60 минути (крива 2)

За да се определи оптималната температура на нуклеација, се прават вакви експерименти за различни температури на нуклеација во температурниот интервал од 560 до 670 °C во траење од 1 час. При тоа, температурата на кристализација се намалува во помала или поголема мера. За оптимална температура на нуклеација се усвојува онаа после која се постигнува најниска температура на кристализација.



**Слика 4.** Дијаграми за определување на а) оптималната температура на нуклеација (Дијаграм  $T_{KR}-T_N$ ) и б) оптималното време на нуклеација (Дијаграм  $T_{KR}-\tau_N$ )

За попрегледно прикажување на резултатите и полесно определување на оптималната температура на нуклеација  $T_N$ , конструираме дијаграм на кој на апсцисата ги нанесуваме вредностите на различните температури на нуклеација, а на ординатата соодветните температури на кристализација (слика 4a). Како што може да се види, во температурниот интервал од 630 до 660 °C се постигнува ниска температура на нуклеација од 786 °C. На 665 °C се постигнува уште поголем пад на температурата на кристализација до 783 °C, но на 670 °C, температурата на кристализација нагло расте до 815 °C. Според дијаграмот, оптимална температура на нуклеација би била онаа на 665 °C. Меѓутоа, многу е тесен интервалот на ваквата нуклеација. При загревање на стаклото на оваа температура, заради температурниот градиент во печката температурата може да флукутира, поради што може да дојде до мало зголемување

на температурата во некои делови од стаклото и понатаму, кристализацијата да се одвива над 800 °C. Затоа, усвојуваме оптимална температура на нуклеација од 650 °C, бидејќи се наоѓа на средината од интервалот каде што имаме константна и ниска температура на кристализација. Овде и покрај флуктирањето на температурата во печката, температурата на кристализација ќе остане иста (786 °C).

Во втората фаза од DTA анализата, определено е оптималното времетраење на нуклеацијата. Согласно претходно определената оптимална температура на нуклеација, условите на испитувањата беа водени така, што за сите мерења температурата на задршка (нуклеација) беше 650 °C. При мерењата беше менувано времето на нуклеација: 20, 30, 45 и 60 минути (види сл. 4б). Како што може да се види, оптимално време на нуклеација е 45 минути, по која температурата на кристализација на стаклото опаѓа до 782 °C. Значи, при практична изведба на добивање керамика од вакво стакло, за ова време се создава максималниот број нуклеуси и после тоа може да се премине на кристализација, при која доаѓа до волуменски раст на нуклеусите.

Согласно резултатите од DTA анализата, може да се заклучи дека од испитуваното стакло може да се добие стакло-керамика со помош на традиционална двостепена постапка [5], при што нуклеацијата треба да се води на 650 °C за време од 45 минути, а кристализацијата на 782 °C.

### 3. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на извршените испитувања, прикажаните резултати и дискусијата, може да ги изведеме следните заклучоци:

- Цврстите отпадоци од индустријата за добивање FeNi содржат компоненти кои се потенцијална закана за почвите и подземните води ако тие бидат депонирани.

- Во отпадните материјали има задоволително количество стаклообразувачки компоненти, што ги прави погодни за добивање стакло (витрифицирање) и понатамошно добивање на керамика од стакло (стакло-керамика).

- Витрифицирањето/застаклувањето на отпадните материјали претставува многу ефикасен начин за трајно инертирање на тешките метали – потенцијалните загадувачи на почвата. Добиеното стакло со топење на смеса од отпадните материјали е целосно безопасно за околната средина

- Определени се условите за добивање стакло-керамика. Согласно резултатите, стакло-керамиката може да се добие со традиционална двостепена постапка, при што нуклеацијата треба да се води на 650 °C за време од 45 минути, а кристализацијата на 782 °C. Времето на одвивање на кристализацијата е предмет на натамошни истражувања.

### БЛАГОДАРНОСТ

Трудот е изработен во рамките на Проектот „Заштита на природата од индустриски отпад преку валоризација на филтерната прашина и металуршката троска во нови еко-пријателски полимерни малтери и бетони“, финансиран од Министерството за животна средина и просторно планирање на Р. Македонија.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Waste Directive (2008/98/EC) of the European Parliament and the Council of 19 Nov. 2008 on waste and repealing certain Directives, Official Journal of the European Union (L312/3), 22.11. 2008.
2. H-J Feuerborn, Coal Combustion Products in Europe – un update on Production and Utilization, Standardization and Regulation, World of Coal Ash (WOCA) Conference, Denver , CO, USA, May 9-12, 2001.
3. T. Fatih, A Umit, Utilization of Fly-Ash in Manufacturing of Building Bricks, International Ash Utilization Symposium, Center for Applied Research, University of Kentucky, 2001.



4. European Commission, Project no. PL 517574 - PREWARC, Strategic Plan for the Prevention of Regional Water Resources Contamination from Mining and Metallurgical Industries in Western Balkan Countries, Final Report, 2007.
5. R. D. Rawlings, J. P. Wu, A. R. Boccaccini, Glass-ceramics: Their production from wastes - A Review, *J. Mater. Sci.*, 41 (2006) 733–761.
6. A. Boccaccini, R. Rawlings, Glass-ceramics glass – ceramics from waste materials, *Mater. World*, 10 (2002) 16-18.
7. H. Isa, A review of glass-ceramics production from silicate wastes, *Int. J. Phys. Sci.*, 6 (2011) 6781-6790.
8. R. K. Chinnam, A. A. Francis, J. Will, E. Bernardo, A. R. Boccaccini, (2013). Review. Functional glasses and glass-ceramics derived from iron rich waste and combination of industrial residues. *J. Non-Crystalline Solids.*, 365 (2013) 63-74.
9. A. Karamanov, M. Aloisi, M. Pelino, Vitrification of copper flotation waste, *Journal of Hazardous Materials* 140 (2007) 333–339.
10. A. Karamanov, P. Pisciella, M. Pelino, "The Crystallisation Kinetics of Iron Rich Glasses in Different Atmospheres", *J. European Cer. Soc.*, 20 (2000) 2233-2237.
11. Y. Xiao, M. Oorsprong, Y. Yang, J.H.L. Voncken, Vitrification of bottom ash from a municipal solid waste incinerator, *Waste Management*, 28 (2008) 1020–1026.
12. J. M. Fox, Changes in Fly Ash with Thermal Treatment, World of Coal Ash (WOCA) Conference, Kentucky , Lexington, USA, April 11-15, 2005.
13. J.P. Chu, Y.T. Chen, T. Mahalingam, C.C. Tzeng, T.W. Cheng, Plasma vitrification and re-use of non-combustible fiber reinforced plastic, gill net and waste glass, *J. Hazard. Mater.*, B138 (2006) 628–632.
14. P. Zhao, G. Ni, Y. Jiang, L.Chen, M. Chen, Y. Meng, Destruction of inorganic municipal solid waste incinerator fly ash in a DC arc plasma furnace, *J. Hazard Mater.*, 181 (2010) 580–585.
15. A. Karamanov, G. Taglieri, M. Pelino, Iron-Rich Sintered Glass-Ceramics from Industrial Wastes, *J. American Cer. Soc.*, 82 (1999) 3012-3016.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НА ПРИРОДНИ И МОДИФИЦИРАНИ СОРБЕНТИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ВОДЕНИ РЕСУРСИ

## CHARACTERIZATION OF NATURAL AND MODIFIED SORBENTS FOR REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WATER RESOURCES

*К. Лисичков<sup>1</sup>, З. Божиновски<sup>2</sup>, С. Кувенџиев<sup>1</sup>,  
М. Љатиџи<sup>1</sup>, М. Маринковски<sup>1</sup>, Д. Димитровски<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>УКИМ, Технолошко-металушки факултет, Скопје*

*<sup>2</sup>Јавно претпријатие „Водовод и канализација“, Центар за санитарна  
контрола, Скопје*

**Апстракт:** Современите трендови во зеленото процесно инженерство се повеќе ја наметнуваат потребата од примена на природни и модифицирани сорбенти, во процесите на третман на водените ресурси за отстранување на различните видови на присутни тешки метали. Во рамките на овој труд, анализирани се природни атсорбенти од Република Македонија за нивна потенцијална примена како еколошки прифатливи сорбенти во третманот на водените ресурси.

Како потенцијални атсорбенти беа испитувани белиот опализиран туф од Стрмош и материјалот со комерцијално име зеофит од регионот на Крива Паланка, а како природен биосорбент, анализирани се оризовите лушпи од Кочани.

За испитуваните атсорбенти, извршена е хемиска и структурна карактеризација и истите се тестирани за сепарација на тешки метали -As(III), As(V) и Cd(II), од водени раствори.

**Клучни зборови:** атсорпција, природни сорбенти, тешки метали, модифицирани сорбенти

### ВОВЕД

Согласно со современите трендови во инженерството на животната средина и основните начела на зеленото процесно инженерство се повеќе се наметнува потребата од примена на природни, лесно достапни атсорбенти со ниска цена на чинење во третманот на водата и менаџментот на водените ресурси. Природните порозни неоргански материјали и генерираниот земјоделски отпад претставуваат потенцијална база за примена на истите во функција на процесите за сепарација на тешки метали од водените ресурси. Во рамките на овие истражувања, разгледувана е можната примена на природните неоргански материјали- белиот туф од рудникот Стрмош и материјалот под трговско име зеофит од Ранковце-Паланка и природниот биосорбент- оризова арпа од Кочани за отстранување на арсен и кадмиум од индустриските отпадни води [1-3].

## 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ДЕЛ, РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Нашата земја има големи потенцијали од аспект на минерални сировини, а достапни во моментот како комерцијален производ се два материјали кои можат да се употребат како потенцијални адсорбенти: белиот туф од рудникот Стрмош и материјалот под трговско име зеофит од Ранковце-Паланка. Материјалите беа избрани заради нивниот состав и особини кои беа предуслов за изведба на испитувањата. Материјалите беа погодни по својата структура и за изведените модификации какви не биле изведувани на овој материјал а со цел прилагодување на особините за сепарационо отстранување на арсен од вода а особено од води за пиење [1-3].

Како предуслов за поставување на целите во понатамошните испитувања беа направени хемиски анализи на составот на материјалот (табела 1). Ова беше особено важно заради постапките за модифицирање или прилагодување на особините на идниот материјал кој ќе се користи како адсорбент.

**Табела 1.** Хемиски состав на работните сировини

Параметар	Стрмош (бел опализиран туф) [%]	Паланка (зеофит) [%]
Загуба од жарење	1,97	4,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,98	19,25
CaO	0,18	4,29
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	5,00
K <sub>2</sub> O	0,08	2,82
MgO	0,00	0,70
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,11
Na <sub>2</sub> O	0,00	2,79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,22
SiO <sub>2</sub>	93,62	59,00
SrO	0,02	0,12
TiO <sub>2</sub>	0,53	0,76
ZnO	0,01	0,01
Вкупно	99,52	99,45

Дефинирањето на материјалот покрај хемискиот состав подразбира и дефинирање на прашањето кои се минералите носители на составот. За таа цел беше направена XRD анализа (табела 2).

**Табела 2.** XRD анализа на работните сировини

	Стрмош (бел опализиран туф) [%]	Паланка (зеофит) [%]
кварц	5,5	0,3
кристобалит+тридимит	82	4,6
фелдспад	4	56,1
Fe(OH) <sub>3</sub>		5,4
глина	5,4	8,1
калцит		1,5
гипс	2,5	-
TiO <sub>2</sub>	0,6	-
аморфна маса		24
Вкупно	100	100

На основа на минеролошката анализа може да се констатира дека материјалот од Стрмош е со доминантно аморфна  $\text{SiO}_2$  маса, со соодветна кристална подреденост (кварц, тридимит и кристобалит) во крипстокристална фаза, додека материјалот од Паланка е со доминантно фелдспадна маса со примеси на слободни карбонати, слободно железо во форма на оксиди и хидроксида, глина, како и извесна количина на аморфна фаза на  $\text{SiO}_2$ .

Сировите природни материјали не секогаш се употребуваат во својата изворна форма од разни причини како што се присуство на органски компоненти, растреситост или слично. Постојат секако различни потреби заради различните употреби но во секој случај ова се лесно достапни и ефтини материјали. И ако особините на материјалот ги задоволат потребите тогаш имаме идеална ситуација на добро решение за не многу пари. Од овие причини понекогаш се применуваат постапки на прилагодување, подобрување или усовршување на почетните особини и усмерување кон бараната цел. Ако може да се обезбеди селективност тогаш уште подобро, па ако може сето тоа да се интензивира тоа е најдобрата варијанта. Од сите овие причини бројни истражувачи посветиле огромен труд во изнаоѓање на оптимално решение кое треба да биде, ефтино, едноставно, ефикасно и лесно достапно. Има навистина инвентивни решенија но би било добро да е домашно и оригинално [1, 4-6].

Имено основната идеја е да се зголемат сорпционите особини на работните сировини со внесување на железо како железен хидроксид во структурата на порите кој ќе ја има улогата на хемисорбер и замена на калциум и магнезиум јоните со натриумови јони кои треба да ја имаат улогата на јонска измена.

За таа цел применета е постапка на кисело третирање на сировиот материјал и реакција во пуферизирана средина за нанесување на слој од железен хидроксид кој во основа е макромолекула, а порозната структура е погодна за негово внесување како и на натриумов јон за неутрализација а потоа и како компонента за стабилизација на новопродуцираниот материјал. Постапките на кисело-базното третирање а особено на внесувањето на железото на основа на литературните сознанија ефикасно оди и на собна температура но најдобри ефекти се постигнуваат ако реакцијата се води на  $65-70^\circ\text{C}$  [4-6].

**Табела 3.** Хемиска анализа на модифициран материјал

Параметар	Стрмош (бел опализиран туф) [%]	Паланка (зеофит) [%]
LOI	3.36	7.74
$\text{Al}_2\text{O}_3$	2.71	15.95
CaO	0.14	2.96
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0.01	0.01
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4.18	9.32
$\text{K}_2\text{O}$	0.09	2.13
MgO	0.00	0.38
$\text{Mn}_2\text{O}_3$	0.00	0.04
$\text{Na}_2\text{O}$	0.31	2.48
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.16	0.14
$\text{SiO}_2$	87.27	57.70
SrO	0.07	0.09
$\text{TiO}_2$	0.92	0.66
ZnO	0.00	0.02
Вкупно	99.22	99.66

По изведената модификација на сировиот материјал за да се утврди ефектот врз материјалот изведена е адекватна хемиска анализа. Анализата е направена по истата постапка и на истата опрема како и сировиот материјал при што се определени истите параметри. Добиените резултати дадени се во прилог на табела 3.

**Табела 4.** Хемиска анализа на модифициран материјали - екстрахиран материјал

Параметар	Стрмош (бел опализиран туф) [%]	Паланка (зеофит) [%]
LOI	3.09	7.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.66	16.39
CaO	0.11	3.16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.36	7.51
K <sub>2</sub> O	0.06	2.19
MgO	0.00	0.42
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.04
Na <sub>2</sub> O	0.13	2.18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.14
SiO <sub>2</sub>	87.62	60.13
SrO	0.07	0.10
TiO <sub>2</sub>	0.92	0.68
ZnO	0.00	0.02
Вкупно	99.20	100.00

Ефектот на искористување на хранливите компоненти кај вештачките ѓубрива и воопшто кај ѓубривата се определува по ефектот на екстракција во 2% лимунска киселина. Овој податок е потребен за да се осознаат особините на модифицираните материјали после фазата на контактирање т.е заситување со компонентите што се предмет на истражувањето и како тие ќе се однесуваат како депониран материјал во природната средина од аспект на носител на тешки метали. Од анализата на екстрахираниот модифициран материјал произлегува дека растенијата се во состојба да искористат дел од металните компомемти во испитуваниот материјал преку коренскиот систем во циклусот на исхрана.

Потребата од дефинирање на можноста од реупотреба на атсорпциониот материјал после заситувањето како корисна компонента во случајов носител на микроелементи наложи подетално да се истражат и тие можности. Поаѓајќи од податокот дека растенијата можат да сорбираат само количество на материји кои се растворливи во слаби кисели органски средини се изведоа и овие податоци. На основа на ова сознание произлегува дека растенијата се во состојба да искористат дел од присутните метали како микроелементи само ако се во форма на органометален комплекс. Колку од ова расположиво количество ќе биде или може да биде искористено е прикажано на табелата 4.

Анализата на присуство на железо во аликвотот е изведена со роданидна метода на спектрофотометар Perkin Elmer Lambda 12 при разредување 1/100.

**Табела 5.** Анализа на железо изразена како mg/g материјал

Ред. бр.	Примерок	Стрмош [mg Fe/g]	Паланка [mg Fe/g]
1.	Сиров примерок < 0.63 mm	0.32	4.69
2.	Модифициран 1.6 – 1 mm	10.02	16.52
3.	Модифициран < 0.63 mm	18.10	21.90
4.	Модифициран, екстрахиран со 2 % лимонска киселина	7.56	12.76

**Табела 6.** Хемиски состав на оризовата лушпа

Компоненти		$x_i$ [mass %]	
C	fix	30	2.502
	пепел		27.498
CaO		3.22	
MgO		1.61	
ZnO		7.49	
MnO		0.35	
SiO <sub>2</sub>		57.33	
$\Sigma$		100	

Екстракцијата со 2% лимонска киселина е изведена врз модифициран материјал во траење од 24 часа на собна температура во затворен стаклен сад со повремено рачно мешање.

Овој условно речено отпаден материјал може соодветно да послужи како додаток во земјата за цвеќиња. Ефектот е двоен: ќе се обезбеди компонента, хромофор со што цветовите ќе добијат на интензитетот на боите, а во почвата ќе се обезбеди оптимална влажност заради особините на порозниот материјал кој покрај влага ќе обезбеди и циркулација на воздух.

Како потенцијален природен материјал-биосорбент, може да биде користена суровата оризова арпа, земјоделски отпад од производството на ориз во Кочани. Хемискиот состав на истата даден е во табела 6.

## 2. ЗАКЛУЧОК

Врз база на изведените експериментални анализи за карактеризација на суровите и модифицираните неоргански природни сорбенти, може да се заклучи дека истите по предложената модификација може да се искористат за елиминација на As(III) и As(V) од водените ресурси. Додека, испитуваниот природен биосорбент - оризовата арпа претставува погоден сорбент за отстранување на Cd(II) од водените ресурси.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зоран Божиновски, Моделирање на процесот на адсорпција на арсен од водени раствори со примена на природни и модифицирани адсорбенти, докторска дисертација, Технолошко-металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, 2014
2. P. Mondal, et al., Laboratory based approaches for arsenic re-mediation from contaminated water: recent developments, J. Hazard. Mater. 137 (1) (2006) 464-479
3. Y. Arai et al., Arsenate adsorption mechanisms at the allophane-water interface. Environ. Sci. Technol. 39 (2005) 2537-2544
4. R. Bayard et al., Mobilization of arsenic from a mining soil in batch slurry experiments under bio-oxidative conditions. Water Res. 40 (2006), 1240-1248
5. E. Deschamps et al., Arsenic sorption onto soils enriched in Mn and Fe minerals, Clay Clay Miner. 51, (2003) 197-204
6. S. Dixit, J. G. Hering, Comparison of arsenic(V) and arsenic(III) sorption on to iron oxide minerals: implications for arsenic mobility Environ. Sci. Technol. 37 (2003) 4182-4189





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ЗА НЕКОИ XRD МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ БРОЈ НА СЛОЕВИ КАЈ ГРАФЕН: ПРЕДНОСТИ, СПОРЕДБА И ЗАЈАКНУВАЊЕ**

### **ON SOME XRD DATA METHODS FOR DETERMINING GRAPHENE LAYERS NUMBER: ADVANTAGES, COMPARISON AND ENHANCEMENT**

**Бети Андоновиќ<sup>1</sup>, Абдулаким Адеми<sup>1</sup>, Александар Петровски<sup>1</sup>,  
Анита Грозданов<sup>1</sup>, Перица Пауновиќ<sup>1</sup>, Александар Димитров<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>УКИМ, Технолошко-металушки факултет, Скопје

**Апстракт:** Постојат повеќе прифатливи методи за определување на бројот на слоеви кај примероци графен врз основа на XRD податоци. Равенката на Шерер е широко употребуван метод кој може да ја изгуби прецизноста заради нерамномерноста на графенската дебелина. Моделот со Лауе-ови функции е од скоро користен од некои автори за определување на распределба на дебелината, а со тоа и бројот на слоеви. И двата метода се во согласност со резултатите од вредностите на позицијата на С-пикот на Раман спектарот и со други методи во случај на рамномерна распределба, додека во нерамномерниот случај моделот со Лауе-ови функции се издвојува како сигурен метод. Истиот е понатаму зајакнат од авторите и со тоа значително подобрен.

**Клучни зборови:** Графен, XRD анализа, слоеви, равенка на Шерер, Лауе-ови функции.

#### **ВОВЕД**

Графен е дводимензионална граѓбена единица на сите алотропски модификации на јаглеродот [1]. До денешен ден, овој материјал со едноатомска дебелина е огромен предизвик за проучување и за сестрана примена [2], и развиени се повеќе методи за негово добивање, со тенденција за зголемување на квалитетот при производството [3-6]. Како докажан метод кој има ниски трошоци за добивање јаглеродни структури, меѓу кои и графенот, се издвојува електрохемискиот пристап [5,6]. Во зависност од процедурата на производство, графенот може да се добие како мешавина од еднослоен, двослоен и многуслоен [7,8].

Тоа што графенот поседува многу необични својства кои во голем дел се должат на неговата структура ја прави структурната карактеризација на графенот важна активност како дел од интензивните истражувања и проучувања за овој материјал со едноатомска дебелина. Во ова истражување фокусот е ставен врз определувањето на бројот на слоеви на графенските примероци врз основа на XRD податоци, по што следи споредување на исходот од пресметката со резултати добиени директно со други методи. Равенката на Шерер до денес се употребува како високо прифатлив метод за определување на бројот на слоеви кај графен врз основа на XRD податоци

[9]. Нашето истражување покажува дека прецизноста на тој метод опаѓа пропорционално со зголемување на нерамномерноста во распределбата на дебелината на графенските примероци. Според тоа, развиен е нов метод за определување на просечниот број на слоеви кај проучуваните графенски примероци врз основа на XRD податоци. Тоа е моделот со Лауе-ови функции кој ја вклучува распределбата на графенската дебелина [10], а параметрите во моделот овозможуваат пресметки на уделот на  $j$ -слојниот регион, за секој  $j=1,2,\dots,n$ , и со тоа определување на просечниот број на слоеви кај примероците графен. Заради уште поголемо зголемување на прецизноста на ваквиот модел, дефинираме зајакнување на моделот со разбивање на  $2\theta$  интервалот на повеќе интервали. Ваквиот пристап беше мотивиран од веројатното менување на структурата на графенскиот примерок со менување на аголот  $\theta$ . Зајакнувањето на моделот овозможува голем скок на прецизноста на увидот, бидејќи може да се користи и кај графенски XRD криви кои се високо асиметрични. Уделот на  $j$ -тиот слој и покриеноста од  $j$ -слојниот графенски регион за сите  $j \geq 1$ , овозможува пресметување на просечниот број на слоеви на секој од графенските примероци. Пресметките се споредени со резултати добиени со други методи и се високо усогласени. Добиениот број на слоеви, заедно со определената средна кристалитна големина  $L_a$  за проучуваните примероци, дава покомплетна целокупна слика во врска со нивната големина и дебелина. Примероците кои се предмет на нашето проучување се добиени со два различни метода: високотемпературна електролиза во растопени соли и електролиза во водени раствори, каде и двата метода вклучуваат нестационарен струен режим. Номенклатурата на примероците е како што следи: графен добиени со електролиза во растопени соли – GMSE1, GMSE2 и GMSE3, и графен добиени со електролиза во водени раствори – GAE1 и GAE2.

## 1. МОДЕЛОТ СО ЛАУЕ-ОВИ ФУНКЦИИ ПРИ РАМНОМЕРНА И НЕРАМНОМЕРНА ДЕБЕЛИНА НА ГРАФЕНОТ

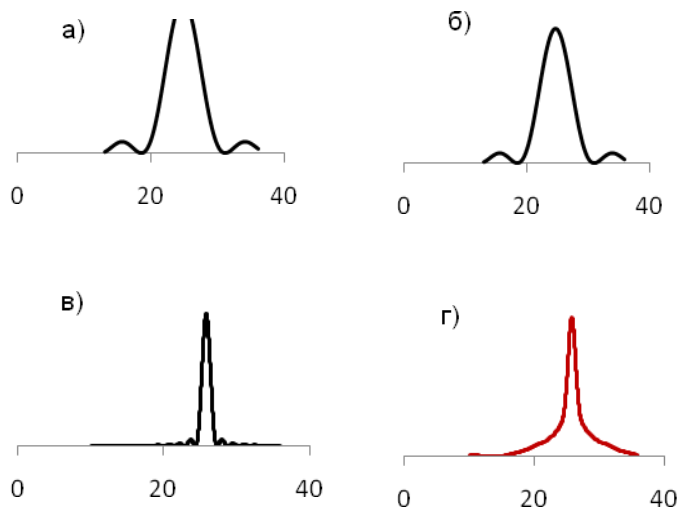
XRD образецот е анализиран со примена на следниот модел со Лауе-ви функции кој вклучува распределба на дебелината на графенот и одредени параметри [10]:

$$|F|^2 \propto |f(\theta)|^2 \left| \sum_{j=0}^N \beta_j e^{jka_j} \right|^2 \quad (1)$$

каде  $F$  е структурен фактор,  $N$  е максималниот број на слоеви на графенот,  $|f(\theta)|$  е атомски расејувачки фактор кој варира од 6.00 до 6.15 e/atom со зрачење во ранг од 2 до 433 KeV,  $ka_j = (4\pi d_j \sin \theta) / \lambda$ , каде  $d_j$  е растојание во решетката помеѓу  $j$ -иот и  $(j-1)$ -иот слој,  $\theta$  е аголот меѓу зракот и расејувачките рамнини,  $\lambda$  е бранова должина на X-зракот, а  $\beta_j$  е зафатеноста од  $j$ -иот графенски слој. Вредноста на  $\beta_j$  е помеѓу 0 и 1.

Вклучените параметри  $\beta_j$  во равенката овозможуваат пресметка на покриеноста или уделот на  $j$ -слојните региони на графенските примероци добиени со двете споменати електрохемиски процедури.

На Сл.1а-г, прикажани се теоретски XRD криви, чии интензитети се пресметани врз основа на модел 1. Од а-в се прикажани графени со рамномерна распределба на дебелината, според тоа највисокиот слој покрива 100% од областа. На Сл.1г, прикажана е теоретска XRD крива на многуслоен графен со нерамномерна распределба на дебелината.



**Слика 1.** Теоретски криви добиени со пресметки од модел (1): а) Теоретска XRD репрезентација на рамномерно распределен двослоен графен; б) Теоретска XRD репрезентација на рамномерно распределен 3-слоен графен; в) Теоретска XRD репрезентација на рамномерно распределен 16-слоен графен; г) Теоретска XRD репрезентација на нерамномерно распределен многуслоен графен.

Од пресметките и резултатите дадени во Табела 1, јасно е дека слоевите се нерамномерно распределени, каде еднослојниот дел од графенот покрива 60% од структурата. Просечниот број на слоеви на графенот изнесува  $N_{GL} = 3.312$ .

## 2. ШЕРЕРОВА РАВЕНКА И БРОЈ НА СЛОЕВИ ВО СЛУЧАЈ НА РАМНОМЕРНА И НЕРАМНОМЕРНА ДЕБЕЛИНА НА ГРАФЕНОТ

Средната димензија на кристалитот  $L_{002}$ , нормална на рамнините на графенските примероци, може да се определи од познатата равенка на Шерер:

$$L_{002} = \frac{k \cdot \lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1')$$

каде  $k = 0.94$  фактор на облик,  $\beta$  е полна ширина на полувисина (FWHM) дадена во радијани,  $\lambda$  е брановата должина на X-зракот, а  $\theta$  е аголот меѓу зракот и расејувачките рамнини. Бројот на слоеви на графен  $N$  може да се определи од равенката  $L_{002} = (N - 1)d_{002}$  каде  $d_{002}$  е просечното растојание меѓу рамнините на графенот [9].

Во Табела 2 се прикажани пресметани вредности за графените прикажани со кривите на Сл.1а-г. Во последните две колони на Табела 2, може лесно да се споредат вредностите кои се пресметани резултати за број на графенски слоеви. Во случај на рамномерна распределба на графенските слоеви, резултатите се одлично усогласени, додека во случај на нерамномерна распределба на дебелината, резултатите значително се разликуваат.

**Табела 1.** Удел на секој слој во графенот прикажан на Сл.1г

Зафатеност $\beta_j$	Вредност на $\beta_j$ во %	Слоен удел $d_j$	Уделот $d_j$ во %
$\beta_1$	100	$d_1$	60
$\beta_2$	40	$d_2$	10
$\beta_3$	30	$d_3$	3
$\beta_4$	27	$d_4$	5
$\beta_5$	22	$d_5$	2
$\beta_6$	20	$d_6$	5
$\beta_7$	15	$d_7$	1
$\beta_8$	14	$d_8$	1
$\beta_9$	13	$d_9$	2
$\beta_{10}$	11	$d_{10}$	2
$\beta_{11}$	9	$d_{11}$	2
$\beta_{12}$	7	$d_{12}$	1
$\beta_{13}$	6	$d_{13}$	1
$\beta_{14}$	5	$d_{14}$	1
$\beta_{15}$	4	$d_{15}$	1
$\beta_{16}$	3	$d_{16}$	1
$\beta_{17}$	2	$d_{17}$	1
$\beta_{18}$	1	$d_{18}$	0
$\beta_{19}$	1	$d_{19}$	0.5
$\beta_{20}$	0.5	$d_{20}$	0
$\beta_{21}$	0.5	$d_{21}$	0.4
$\beta_{22}$	0.1	$d_{22}$	0
$\beta_{23}$	0.1	$d_{23}$	0.1

**Табела 2.** Пресметани вредности за графените на Сл.1а-г од Рав. (1') и модел (1)

	$\theta$	FWHM (во Deg)	$L_{002}$ (во nm)	$N$ (од $L_{002}$ )	$N$ (од модел 1)
Сл.1а	12.36	11	7.17	2.9	2
Сл.1б	12.36	8	9.86	3.7	3
Сл.1в	12.36	1.5	51.6	15.3	16
Сл.1г	12.36	1.5	51.6	15.3	3.3

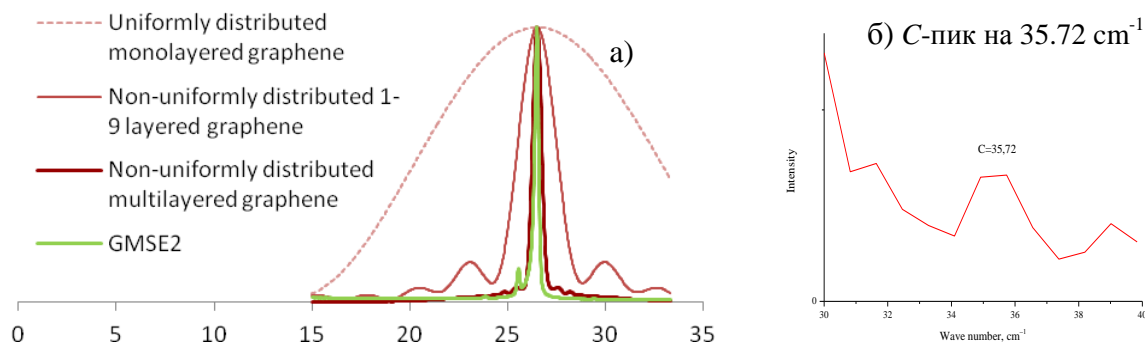
Истражувањата и анализите кои беа спроведени врз примероците графен добиени од двата споменати електрохемиски методи, и кои се прикажани во понатамошниот дел, покажуваат дека во случај на нерамномерна распределба, модел (1) со Лауе-ови функции е посигурен метод за определување број на слоеви на графен.

### 3. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА БРОЈОТ НА СЛОЕВИ НА ДОБИЕНИ ПРИМЕРОЦИ ГРАФЕН СО НЕРАМНОМЕРНА ДЕБЕЛИНА

Во овој дел методот со примена на равенката на Шерер и моделот (1) со Лауе-ови функции ќе бидат споредени и дискутирани. Два примерока графен ќе бидат разгледани во врска со определување на бројот на слоеви, при што и кај двата примерока споменатите два метода ќе бидат меѓусебно споредени, а потоа споредени и со резултатите од други методи. Примероците графен кои се предмет на проучување се добиени со две различни електрохемиски методи: високотемпературна електролиза во растопени соли (примерок GMSE2) и електролиза во водени раствори (примерок GAE1), со користење нестационарни струјни режими.

#### 3.1. Графен произведен со електролиза во растопени соли и модел (1)

На Сл.2а, прикажани се XRD криви за примерокот GMSE2 добиен по пат на електролиза во растопени соли со нестационарен струен режим. Теоретските криви пресметани од модел (1) се со црвена боја, а експерименталната крива е прикажана со зелена боја. Двете светло црвени теоретски криви се дадени заради споредба со темно црвената теоретска крива која добро се фитова со експерименталната.



**Слика 2.** а) Нерамномерна многуслојна распределба за примерокот GMSE2 според модел (1); б) Позиција на C-пикот на Раман спектарот за графенскиот примерок GMSE2

На Сл.2б, прикажан е дел од Раман спектарот на примерокот GMSE2, на кој јасно се гледа неговиот C-пик. Неговата позиција  $Pos(C)_N$  е директно поврзана со бројот на слоеви на графенот  $N$ , и варира во однос на  $N$  како што е дадено во формулата [11]:

$$Pos(C)_N = \sqrt{\frac{2\alpha}{\mu}} \sqrt{1 + \cos\left(\frac{\pi}{N}\right)}$$

каде  $\alpha = 12.8 \times 10^{18} \text{ Nm}^{-3}$  е меѓуслојното спарување, а  $\mu = 7.6 \times 10^{-27} \text{ kg A}^{-2}$  е графенската маса по единица површина.

Според анализата на XRD 002 пикот и вклучените  $\beta_j$  параметри, уделот на  $j$ -слојниот регион, за сите  $j=1,2,\dots,n$ , се како во Табела 3б подолу.

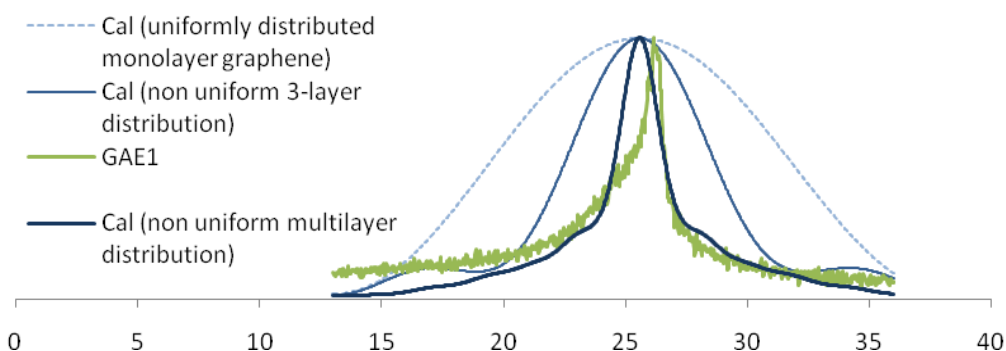
Просечната вредност на бројот на слоеви за примерокот GMSE2 е пресметан со вредност  $N_{GL}=2.4$  за доминантната структура (над 75%) и  $N_{GL}=7.43$  за целокупната структура, според модел (1). Со употреба на равенката на Шерер за определување на бројот на слоеви на графен, вредноста изнесува  $N=27.7$ .

Според позицијата на C-пикот, која е единствената вредност од Раман спектарот што директно укажува на бројот на слоеви на графенот [11], истиот е пресметан и изнесува  $N=2.54$  за примерокот GMSE2. Пресметаната вредност за  $L_a$  за примерокот GMSE2 изнесува 2.46 nm.

Моделот (1) се издвојува како метод кој дава резултати во согласност со пресметките за бројот на слоеви според позицијата на C-пикот.

### 3.2. Графен произведен со електролиза во водени раствори и модел (1)

На Сл. 3 се прикажани пресметаните криви според модел (1) за графенскиот примерок GAE1 добиен по пат на електролиза во водени раствори при нестационарен струен режим. Темно сината крива е пресметана според модел (1) и прикажува нерамномерна распределба на многуслоен графен која прифатливо се фитира со зелената експериментална крива со коефициент на корелација  $\rho = 0.92$ . Уделот на  $j$ -слојниот графенски регион, за сите  $j$ , е пресметан како што е прикажано во Табела 3а подолу.



Слика 3. Криви на нерамномерна распределба за графен GAE1 според модел (1)

Според овие пресметки, доминантната структура (над 90%) е малку-слојна, и просечната вредност за бројот на слоеви на примерокот GAE1 изнесува  $N_{GL}=2.57$  за доминантната структура, а  $N_{GL}=4.25$  за целокупната графенска структура. Според пресметките од равенката на Шерер за определување на бројот на слоеви, за GAE1 добиваме  $N=15.3$ .

Сепак, ако ги погледнеме GAE1 TEM фотографиите и резултатите од анализата на GAE1 Раман спектарот (Сл.4а,б), моделот (1) повторно се издвојува како метод кој дава резултати во согласност со TEM фотографиите и  $I_{2D}/I_G$  FWHM односот од Раман спектарот. TEM фотографиите на Сл.4а, јасно покажуваат висок удел на малку-слоен регион, особено монослоен, додека од GAE1 Раман спектроскопијата на Сл.4б,  $I_{2D}/I_G = 1.49$ , што го проценува бројот на GAE1 графенски слоеви приближно  $N \sim 4$ .



**Слика 4.** а) ТЕМ фотографии од графенскиот примерок GAE1; б) GAE1 Раман спектар. Добиената вредност  $N$  за број на слоеви на графенот е во согласност со вредноста за број на слоеви добиена од модел (1). Пресметаната вредност за  $L_a$  за примерокот GAE1 изнесува 4.16 nm.

**Табела 3.** а) Покриености на  $j$ -слојни GAE1 графенски региони б) Покриености на  $j$ -слојни GMSE2 графенски региони

а) Покриеност на еднослоен регион	~ 40%	б) Покриеност на еднослоен регион	~ 18.75%
Покриеност на 2- слоен регион	~ 10%	Покриеност на 2- слоен регион	~ 21.25%
Покриеност на 3-6 - слоен регион	~ 15%	Покриеност на 3- слоен регион	~ 3.75%
Покриеност на 7-10 - слоен регион	~ 5%	Покриеност на 4-6 - слоен регион	~ 2.5%
Покриеност на > 10- слоен регион	< 10%	Покриеност на 7-8 - слоен регион	~ 2.5%
		Покриеност на 9-10 - слоен регион	~ 1.25%
		Покриеност на > 10- слоен регион	< 25%

Доминантната структура е малкуслојна, а просечната вредност за број на слоеви на примерокот GAE2 изнесува  $N_{GL}=3.53$  за доминантната графенска структура и  $N_{GL}=5.6$  за целокупната графенска структура. Пресметаната вредност за  $L_a$  за примерокот GAE2 е 3.93 nm.

#### 4. ЗАЈАКНАТ МОДЕЛ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА БРОЈОТ НА СЛОЕВИ НА ГРАФЕН И НИВНА РАСПРЕДЕЛБА ВРЗ ОСНОВА НА XRD ПОДАТОЦИ

Како што структурата на графенскиот примерок веројатно се менува како што  $\theta$  расте, природно е да се очекува дека XRD интензитетите на примерокот попрво подобро ќе се совпаднат со пресметани XRD интензитети од различни криви добиени од последователни подинтервали од  $[a, b)$ , отколку од само еден, што се должи на нерамномерната дебелина на примероците графен. Според тоа, подобрувањето на модел (1) е направено со разбивање на соодветниот  $2\theta$  интервал и е дадено со Рав. (2):

Нека  $[a_i, b_i), i = 1, 2, \dots, m$ , е разбивање на интервалот  $[a, b)$ , односно  $a_1 = a, b_i = a_{i+1}, i = 1, 2, \dots, m-1, b_m = b$  и  $\bigcup_{i=1}^m [a_i, b_i) = [a, b)$ . Тогаш дефинираме:

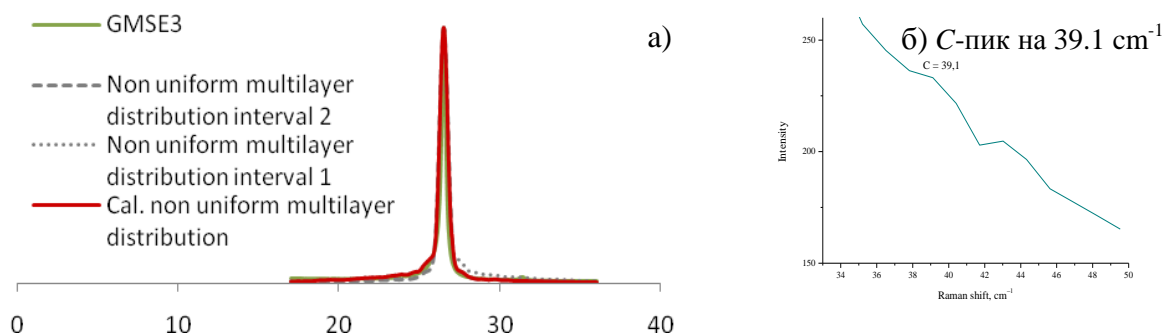
$$|F|^2 \propto |f(\theta)|^2 \left| \sum_{j=0}^{N^s} \beta_j^s e^{jka_j} \right|^2, \quad 2\theta \in [a_s, b_s), \text{ за секој } s = 1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

##### 4.1. Примена на модел (2)

Графенски примерок произведен со електролиза во растопени соли кој е овде разгледан и анализиран со зајакнатиот модел е примерокот GMSE3.

Разбивањето на интервалот  $[17, 36)$ , според зајакнатиот модел илустриран со Рав. (2), е направено како што следи:  $I_1 = [a_1, b_1) = [17, 27), I_2 = [a_2, b_2) = [27, 36)$ , како што е

прикажано на Сл.5а. На Сл.5б даден е делот од Раман спектарот за примерокот GMSE3, на кој се гледа неговиот C-пик.



**Слика 5.** а) Мултислојна крива на нерамноерна распределба за GMSE3 добиена од модел (2); б) Позиција на C-пикот на Раман спектарот за примерокот GMSE3

Коефициентот на корелација изнесува  $\rho = 0.96$ . Резултатите добиени од пресметаната мултислојна крива се сумирани и прикажани во Табела 4.

**Табела 4.** Покриеност на  $j$ -слоен GMSE3 графенски регион според модел (2)

Распределба на слоеви	$I_1 = [17,27)$	$I_2 = [27,36)$	$I = [17,36)$
Дел од $I$ во децимали	0.526	0.474	1
Покриеност на еднослоен регион (во %)	45	30	37.89
Покриеност на 2-слоен регион (во %)	0	3	1.422
Покриеност на 3-слоен регион (во %)	7	2	4.63
Покриеност на 4-слоен регион (во %)	0	1	0.474
Покриеност на 5-слоен регион (во %)	3	1	2.052
Покриеност на 6-слоен регион (во %)	0	1	0.474
Покриеност на 7-слоен регион (во %)	3	0	1.578
Покриеност на 8-слоен регион (во %)	2	2	2
Покриеност на 9-слоен регион (во %)	0	3	1.422
Покриеност на 10-слоен регион (во %)	0	2	0.948
Покриеност на 11-слоен регион (во %)	5	3	4.052
Покриеност на 12-слоен регион (во %)	0	0	0
Покриеност на 13-слоен регион (во %)	0.5	2	1.211
Покриеност на 14-слоен регион (во %)	0.5	0	0.263
Покриеност на 15-слоен регион (во %)	0.5	0	0.263
Покриеност на >15-слоен регион (во %)	~ 15	~ 25	~ 20

Просечната вредност за број на слоеви на графенскиот примерок според анализата на XRD 002 пикот пресметана е според модел (2) и изнесува  $N_{GL}=3.13$  за доминантната графенска структура и  $N_{GL}=8.87$  за целокупната графенска структура, додека според позицијата на C-пикот, бројот на слоеви на примерокот GMSE3 е  $N=3.3$ .

## 5. ЗАКЛУЧОК

Неколку заклучоци може да се извлечат од претходните анализи. Прецизноста на методот на определување на бројот на слоеви на графен врз основа на XRD податоци од равенката на Шерер опаѓа како што нивото на нерамноерност на распределба на дебелината на графенот расте. Развиен е нов метод за определување на просечниот број на слоеви врз основа на XRD податоци за испитуваните графенски примероци. Тоа е модел со Лауе-ови функции кој вклучува распределба на дебелината на графенот, со параметри кои овозможуваат пресметување на уделот на  $j$ -слојниот графенски регион, и со тоа определување на просечниот број на слоеви.



Анализата и споредбата на двата метода за определување на број на слоеви на графен покажува дека и двата се одлично усогласени, во случај на рамномерна распределба на дебелината. Сепак, во случаи на нерамномерна распределба, моделот (1) со Лауе-ови функции се извојува како сигурен и е во согласност со резултатите од други методи.

Зајакнатиот модел се препорачува во генерален случај, бидејќи примероците графен кои се предмет на проучување може да имаат слојна структура која варира низ примерокот, па според тоа и строго асиметричен 002 XRD пик. Зајакнувањето на моделот овозможува голем пораст на прецизноста. Резултатите за графенските примероци добиени по пат на електролиза во водени раствори и електролиза во распени соли, и двете со реверзна промена на потенцијалот, добиени и анализирани со зајакнатиот модел (2), се во согласност со резултатите добиени со други методи, и покажуваат дека овие примероци се малкуслојни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. K.S. Novoselov, et al., Two-dimensional atomic crystals, *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 102, 10451-10453 (2005)
2. C.T.J. Low, F.C. Walsh, M.H. Chakrabarti, M.A. Hashim, M.A. Hussain, Electrochemical approaches to the production of graphene flakes and their potential applications, *Carbon*, 54, 1-21 (2013)
3. A. Ismach, C. Druzgalski, S. Penwell, A. Schwartzberg, M. Zheng, A. Javey, J. Bokor, Y. Zhang, Direct chemical vapor deposition of graphene on dielectric surfaces, *Nano Letters* 10, 1542 (2010)
4. L. Jiao, L. Zhang, X. Wang, G. Diankov, H. Dai, Narrow graphene nanoribbons from carbon nanotubes. *Nature* 458, 877 (2009)
5. A.T. Dimitrov, A. Tomova, A. Grozdanov, O. Popovski, P. Paunović, Electrochemical production, characterization, and application of MWCNTs, *J Solid State Electrochem.*, 17:399–407, (2013) doi:10.1007/s10008-012-1896-z
6. C. Schwandt, A. T. Dimitrov, D. J. Fray, High-yield synthesis of multi-walled carbon nanotubes from graphite by molten salt electrolysis, *Carbon*, 50, 1311–1315, (2012)
7. L. Yan, Y.B. Zheng, F. Zhao, S. Li, X. Gao, B. Xu, et al., Chemistry and physics of a single atomic layer: strategies and challenges for functionalization of graphene and graphene based materials, *Chem Soc Rev.*, 41:97–114, (2012)
8. Z. Chen, T. Huang, B. C.J. Ji, H.L. Hu, S. Nutt, High yield synthesis of single-layer graphene microsheets with dimensional control, *Carbon*, 68, 167-174, (2014)
9. B. K. Saikia, R. K. Boruah, P.K. Gogoi, A X-ray diffraction analysis on graphene layers of Assam coal, *J. Chem. Sci.*, 121, 1, 103-106, (2009)
10. A. Ruammitree, H. Nakahara, K. Akimoto, K. Soda, Y. Saito, Determination of non-uniform graphene thickness on SiC (0001) by X-ray diffraction, *Applied Surface Science*, 282, 297– 301, (2013)
11. A.C. Ferrari, D.M. Basko, Raman spectroscopy as a versatile tool for studying the properties of graphene, *Nature Nanotechnology* 8, 235, (2013)



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ПХБ КАКО ОПАСЕН ОТПАД И ПОЈАВА ВО ИНДУСТРИЈАТА**

### **POPs AS HAZARDOUS WASTE AND APPEARANCE IN THE INDUSTRY**

**Агрон Алили<sup>1</sup>, Снежана Каракашева Сачкарска<sup>2</sup>, Ирена Јовановска<sup>2</sup>,  
Борис Крстев<sup>3</sup>, Александар Крстев<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>УГД, ФПТН, докторант - студент, Штип

<sup>2</sup>УГД, ФПТН, магистрант - студент, Штип

<sup>3</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

<sup>4</sup>УГД, Факултет за информатика, Штип

**Апстракт:** Опасен отпад е отпадот што по својот состав или концентрации на опасни супстанции може да предизвика опасност по животната средина животот и здравјето на луѓето и коишто имаат едно или повеќе опасни својства, како што се: експлозивност, реактивност (оксиданси), запаливост, надразливост, токсичност, инфективност, канцерогеност, мутагеност, токсичност за репродукција, екотоксичност и својства на испуштање отровни гасови при контакт со вода, воздух или киселина, утврдени во согласност со овој закон или друг пропис, а притоа во Листата на видовите отпад е наведен и посебно обележан како опасен отпад, вклучувајќи го и секој отпад што е измешан со опасен отпад. Според Законот за управување со отпад како посебни видови отпад или опасен отпад се сметаат: отпад или опрема контаминирана со ПХБ, отпадните масла со или без ПХБ, батерии и акумулатори, кондензатори, трансформатори, електрична и електронска опрема, искористени и хаварисани возила, медицински отпад, титаниумдиоксид, отпад од азбест и отпад од производи кои содржат азбест, отпадни гуми.

**Клучни зборови:** Опасен отпад, ПХБ – Полихлорирани бифенили, дозвола за собирање и транспортирање на опасен отпад, Пакување и означување на ПХБ, Транспорт на ПХБ, Складирање на ПХБ, м План за управување со ПХБ

**Abstract:** Hazardous waste is waste, which is consist from composition or concentration of hazardous substances which can cause hazards on environmental and people health and have one or more hazardous properties, such as explosive, reactive (oxidizing), flammability, irritability, toxicity, infectivity, carcinogenicity, mutagenicity, reproduction toxicity, ecotoxicity and discharge properties of toxic gases in contact with water, air od acid, determined in accordance with this law or other regulatin, while in the List of Wastes are referred specifically marked as hazardous waste, including any waste that is mixed with hazardous waste. According to Law on Waste managent (Official Gazette no. 09/2011-reised text), as special wastes or hazardous wastes, are: Waste contaminated with POPs, Waste oils with or without POPs, Batteries, capacitors, transformers, Electrical and electronic equipment, Used

and wrecked vehicles, Medical waste, Titanium dioxide, Asbestos waste and waste products containing asbestos, Wasted tire

**Key words:** *Hazardous waste, PCBs – Polychlorinated biphenyls, Permission for collection and transportation of hazardous waste, Packaging and labeling of PCB, Transport of PCBs, Storage of PCB, Plan for PCBs management*

## ВОВЕД

Законот за управување со отпад, како и релевантните подзаконски акти го уредуваат начинот на постапување со опасен отпад, пакување и означување, собирање, транспорт и негово складирање.

Постапувањето со опасниот отпад се врши одвоено од другите видови отпад, односно се забранува истурање и фрлање на опасниот отпад во почвата, во водите, во садовите за комунален отпад, канализационите и другите инфраструктурни системи и објекти, како и негово складирање и отстранување на места кои не се предвидени за таа намена. Исто така, се забранува горење или согорување на опасен отпад на места што не се предвидени за таа намена, како и користење на средства и инсталации при горење кои можат да ја загорзат животната средина, животот и здравјето на луѓето. Според Законот за управување со отпад се забранува мешање на опасниот отпад со други видови опасен отпад, како и мешање на опасниот отпад со неопасен отпад. Во случај кога опасниот отпад е измешан со други видови отпад, супстанции и материјали, задолжително се известува надлежниот орган за вршење на стручни работи од областа на животната средина и по добивање на согласност мора да се пристапи кон негово издвојување, доколку постапката на издвојување е технички изводлива и економски исплатлива и ја намалува опасноста по животната средина, животот и здравјето на луѓето.



Слика 1. Магазин за опасен отпад

Опасниот отпад што е наменет за транспортирање, преработка, складирање и отстранување, задолжително треба да биде спакуван и означен на пропишан начин, со што се обезбедува целосна заштита на животната средина, животот и здравјето на луѓето. Доколку опасниот отпад не е спакуван и означен во согласност со законските прописи се забранува транспорт.

Правните и физичките лица кои се занимаваат со дејноста управување со опасен отпад мора да поседуваат **дозвола за собирање и транспортирање на опасен отпад**, која се стекнува врз основа на писмено барање кое се доставува до органот на државната управа надлежен за работите од областа на животната средина. Во барањето е потребно да се содржат следните податоци:

- 1) Идентификација на барателот;
- 2) Податоци за организационите и раководните капацитети на барателот согласно законските прописи за превоз на опасни материји;

- 3) Податоци за техничката опременост и средствата за собирање и транспортирање на опасниот отпад согласно законските прописи за превоз на опасни материи;
- 4) Програма со спецификација на видот и на количеството опасен отпад што треба да биде собран и транспортиран;
- 5) Временски период за кој се бара издавање на дозволата и
- 6) Доказ дека на барателот не му е изречена мерка за безбедност, односно забрана за вршење на дејност.

Дозволата за собирање и за транспортирање на опасен отпад се издава за временски период кој не може да биде подолг од 15 години. Рокот на важноста на дозволата може повеќекратно да се обнови.

## 1. ОТПАД КОНТАМИНИРАН СО ПХБ

Во отпад контаминиран со ПХБ, спаѓаат отпадните масла со ПХБ, батерии и акумулатори, кондензатори, трансформатори, секој вид на електронска и електрична опрема за која се востановило дека содржи ПХБ, како и секоја друга опрема, заштитна облека, амбалажи и сл. која е контаминирана со ПХБ.

ПХБ имаат одлични карактеристики поради што тие наишле голема примена како (диелектрици, ладилни и хидраулични флуиди, флуиди за пренос на топлина во трансформаторите, кондензаторите, хидрауличните машини, итн). ПХБ нашле примена во повеќе сектори. Некои од нив сеуште се аплицираат, вклучувајќи ги и диелектричните флуиди во електричната опрема, флуидите за пренос на топлина кај механичките операции, пластични изолатори, лубриканти, мастила и површински премази.

Подоцна било откриено дека ПХБ имаат сериозни штетни ефекти врз здравјето на луѓето и животната средина. Особено е опасно доколку ПХБ биде изложено на висока температура или оган. Во тој случај се формираат и ослободуваат диоксини и фурани како резултат на нецелосно согорување или хемиски реакции. Овие супстанции се многу отровни дури и во мали количини.

**Табела 1.** Карактеристики на ПХБ

√	Тешко запаливи (целосно согорување само на температура над 1000 °C), не се експлозивни
√	Многу малку реагираат со киселини, бази, при реакции на оксидација и хидролиза
√	Многу мала електроспроводливост (добри изолатори) и висока диелектрична константа
√	Добри проводници на топлина
√	Хидрофобични – сосем малку растворливи во вода
√	Липофилни – добро растворливи во масти и органски растворувачи
√	Низок притисок на испарување (ниска испарливост)

### 1.1. Трансформатори

Трансформаторите се користат да го покачат и намалат електричниот напон, бидејќи напонот се пренесува на генераторот преку системи за трансмисија и дистрибуција, може повеќе пати да се покачи и намали во зависност од техничката конфигурација на системот и во зависност од барањата на потрошувачот. Заради заштита од пожари кај трансформатори сместени во затворени простории, предност има употребата на ПХБ како флуид на изолација. Овие трансформатори го имаат истиот основен дизајн: магнетно метално јадро околу кое се намотани два сета од спроводлива (бакарна) жица. Зависно од бројот на жиците во двете одвоени намотки се одредува влезно-излезниот напон. Трансформаторот, во неговата последна производна фаза, се полни

со советен диелектричен флуид кој обично содржи ПХБ или меешавини на база на ПХБ. Следните процеси резултираат со ослободување на топлина во трансформаторот:

- Протокот на намотките предизвикува загревање на проводниците;
- Секогаш кога магнетното поле го менува својот правец, се ослободува мала количина на енергија;
- Наизменичната струја циркулира во јадрото во нормална рамнина на флуксот и предизвикува резистентно загревање на јадрото;
- Магнетниот флукс на феромагнетниот материјал, како што е јадрото на трансформаторот, предизвикува тоа физички да експандира предизвикувајќи мала контракција при секој циклус на магнетното поле. Овој ефект е познат како магнетострикција и е проследен со звучен ефект кај трансформаторот и при вклучување на уредот предизвикува фрикција и загревање на чувствителните јадра;
- Секое истекување кое се случува во близина на материјалите што спроведуваат енергија (пр. структурата за поддршка на трансформаторот) ќе предизвика покачување на наизменичната струја и ќе биде конвертирана во топлина.

Трансформаторот може да биде цврсто затворен или во некои случаи да поседува т.н. „уреди за дишење“ кои овозможуваат промени на зафатнината на маслото настанати поради промена на температурата предизвикана од гореопишаните процеси. Евентуално презагревање ја намалува ефикасноста на опремата и го зголемува ризикот од пожар.

## 1.2. Кондензатори

Кондензаторите се уреди кои можат да акумулираат и одржуваат енергија во облик на електрично поле. Кондензаторот се состои од две електроди, најчесто плочести или цилиндрични, помеѓу кои се наоѓа диелектрик кој го зголемува неговиот капацитет. Диелектричниот материјал, кој може да биде (течност, хартија, пластика, стакло, лискун или керамика) го зголемува капацитетот на кондензаторот. Како и да е, кај уредите со мала капацитативна моќ се употребува вакуум како диелектричен материјал. Некои поголеми кондензатори од постаро производство содржат ПХБ. Кондензатори полнети со ПХБ се пронајдени во многу стари флуоросцентни светилки (пред 1975 година).

Бидејќи електричните трансформатори и кондензатори кои содржат ПХБ се дефинирани како затворени системи, од практични причини ПХБ обично се отстрануваат од затворените системи во други типови на опрема заради различни причини. Ова е дополнителен ризик за контаминација на животната средина. На пример, вообичаена пракса била трансформаторот кој не е контаминиран со ПХБ, повторно да се наполни со ПХБ ако друг флуид не бил на располагање. Друга пак пракса покажува сервисирање на трансформатори кои содржат ПХБ. Така од трансформатори без ПХБ овие уреди стануваат ПХБ трансформатори. Флуидот се третира како „контаминирано минерално масло“. Порано се правеле обиди за отстранување на контаминираното масло со негово испуштање од трансформаторот и полнење со ново (без ПХБ) минерално масло. Но, траги од маслото кое содржи ПХБ остануваат во намотките на трансформаторот и тие истекуваат во новото масло контаминирајќи го истото. Заради ова се препорачува да се направи повторно тестирање на маслото од испран трансформатор после неколку месеци, и да се одреди концентрацијата на ПХБ. Ако концентрацијата на ПХБ е над 50 ppm трансформаторот треба да се испере и повторно да се наполни. Флуоросцентните лампи направени пред забраната за употреба на ПХБ содржат ПХБ, па во најголем дел од домовите и службените простории каде се инсталирани флуоросцентните лампи има присуство на ПХБ.

## 2. КОНТАМИНИРАНИ ЛОКАЦИИ СО ПХБ

Управувањето со ПХБ не се однесува само на маслата и опремата кои содржат ПХБ, туку и отпадот и почвата контаминирани со ПХБ. Отпад и почва контаминирани со ПХБ може да се појават како резултат на истекувања од електрична опрема која содржи ПХБ, главно трансформатори, која се сервисира, складира или во текот на нејзино отстранување од местата каде била поставена. Големи количини на почва и бетонски подлоги кои се контаминирани со ПХБ претставуваат акутен ризик за здравјето на луѓето и животната средина. Ова е причина зашто со опремата која содржи ПХБ треба безбедно да се ракува додека е во функција и при нејзиното отстранување од местото каде била поставена.

Табела 2. Други материјали контаминирани со ПХБ

<b>Лубриканти</b>	Масла за имерзија на микроскопи
	Облоги за кочници
	Масла за сечење
	Масла за подмачкување
	Воздушни компресори за природен гас
<b>Восоци за лиење</b>	Восоци за лиење на шаблони
<b>Површинска заштита</b>	Бои во внатрешноста на бродоовите
	Површински третман на текстил
	Безјаглеродна хартија (чувствителна на притисок)
	Средства за намалување на запаливоста, кај тавански плочки, намештај и сидови
	Контрола на прашина: врзувачи на прашина, асфалт, гасови на природен гас
<b>Адхезиви</b>	Специјални адхезиви
	Адхезиви за водооторни сидови – заштитни слоеви
<b>Пластификатори</b>	Заптивачи
	Полнители во бетонски споеви
	ПВЦ
	Гумени затварачи во близина на отвори за вентилација, врати и прозори
<b>Мастила</b>	Бои за текстил
	Мастила за печатење
<b>Друго</b>	Материјали за изолација
	Пестициди

## 3. ОЗНАЧУВАЊЕ

Опремата која содржи ПХБ треба да има свој број кој кореспондира со број во формуларот за инвентар и бројот во инвентарот. Означувањето на трансформаторите е потребно заради јсна поделба на „БЕЗ ПХБ“, „СОМНИТЕЛНО НА ПХБ“ и „СОДРЖИ ПХБ“. Оваа етикета со број на инвентар се лепи на секое парче на опрема.

Зависно од концентрацијата на ПХБ, може да се користат одделни етикети: Зелена етикета за опрема која не содржи ПХБ (под 50 ppm), Жолта етикета за опрема сомнителна дека содржи ПХБ (пр. во меѓувреме додека се чека резултатот од GC анализа), Црвена етикета за опремата која содржи ПХБ (над 500 ppm)





### 3.1 Означување на просториите и локацијата

Просториите и локацијата каде што е сместена опремата која содржи ПХБ треба од надворешната страна да бидат јасно означени. Означувањето се врши на влезните врати на просториите и локацијата каде што е сместена опремата со поставување на етикетата. Етикетата е со димензии 20 x 23 см и текст во црна боја на жолта основа. Во етикетата мора да се означени соодветните графички и текстуални знаци за опасност и предупредување.

## 4. ПАКУВАЊЕ

Пакување на опасниот отпад се врши во согласност со Законот за превоз на опасни материи и ратификуваните меѓународни конвенции со кои се регулира превозот на опасни материи преку железнички, патен, морски, воздушен сообраќај и внатрешна пловидба. Пакувањето треба да биде видно и јасно и означено со етикета која ги содржи следните податоци: класификациона шифра од Листата на видови отпади; описот на отпадот соодветен на класификационата шифра од Листата на видови отпади; предупредувањето: ОПАСЕН ОТПАД на македонски или англиски јазик; податоци за поседувачот кој го пакувал отпадот: назив, седиште, телефон/факс; знаци на опасност, на пр: опасност од експлозии и пожари: експлозивен (E), високо запалив/запалив (F), оксидирачки (O) опасност по човековото здравје: токсичен (T), корозивен (C), штетен (Xn), надрознувачки (Xi), азбучни симболи за својствата, ознаки на ризиците – R ризици, ознаки на мерките за безбедност – S изрази, физичка состојба на опасниот отпад и количината содржана во пакувањето, а ако се работи за групно пакување, количините во секое поединечно пакување.

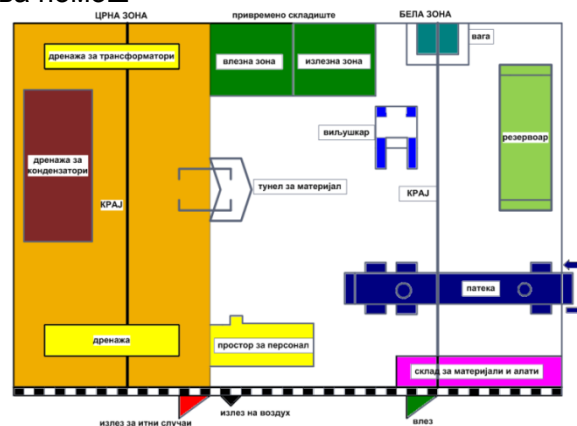
Во случаи кога е потребно пакување на течности кои содржат ПХБ се користат специјално дизајнирани и одобрени од ОН контејнери (ОН-челични буриња, привремените големи контејнери). Привремените големи контејнери се користат за транспорт и складирање на флуиди и материјали со голема зафатнина. Постојат пластични, челични и привремените големи контејнери направени од нерѓосувачки челик или пак буриња и други форми усогласени со ADR. Тие се обично во форма на коцка заради што можат да транспортираат повеќе материјал отколку цилиндричните контејнери. Привремените големи контејнери се со различна големина, но обично таа варира меѓу 700 mm и 2000 mm висина. Должината и ширината на привремените големи контејнери обично зависи од стандардите на државата. Зависно од големината на контејнерот неговата тежина се движи од 90-120 kg. Освен за опасни материјали и стоки, овие контејнери може да се користат и за транспорт на инертни течности, шеќер, итн. Опремата која содржи ПХБ (трансформатори, кондензатори и др) треба да се стави во контејнери за пакување одобрена од ОН, на пр. метални буриња. Контејнерите одобрени од ОН се дизајнирани, конструирани и функционираат во согласност со барањата за безбедност за запаливи и согорливи течности. Ако некој од спакуваните материјали истекуваат, бурето треба делумно да биде исполнето со материјал што би ги апсорбирал исцедоците, разни видови инертен отпад или дијатомејска земја.



## 5. ТРАНСПОРТ

Според АДР регулативата за транспорт на опасни супстанции по сувоземен пат, транспортерот треба да ги исполни следните услови:

1. Транспортното возило треба да биде правилно одбележано со ОН број, Камлерови таблички, преупредувачи етикети и сл.
2. Во случаи кога ПХБ материјалот е спакуван во специјално пакување одобрено од ОН, тогаш е доволно обично возило кое има заштитно метално корито на дното. Во спротивно, ПХБ материјалот ќе треба да се транспортира во специјално возило со приколка која е одобрена од ОН а претставува голема метална кутија, со затворен покрив. Материјалот за транспорт се складира внатре без било какво пакување.
3. Возачот покрај регуларната дозвола треба да поседува специјална дозвола за управување со АDR<sup>2</sup> возило. Исто така треба да се користи лична заштитна опрема во случај на несреќа, вклучувајќи го тука и противпожарниот апарат.
4. За транспорт на опасни супстанции потребни се следните документи:
  - АДР транспортни документи, Упатства за специјални мерки за безбедност во зависност од материјалот кој се транспортира, АДР сертификат за возачи кои управуваат со возила што превезуваат одредени опасни супстанции, Одобрение за возилото кое превезува опасни супстанции
5. Во текот на процесот на товарење, транспорт и растовар на опасните супстанции како ПХБ, треба да се превземат одредени мерки со цел да се спречи некое оштетување, истурање или протекување на ПХБ масла од контаминираната опрема и во исто време да се избегне загадување на животната средина.
6. Задачи и обврски на инволвираните лица во текот на транспортната процедура
7. Процедурите во случај на сообраќајна незгода и заштита од пожар.
8. Упатства за прва помош



Слика 2. Управување со привремено складиште

## 6. ЗАКЛУЧОК

Со потпишување на Стокхолмската Конвенција за перзистентни органски загадувачи во 2001 година, Република Македонија се приклучи кон меѓународната акција за контрола, редуција и елиминација на ПХБ хемикалиите. Полихлорирани бифенили (ПХБ), се едни од водечките хемикалии во групата на перзистентни органски загадувачи (POPs). Според одредбите од Стокхолмската Конвенција и крајните рокови за елиминација на опрема со ПХБ: • **опремата која е во употреба** – треба да биде отстранета до крај на 2015 год., • **опрема во лоша техничка состојба** - треба да биде отстранета до крај на 2015 год., • **опремата која се наоѓа во високо ризични места** т.е. во близина на водоводи, пренхрамбени индустриски објекти, здравствени

установи, школи, образовни центри, стамбени објекти и сл - треба да биде отстранета до крај на 2015 год., • **опрема со концентрација на ПХБ повисока** од 0.05 % и (500 mg/kg) - треба да биде отстранета до крај на 2015 год., • **Сета друга опрема која има концентрација** меѓу 0.005 и 0.5 % (50 и 500 mg/kg) може да останат во функција се до крајот на нивниот работен век, но не подоцна од 2025 год.

До целосно отстранување на последното парче опрема која содржи или е контаминирана со ПХБ, правните и физичките лица се должни да управуваат со овој опасен отпад согласно националната законска регулатива и меѓународните конвенции ратификувани од страна на Р. Македонија.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **1. Закон за управување со отпадот (пречистен текст)**

(Службен весник на РМ, бр. 09/2011)

[www.moepp.gov.mk](http://www.moepp.gov.mk)

### **2. Правилник за дозвола за собирање и транспортирање на опасен отпад**

(Службен весник на РМ, бр. 118/2010)

[www.moepp.gov.mk](http://www.moepp.gov.mk)

### **3. Правилник за поблиските услови за постапување со опасниот отпад и начинот на пакување и означување на опасниот отпад**

(Службен весник на РМ, бр. 15/2008), [www.moepp.gov.mk](http://www.moepp.gov.mk)



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ПСИХОЛОШКА ПОДГОТОВКА ВАЖЕН ФАКТОР ПРИ ЕДУКАЦИЈА НА РУДАРСКИ СПАСИТЕЛ**

### **MENTAL PREPARATION – AN IMPORTANT ASPECT IN TRAINING OF MINE RESCUE PERSONNEL**

*Александар Крилчев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Минско - Геолошки Универзитет "Св. Иван Рилски", Софија*

#### **ПРЕГЛЕД**

Секој човек е секојдневно подложен во различен степен на влијанието на различни стресни фактори. Стресните состојби влијаат како врз психичката така и врз физичката состојба на луѓето. Благодарение на ниските нивоа на стрес чувствуваме различни емоции кои ги збогатуваат нашите животи. Прекумерниот и продолжен стрес може да доведе до појава на различни психолошки проблеми како влошување на концентрацијата, појава на раздразливост, страв и несигурност во извршувањето на активностите, недостаток на мотивација, намалување на виталноста на организмот и т.н. Ова создава предуслови за донесување на погрешни одлуки и грешки при извршување на поставените задачи и го зголемува ризикот од несреќи.

#### **RESUME**

People are subjected to various degrees of impact caused by different stress factors on a daily basis. Stress affects both a person's mental and physical state. Low amounts of stress help us feel various emotions and diversify the way we experience life. Excessive and prolonged stress though, can lead to a number of mental problems, such as poor concentration, agitation, fear and uncertainty in one's actions, lack of incentive, decline of viability, etc. Those provide conditions that lead to taking wrong decisions or making mistakes while performing given tasks, and therefore increasing the probability of accidents happening.

#### **INTRODUCTION**

The occurrence of accidents in the process of mining can lead to significant numbers of casualties and great material damage. Special teams of mine rescuers are responsible for the conducting of rescue operations in case of accidents, as well as eliminating of their results, and in addition for taking preventive actions against the occurrence of possible accidents. The teams' training makes them able to perform various tasks during dangerous and critical situations. That is why one of the main problems mine rescuers experience is the high amount of mental and physical stress they go through while working.

Stress in its essence is a complex unity of physiological, biochemical and behavioral reactions of the human body, caused by prolonged, violent or unexpected physical or mental

exertions. This means that stress can be either physiological or mental. Both types can lead to similar mental and physiological changes in humans – depression, apathy, abdominal tension, fatigue, muscle tension, etc. These reactions are stereotypical for physiological stress, while the effects of mental stress can be differentiated and specified. [1]

All of the above mentioned has highly negative consequences in humans, rendering them unable to make decisions, overlook important details, experience poor motor coordination, confusion etc. This in turn leads to higher safety risk, both for oneself, other team members and the injured or affected miners.

## **DESCRIPTION OF THE MENTAL PREPARATION**

High quality theoretical and practical mental preparation is required for mine rescuers in order to reduce the risk of accidents caused by stress. It needs to be carried out with two aims in mind:

- Mental preparation for working under various stressful situations;
- Overcoming post-traumatic stress;

Mental preparation is crucial as it enables the rescuers to perform the correct actions in given situation. Having confidence in using both the personal safety equipment and the specialized devices while performing a task in critical situations is essential for the elimination of accidents. That confidence can only be achieved by developing strong mental qualities and abilities.

Different types of mental preparation are planned and performed in order to achieve the main goal of the training, they are either specialized or targeted.

1. Specialized preparation aims at increasing mental stability by building up courage, determination, temperance, self-control, perseverance, persistence, as well as acquiring practical and theoretical knowledge about given dangerous situations that can cause emotional stress.
2. Targeted preparation aims at developing a certain mental state by way of increasing brain activity prior to action.[2]

Building good mental stability helps the rescuers achieve self-control, ability to think strategically, to quickly make right decisions in stressful situation or under rapidly changing working and environmental conditions.

An insufficient training on the other hand can result in mental instability, manifesting itself in inadequate reactions, obvious mistakes in task performance, proneness to conflict, lack of self-control, etc. This in turn can threaten the life and health of both the rescuers and the affected miners.

The head of the mining rescue service has the leading role in the training. His main goal is to help create a state of mental stability in his personnel so that they can work under health and life threatening conditions and under prolonged mental stress. In order to achieve his goal, the head of the mining rescue service has to make the other rescuers develop a sense of duty and responsibility, as well as a habit of applying their professional knowledge and experience when eliminating an accident. Each rescuer has to maintain a state of calmness in order to evaluate the situation correctly and take adequate action so as to complete his task successfully.

Another key figure for the training is the head of the mining rescue team or the mine rescue volunteer group. It is his responsibility to organize periodical theoretical trainings with the personnel, as well as practical exercises (similar to real life situations), that train their reactions in different accident scenarios. The goal is to create a uniform knowledge of the sequence of actions when performing a task, aimed at eliminating the consequences of any given type of accident. This helps form a feeling of safety when using the personal safety equipment, self-control, and mental stability. This confidence in one's own actions helps provide adequate aid for the injured as well. It demonstrates itself in the giving of clear and comprehensive instructions, lowering of the emotional stress by means of friendly communication with the people who are in a state of shock, avoiding provoking brutality or emotional distress.

## **POST-TRAUMATIC STRESS**

Dealing with post-traumatic stress is key for achieving a stable mental state for the mine rescuers due to the nature of their profession. Stress caused by traumatic experiences can lead to fear, anxiousness, agitation, rage, poor concentration, sleep deprivation, etc. The duration of this stress disorder varies from several days to months and years, depending on the event that caused it. Inevitably, it takes its toll on the rescuers mental state, and that in turn can lead to different psychological problems, alcohol abuse, eating disorders, suicidal thoughts, development of heart disease, etc. [3]

Apart from that, stress in emergency situations can lead to work safety risks. In order to avoid such risks, the stress needs to be acknowledged and abolished by means of mental exercise that develops the ability to overcome the effects of different stress factors in emergency situations, and also by developing of anti-stress programs. The first signs of mental deviations in the rescuers should be met with appropriate treatment, employing different types of psychotherapy in accordance with the symptoms the rescuers display. The goal is that each rescuer that has displayed the effects of stress should eventually achieve control over his own feelings and emotions.

## **CONCLUSION:**

Mental preparation for mine rescuers is a key part of their preparation for working in emergency situations. Its main aim is the development of individual mental strength which helps the rescuers control their emotions, feelings and behavior, and ability to react quickly in situations of increased risk. That will help reduce the negative influence of various stress factors, which correlates directly with the outcomes of rescue operations. Apart from that, every rescuer should be able to practice his profession, and that ability is conditioned by his knowledge, experience, capabilities, motivation, and preparedness to perform given tasks. A well-performed training for mental preparation results in ability to perform quickly and adequately in rescue operations and emergency situations that can occur during underground mining.

## **LITERATURE**

1. Стрес и психични стратегии за справяне - Камелия Мирчева - 2012
2. Спасательные работы по ликвидации последствий химического заражения Москва ВНИИ Гочс – 2006
3. Психиатрия и психология -2014
4. <http://www.evropea.com>
5. Психологическая подготовка к действиям в условиях повышенного риска - К.Э. Комаров
6. Психология экстремальных и критических ситуаций - Иванов Ф.Е. Москва 2009



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС - ПОВЕКС '14

Радовиш  
14 – 15. 11. 2014 год.

## МОНИТОРИНГ НА ПЕРСОНАЛНАТА ЕКСПОЗИЦИЈА НА ФИЗИЧКИ И ХЕМИСКИ ШТЕТНОСТИ ВО РЕАЛНИ РУДНИЧКИ СРЕДИНИ

### MONITORING OF PERSONAL EXPOSURE ON PHYSICAL AND CHEMICAL HAZARDS IN REAL MINING AREAS

*Дејан Мираковски<sup>1</sup>, Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>,  
Николинка Донева<sup>1</sup>, Горги Везенковски<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

*<sup>2</sup>Рудник за олово и цинк "САСА" ДОО Македонска Каменица*

**Апстракт:** Модернизацијата на рударската индустрија чија главна карактеристика е интензивирање на производните процеси и употреба на се помоќна механизација на дизел погон, го зголемува ризикот од експозиција на вработените на потенцијални физички и хемиски штетности (прашина, гасови, бучава). Од друга страна трендот на се построги законски норми и намалувањето на дозволените граници на експозиција на физички и хемиски штетности, стануваат органичувачки фактори кои можат сериозно да го загрозат развојот на оваа индустрија.

**Клучни зборови:** изложеност, штетности, гасови, бучава.

**Abstract:** The modern mining industry, characterised with ever increasing intensification of production processes and usage of more powerful diesel equipment, increases the risk of exposure to employees of potential physical and chemical hazards (dust, gases, noise). On the other hand the trend of more stringent legal regulations and reducing allowable limits of exposure to physical and chemical hazards, becomes limiting factors that may seriously endangered the development of this industry.

**Key words:** exposure, hazards, gases, noise.

### ВОВЕД

Познавањето на реалната експозиција на поедините штетности е основа за планирање и имплементација на соодветни мерки на заштита, поради што планирањето на стратегиите за мониторинг и нивната имплементација во реални услови добиваат се поголема важност во секојдневната оперативна работа на рударските претпријатија.

Сложените услови (екстремни температури, зголемена влажност, прашина..), како и динамичната промена на работните позиции во голема мера ја ограничуваат примената на сложени електронски системи за мониторинг на поедините штетности и ја намалуваат нивната точност и ефикасност. Интерференција со производните

процеси речиси, високата цена на овие уреди и сложеното одржување, дополнително ја ограничуваат нивната примена. Поради овие причини, во последните години во светот, но и кај нас интензивно се работи на прилагодување и примена на нови техники и методи кои ќе овозможат прецизна, ефикасна и економична квантификација на персоналната експозиција на вработените независно од условите во кои истите работат. Следствено, во трудот ќе бидат елаборирани законските основи, како и најновите методи за контрола на персоналната експозиција на поедините штетности, со посебен фокус на техниките за кои постојат соодветни искуства на национално ниво.

## 1. ЗАКОНСКИ ОСНОВИ НА ПРОФЕСИОНАЛНАТА ЕКСПОЗИЦИЈА

Со цел да се заштити здравјето на работниците, со законски и подзаконски акти поставени се граничните вредности за професионалната експозиција на поедини физички и хемиски штетности, кои не смеат да се надминат во нормални услови на работа.

Основните штетности на кои најчесто се изложени вработените во рударската индустрија ги вклучуваат пред сè прашината, гасовите, бучавата и вибрациите. Имајќи ја предвид можноста за симулациони мерења на вибрациите (надвор од реалните производни процеси), како и етаблираноста на методите за мерења на прашината, во продолжение обработени се техниките на мониторинг на персонална експозиција на најчесто присутните гасови и бучавата.

Критериумите за персонална експозиција на бучава се дефинирани во Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава (Службен Весник на РМ, бр. 21/08), а подетални елаборации за различни нивоа на експозиција дефинирани се во препораките на Националниот институт за безбедност и здравје при работа од САД (NIOSH) и Американската администрација за безбедност и здравје при работа (OSHA). Компаративен приказ на овие критериуми вклучително и Македонските национални прописи (MOSH) прикажан е во табела 1.

**Табела 1.** Дозволена дневна експозиција (часови во текот на денот) според OSHA, NIOSH и MOSH

Ниво на бучава dB(A)	85	88	90	92	94	95	100	105	110	115
Часови										
OSHA (PEL)*	16		8			4	2	1	0,5	0,25
NIOSH (REL)**	8	4			1	0,75	0,25			
Правилник за бучава, (СВРМ бр.21/08) (PEL)*	8									

\* Permissible Exposure Limit – Дозволена граница на експозиција

\*\* Recommended Exposure Limit – Препорачлива граница на експозиција

Граничните вредности за професионална експозиција на гасовите се претставени преку нивните концентрации во воздухот присутни во одреден временски период, т.н. среден нормиран временски период (TWA). Најчесто се користат два временски периоди:

- Долготрајна професионална експозиција (8 часовна) и
- Краткотрајна професионална експозиција (15 минути).

Граничните вредности на професионална експозиција на супстанциите се дефинирани со соодветната правна регулатива која се однесува на контролата на опасните супстанции во насока на заштита на здравјето на работниците. На национално ниво оваа регулатива е изразена преку Правилникот за минимални барања за безбедност и



здравје при работа на вработени поврзани со ризици од експозиција на хемиски супстанции (Службен весник на РМ бр. 46/2010), кој во целост е заснован на соодветните европски регулативи (Directives 2009/161/EU, 2006/15/EC, 2000/39/EC) кои ги дефинираат индикативните лимити на професионална експозиција.

Компаративен приказ на граничните вредности на професионална експозиција на гасови кои вообичаено се јавуваат во рудниците, вклучително CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, и NO, даден е во табела 2. Во табелата се прикажани Европските гранични вредности на професионална експозиција (EOEL), Македонските гранични вредности на професионална експозиција (MOEL) препораките на American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) и US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Дополнително, во истата табела се елаборирани и основните карактеристики на гасовите, како и најчесто применуваните методи за нивна детекција/мерење.

**Табела 2.** Гранични вредности на професионална експозиција на руднички гасови според препораките на ACGIH, NIOSH, EOEL и MOEL

Супстанција	Густина на 20°C и 100 кРА [kg/m <sup>3</sup> ]	Релативна густина на сув воздух	Главни извори во рудниците	Мирис, боја, вкус	Опасности	Гранични вредности на професионална експозиција (ppm)						Методи на детекција
						ACGIH и NIOSH		EOEL		MOEL		
						TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	
Јаглерод диоксид (CO <sub>2</sub> )	1.805	1.519	Оксидација на јаглен, пожари, експлозии, дизел опрема, детонации	Нема	Забрзано дишење	5000	30000	5000	15000	5000	/	Оптички, инфрацрвени, колориметриски
Јаглерод монооксид (CO)	1.149	0.967	Пожари, експлозии, дизел опрема, нецелосно согорување на експлозивите	Нема	Многу токсичен, експлозивен	50	200	30	200	30	/	Електрохемиски, каталитичка оксидација, инфрацрвени, колориметриски
Азот монооксид (NO)	1.231	1.036	Мотори со внатрешно согорување, минирање, заварување	Киселкаст вкус	Оксидира бргу во NO <sub>2</sub>	25	/	/	/	25	/	Електрохемиски, инфрацрвени, колориметриски
Азот диоксид (NO <sub>2</sub> )	1.888	1.588	Мотори со внатрешно согорување, минирање, заварување	Црвеникаво-кафеава, кисел мирис и вкус	Многу токсичен, на-дразнување на белите дробови грло, белодробни инфекции	3	/	/	/	5	/	Електрохемиски, колориметриски

## 2. МОНИТОРИНГ НА ПЕРСОНАЛНА ЕКСПОЗИЦИЈА

За утврдување на реалната персонална експозиција неопходно е да располагаме со точни и веродостојни податоци за концентрацијата односно нивоата на соодветните штетности во определен репрезентативен период. Следствено, методологијата за утврдување на персонална експозиција во реална рудничка средина, мора да вклучи:

- целосна покриеност на зоната на престој и движење на работниците;
- правилно користење, контрола и калибрација на мерните инструменти;
- соодветна обработка и анализа на добиените резултати;

Поради специфичните услови во рудниците, исполнувањето на овие задачи е доста сложено, а несоодветното исполнување директно влијае на точноста/репрезентативноста на мониторингот и трошоците. Токму во овие случаи доаѓаат до израз потребата од примена на алтернативни/современите техники и методи, кои треба да овозможат:

- едноставна употреба и минимална интерференција со работните процеси; отпорност на влијанието на рудничката средина (влага, прашина, температура и сл);
- минимизирање на потребата од користење на дополнителна опрема и процеси (полначи, батерии, лабораториски испитувања);
- минимизирање на потребата од честа калибрација;
- ниски трошоци.

Со цел да се осигура точноста на мерењата, најчесто паралелно со алтернативните техники се применуваат и некои од референтните/стандардни методи на мерење, но само во ограничен обем пред се како контрола на точноста.

Овие техники при контрола на гасови пред се ги вклучуваат методите на пасивно дифузно мерење (директни или индиректни), додека за мерење на експозицијата на бучава се применуваат дозиметри со едноставна конструкција. Примената на токму овие техники, во последните неколку години се развива во Теренската лабораторија за животна и работна средина - АМБИКОН при ФТПН на Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип. Во соработка со реномирани светски производители на ваква опрема, пред се од САД и Јапонија, успешно во пракса беа имплементирани и верифицирани колориметриски дифузни мерења на персонална експозиција на гасови, како и различни форми на мерење на персонална експозиција на бучава со примена на едноставни дозиметарски уреди.

## 3. МЕТОДИ ЗА УТВРДУВАЊЕ НА ПЕРСОНАЛНА ЕКСПОЗИЦИЈА НА БУЧАВА

Дневната доза на персонална експозиција на бучава се утврдува со мерење на интензитетот на звукот и времето на експозиција, па 100% доза значи дека испитаникот ја има достигнато максималната дневна експозиција на бучава и континуираната експозиција на ова ниво на бучава може да доведе до загуба на слухот. Со зголемување на дозата на бучава се зголемува и ризикот од можно оштетување на слухот.

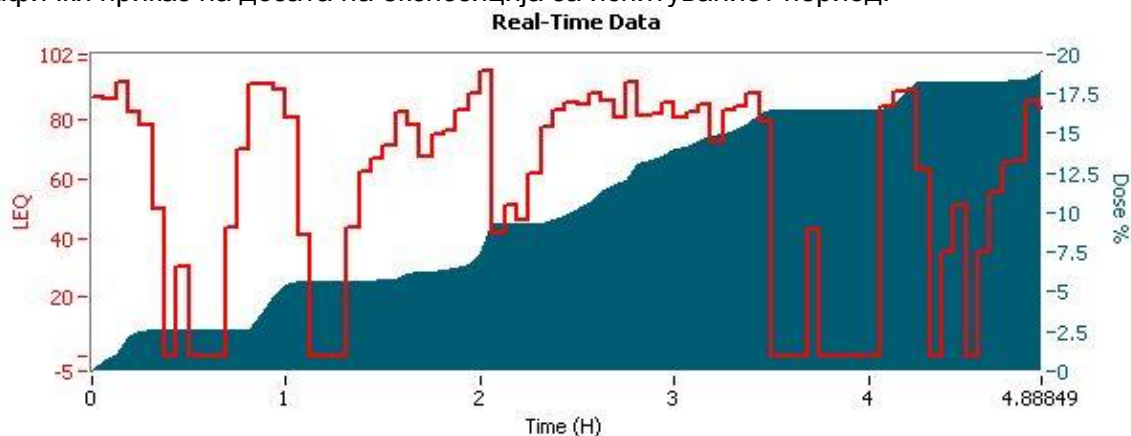
Дефинирањето на нивото на експозиција на нивото на бучава е возможно и со користење на повеќенаменски звукомери, но за реално дефинирање на експозицијата неопходно е постојано поместување на мерниот уред, односно ангажман на персонал и комплексни пресметки и анализи. За разлика од персоналните дозиметри овие уреди се поосетливи на надворешни влијанија и не секогаш можат да бидат употребени во реални руднички услови.

Поради тоа, за дефинирање на персоналната експозиција на бучава далеку попрактични се специјализираните инструменти, т.н. дозиметри на бучава, кои вршат мерење на нивото на звукот повеќе часови и го пресметуваат кумулативното ниво на бучава изразено како примена доза на бучава за одредено време во проценти.



Слика 1. Персонален дозиметар

Динамичниот опсег на детекција на нивото на бучава за дозиметарот изнесува 60 dB, односно дозиметарот го регистрира нивото на бучава во опсег од 70 до 130 dB. При мерење на персоналната експозиција на бучава вредностите за нивото на бучава се земаат на секои 220 msec., а се сумираат на 3,75 минутен интервал (16 пати во текот на еден час). На крај од мерењето се добива вредност за еквивалентното ниво на експозиција на бучава за испитуваниот период во dB(A) и вредност во процент и графички приказ на дозата на експозиција за испитуваниот период.



Слика 2. Графички приказ на дозата на експозиција на бучава

#### 4. МЕТОДИ ЗА УТВРДУВАЊЕ НА ПЕРСОНАЛНА ЕКСПОЗИЦИЈА НА ГАСОВИ

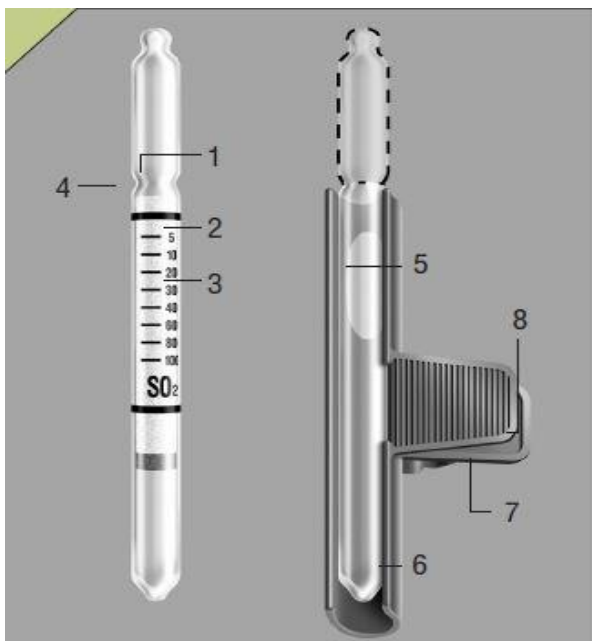
Развојот на методите за детекција и мерење на поедините гасови, резултира со појава на мали (персонални) инструменти кои во себе вклучуваат осетливи сензори (електрохемиски, инфрацрвени, фото јонизирачки и др.). Овие инструменти вообичаено вклучуваат и пумпи за контрола на протокот на воздух, како и системи за снимање и обработка на податоците, што ги прави многу применливи. Меѓутоа, овие инструменти пред секоја употреба треба да се калибрираат со соодветни референтни гасови, а нивната набавка и одржување се релативно скапи.

Поради својата прецизност и примената на стандардни методи, овие уреди се користат пред се за контролни мерења, а во ректи случаи како основни за мерењата на персоналната изложеност.



**Слика 3.** Електронски монитор за повеќе гасови

Методите на пасивно дифузно мерење, посебно директните техники (без лабораториски анализи) се многу поедноставни за употреба при дефинирање на просечната експозиција на концентрација на загадувачите во воздухот (TWA). Дифузните колориметриски цевки се меѓу најсовремените уреди кои може да се употребуваат при експозиција на директна дифузија. Без потреба од калибрација, овие цевкички овозможуваат директно отчитување на просечната 8 часовна изложеност TWA (time – weight average) на одредени штетности.



1. Дифузен дел
2. Индикаторски слој
- 3.Калибрациона скала
- 4.Лесно кршлив крај
5. Пристапно место за отстранување на цевката од држачот
- 6.Држач
- 7.Штипка

**Слика 4.** Опис на дифузна цевка

Поради едноставноста, исклучувањето на потребата од калибрација, лабораториски анализи, долги пресметки или посебни обуки, дифузните цевки го намалуваат административното време, како и можноста за грешка, поради што се повеќе се наметнуваат како едноставен и евтин начин за оценка на просечните концентрации на гасови во воздухот. Дифузните цевкички од пореномираните прозиводители обезбедуваат висока прецизност и доволна осетливост (отчитување на нивоа на експозиција во милионити делови - ppm).



Слика 5. Држач за дифузна цевка

Овие цевкички се лесни за употреба (држачот за цевки се прицврстува за работничкото одело, во зоната на дишење) без притоа да има потреба од дополнителни уреди (пумпи или батерии). Резултатите се отчитуваат и евидентираат во секое време: во текот на работната смена, на крајот од смената, на крајот од прекувремената работна смена, или дури 48 часа после активирањето на цевките.

## 5. ЗАКЛУЧОК

Очигледно е дека примената на ефикасни, економични и прецизни алтернативни системи за мерење, овозможува значително поширока примена, мерење на регуларни периоди и вклучување на сите работни места. Ваквиот пристап би требало покрај задоволување на законските прописи да резултира и со зголемена безбедност, бидејќи познавањето на реалната изложеност е основа за планирање и примена на соодветни заштитни мерки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Везенковски Ѓ., **Дефинирање на изворите и анализа на гасовите во рудниците за метали**, Магистерски труд, Факултет за природни и технички науки, УГД, Штип, 2013.
2. Dahmann, D., Morfeld, P., Monz, C., Noll, B., Gast, F. 2009. **Exposure assessment for nitrogen oxides and carbon monoxide in German hard coal mining.** *International Archives of Occupational and Environmental Health*: 82(10):1267-79
3. Mirakovski, D., Hadzi-Nikolova, M., Panov, Z., Despodov, Z., Mijalkovski, S., Vezenkovski, G., **Miner's exposure to carbon monoxide and nitrogen dioxide in underground metallic mines in Macedonia**, Occupational Safety and Hygiene- Arazes et al.(eds), CRC Press Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00047-6, pp.449-452.
4. Mirakovski, D., Hadzi-Nikolova, D., Doneva, N., Mijalkovski, S., Vezenkovski, G., **Miners' exposure to gaseous contaminants current situation and legislation**, 5th Balkan Mining Congress, 18-21 Sept 2013, Ohrid, Macedonia.
5. Stewart, P. A., Coble, J. B., Vermeulen, R., Schleiff, P., Blair, A., Lubin, J., Attfield, M., Silverman, D. T. 2010. **The diesel exhaust in miners study: I. Overview of the exposure assessment process.** *The Annals of Occupational Hygiene*: 54 (7): 728-46.
6. Хаџи-Николова, М., Мираковски, Д., Донева, Н., **Правна регулатива за проценка и контрола на бучавата во работна средина**, Зборник на трудови, ПОДЕКС `10, ноември 2010, 136-141
6. <http://www.ugd.edu.mk/tzrslab/index.php/mk/>



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **СОВРЕМЕН КОМПЈУТЕРСКИ ПРИСТАП ЗА ПЛАНИРАЊЕ И СИМУЛАЦИЈА НА ПОЖАРНИТЕ СЦЕНАРИЈА И ПЛАНОВИТЕ ЗА ЕВАКУАЦИЈА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**

### **MODERN COMPUTER METHOD FOR PLANNING AND SIMULATION OF FIRE SCENARIOS AND EMERGENCY EVACUATION PLANS IN UNDERGROUND MINES**

*Ванчо Аџиски<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, докторант – студент, Штип*

**Апстракт:** Пожарите претставуваат едни од најсериозните опасности кои можат да настанат при работа во рудник за подземна експлоатација. Во случај на пожар, евакуацијата на луѓето може да биде исклучително тешка. Примарна цел на овој труд е да се прикаже современ компјутерски пристап за планирање, моделирање и симулација на пожарните сценарија кои можат да настанат во рудниците за подземна експлоатација и врз основа на овие резултати да се одредат безбедните патишта за евакуација и спасување на сите вработени.

**Клучни зборови:** Пожари, планови за евакуација, моделирање, симулација

**Abstract:** Fires are one of the most serious dangers that can arise when working in underground mine. In case of fire, evacuation of people can be extremely difficult. The primary objective of this paper is to show modern computer method for planning, modeling and simulation of fire scenarios that can occur in underground mines, and from this results to determine safe routes for evacuation and rescue of all employees.

**Keywords:** Fires, evacuation plans, modeling, simulation

#### **ВОВЕД**

Несреќите кои се случуваат во рудниците за подземна експлоатација, најчесто прераснуваат во големи размери кои резултираат со загуби на човечки животи. Несреќните случаи обично го нарушуваат нормалното функционирање на рудникот, кое може да резултира со заробување на рударите, чиј нормален излез од рудникот е попречен. Многуге несреќни случаи кои настануваат во рудниците за подземна експлоатација бараат соодветна спасувачката операција и планови за евакуација од кои зависат сите оние кои се зафатени од настанатиот несреќен случај.

Статистички, едни од најопасните несреќни случаи кои можат да настанат во рудниците за подземна експлоатација се пожарите. Несреќите предизвикани од пожар не само што можат да предизвикаат повреди, или во најлош случај смртни последици,



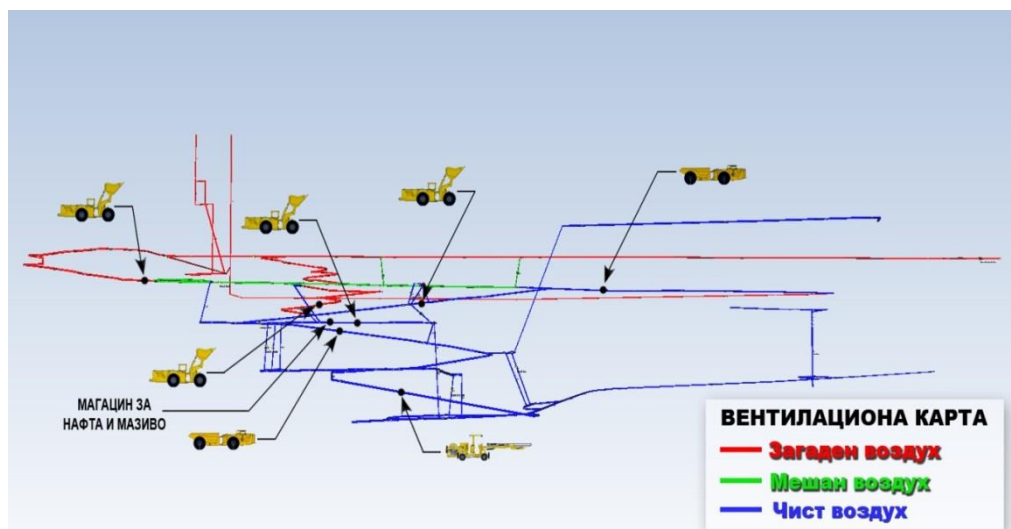
но исто така предизвикуваат и големи трошоци поради загуби во производство, репарации и загуба во добра волја за работа.

Вонредна состојба во рудник за подземна експлоатација, се прогласува тогаш кога истиот веќе не е во состојба ефикасно да го контролира здравјето и безбедноста на луѓето. Плановите за евакуација и спасување му овозможуваат на секој рудник да одговори и да воспостави контрола во случај на вонредна состојба.

Процесот на планирање на системот за справување со вонредни состојби, подразбира идентификување на сите итни сценарија кои можат да се случат во самиот рудник, а потоа и рангирање на ризикот на потенцијалните опасности и последици од овие вонредни сценарија со цел да се идентификуваат ефикасни системи за контрола. Целта на планирањето на системот за справување со вонредни состојби е да се помогне во процесот на подготовка на сите вработени во рудникот да можат ефикасно да одговорат на сите опасности кои можат да се јават при работа во самиот рудник.

## 1. ИДЕНТИФИКАЦИЈА, ДЕФИНИРАЊЕ И МОДЕЛИРАЊЕ НА ПОЖАРНИТЕ СЦЕНАРИЈА ВО РУДНИКОТ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ОЛОВО И ЦИНК “САСА”, М. КАМЕНИЦА

За идентификување на можните пожарни сценарија во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк “САСА”, ќе ги користиме прирачниците за работните процесите и работната механизација кои детално ќе ги анализираме и на тој начин ќе ги идентификуваме потенцијалните пожарни сценарија. Од прирачниците за работните процесите и работната механизација на рудникот “САСА”, идентификувани се можни пожарни сценарија од работната механизација: Boomer 281, Minetruck MT 2010, Scooptram ST 3.5 како и од работни активности во магацинот за нафта и мазиво.



Слика 1. Можни пожарни сценарија во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк - “САСА”, М. Каменица

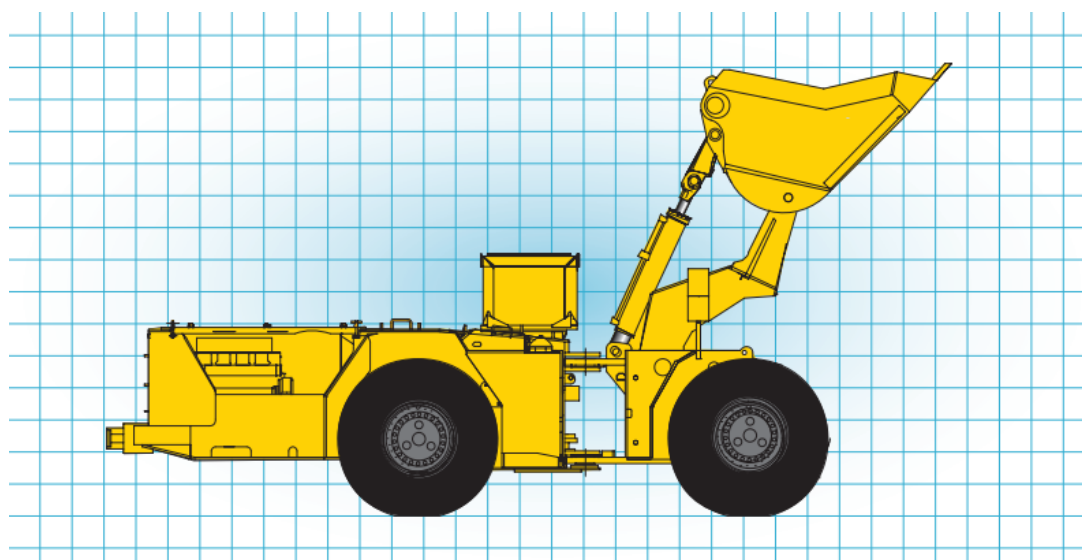
Изборот на сценариото за моделирање на пожарот, неопходно е да ги опише претпоставените карактеристики на пожарот врз чија основа се базира самото сценарио. Претпоставените карактеристики на пожарот се именуваат со поимот “Моделирање на пожар”. Во оваа анализа за идентификација, дефинирање и моделирање на пожарните сценарија во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк “САСА”, нема да ги анализираме можните извори на палење и иницирање на пожарот туку ќе претпоставиме дека пожарот веќе се има случено и на тој начин ќе ги анализираме сите можни пожарни сценарија од погоре спомнатата механизација и работни активности.

## 1.1 Систем за евакуација и спасување, изработен врз основа на движењето на чадот и пожарните гасови во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк - “САСА”, М. Каменица

Ширењето и движењето на чадот во рудниците за подземна експлоатација ќе ја диктира безбедноста за повлекување и спасување како и самата операција на спасувачките служби. Процесот на спасувачките операции многу тешко се изведува ако бројот на можните патишта за повлекување се намалат поради исполнувањето со чад на истите. Достапните системи за насочувањето на движењето и ширењето на чадот ќе бидат од клучна значајност за безбедната евакуација и успешното справување со пожарот. Комплексната природа на подземните рудници со големиот број на окна, рампи, пречници, и.т.н дополнително го отежнува системот и процесот за насочување и справување на движењето и ширењето на чадот.

### 1.1.1 Моделирање на пожар настанат од утоварач Scooptram ST 3.5

Самиот модел на пожарот ги опишува претпоставените пожарни карактеристики како што се на пример: стапката на ослободување на топлина (heat release rate), проток на топлина, стапка на горење на материјалот, генерирање на штетни пожарни гасови, чад и.т.н.



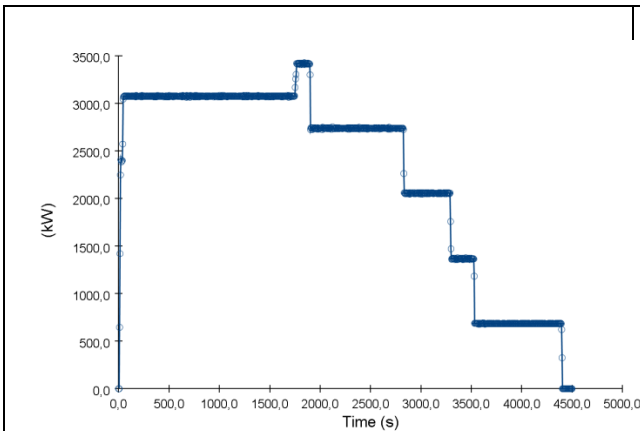
Слика 2. Утоварач Scooptram ST 3.5

Ќе претпоставиме дека пожарот ја зафатил предната десна гума на утоварачот Scooptram ST 3.5.

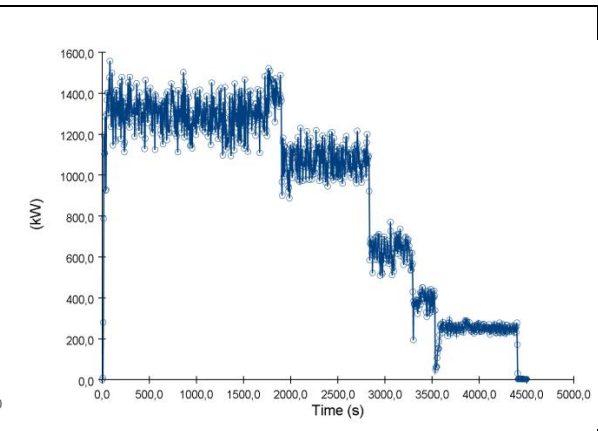
Табела 1. Хемиски и физички карактеристики на гумата од утоварач Scooptram ST 3.5

Гума	
Големина на гума	Гума 17.50x25, 20 ply, L-5S,
Тежина на една гума	248 kg
Густина на гума	1150 kg/m <sup>3</sup>
Поедноставена хемиска (hydrocarbon) формула	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>
Топлина на согорување	44004 kJ/kg
Стапка на горење на материјалот Kg/m <sup>2</sup> *s (експериментален податок)	0,062 Kg/m <sup>2</sup> *s

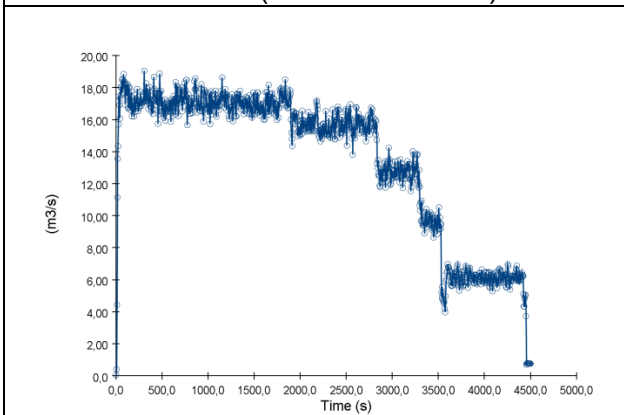
Во софтверот за моделирање на пожари Pyrosim, за согорување на една гума со тежина од 248 kg и со погоре споменатите хемиски и физички карактеристики ги добиваме следниве резултати:



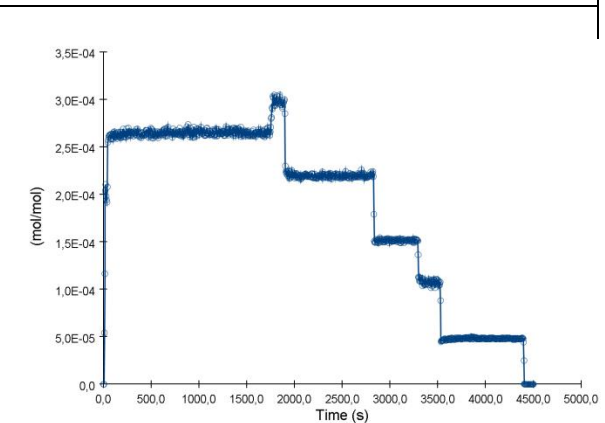
**Графикон 1.** Стапка на ослободување на топлина (heat release rate)



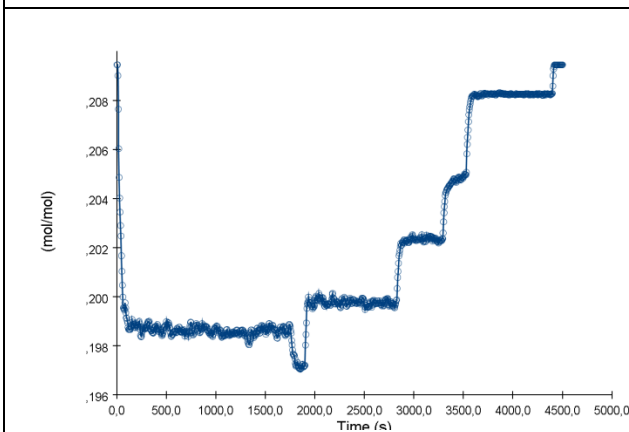
**Графикон 2.** Проток на топлина



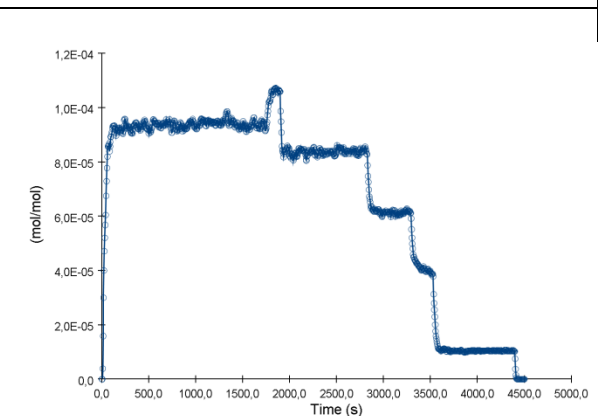
**Графикон 3.** Волуменски проток на чад и пожарни гасови генерирани од пожарот



**Графикон 4.** Генерирање на CO од пожарот

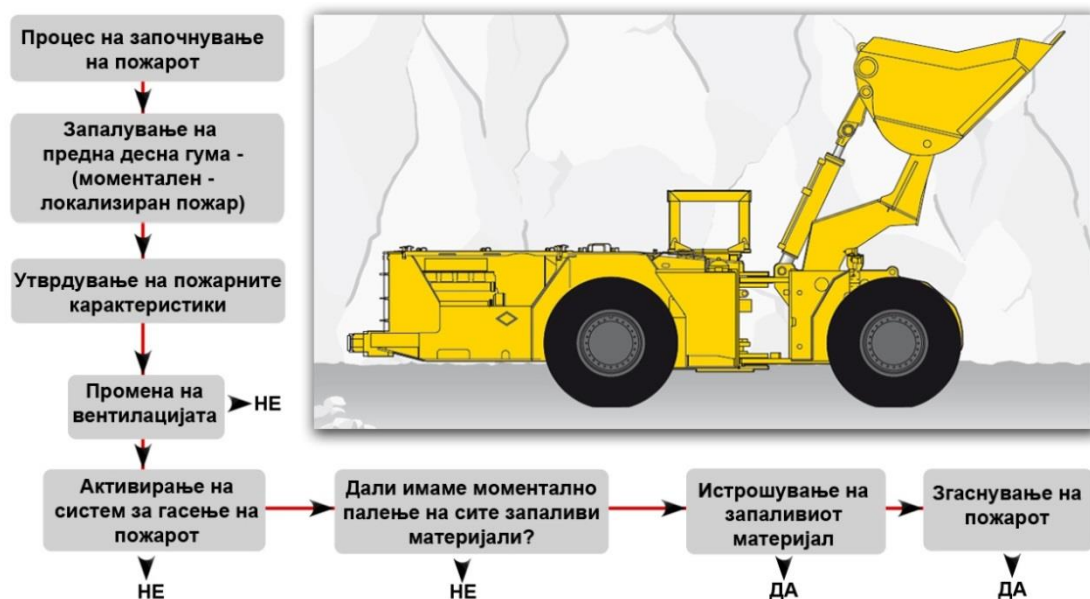


**Графикон 5.** Волуменска содржина на кислород во пожарното место

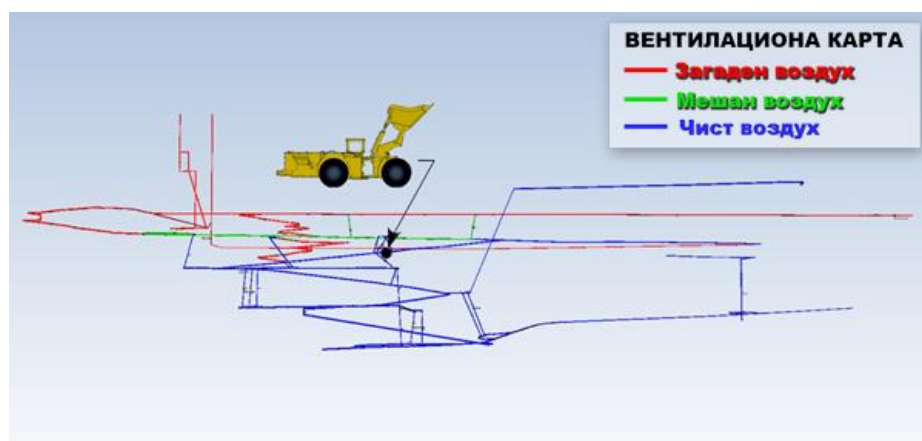


**Графикон 6.** Генерирање на саѓи од пожарот

## Сценарио 1:



Слика 3. Моделирање на пожарно сценарио 1



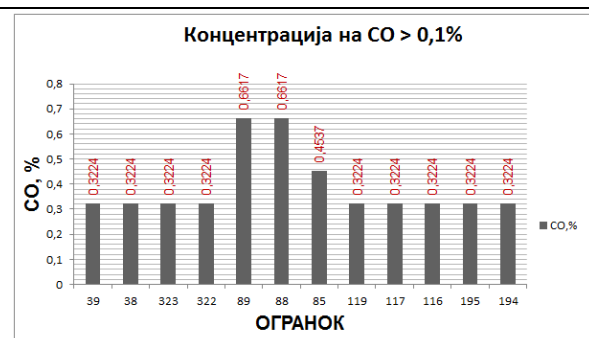
Слика 4. Локација на моделираното пожарно сценарио 1

За пресметка на движењето на чадот и пожарните гасови за предходно зададена локација во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк - "CACA", ќе го користиме софтверот MINEFIRE PRO+. Во софтверот MINEFIRE PRO+ ги внесуваме предходно пресметаните пожарни карактеристики од софтверот Pyrosim, за пожар настанат од гума на утоварач-Scooptram ST 3.5.

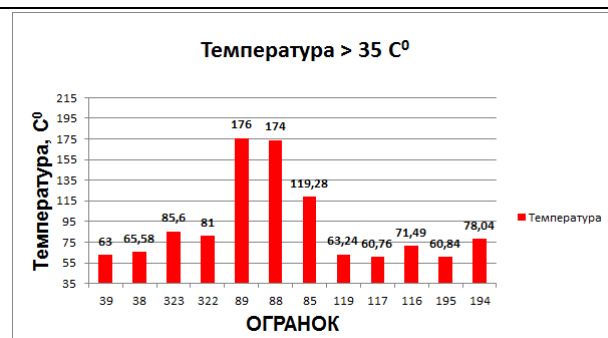
Табела 2. Влезни пожарни параметри во софтверот MINEFIRE PRO+

Волуменски проток на чад и пожарни гасови генерирани од пожарот, (m <sup>3</sup> /s)	Концентрација на јаглерод моноксид во волуменскиот проток на чад и пожарни гасови CO, (%)	Проток на топлина од пожарот, (kW)	Концентрација на кислород во пожарното место O <sub>2</sub> , (%)	Волуменски проток на воздух во огранокот Q, (m <sup>3</sup> /s)	Време на целосно развивање на пожарот (min)
12	0,0155	684	20	22	1

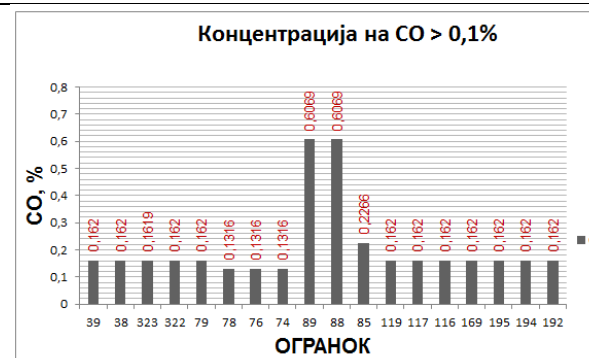
Од направената анализа и пресметки на пожарното сценарио за утоварач-Scooptram ST 3.5, со влезни параметри дадени во табела 2. за моментален (локализиран) пожар настанат од запалување на предна десна гума, ги добивме следниве резултати од софтверот MINEFIRE PRO+:



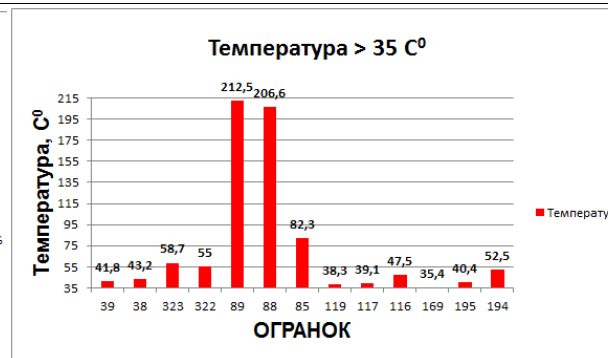
**Графикон 7.** Критични услови во пожарно сценарио 1, со CO > 0,1%, на 90 секунди од започнувањето на пожарот



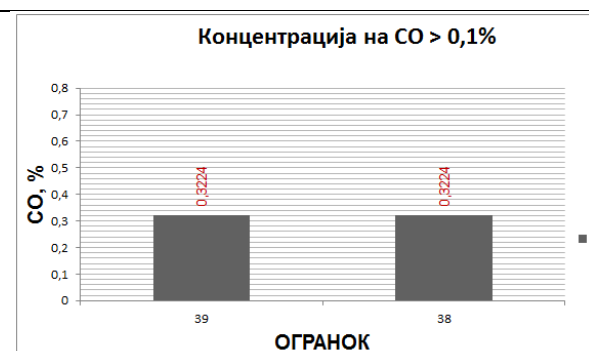
**Графикон 8.** Критични услови во пожарно сценарио 1, со температура > 35 C°, на 90 секунди од започнувањето на пожарот



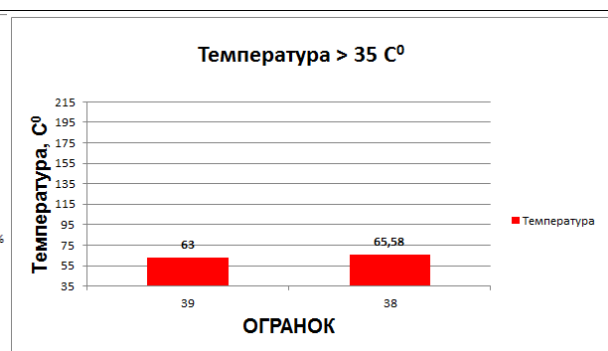
**Графикон 9.** Критични услови во пожарно сценарио 1, со CO > 0,1%, на 2340 секунди од започнувањето на пожарот



**Графикон 10.** Критични услови во пожарно сценарио 1, со температура > 35 C°, на 2430 секунди од започнувањето на пожарот

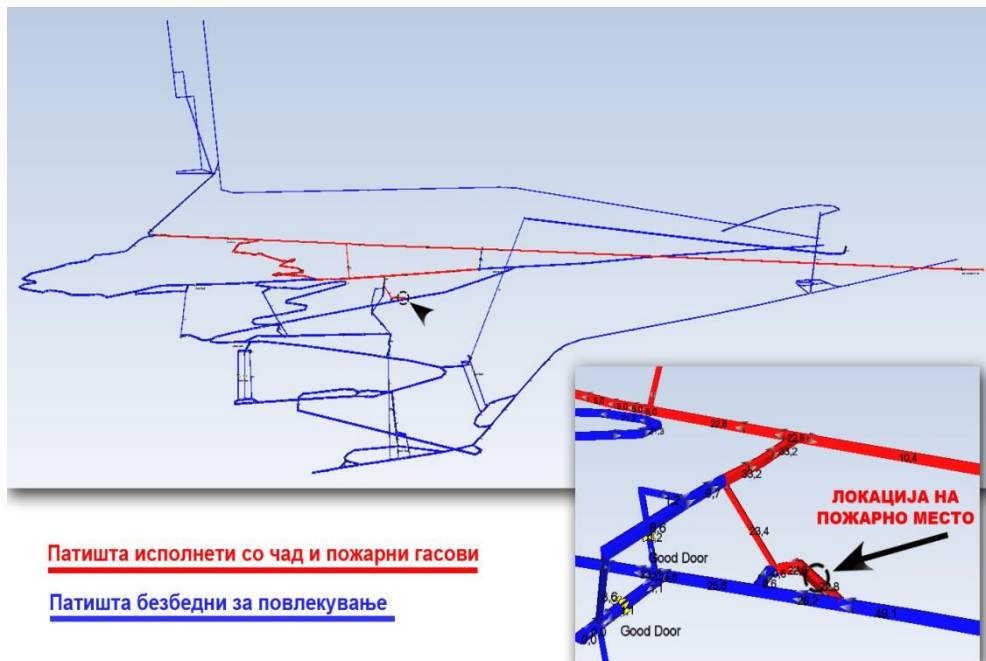


**Графикон 11.** Критични услови во пожарно сценарио 1, со CO > 0,1%, на 4500 секунди од започнувањето на пожарот



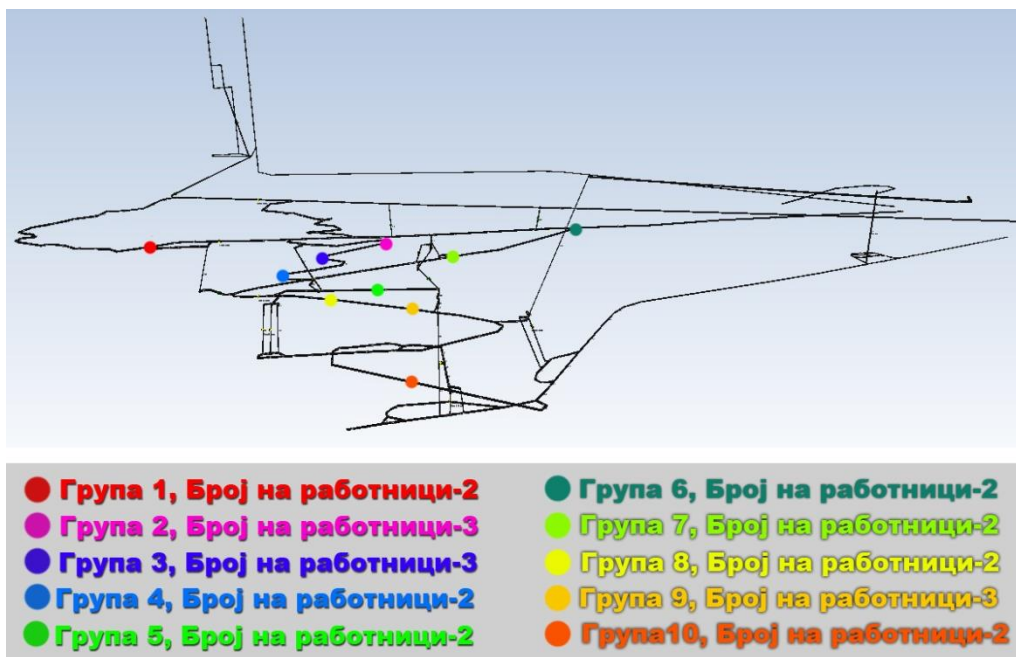
**Графикон 12.** Критични услови во пожарно сценарио 1, со температура > 35 C°, на 4500 секунди од започнувањето на пожарот

Со направените анализи и пресметки во софтверот за моделирање на пожари Pyrosim, за пожарното сценарио 1, добивме временска должина на пожарот од 4500 секунди, за целосно согорување на една гума со тежина од 248 kg.



**Слика 5.** Анализа и пресметки за движењето на чадот и пожарните гасови направени во софтверот MINEFIRE PRO+, за пожарно сценарио 1

По направената анализа и пресметки за движењето на чадот и пожарните гасови, генерирани од пожарното сценарио 1, следува процес за лоцирање на местоположбата на сите луѓе во рудникот и издавање на наредби и упаства за нивно повлекување по предходно пресметаните безбедни патишта за спасување и евакуација (Слика 5).

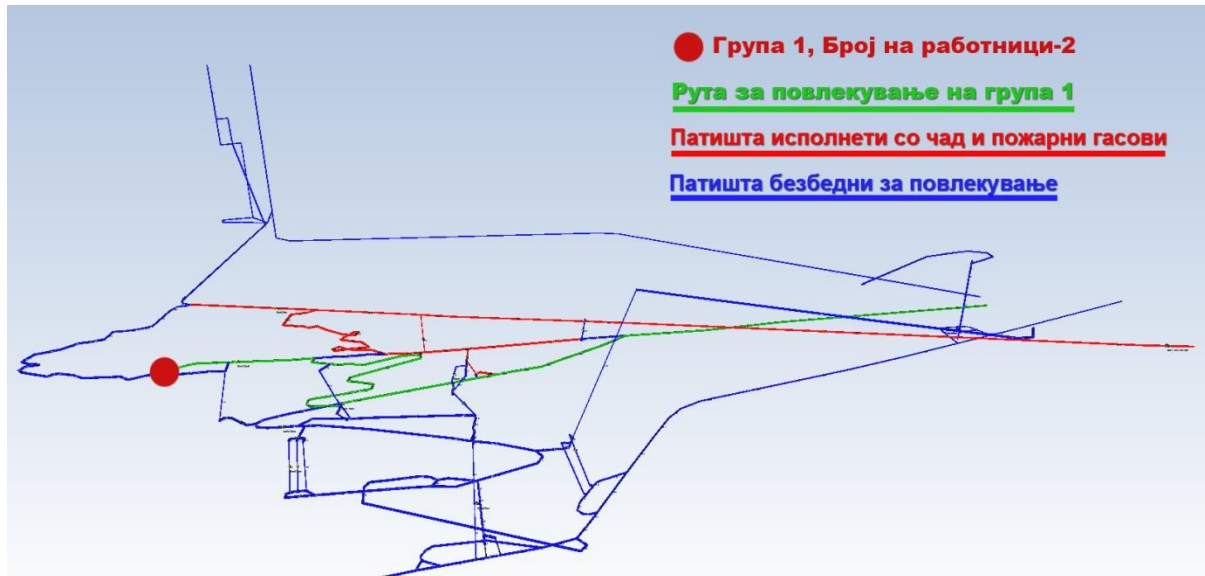


**Слика 6.** Лоцирање на местоположбата на сите луѓе во рудникот

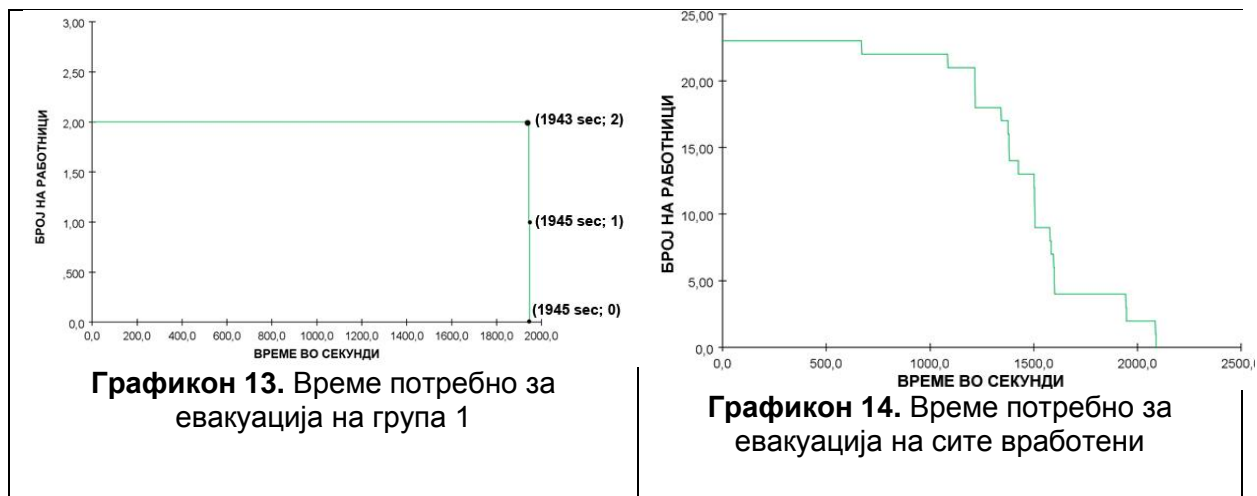


За пресметка на времето потребно за евакуација и спасување на сите вработени во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк - “САСА”, ќе го користиме софтверот за евакуација Pathfinder. Во софтверот за евакуација Pathfinder предходно треба да го моделираме во 3D рудникот “САСА” со најприближните должини на ходниците (патиштата) кои одговараат на реалниот рудник.

За пресметка на времето потребно за евакуација и спасување, ќе зададеме средна брзина на движење на сите вработени во рудникот од 1,19 m/s.



Слика 7. Рута за евакуација на група 1



Вкупното време за безбедна евакуација на сите вработени во рудникот “САСА” кои беа зафатени од пожарно сценарио 1, е 2097 секунди (34 минути). Сите вработени кои беа зафатени од ова симулирано пожарно сценарио 1, беа повлечени по безбедни патишта, така што системите за самоспасување немаше потреба да бидат активирани.

### 3. ЗАКЛУЧОК

Вонредна состојба во рудник за подземна експлоатација, се прогласува тогаш кога истиот веќе не е во состојба ефикасно да го контролира здравјето и безбедноста на луѓето. Плановите за евакуација и спасување му овозможуваат на секој рудник да одговори и да воспостави контрола во случај на вонредна состојба. Статистички, едни од најопасните вонредни состојби кои имаат однесено најмногу човечки животи во



рудниците за подземна експлоатација се пожарите. Плановите за евакуација и спасување во случај на пожар во рудниците за подземна експлоатација даваат преглед на постапките за одговор и превентивни мерки кои се неопходни за ефективно и навремено управување со оваа вонредна ситуација. Брзата акција и претходната подготовка за справување од ваков тип на вонредни ситуации може да помогне во спасување на човечки животи и заштита на финансиските инвестиции во самиот рудник. Ширењето и движењето на чадот во рудниците за подземна експлоатација ќе ја диктира безбедноста за повлекување и спасување како и самата операција на спасувачките служби.

За идентификување на можните пожарни сценарија во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк "CACA", ги користевме прирачниците за работните процесите и работната можанизација кои детално ги анализиравме и на тој начин ги идентификувавме потенцијалните пожарни сценарија. Од прирачниците за работните процесите и работната механизација на рудникот "CACA", идентификувани се можни пожарни сценарија од работната механизација: Boomer 281, Minetruck MT 2010, Scooptram ST 3.5 како и од работни активности во магацинот за нафта и мазиво.

Во овој труд е прикажан современ компјутерски пристап за планирање, моделирање и симулација на пожарните сценарија кои можат да настанат во рудникот за подземна експлоатација на олово и цинк "CACA", и врз основа на овие резултати се одредени безбедните патишта за евакуација и спасување на сите вработени. За изработка на патиштата за евакуација и спасување во случај на пожар користени се следниве софтвери: Ventsim, VnetPC, Pyrosim, Minefire pro и Pathfinder.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Adjiski V. (2014), "POSSIBILITIES FOR SIMULATING THE SMOKE ROLL-BACK EFFECT IN UNDERGROUND MINES USING CFD SOFTWARE", GeoScience Engineering, Volume LXI, "Vysoká škola báňská" VSB -Technical University of Ostrava, Czech Republic,
2. Hansen R. (2010), "Design fires in underground mines", Mälardalen University, Sweden
3. Staffansson L. (2010) "Selecting design fires" , Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University, Sweden
4. Klote J.H. (2002), "Principles of smoke management" , American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc,
5. Zalosh R. (2003), "Industrial Fire Protection Engineering", John Wiley & Sons Ltd, Chichester,
6. Fire Protection Handbook, nineteenth edition, NFPA, Quincy, 2003
7. SFPE Handbook, third edition, NFPA, Quincy, 2002
8. ISO/TS 16733: Fire safety engineering – Selection of design fire scenarios and design fires, Technical Committee ISO/TC 92, 2006
9. Fire in Tunnels, Technical report part 1, Design fire scenarios, European Thematic Network Fire in Tunnels



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

# ПОДЕКС - ПОВЕКС '14

Радовиш  
14 – 15. 11. 2014 год.

## СТРАТЕГИИ ЗА МЕРЕЊЕ НА БУЧАВА ВО РАБОТНА СРЕДИНА И ОДРЕДУВАЊЕ НА ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА

### NOISE MEASUREMENT STRATEGIES ON WORKPLACE AND DETERMINATION OF PERSONEL NOISE EXPOSURE

*Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>, Дејан Мираковски<sup>1</sup>, Николинка Донева<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

**Апстракт:** Бучавата претставува една од најизразените физички штетности присутна во текот на извршувањето на работните операции во рударството. Главен извор на бучава во рударството претставува тешката рударска механизација и постројките за дробење на минералната сировини.

Имајќи го предвид уставно загарантираното право на безбедност и здравје при работа на работниците, работодавачот има обврска да врши редовно мерење и испитување на физичките штетности во работната средина.

Во овој труд ќе бидат презентирани основните мерни стратегии на нивото на бучава во работна средина и за одредување на персоналната изложеност на бучава согласно меѓународниот стандард МКС EN ISO 9612:2010 Акустика – Одредување на изложеност на бучава во работна средина – Инженерски метод, како и насоките за избор на правилна мерна стратегија.

**Клучни зборови:** ниво на бучава, мерна стратегија, работна задача, работно место.

**Abstract:** Noise is one of the most distinguished physical hazards present during performing mining operations. Heavy mining machinery and mining equipment for crushing mineral resources presents main noise sources in mining.

Given the constitutionally guaranteed right to safety and health of workers, the employer is obliged to regularly testing and measurement of physical hazards in the workplace.

This paper present the basic noise measurement strategies on workplace and determination of personal noise exposure in accordance with international standard MKS EN ISO 9612: 2010 Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method as well as guidelines for selecting the proper noise measurement strategy.

**Key words:** noise level, measurement strategy, working task, workplace.

## ВОВЕД

Загубата на слухот како резултат на професионалната изложеност на високо ниво на бучава според податоците е присутна кај милиони луѓе и истата може да се спречи, со редовно испитување на нивото на бучава и персоналната изложеност на бучава и преземање на соодветни мерки за сведување на нивото на бучава во рамки на

дозволените гранични вредности [32]. Краткотрајната персонална изложеност на високо ниво на бучава не мора да резултира со губење на слухот, но со текот на времето и подолготрајната изложеност доаѓа до трајно оштетување на внатрешното уво. Акумулацијата на високо ниво на бучава од ден на ден, од година во година, е пресуден ризик фактор за губење на слухот.

Имајќи го предвид штетното дејство на бучавата врз луѓето, неповратното оштетување на слухот, психолошките и физиолошки негативни ефекти како резултат на изложеноста на високо ниво на бучава, од посебно значење е избор на правилна стратегија за мерење на нивото на бучава во работната средина и одредување на персоналната изложеност на бучава.

Основните мерни стратегии за нивото на бучава во работна средина и насоките за правилен избор на мерна стратегија се дадени во меѓународниот стандард МКС EN ISO 9612:2010 Акустика – Одредување на изложеност на бучава во работна средина – Инженерски метод.

## 1. ПОСТАПКА НА МЕРЕЊЕ

За да биде мерењето правилно извршено треба да се спроведат следните основни фази:

- контрола и калибрација на мерниот инструмент пред и после секое мерење;
- избор на локација на која ќе се постави мерниот инструмент, која мора да е во согласност со пропишаните критериуми за тоа;
- дефинирање на бројот на мерења, времетраењето на мерењата и паузата помеѓу нив;
- дефинирање на начинот на обработка на измерените големини;
- земање предвид на сите фактори кои може да влијаат на резултатите од мерењето.

## 2. МЕРНА ОПРЕМА

За мерење на бучавата во работната средина и персоналната изложеност на работниците на бучава може да се користи следната мерна опрема:

- интегриран инструмент за мерење на нивото на бучава согласно IEC 61762-1:2002 инструмент класа 1 или
- инструмент за мерење на персонална изложеност на бучава (дозиметар за бучава) кој ги задоволува барањата согласно IEC 61252 и согласно барањата на IEC 61762-1:2002 инструмент класа 1.

Дозиметрите за бучава се препорачува да се користат кога се прават долготрајни мерења кај работници во движење кои извршуваат комплексни или непредвидливи работни задачи или извршуваат голем број на дискретни работни задачи.

За мерење на нивото на изложеност на бучава при извршување на една или повеќе работни задачи на фиксни работни места, може да се користат фиксирани интегрирани инструменти за мерење на нивото на бучава.

Доколку за мерење на нивото на бучава во работна средина се користи интегриран инструмент за мерење на нивото на бучава, микрофонот се позиционира во близина и висина на главата на работникот за време на нормалното извршување на работните задачи на работното место. Се препорачува микрофонот да биде поставен во централната рамнина на главата на работникот, во линија со очите, односно во правец на оската паралелна на погледот на работникот. Микрофонот се поставува на оддалеченост меѓу 0,1 m и 0,4 m од влезот на надворешниот ушен канал и на страната на најизложеното уво.

Ако активноста на работникот или конфигурацијата на работното место оневозможуваат да се одржува оддалеченоста од 0.4 m, се препорачува употреба на дозиметри за бучава.

Доколку позицијата на главата на работното место не е добро дефинирана, микрофонот се поставува на следните височини согласно ISO 11200, ISO 11201, ISO 11202, ISO 11203, ISO11205:

а) Работник што стои:  $1,55\text{ m} \pm 0,075\text{ m}$  над површината на која работникот стои;

б) Работник што седи:  $0,80\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$  над средината во рамнината на седиштето на столот со седиште поставено на или колку што е можно близу средната точка од неговото хоризонтално и вертикално прилагодување.

Кога се користат дозиметри за бучава микрофонот се поставува на врвот на рамото на оддалеченост од околу 0,1 m од влезот на надворешниот ушен канал на страната на најизложеното уво (слика 1). Микрофонот и кабелот треба да бидат прицврстени на таков начин што е оневозможено механичко влијание или покривање со облеката кое може да доведе до неточни резултати. При поставувањето на микрофонот треба да се внимава да не се наруши нормалното и безбедно извршување на работните задачи.



**Слика 1.** Локација на микрофонот при одредување на персонална изложеност на бучава

Работниците на кои се поставува дозиметарот за бучава треба да бидат информирани за целта на мерењето и да бидат советувани да не го отстрануваат мерниот инструмент за време на целиот период на мерење и да ги извршуваат нормално своите работни задачи.

### **3. МЕТОДОЛОГИЈА НА МЕРЕЊЕ**

Методологијата на мерење на изложеноста на бучава во работна средина ги вклучува следните 4 чекори:

- Анализа на работниот процес
- Избор на стратегија за мерење
- Мерење
- Процена на грешките и мерната неодреденост
- Пресметка и презентирање на резултатите од мерењето и мерната неодреденост.

### **3.1. Анализа на работниот процес**

Анализата на работниот процес е првиот чекор во мерењето на изложеност на бучава во работната средина кој треба да даде доволно информации за работата и работниците чија изложеност треба да биде одредена со цел, избирање на соодветна стратегија за мерење и планирање на мерењата.

Анализата на работниот процес вклучува:

- а) Опис на работните активности и работните места на работниците чија изложеност треба да се одреди;
- б) Дефинирање на хомогени групи на изложеност на бучава, доколку е потребно и релевантно за соодветниот работен процес;
- в) Одредување на номинален ден или денови за секој работник или група;
- г) Идентификација на работни задачи карактеристични за работните места, доколку е потребно и релевантно за соодветниот работен процес;
- д) Идентификација на потенцијални значајни извори на бучава;
- ѓ) Избор на стратегијата за мерење;
- е) Воспоставување на план за мерење.

Работниот процес се анализира од аспект на начинот на производство, организацијата, работниците и активностите.

#### **3.1.1. Дефинирање на хомогени групи на изложеност на бучава**

Дефинирањето на хомогени групи на работници изложени на бучава, може во голема мера да го поедностави процесот на мерење. Хомогените групи подразбираат групи на работници кои извршуваат работа на исто работно место и за кои се очекува да имаат слична изложеност на бучава за време на работниот ден.

Хомогените групи на изложеност на бучава можат да бидат дефинирани на неколку начини: според спецификацијата на работното место, функцијата која ја извршуваат, работното подрачје или професијата. Алтернативно, групите можат да бидат дефинирани преку анализа на работните активности според критериумите на производството или на работниот процес. При процесот на дефинирање на хомогените групи на изложеност на бучава треба да бидат консултирани работниците и нивните претпоставени.

#### **3.1.2. Дефинирање на номинален ден**

Во консултација со работниците и менаџментот треба да биде одреден номиналниот работен ден, кој ги вклучува работните периоди и паузи. За таа цел работниот процес треба да биде детално разработен за да се добие преглед и јасна претстава на сите фактори кои можат да влијаат на изложеноста на бучава.

За дефинирање на номиналниот работен ден потребно е да се поседуваат доволно и соодветни информации за:

- а) Работните задачи (содржина и времетраење) и одредени промени во рамки на работните задачи;
- б) Главните извори на бучава и бучни работни подрачја;
- в) Начинот на работа и било кои позначајни случаи на бучава, кои може да доведат до промена на нивото на бучава;
- г) Бројот и времетраењето на паузи, состаноци, и.т.н, и дали тие треба да бидат земени предвид како дел од номиналниот ден.

Во одредени случаи, работните активности и како последица на тоа изложеноста на бучава варира од ден до ден така што не постои типична дневна изложеност, на пример за работниците кои работат на различни локации или различни работни места секој ден. Во овој случај, номиналниот ден може да биде дефиниран од

работните ситуации (активности) за време на неколку денови, на пример една седмица.

#### 4. ИЗБОР НА МЕРНА СТРАТЕГИЈА

Стандардот МКС EN ISO 9612:2010 нуди избор на три можни стратегии за мерење на изложеноста на бучава во работна средина:

- а) мерење засновано на работните задачи – кај оваа стратегија врз основа на анализа на работниот процес и работните активности кои се извршуваат во текот на денот, работниот процес се дели на неколку репрезентативни работни задачи и за секоја од овие работни задачи се вршат посебни мерења на нивото на звучен притисок;
- б) мерење засновано на работното место – кај оваа стратегија се прават неколку мерења на нивото на звучен притисок, по случаен избор, во текот на извршувањето на работата на работното место;
- в) целодневни мерења – оваа стратегија подразбира континуирано мерење на нивото на звучен притисок во текот на целиот работен ден.

##### 4.1. Мерна стратегија заснована на работните задачи

Кај оваа мерна стратегија номиналниот ден се дели на поделни работни задачи карактеристични за работниците или хомогените групи на изложеност на бучава. Секоја работна задача се дефинира така што  $L_{p,A,eqT}$  има веројатност да се повторува, при што посебно треба да се внимава дека се вклучени и земени предвид сите релевантни извори на бучава. Од посебна важност е идентификацијата на изворите на бучава и задачите кои допринесуваат за највисоките максимални нивоа, со цел точно одредување на  $L_{p,A,eqT}$  и на  $L_{p,Cpeak}$ .

За секоја работна задача се определува нејзиното времетраење,  $T_m$ , кое може да биде направено преку:

- а) Интервјуирање на работниците и претпоставените;
- б) Набљудување и мерење на времетраењето за време на мерењето на нивото на бучавата;
- в) Собирање на информации за работата на карактеристичните извори на бучава (на пример работни процеси, машини, активности на работното место и во неговата околина).

Во одредени случаи, времетраењето на една работна задача може да се оцени како променливо. За да се одредат можните варијации во времетраењето, работната задача може да се набљудува и да се запишува нејзиното времетраење, на пример, три пати. Алтернативно, повеќе работници и претпоставени може да бидат консултирани со цел одредување на најрепрезентативниот опсег на времетраење на работната задача.

Ако со  $J$  го означиме бројот на набљудувања на времетраењето на работната задача  $T_{mj}$ , тогаш аритметичката средна вредност на времетраење на задачата,  $\bar{T}_m$ , е дадена со равенката (5):

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \dots \dots \dots (1)$$

Сумата на поедини времетраења на работните задачи,  $T_m$ , на кои е поделен номиналниот ден, ќе одговара на ефективното траење на работниот ден. Ефективното траење на работниот ден,  $T_e$ , е дадено со равенката:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m \dots \dots \dots (2)$$

каде:

- $\bar{T}_m$  е аритметичкото средно времетраење на задачата  $m$ ;
- $m$  е бројот на задача;

М е вкупниот број на задачи.

Мерењата засновани на работните задачи можат да бидат комбинирани со целодневните мерења во текот на работниот ден за да се верификува дека сите релевантни извори на бучава се вклучени.

За секоја работна задача треба да се измери А – нормираното еквивалентно ниво на континуиран звучен притисок,  $L_{p,A,eqT,m}$ . Мерењата треба да ги опфатат сите варијации на нивото на бучава за секоја работна задача во време, простор и работни услови.

Времетраењето на секое мерење треба да биде доволно долго за да го претставува просечното еквивалентно континуирано ниво на звучен притисок за актуелната задача. Ако времетраењето на задачата е пократко од 5 минути времетраењето на секое мерење ќе биде еднакво на времетраењето на задачата. За подолги задачи, времетраењето на секое мерење треба да биде барем 5 минути. Времетраењето на секое мерење може, сепак, да биде редуцирано ако нивото на бучава е константно или се повторува или ако се констатира дека бучавата од задачата незначително придонесува кон вкупната изложеност на бучава.

Ако бучавата за време на работната задача е циклична, секое мерење треба да го покрие времетраењето на барем три добро дефинирани циклуси. Ако времетраењето на трите циклуси е пократко од 5 минути, секое мерење ќе биде барем 5 минути. Времетраењето на секое мерење секогаш ќе одговара на времетраењето на неколку целосни циклуси.

Ако бучавата има променлив карактер за време на работната задача, времетраењето на секое мерење треба да биде доволно долго да се обезбеди дека измереното  $L_{p,A,eqT,m}$  е репрезентативно за целата задача.

За секоја работна задача, треба да се направат барем 3 мерења. За да се покрие реалната варијабилност на нивото на бучава, се препорачува да се мери во различно време во текот на работната задача или мерењето на изложеноста да биде кај различни работници во групата.

А - нормираното еквивалентно континуирано ниво на звучен притисок за работната задача  $m$  од  $I$  одделни мерења,  $L_{p,A,eqT,mi}$ , се пресметува по равенката:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left( \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{ dB} \dots\dots\dots(3)$$

каде што:

$L_{p,A,eqT,mi}$  е нивото на А - нормирано еквивалентно континуирано ниво на звучен притисок за време на работна задача со времетраење  $T_m$ ;

$i$  е бројот на мерење (земање на примерок) на работната задача  $m$ ;

$I$  е вкупниот број на мерења (примероци) за задача  $m$ .

Доколку е потребно да се одреди релативниот придонес на секоја работна задача, во дневното ниво на изложеност на бучава,  $L_{EX,8h,m}$ , се користи следната равенка:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left( \frac{T_m}{T_0} \right) \text{ dB} \dots\dots\dots(4)$$

каде што

$L_{p,A,eqT,m}$  е нивото на А – нормираното еквивалентно ниво на континуиран звучен притисок за задача  $m$ ;

$\bar{T}_m$  е аритметичкото средно времетраење на задача  $m$  како што е дадено од равенка (1);

$T_0$  е референтното времетраење,  $T_0 = 8h$ .

За пресметката на А – нормираното дневно ниво на изложеност на бучава од  $L_{p,A,eqT,m}$  и времетраењето на секоја од задачите, се користи следната равенка:



$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left( \sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right) dB \dots\dots\dots(5)$$

каде што:

$L_{p,A,eqT,m}$  е нивото на А – нормираното еквивалентно ниво на континуиран звучен притисок за задача m;

$\bar{T}_m$  е аритметичкото средно времетраење на задача m како што е дадено од равенка (1);

$T_0$  е референтното времетраење,  $T_0 = 8h$ .

$m$  е бројот на работна задача;

$M$  е вкупниот број на работни задачи m кои придонесуваат за дневното ниво на изложеност на бучава.

Пресметка на А – нормираното ниво на изложеност на бучава од придонесот на бучава на секоја од работните задачи може да се изврши според следната равенка:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left( \sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{EX,sh,m}} \right) dB \dots\dots\dots(6)$$

#### 4.2. Мерна стратегија заснована на работното место

Принципот на оваа стратегија е да се направат неколку мерења на нивото на звучен притисок, по случаен избор,  $L_{p,A,eqT}$  во текот на извршувањето на работата на работното место кои се идентификувани при анализата на работниот процес.

Се прави план за мерење на тој начин што од идентификуваните работни места, се утврдуваат хомогени групи на изложеност на бучава. За секоја хомогена група на изложеност на бучава потребно е:

- а) да се одреди од табела 6.1 минималното кумулативно траење на мерењето за бројот на работници,  $n_G$ , на хомогената група на изложеност;
- б) да се избере времетраење на мерењето и бројот на мерења, барем пет, така што кумулативното времетраење го задоволува или надминува минималното времетраење одредено во чекорот горе;
- в) да се планира да се извршат мерења кои се распределени случајно меѓу членовите на групата и за времетраење на целиот работен ден.

**Табела 1.** Спецификација за вкупното минимално времетраење на мерењето кое треба да биде применето на хомогена група на изложеност од големина  $n_G$

Број на работници во хомогената група на изложеност $n_G$	Минимално кумулативно времетраење на мерењето кое треба да биде распределено низ хомогената група на изложеност
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) \times 0,5h$
$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) \times 0,25h$
$n_G > 40$	17 h или групата да се подели

За одредување на дневното ниво на изложеност на бучава за работниците во хомогената група на изложеност треба најпрво да се пресмета А - нормираното еквивалентно континуирано ниво на звучен притисок,  $L_{p,A,eqT,e}$ , за ефективното траење на работниот ден,  $T_e$ , од равенката (6.2):

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) dB \dots\dots\dots(7)$$

каде што

$L_{p,A,eqT,n}$  е нивото на А – нормираното еквивалентно ниво на континуиран звучен притисок на примерок n;

n е бројот на мерење (земање примерок) на работно место;

N е вкупниот број на мерења (примероци) на работно место.

Дневното А – нормирано ниво на изложеност на бучава,  $L_{EX,8h}$ , на работниците во дадена хомогена група на изложеност се пресметува со равенката (8):

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left( \frac{T_e}{T_0} \right) dB \dots\dots\dots(8)$$

### 4.3. Мерна стратегија заснована на целодневни мерења

Целодневното мерење на нивото на бучава во текот на работниот ден овозможува опфаќање на сите извори кои придонесуваат во вкупното дневно ниво на изложеност на бучава, поврзани со работниот процес како и на тивките периоди за време на работниот ден. Практично е да се вршат овие долгорочни мерења користејќи дозиметри за бучава.

Кога се користи оваа стратегија на мерење, треба да бидеме сигурни дека избраните денови се репрезентативни за дефинираната релевантна работна ситуација.

Честопати од практични причини, може да биде оневозможено мерењето во текот на целиот работен ден. Во овие случаи, мерењата треба да бидат направени во текот на што е можно поголем дел од денот, покривајќи ги сите значајни периоди од изложеноста на бучава.

Бидејќи оваа стратегија на мерење ги вклучува сите придонеси во вкупното ниво на бучава, има највисок ризик да вклучи и лажни придонеси. Овој ризик може да биде намален со внимателно набљудување на работникот за време на мерењето, на мерните места и/или прашувајќи го работникот на крајот од смената околу задачите што тој ги извршил или локациите каде што тој работел.

Ова значи дека работниците треба да бидат набљудувани за време на мерењето. Ако ова не е можно, веродостојноста на мерењата треба да биде проверувана со една или повеќе од следните акции:

- а) интервјуирање на претпоставените и работниците;
- б) мерење на нивото на бучава на поедини мерни места со цел верификување на нивоата измерени со користење на дозиметрите за бучава;
- в) процена на изложеноста на селектираните работници користејќи ги мерењата на работната задача ;
- г) проверување, од страна на работникот и техничарот за мерење, на временската историја на дозиметарот за бучава (сниманите податоци) при крајот на смената, за да се идентификуваат различните задачи и настани.

Кај оваа мерна стратегија потребно е да се направат три целодневни временски мерења на  $L_{p,A,eqT}$ . Доколку резултатите од трите мерења се разликуваат за помалку од 3 dB, се пресметува а А – нормираното ниво на континуиран звучен притисок за време на номиналниот ден како средна вредност на трите мерења. За пресметката, види равенка (7).

Ако резултатите од трите мерења се разликуваат до 3 dB или повеќе, треба да се направат барем две дополнителни целодневни мерења, и да се пресмета А-нормираното ниво на континуиран звучен притисок за време на номиналниот ден како средна вредност на сите мерења.

Дневното А – нормирано ниво на изложеност на бучава,  $L_{EX,8h}$ , се пресметува според равенката (9):

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left( \frac{T_e}{T_0} \right) \text{ dB} \dots\dots\dots(9)$$

Во табела 6.2.се дадени насоките за избор на основна мерна стратегија во зависност од начинот на работа.

**Табела 2.** Насоки за избор на мерна стратегија во зависност од начинот на работа

Вид или начин на работа	Мерна стратегија		
	Стратегија 1 Мерење засновано на работните задачи	Стратегија 2 Мерење засновано на работно место	Стратегија 3 Целодневно мерење
Фиксно работно место Едноставна или една работна задача	√*	-	-
Фиксно работно место Комплексни или повеќе работни задачи	√*	√	√
Мобилен работник Предвидлив начин Мал број на задачи	√*	√	√
Мобилен работник Предвидлива работа Голем број на задачи или комплексен начин на работа	√	√	√*
Мобилен работник Непредвидлив начин на работа	-	√	√*
Фиксен или мобилен работник Повеќе задачи со неодредено времетраење	-	√*	√
Фиксен или мобилен работник Без пропишани задачи	-	√*	√

√ Стратегијата може да се користи  
\*Препорачлива стратегија

## 5. ЗАКЛУЧОК

Изборот на правилна стратегија на мерење на нивото на бучава во работна средина и персоналната изложеност на бучава е од посебно значење за утврдување на нивото на бучава во работната средина и според добиените резултати преземање на соодветни техничко – технолошки и организациони мерки, за сведување на нивото на бучава во рамки на дозволените гранични вредности, согласно Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од бучава („Службен весник на Република Македонија“ бр.21/08), како и правилен избор на лични заштитни средства за работниците.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хаџи-Николова М., **Современ пристап во контрола и управување на бучавата во урбани средини**, Докторска дисертација, Факултет за природни и технички науки, УГД, Штип, јуни 2013.

2. Хаџи-Николова, М., Мираковски, Д., Донева, Н., **Правна регулатива за процена и контрола на бучавата во работна средина**, Зборник на трудови, ПОДЕКС `10, ноември 2010, 136-142
3. EU`s FUTURE NOISE POLICY, WG2 – Dose/Effect, 2005, Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance
4. MKS ISO 1999:2010 Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment
5. MKS EN ISO 9612: 2010 Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## **ХРОНОЛОГИЈА НА ЗАКОНСКАТА РЕГУЛАТИВА ЗА РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

### **CHRONOLOGY OF THE MINING AND GEOLOGY LEGISLATION IN MACEDONIA**

*Миле Стефанов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Рудници “Бањани”, Скопје, Р. Македонија*

#### **ВОВЕД**

Во темата ќе бидат хронолошки опфатени сите досегашни излезени Закони за минерални суровини во Службен весник на Р.Македонија, со нивни измени и дополнувања, правилници, одлуки и тарифници со кратки коментари и увидувања. Ќе бидат обработени напишани и Закони кој ги пратат процесите за обработка на металните и неметалните минерални суровини, како во рударството така и во геологијата, кој се неопходни во процесите на нивното истражување, откопување поточно експлоатација, минирање, транспорт, дробење, сечење, вадење на томблони и др.

За да се добие прегледност на законите и правилниците по одредени области истите ќе бидат обработени во следните наслови:

- T1. Закон за минералните суровини со измени и допуни, правилници, одлуки и тарифници**
- T2. Закон за техничка инспекција со измени и допуни и правилници**
- T3. Закон за безбедност и здравје при работа со измени и допуни и правилници**
- T4. Законот за работни односи извадок - Бенифицирани работни места во рударството**
- T5. Закони за експлозивните материји со правилници**

#### **T1. Закон за минерални суровини**

Во точка еден ќе се наведат сите Закони за минералните суровини со негови измени и дополнувања со мали коментари.

T1-1 Закон за минерални суровини (Службен весник на Р. Македонија бр.18/99 31 март)

Со овој Закон се работеше подолг период иако не беше доволно дефиниран во некои делови од деталните истраги и експлоатацијата. Се донесоа повеќе одлуки и еден правилник и тоа:

- Одлука за определување на критериумите за висината на надоместокот за концесии за вршење на детални геолошки и експлоатација на минералните суровини.

(Службен весник на Р. Македонија бр.35/99 16 јуни)

- Одлука за определување на критериумите за висината на надоместокот за концесии за вршење на детални геолошки и експлоатација на минералните сировини.

(Службен весник на Р. Македонија бр. 61/99 24 септември)

- Одлука за определување на критериумите и висината на надоместок на концесии за вршење детални геолошки истражувања и експлоатација на минералните сировини.

(Службен весник на Р.М бр.22/2003 31 март)

- Одлука за изменување и дополнување на Одлуката за определување на критериумите и висината на надоместок на концесии за вршење детални геолошки истражувања и експлоатација на минералните сировини.

(Службен весник на Р.М. бр.51/2003 31 јули)

- Правилник за начинот на полагање за добивање на лиценца за изработка на проекти за геолошки истражувања и изработка на рударски проекти.

(Службен весник на Р.Македонија бр.51/04 30 јули)

Овој правилник е донесен врз основа на Законот за минерални сировини бр.18/99 и 29/02 врз член 77 став 3 и член 77а став 2.

- Одлука за определување на критериумите и висината на надоместок на концесии за вршење детални геолошки истражувања и експлоатација на минералните сировини.

(Службен весник на Р.М. бр.100/2005 21 ноември)

Во почетокот на 2007год се донесува нов Закон за минерални сировини

T1-2 Закон за минерални сировини

(Службен весник на Р. Македонија бр.24/2007 1 март)

- Тарифник за утврдување на висината на надоместоците за издавање на дозволи за вршење детални геолошки истражувања и концесии за експлоатација на минералните сировини.

(Службен весник на Р.М бр.72/2007 11јуни) врз основа на член 64 Законот за минерални сировини бр24/07

- Тарифник за утврдување на висината на надоместоците за вршење на стручна оцена (ревизија) на геолошката документација и рударски проекти.

(Службен весник на Р.М бр.80/2011 14 јуни) врз основа на член 64 Законот за минерални сировини бр24/07

Врз основа на овој Закон се донесени следните правилници:

- Правилник за утврдување на поблиските услови и начин на добивање на лиценца и овластување за изработка на геолошка документација.

(Службен весник на Р. Македонија бр.128/2007 19 октомври) согласно член 58 став 3 од Законот за минерални сировини

- Правилник за начинот на издавање на лиценца и овластување за изведување на рударски работи.

(Службен весник на Р. Македонија бр.128/2007 год.)

- Правилник за добивање на лиценца за изработка на рударски проекти.

(Службен весник на Р. Македонија бр.128/2007год)

- Правилник за видот, содржината и начинот на изготвување и чување на рударски планови.

(Службен весник на Р.Македонија бр. 128/2007год) согласно член 52 став 2 од Законот за минерални сировини

- Правилник за содржината на рударски проекти.

(Службен весник на Р. Македонија бр.128/2007год) согласно член 49 став 4 од Законот за минерални сировини

- Правилник за формата, содржината и начинот на водење на книгата за извршените истражни работи за деталните геолошки истражувања

(Службен весник на Р.Македонија бр. 127/2007 18 октомври) согласно член 19 став 3 од Закон за минерални сировини 24/07

- Правилник за содржината и начинот на изработка на геолошка та документација за вршење на основни геолошки истражувања

(Службен весник на Р. Македонија бр.138/2007 16 ноември) согласно член 9 став 4 од Законот за минерални сировини

- Правилник за условите, начинот и програмата за полагање стручен испит за безбедност при работа

(Службен весник на Р. Македонија бр.138/2007год.)

- Правилник за содржината на геолошката документација за вршење на детални геолошки истражувања

(Службен весник на Р.Македонија бр. 138/2007год) согласно член 22 став 3 од Законот за минерални сировини

После усвојувањето на сите овие Правилници следуваат многу измени на Законот за минерални сировини и тоа:

- Закон за изменување и дополнување на Законот за минерални сировини

(Службен весник на Р. Македонија бр. 88/2008 16 јули)

(Службен весник на Р. Македонија бр. 52/2009 21 април)

(Службен весник на Р. Македонија бр. 06/2010 15 јануари)

(Службен весник на Р. Македонија бр. 158/2010 9 декември)

(Службен весник на Р. Македонија бр. 53/2011 14 април)

(Службен весник на Р. Македонија бр. 136/2011 3 октомври)

Со донесување на овие Законски измени и допуни во Законот за минерални сировини, преку разни состаноци во стопанска комора преку МАР- Македонска Асоцијација за Рударство и ЗРГИМ -Здружение на рударски и геолошки инженери на Македонија, на предлози на предлагачите се донесоа правилниците:

- Правилник за начинот на водење на евиденција на произведените количини на минерални сировини.

(Службен весник на Р. Македонија бр. 25/2010 19 февруари) согласно член 51 став 3 од Закон за минерални сировини

24/07;

88/08; 52/09 и 6/10

- Правилник за начинот на вршење на стручна оцена (ревизија) на рударски проекти.

(Службен весник на Р. Македонија бр. 65/2011 10 мај)

согласно член 61 став 3 од Закон за минерални сировини

24/07;

88/08; 52/09; 6/10 и 158/10



- Правилник за начинот на вршење на стручна оцена (ревизија) на геолошка документација.

(Службен весник на Р. Македонија бр. 65/2011 год.)

- Тарифник за утврдување на висината на надоместоците за вршење на стручна оцена (ревизија) на геолошката документација и рударски проекти.

(Службен весник на Р.М бр. 80/2011 14 јуни)

врз основа на член 64 Законот за минерални сировини  
бр24/07;

88/08;52/09; 6/10 и 158/10

- Правилник за минималните барања за безбедност и здравје при работа на вработените во рударството со површинска и подземна експлоатација на минералните сировини.

(Службен весник на Р. Македонија бр. 64/2012 28 мај)

согласност член 47 од Законот за безбедност и здравје при работа

Со примената во пракса на досегашните Правилници, во рударството се воспостави некој ред, во начинот на проектирањето, експлоатацијата и истрагите.

После долга примена на овој Закон се предлага нов Закон за минерални сировини, и долги дискусии во Македонска асоцијација на Рудари и Здружението на Рударски и Геолошки инженери на Македонија се донесе следниот Закон за минерални сировини:

T1-3 Закон за минерални сировини

(Службен весник на Р.Македонија бр.136/2012 5 ноември)

Не помина долг период на примена на Законот за минерални сировини, се донесуваат две измени на законот и тоа:

- Закон за изменување и дополнување на Законот за минерални сировини

(Службен весник на Р.М бр. 25/13 19 февруари)

- Закон за изменување и дополнување на Законот за минерални сировини

(Службен весник на Р.М бр. 93/13 3 јули)

За добра прегледност на Законот за минерални сировини се изгласува пречистен текст на Законот за минерални сировини тоа :

T1-4 Закон за минерални сировини (пречистен текст)

(Службен весник на Р.М. бр.132/2013 25 септември)

- Закон за изменување и дополнување на Законот за минерални сировини

(Службен весник на Р.М бр.44/2014 год.)

Сите правилници, одлуки и тарифници и понатаму важат се до нивното повлекување.

## Коментар

Во последните Законски измени и допуни на законот за минерални сировини (сл. Весник на РМ бр.44/14) се додадоа нови членови во членот 32 и тоа членови од 32а до 32у, овие членови важат и за член 73. Добивање на лиценца се решава со воведување на правилник, кој се напоменува во законот член 32 став(12) и чл.73 став(13).

Во чл.76 се допишува нов чл.76а кој се однесува за воведување на електронско пријавување на товарените минерални сировини за пријавување во УЈП и добивање

на потврда од УЈП за напуштање на возилото од концесискиот простор. Со законот за фискализација до 31.10.2014год е воведување на фискални каси со уред ГПС. Со ова се докажува дека се дуплират работи.

Во чл.75 став(1) алинеја 2 од Законот за минерални сировини (пречистен текст) бр.132/13 за плаќање на надоместокот стои за експлоатирана минерална сировина, во договорот за концесија за експлоатација стои исто така за експлоатирани минерални сировини, а додека во тарифникот во чл.4 надоместокот за плаќање е за продадени минерални количини, ова мора да се изедначи да нема забуна кај концесионерите.

Во Законот за минерални сировини не се опфатени речните песоци и чакали, кој се наоѓаат на речните корита и брегови од езерата, тие се исто така минерална сировина како и другите минерални сировини, богатство на Р: Македонија. Експлоататорите на овие минерални сировини не плаќат давачки на државата како концесионерите и се нелојална конкуренција на концесионерите на неметалните минерални сировини.

## **T2. ЗАКОН ЗА ТЕХНИЧКА ИНСПЕКЦИЈА**

На Законот за техничка инспекција од бр.48/99, на двапати е вршено измени и дополнувања и врз основа на тоа е донесен нов Закон

T2-1 Закон за техничка инспекција

(службен весник на Р.М бр.88/2008 16 јули)

Со денот на започнувањето на примената на овој Закон престанува да важи Законот за техничка инспекција (сл. Весник на Р.М. бр.48/99 ; 82/2005 и 79/ 2007 год.)

Коментар:

Во поглавје 3 член 12 став 6 се наведува кој лица можат да ја вршат функцијата „државни рударски и геолошки инспектори,“ и тоа „ високо образование од областа на рударството и геологијата и најмалку три години работно искуство во струката,“. Во предходните закони, функцијата „државен рударски инспектор „ можеше да ја обавува лице со завршено високо образование од струката со најмалку 10год. работно искуство во струката поминати на раководни работни места.

- Закон за изменување и дополнување на Законот за техничка инспекција  
( службен весник на Р.М. бр.119/2010 10 септември)
- Правилник за користење на електроенергетски постројки и електрична опрема  
(службен весник на Р.М. бр. 140/10 21октомври)

Врз основа на член 19 од Законот за техничка инспекција бр.88/08 и 119/2010 се донесува следниот Правилник:

- Правилник за користење на рударска техничка опрема  
(службен весник на Р.М. бр.170/2010 29декември)
- Закон за изменување и дополнување на Законот за техничка инспекција  
(службен весник на Р.М.бр. 36/11 23март)
- Правилник за изменување на Правилникот за користење на електроенергетски постројки и електрична опрема  
(службен весник на Р.М. бр.54/11 14април)
- Закон за изменување и дополнување на Законот за техничка инспекција  
(службен весник на Р.М. бр. 136/11 30октомври)
- Правилник за користење на опремата и заштитни системи кои се наменети за употреба во потенцијално експлозивни атмосфери  
(службен весник на Р.М. бр. 173/11 15декември)

Од страна на Министерството за економија ,во јануари 2014год ,врз основа на член 55 став 1 од законот за организација и работа на органите на државната управа ( сл. Весник на Р.М. бр. 58/00; 44/02; 88/08; 167/10 и 51/11) е донесено следното упатство:

- Упатство за формата, содржината и начинот на пополнување на образецот за вршење на инспекциски надзор при изведување на детални геолошки истражувања, на образецот за вршење инспекциски надзор при изведување на рударски работи при експлоатација на минерални сировини во рудници со подземна експлоатација и на образецот за вршење инспекциски надзор при изведување на рударски работи при експлоатација на минерални сировини во рудници со површинска експлоатација.

### **T3. ЗАКОН ЗА БЕЗБЕДНОСТА И ЗДРАВЈЕТО ПРИ РАБОТА**

Со овој закон се утврдуваат мерките за безбедност и здравје при работа, обврските на работодавачот и правата и обврските на вработените, превентивните мерки против ризици остранивање на фактори за несреќи, обука на вработените и преземање на мерки за безбедност на работа.

T3-1 Закон за безбедност и здравје при работа  
(службен весник на Р.М. Бр.92/07)

Врз основа на член 47 од Законот за безбедност и здравје при работа, се донесуваат следните правилници:

- Правилник за безбедност и здравје при употреба на опрема за работа  
(службен весник на Р.М. бр. 116/07)
- Правилник за личната заштитна опрема која вработените ја употребуваат при работа  
(службен весник на Р.М.бр. 116/07 )
- Правилник за минималните барања за безбедност и здравје при работа на вработени во рударство со површинска и подземна експлоатација на минералните сировини  
(службен весник на Р.М. бр. 64/2012)

### **T4. БЕНИФИЦИРАНИ РАБОТНИ МЕСТА ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА**

Многу поголемо внимание, дискусии и полемики се одвиваше во Законската регулатива за минералните сировини, а на делот од бенифицирани работни места се извршија големи измени, без дискусии и полемики. Ќе ги напоменам следните Одлуки и правилници:

- Одлука за бенифицирани работни места во геолошката и рударската струка  
(службен весник на Р.М бр. 35/96) и  
(службен весник на Р.М бр.89/07)
- Правилник за утврдување на работните места на кои стажот на осигурување се смета со зголемено траење  
(службен весник на Р.М бр. 32/11 16 март) и

Во Законот за пензиско и инвалидско осигурување ( сл. Весник на Р.М бр 98/12) има измени на бенифицираните места.

Измените се направени со намалување и укинување на бенифициите на некои работни места како на пример за бенифиции на работно место од 12/13 месеци се укина, бенифицирано работно место 12/14 или 12/15 се намали стажот на бенифицираните месеци.

### **T5. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ЕКСПЛОЗИВНИТЕ МАТЕРИИ**

Во овој дел од темата Законите и правилниците кои ќе ги напоменам од законската регулатива на експлозивните материи кои се користат во рударството, некој се прифатени а некои треба тек да се прватат, а тоа се следните:

- Правилник за заштита при работата при изработка на експлозивни и барути и при манипулирање со експлозивни и барути  
(сл. Лист на СФРЈ бр. 55/1969г декември)

Исто така битен правилник кој го немаме во Р. Македонија е :

- „Правилник о техничким нормативима за изградњу складишта и магацина за смештај експлозивних материја“.

Овој правилник е донесен на основа на чл 30 став 1,3 и 5 од законот за стандардизација (сл.лист на СФРЈ бр.38/77г).

Понатаму се користат следните Закони и Правилници:

- Правилник за техничките мерки за превоз со транспортери со ленти во рударството  
(сл.лист на СФРЈ бр.5/1973г февруари)
- Закон за заштита од експлозивни материји  
(сл.весник на СРМ бр.4/78г).

Во службен весник на Р.М. бр.12/1993год. Собранието на Р.М има донесено „ Закон за изменување на Законот за заштита од експлозивни материји.

- Закон за промет со експлозивни материји  
(сл.лист на СФРЈ бр.30/1985 г јуни)

На овој Закон има направено две измени и дополнувања во сл.лист на СФРЈ бр. 6/89 и 53/91 .

Потоа врз основа на чл.30 став 1,4,5 и на чл49 став 2 од Законот за стандардизација (сл.лист на СФРЈ бр.38/77 и 11/80 ) се донесени правилници и тоа:

- Правилник за техничките нормативи за површинска експлоатација на лежиштата на минерални суровини.

(Сл. Лист на СФРЈ бр.4/1986г јануари)

- Правилник за техничките нормативи за површинска експлоатација на архитектонско-градежен камен (украсен камен), технички камен, чакал и песок и за преработка на архитектонско – градежен камен.

(Сл.лист на СФРЈ бр.11/1986г март)

- Правилник за техничките нормативи при ракување со експлозивни средства и минирање во рударството.

(Сл.лист на СФРЈ бр.26/88год).

Врз основа на член 13 став 1 од Законот за промет на експлозивни материји (сл.лист на СФРЈ бр.30/85, 6/89 и 53/91 ) е донесена следната листа :

- Листа на експлозивните материји што можат да се пуштат во промет  
(Сл.весник на Р.М бр.64/1998 г декември)

- Закон за превоз на опасни материји  
(Сл.весник на Р.М бр.12/93)

Врз основа на член 13 став 1 од Законот за промет на експлозивни материји (Сл.лист на СФРЈ бр.30/85, 6/89 и 53/91 ) и (Сл. Весник на Р.М. бр 12/93 и 31/93) согласно член 5 став 1 е донесено следното:

- Листа на изменување и дополнување на листата на експлозивните материји што можат да се пуштат во промет.

(Сл.весник на Р.М бр 19/2001 март)

- Закон за превоз на опасни материји во патниот и железничкиот сообраќај  
(Сл.весник на Р.М бр. 92/2007)

Со донесување на овој Закон и влегување во сила , престануваат да се применуваат Законите за превоз на опасни материји (сл.лист на СФРЈ бр27/90 и 45/90) и законот за превоз на опасни материји (сл весник на Р.М бр.12/93).

Врз основа на чл 17 став14 од законот за превоз на опасни материји во патниот и железничкиот сообраќај (сл.весник на Р.М бр. 92/07) е донесен следниот :

- Правилник за должностите, одговорностите и стручното оспособување на советникот за безбедност при превоз на опасни материи, поблиските услови за правните лица кои вршат стручно оспособување и содржината и формата на образецот на сертификатот и уверението за стручно оспособување на советникот.

(Сл.весник на Р.М бр.19/2008 февруари)

Врз основа на чл.7 став 2 од Законот за единствениот начин на утврдување, евидентирање и собирање на податоци за резервите на минерални сировини и подземни води и билансот на тие резерви (сл. Лист на СФРЈ бр.53/77) е донесен правилник:

- Правилник за класификација и категоризација на резервите на цврсти минерални сировини и за водење евиденција за нив

(Сл.лист на СФРЈ бр.53/1979г)

## **ЗАКЛУЧОК**

Целта на темата Хронологија на законската регулатива за рударството и геологијата во Македонија е да се увидат кои закони и правилници го следат рударството и геологијата. Поголем дел од законската регулатива е опфатен во темата. Има и други закони кои го пратат рударството и геологијата, но тие се поврзани со други сродни гранки со кои се доолнуваат законските обврски на специјалностите.

Законот за минералните сировини е потребно да биде што пократок, едноставен, пристапен за секој кој сака да вложува во ( истражувања и експлоатација) рударството и геологијата, а поголем број на правилници да го пратат законот.

Понатаму кога се вршат измени и дополнувања на Законите, заеднички потребно е разгледување и донесување на заклучоци од страна на стручни лица по одредената област, така да поедини членови од Законот се претопат во правилници, кои би ги целосно дообјасниле соодветните членови од Законот.

Со ваков пристап на работа содржината на Законот ќе биде намалена и поедноставна, а со тоа и поразбирлива за примена и толкување. Откако ќе се донесат законските измени или дополнувања и правилници, потребно е практично спроведување на Законите и правилниците најмалку пет (5) години, во кој временски рок би се увиделе неправилностите кои се направени, а потоа да се вршат измени и дополнувања на Законите, се со цел јасно да се разрешат недостатоците и недоследностите во законските правила и прописи.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '14**

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ПРИ ИЗГРАДБА НА РУДНИК ЗА ЈАГЛЕН И ТЕРМОЦЕНТРАЛА

### BASIC PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE CONSTRUCTION OF COAL MINES AND POWER PLANT

*Милош Грујиќ, Зоран Десподов, Драгана Јелисавац Ердељан,  
Јаромир Зелничек*

**Апстракт:** Енергетската криза и турбулентните движења во европската енергетика, бараат користење на сите ресурси. Јагленот сеуште представува доминантен енергент во повеќето европски земји. Од друга страна заштитата на животната средина е императив на современата енергетика. Во овој труд се даваат основните принципи на заштита на животната средина при изградба на рудник за јаглен и термоцентрала, на примерот на Рудникот Штавалј во Србија.

**Клучни зборови:** рудници за јаглен, термоцентрали, животна средина

**Abstract:** The energy crisis and the turbulent developments in the European energy sector, requiring the use of all resources. Coal is still the dominant source of energy in most European countries. On the other hand, protection of the environment is an imperative of modern energy. This paper presents the basic principles of environmental protection in the construction of coal mines and power plants, for example, mine Štavalj in Serbia.

**Key words:** coal mines, power plants, environment

### ВОВЕД

Современиот свет ги усвои принципите на одржлив развој, кои имаат за цел да помират две спротивставености. Во рударството и енергетиката овие принципи се сведуваат на експлоатација на минералните суровини и нивна преработка, со максимална заштита на животната средина. Овој основен став се разработува низ редица закони и подзаконски акти, прописи и стандарди.

Големите резерви на јаглен во Штавалјскиот јагленосен басен и несразмерно малиот капацитет на производство, довеле до тоа да во повеќе обиди е разгледувана можноста за повеќекратно заголемување на производството. При тоа, секогаш како ограничувачки фактор се јавувала можноста за пласман, односно континуитет на транспортот до потрошувачите. Како најдобро решение се искристализирала потребата да во непосредна близина на рудникот се изгради термоцентрала, и да наместо јаглен се пласира електрична енергија.

Целта на овој труд е да на примерот на потенцијалниот рударско-енергетски комплекс Рудник и термоцентрала Штавалџ-Сјеница да укаже на основните барања кои се поставуваат при изградбата на рударско-енергетските објекти во добро зачувани природни средини. При тоа, треба да се има во предвид дека освен рудник со мал капацитет и големи резерви, на ова подрачје не постои ниту еден енергетски објект.

Во трудот се користени податоци од две студии кои ги изработиле две фирми од Р.Чешка: VYSTAVBA DOLU, и BANSKI PROJEKTY од OSTRAVE.

**Студијата за отворање на западното поле во рудникот Штавалџ со цел за снабдување на Термоцентралата Сјеница** го обработува зголемувањето на производството на рудникот за јаглен на еден милион тони јаглен годишно за снабдување на термоцентрала од 200 MW (I варијанта), а **Студијата за изградба на енергетскиот комплекс Штавалџ** ги разгледува можностите за експлоатација на јаглен од западното поле на рудникот Штавалџ од 1,5 милиони тони годишно за термоенергетски капацитет од 360 MW (II варијанта).

## **2. ВЛИЈАНИЕ ОД РАБОТАТА НА РУДНИКОТ И ТЕРМОЦЕНТРАЛАТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА**

Секоја животна средина, по дефиниција, може да биде загрознена од три аспекти: со исцрпувањето на природните ресурси, деградирањето на природната средина и со загадувањето на околината. Со активностите при експлоатацијата и согорувањето на јагленот во термоцентралата животната средина е загрознена од сите три аспекти.

Најголемите ефекти од негативното влијание на рударско-енергетските објекти на животната средина се чувствуваат низ загадувањето на околината. Со работата на рудникот и термоцентралата во помала или поголема мерка се загадуваат земјиштето, водата и воздухот. Современите технологии за откопување, транспорт и согорување на јагленот се прилагодени на барањата кои сите држави во Европа ги пропишуваат во поглед на зачувување на животната средина, така да високиот степен на заштита на околината од загадување на представува повеќе ограничувачки фактор.

**Можности за загадување на воздухот и заштита.** Воздухот во блиската или подалечната околина на рудникот и термоцентралата Штавалџ може да биде загаден од следниве причини:

- со емисијата на гасовите настанати како последица на оксидацијата на јагленот на депониите за јаглен,
- со емисијата на димните гасови од оџаците на термоцентралата,
- со подигнување на лебдечката пепел од депонијата за пепел,
- со појава на загаден јамски воздух на вентилационите отвори на рудникот.

Емисијата на гасовите од депонијата на јаглен и термоцентралата има ограничено влијание кое е помало од 1200 m од изворот на загадување. Концентрацијата на гасовите, во главно јаглен моноксид и јаглен диоксид, ретко ги поминуваат дозволените граници на депониите во рамките на термоцентралат и рудникот. Со цел за спречување на емисијата на гасови и подигнување на јаглена прашина, неактивните површини се третираат еднаш годишно со полимери (биндери).

Димните гасови од термоцентралата, представуваат потенцијално најголем загадувач на воздухот. Со вградување на современи филтри на оџаците на термоцентралите и нивно правилно одржување се постигнува висок степен на заштита на воздухот.

За правилна оцена на влијанието на димните гасови од термоцентралата неопходно е да се познава и дејството на ветровите на подрачјето на термоенергетскиот објект. Во подрачјето на Сјеница најчесто дува ветер од северен правец а најретко од источно-североисточен правец. Средната брзина на ветерот е најголема кај југозападните ветрови и нејзината вредност е 4,1 m/s, а најмала брзина имаат ветровите од источно-североисточен правец и нивната средна брзина е 1,1m/s. Покрај сверниот правец,



доминантни правци се и југозападните. Најголемата средна брзина на ветерот одговара на југозападниот правец 4,1m/s, северниот 2,7m/s, и југоисточниот 2,4 m/s. Еден од најважните проекти во рамките на техничката документација за изградба на термоцентралата е проектот за оџаците, кој мора да ги земе во предвид сите елементи на влијание на димните гасови врз околината, а посебно на емитирањето на штетните материји чија концентрација не смее да ја помине дозволената вредност од 50 mg/m<sup>3</sup>.



**Слика 1.** Положба на рудникот и термоцентралата во населбата Штавалъ (II варијанта)

Загрозување на животната средина со загадување на воздухот поради еолска ерозија на депонијата за пепел може да има локален карактер. Влијанието на лебдечката пепел која се подигнува од површината на депонијата поради дејството на ветерот, варира во зависност од јачината на ветерот. Со цел за спречување на негативните ефекти можат да се превземат комбинација на мерки и технологии на одлагање.

За депонијата на пепел од термоцентралата може ефикасно да се примени технологија на одлагање со малкуводни (густи) смеси со додаток на врзивни средства (негасена вар, цемент и сл.). На тој начин се создава депонија со солидификувана пепел, кај која еолската ерозија е минимална. Покрај тоа, површината на неактивните касети од депонијата се третира со различни раствори на биндери и на тој начин привремено (повеќе од една година) се пасивизира површината на депонијата.

Истрошената јамска воздушна струја која при излезот од јамата носи одредени количества на штетни гасови, веднаш по излегувањето се дисперзира и не представува значаен загадувач на животната средина. Имајќи го во предвид количеството на воздух кое на тој начин се извлекува од јамата, минималното влијание на гасовите престанува веќе на 150m од отворот.

**Загадување на водата и начин на заштита.** Водотеците и подземните води во процесот на експлоатација и согорување на јагленот во термоцентралата можат да бидат загадени на следниве начини:

- загадување на водотеците со испуштање на водата од процесот на откопување и чистење на јагленот,
- загадување на водотеците поради испуштање на технолошка вода од термоцентралите,
- испуштање на водата од системот за хидротранспорт на пепел,
- испуштање на водата од работилниците со висок содржај на масло и сл.

Водата, која преку водособирник и систем на пумпи се извлекува на површина, припаѓа во категоријата на чисти води. Чистењето на јаглен со мокра постапка

подразбира затворен систем кој не дозволува испуштање на загадената вода во водотеците. Јамската вода се користи во процесот на производство на електрична енергија во термоцентралата и за таа цел ќе биде користено сса 95% од добиената вода од Рудникот Штавалџ.

Термоцентралата исто така применува затворен систем на користење на водата во своите технолошки процеси. Одредни мали количества на вода кои се користат за помошни операции преку специјални пречистувачи се чистат и такви можат да бидат испуштени во водотеците.

За транспорт на пепел со цевководи се користи технолошката вода од термоцентралата. Најголем дел од таа вода (70-75%) се врзува со врзивни средства и пепелта во процесот на солидификација, а остатокот се јавува во форма на слободна вода. Оваа слободна вода, по пат на собирни дренажни канали се прифаќа и доведува во резервоар во зоната на депонијата од каде се, со механичко пречистување, враќа назад во процесот.

Во рамките на термоцентралата и рудникот постојат работилници и гаражи, каде се наоѓаат поголеми количества на отпадни масла, мазива, дизел гориви и сл. Со цел за спречување да така загадените води доспеат во водотеците, се превземаат мерки за прибирање на отпадните води, нивно пречистување и користење.

**Загадување на земјиштето и заштита.** Земјиштето во зоната на рудникот и термоцентралата не трпи значајни последици во смисла на загадување. Негативно влијание на земјиштето се јавува, во главно во два случаи:

- деградирање на површините зафатени со објектите на термоцентралата и рудникот,
- дејствување на негативните појави во текот на работата на термоцентралата и рудникот.

Површините зафатени со објектите на термоцентралата и рудникот, освен депонијата на пепел и одлагалиштата на јаловина, се веќе подолго време деградирани (аеродром, зона на постоечкиот рудник). Обврска на рудникот и термоцентралата е во склад со законот да превземаат мерки за санација од деградирање на теренот, вклучувајќи и биолошка рекултивација.

Од негативните појави кои имаат влијание на околното земјиште најважни се имисијата на прашина од воздухот и нејзино таложење по растителните култури. Со превземање на мерки за намалување на емисијата на штетни материи од депонијата на пепел, депонијата на јаглен, од оџаците на термоцентралата, се намалува и негативното влијание на земјиштето.

**Влијание од откопувањето на јагленот на стабилноста на теренот на површина.**

Животната средина во зоната на рудникот може да биде загрошена и со слегнувањето и деформацијата на теренот на површина. Овие процеси се јавуваат како последица на зарушувањето во фазата на откопување и зарушувањето на откопаниот простор.

Штетностите кои настануваат со слегувањето на теренот се однесуваат на стабилноста на објектите во зоната на слегување, на намалувањето на приносите на земјоделските култури и т.н. Деформациите кои при тоа се јавуваат се релативните промени кои настануваат поради нерамномерните вдлабнувања или хоризонтални поместувања на поткопаниот терен. Врз основа на нивните вредности се одредува степенот на загрошеност на поединечните објекти на површина на теренот.

Вертикалните деформации се изразени преку промена на наклонот и закривеноста на теренот. Хоризонталните деформации се изразени преку издолжувања или скратувања на поединечни интервали помеѓу соседни точки.

На подрачјето на Рудникот Штавалџ (западното поле) не постои можност за поголеми оштетувања на површинските објекти и поголеми штетности на обработливото земјиште. Поединечните случаи на оштетување на згради, кои се надвор од

заштитните стубови, се можни и во тој случај Рудникот ја превзема обврската за санација на настанатите штети.

Штетностите кои настануваат поради слегнувањето на земјоделското земјиште припаѓаат во доменот на помали оштетувања со благи последици. Намалувањето на приносите, во главно на ливадските култури, се движи во граници од 5-10%, што представува минимум кај овој вид на култури.

Со примена на методите на откопување со пополнување на откопаните простори се намалуваат можностите за појава на деформации на површината. За таа цел се користи пепел и згура од депонијата на пепел кој е доесен од термоцентралата.

## **2. ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ОД ВЛИЈАНИЕТО НА ПЕПЕЛТА И ЗГУРАТА**

Со согорувањето на јагленот од Западното поле на Рудникот Штаваљ во термоцентралата Сјеница може да се очекува околу 100.000 t/god. електрофилтерски пепел и згура. Сите количества на овој цврст отпад треба да се депонираат на локација која ќе има најмал можен степен на штетно влијание на околината.

Најповолната положба на депонијата зависи од положбата на термоелектраната. Во досегашната документација која ја работеа чешки фирми од Острава Vystavba Doly и Vanski Projekty, беа анализирани две локации за одлагање на пепелта: Штаваљски брези и просторот на Површинскиот коп Ступ.

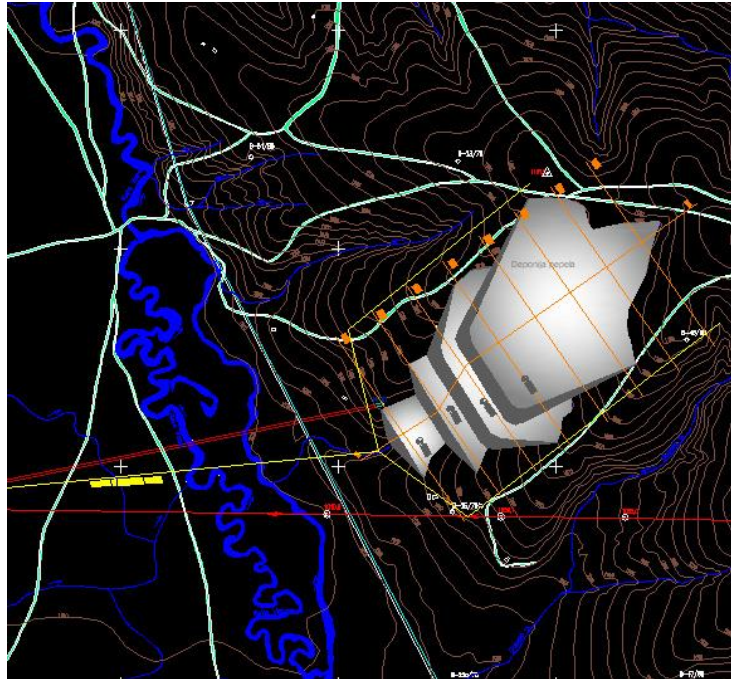
Со анализа на неколку можни варијанти се дојде до заклучок дека е најпогоден хидрауличен транспорт на пепелта во вид на густа смеса, во однос приближно 1:1 (течна и цврста фаза). Оваа мешавина со помош на муљни пумпи низ пластичен цевковод се транспортира до депонијата. Должината на цевководот зависи од конечната локација на депонијата, а пречникот на цевките е 200 mm. Цевководот во зоната на депонијата се раздвојува во два крака поради ремномерно депонирање.

Имајќи ги предвид неповолните климатски услови во текот на зимата цевководот мора да биде вкопан на длабочина од најмалку 90 cm од површината на земјата. На местото каде цевководот поминува под водотеците, потребно е да биде заштите со бетонски цевки, со пречник 300 mm.

**Депонија за одлагање на пепел.** За одлагање на пепелта од термоцентралата на депонијата во зоната на Штаваљски брези на десниот брег на реката Вапа извршена е геотехничка анализа, со обзир на тоа дека депонијата е сместена во природна долина низ која повремено во пролет, тече поток кој ја собира водата добиена од стопениот снег. Положбата на депонијата со контурите е дадена на слика 2. Пепелта се депонира во три нивоа кои се пополнуваат сукцесивно.

Имајќи во вид дека се предвидени транспорт и одлагање на пепелта во вид на густа мешавина, неопходно е депонијата на пепел да се подели на 7 помали касети, на кој начин би можело поефикасно да се врши одлагање на пепелта.

Депонијата на пепел во празниот откопан простор на напуштениот Површински коп Ступ е помалку сложен геотехнички објект. Со цел за одржување на стабилноста на депонијата неопходно е да се постави правилна дренажа и да се спречи негативното влијание на подземните и површинските води, посебно во време на топење на снегот.



Слика 2. Положба на депонијата на пепел (варијанта II)

**Можности за користење на пепелта.** Големите количества на пепел пружаат можности за нејзино користење во разни цели. Пепелта од Рудникот Штаваљ во главно може да се користи на три начини:

- во производството на цемент,
- за патна инфраструктура и
- за пополнување на откопаните простори во Рудникот Штаваљ.

За производство на цемент не треба да се очекува некоја значајна потрошувачка на пепел од термоцентралата Сјеница. Големата оддалеченост на цементарите и неповолните услови за транспорт ја сведуваат можноста за примена на оваа пепел во цементната индустрија на минимум.

Пепелта од термоцентралата може успешно да се користи и како подлога за изработка на патишта. Бидејќи во подрачјето на општина Сјеница постои и голема потреба за изградба на локални патишта, се проценува дека околу 15%, од вкупните очекувани количества на пепел може да се искористат (со останати материјали) за изградба на патишта.

Најширока примена пепелта од депонијата ќе има при пополнувањето на откопаните простори во Рудникот Штаваљ. За таа цел во близина на најниската касета од депонијата за пепел се изработуваат вертикални и коси дупчотини опремени со цевководи, кои ќе ја спојат депонијата со подземните простории. Пепелта понатаму по хидрауличен пат ќе се транспортира до откопаните простори каде ќе се депонира.

### 3. СЛЕДЕЊЕ И САНАЦИЈА НА ПОСЛЕДИЦИТЕ ОД ЗАГРОЗУВАЊЕТО НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

За да би се извршиле соодветни обврски кон животната средина неопходно е во склад со законите и прописите да се превземат одредени мерки. За комплексот рудник и термоцентрала неопходно е да се формира посебна служба за заштита на животната средина која ќе ги има следниве задачи:

- превземање на превентивни мерки,
- следење(мониторинг) на состојбата со загаденоста,
- санација на штетностите кои ќе се појавуваат,

- едукација на вработените во смисла на зачувување на животната средина,
- изработка и чување на техничката документација.

Службата при превземање на превентивните мерки мора да ги следи сите проектни решенија и да го оцени нивното влијание на животната средина. Во таа смисла е неопходно постојано ажурирање на документацијата која се однесува на проценка на влијанијата од откопувањето и согорувањето на јагленот врз животната средина.

Мониторингот на состојбата со загаденост на животната средина бара поставување на соодветни мерни станици, и тоа на:

- 5 пунктови за мерење на состојбата со загаденост на водата (две на реката Вапа, по една на трите водотеци во зоната на рудникот и термоцентралата),
- 9 мерни места за проверка на состојбата со загаденост на воздухот, и тоа во концентрични кругови со оддалеченост 500m, 3km, и 10km од термоцентралата,
- периодично мерење на состојбата со загаденост на земјиштето загрозувано со имисијата од воздухот.

При секое пречекорување на дозволените граници со емисиите и имисиите мораат да се превземаат предвидените мерки кои по потреба вклучуваат и сопирање на работата на рудникот и термоцентралата.

Санирањето на штетностите подразбира: континуирана санација, отклонување на непредвидените акциденти и рекултивација на деградирани терени. Како постојан процес е неопходно едуцирање на сите вработени, посебно оние кои работат на работи кои можат да ја загорат животната средина. Исто така, изработката и чувањето на техничката документација, како и нејзиното постојано ажурирање е неопходна постојана задача на Службата за заштита на животната средина.

Заштитата на животната средина бара и современо опремување на лабораториите, стационарни и подвижни мерни станици, како и обучен кадар за овие работни задачи. Неопходна е соработка со соодветните органи на Републиката, локалната самоуправа, научните и стручните организации, невладините организации и др.

Рудникот и термоцентралата Штавалџ имаат релативно мали површини кои е неопходно да се рекултивираат во текот и после завршувањето со експлоатацијата. Тие површини се сведуваат на одлагалиштата на јаловина и депониите за пепел. Вкупната површина за рекултивација изнесува 42 ha.

Рекултивирањето на теренот опфаќа два процеса: техничка и биолошка рекултивација. За секоја од нив е потребно за секој локалитет да се изработи проект кој ќе содржи:

- *Техничка рекултивација:* геометриски и геомеханички карактеристики на одлагалиштето, оформување(планирање) на етажните рамнини и косини, одводнување на површините на одлагалиштето (депонијата), избор на механизација и технологија на изведување, динамика на изведување на работите и др.
- *Биолошка рекултивација:* климатски карактеристики, фактори кои влијаат на изборот на методата на озеленување, анализа на можностите од загадување во зоната на озеленување, техничко решение за зеленилото, технологија на изведување на работите, одржување на зелените површини.

Рекултивирањето на теренот во случајот со рудникот и термоцентралата има особено изразена временска димензија. Поради тоа е неопходно да се изврши поделба на трајна и привремена рекултивација. Со привремената рекултивација во првите 10 години би биле опфатени деловите од депонијата за пепел, која се депонира на некоја локација на краток и среден рок, како и активната депонија на јаловина. Со постојаната рекултивација на теренот во првите 10 години би биле опфатени одлагалиштата на јаловина создадени со изработката на стационарни објекти. Остатокот од деградирани површини ќе биде рекултивиран во подоцнежниот период и

динамиката на рекултивирање ќе зависи од технологијата на одлагање на јаловината и пепелта.

Во рамките на проектот за трајно запирање со експлоатација, кој се изработува по исцрпувањето на резервите, ќе се изработи и проект за ликвидациона (завршна) рекултивација, кој ќе опфати и санација на просторот каде се лоцирани објектите на рудникот и термоцентралата.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Со експлоатирањето и согорувањето на јагленот животната средина е во поголема или помала мерка загрозна. Овој проблем е посебно изразен во добро зачуваните и заштитени средини. При изградба на рудници и термоенергетски капацитети неопходно е да се уште во фазата на проектирање посвети големо внимание на заштитата на животната средина. Примерот за рудникот и потенцијалната термоцентрала Штавалј укажуваат на можностите за постигнување на висок степен на заштита на животната средина.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Grujić, M. (red.): *Zaštita životne sredine pri eksploataciji uglja*. (Monografija), RGF, Beograd, 2003.
2. Grujić, M., Jelisavac Erdeljan, D.: *Izgradnja rudarsko-energetskih kapaciteta u dobro očuvanim životnim sredinama na principima održivog razvoja*. Simpozijum ELECTRA, Tara, 2006.
3. *Studija otvaranja Zapadnog polja Rudnika Štavalj u cilju snabdevanja termoelektrane Sjenica*. Banski Projekty a Vystavba Dolu, Ostrava, 2006.
4. *Studija izgradnje energetskog kompleksa Štavalj*. Banski Projekty a Vystavba Dolu, Ostrava, 2012.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални суровини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш  
14–15.11.2014 год.

## ОТСТРАНУВАЊЕ НА ОЛОВНИ И ЦИНКОВИ ЈОНИ ОД ВОДЕНИ РАСТВОРИ КОРИСТЕЈЌИ КЛИНОПТИЛОЛИТ

### REMOVAL OF LEAD AND ZINC IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING CLINOPTILOLITE

*Мирјана Голомеова<sup>1</sup>, Афродита Зенделска<sup>1</sup>, Борис Крстев<sup>1</sup>,  
Благој Голомеов<sup>1</sup>, Крсто Блажев<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип*

**Апстракт:** За отстранување на оловни и цинкови јони од едно компонентни синтетички водени раствори користен е клиноптилолит. За да се определи ефикасноста на клиноптилолитот направени се серија експерименти при различна почетна концентрација на метални јони во растворот, различна почетна рН вредност и различна маса на адсорбентот.

Адсорпцијата се одвива доста брзо така што, при испитуваните услови, од едно компонентните раствори во првите 20 минути се адсорбираат околу 90%  $Pb^{2+}$  и 78%  $Zn^{2+}$ .

**Клучни зборови:** клиноптилолит, олово, цинк

**Abstract:** The removed of lead and zinc ions from synthetic aqueous solutions was performed using clinoptilolite. In order to determine the effectivity of clinoptilolite a series of experiments were performed under batch conditions from single ion solutions. Experiments were carried out at different initial ions concentration, different initial pH values and different adsorbent mass.

The adsorption kinetics is reasonably fast. It means that in the first 20 min approximately 90% of  $Pb^{2+}$  and 78% of  $Zn^{2+}$  is adsorbed from single ion solutions.

**Key words:** clinoptilolite, lead, zinc

#### ВОВЕД

Со цел да се исполнат повеќе строги стандарди за квалитетот на животната средина, тешките метали кои се многу токсични и не се биоразградливи, треба да се отстранат од загадените води.

Отстранувањето на тешките метали може да се постигне со помош на повеќе методи. Конвенционалните методи обично вклучуваат употреба на процеси како што се коагулација, преципитација, јонска размена, електро-хемиски методи, екстракција, адсорпција, итн. Меѓу овие методи, адсорпцијата во моментот се смета за многу погодна метода, бидејќи е едноставен и ефикасен процес. Најчесто користени



атсорбенти за адсорпција на тешки метали се: активен јаглен [1], глинен минерали [2], биоматеријали [3], индустриски цврст отпад и зеолити [4-9].

Зеолитите се природни порозни минерали во кои делумната замена на  $\text{Si}^{4+}$  од страна на  $\text{Al}^{3+}$  резултира со вишок на негативен полнеж. Ова се компензира со алкалии и земноалкални катјони ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  или  $\text{Mg}^{2+}$ ) [8]. Зеолитите се користат како адсорбенти, молекуларни сита, мембрани, јонски разменувачи и катализатори [10]. Така, зеолитите се особено погодни за отстранување на несакани јони на тешки метали (на пример олово [17], никел [19], цинк [18], кадмиум, бакар, хром и/или кобалт), радионуклиди како и амонијачен азот [11] (амонијак и амониум) од индустриски, комунални и земјоделски отпадни води.

Во природата се пронајдени скоро 50 зеолитни минерали, но само 6 од нив (шабазит, клиноптилолит, морденит, ерионит, холандит и филипсит) ги има во значајна количина во седиментните наслаги.

## 1. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

### 1.1. Адсорбент

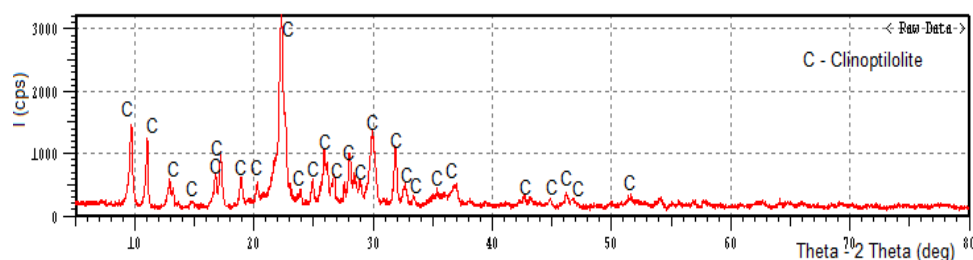
Како адсорбент при адсорпцијата на тешките метали, олово и цинк, користен е природен зеолит – клиноптилолит. Големината на зрната од клиноптилолитниот примерок е 0.8-2.5mm. Хемискиот состав е прикажан во Табела 1.

**Табела 1.** Хемиски состав на клиноптилолитниот примерок

Хемиски состав, %											
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{MnO}$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	однос Si/Al
69.68	11.40	0.15	0.93	0.87	0.08	2.01	0.62	2.90	13.24	0.02	4.0-5.2

Доминантни разменливи јони во користениот примерок се:  $\text{Ca}^{2+}$  (67.14meq/100g) и  $\text{K}^+$  (41 meq/100g), потоа следуваат  $\text{Na}^+$  (16.10 meq/100g) и  $\text{Mg}^{2+}$  (3.88 meq/100g). Вкупниот капацитет на јонска размена е во границата од 1.8 до 2.2 meq/g.

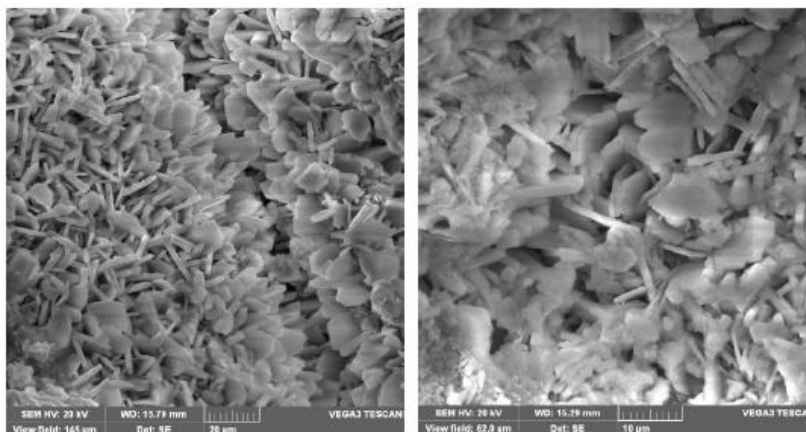
За одредување на минералошката структура на зеолитот користен е X-Ray Diffractometer 6100 од Shimadzu. Добиените податоци се споредени со базата на податоци од *International Centre for Diffraction Data*. Резултатите од XRD анализата (Слика 1) покажаа дека примерокот на природен зеолит содржи клиноптилолит во најголем процент.



**Слика 1.** XRD анализа на природниот зеолит

Морфологијата на површината на природниот зеолит е испитана со користење на електронски микроскоп за скенирање, VEGA3 LMU. Микроскопот е надграден и со Inca 250 EDS систем.

Микрографиите од клиноптилолитниот примерок, добиени од SEM анализите се дадени на Слика 2. На микрографиите јасно се гледа голем број на макропори и добро дефинирани кристали во структурата на клиноптилолитот.



**Слика 2.** Микрографи на клиноптилолитниот примерок добиени од SEM анализа

Елементарниот состав на клиноптилолитниот примерок е прикажан во Табела 2.

**Табела 2.** EDS анализа за елементарниот состав на клиноптилолитниот примерок

Елемент	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	Вкупно
%	57.56	0.24	0.72	5.28	30.13	2.71	1.99	1.38	100

Резултатите од EDS анализите потврдуваат дека преобладаваат разменливи катјони кај клиноптилолитниот примерок се  $K^+$  и  $Ca^{2+}$ .

## 1.2. Атсорбат

Во ова истражување како атсорбати користени се оловото и цинкот. Синтетички едно компонентни раствори на  $Pb^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  се подготвени со растворање на одредена маса на  $Pb(NO_3)_2$  и  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  во дестилирана вода.

## 1.3. Експериментална процедура

Атсорпцијата на оловни и цинкови јони со помош на клиноптилолитот е извршена со подготвување на еднокомпонентни синтетички раствори на оловни и цинкови јони со различна почетната концентрација. Почетната pH вредност на подготвените раствори е приспособувана со додавање 2% сулфурна киселина и е контролирана со помош на 210 Microprocessor pH Meter.

Експериментите се вршени во серија од чаши. Маса од 5 g клиноптилолит е додавана во раствор со волумен 400 ml кој се меша со магнетна мешалка – 400 rpm. Времетраењето на експериментите е: 20, 60, 90 и 120 min. На крајот од одреденото време, суспензијата се филтрира и филтратот се анализира. Сите експерименти се извршени на собна температура од  $20 \pm 1^\circ C$ . Почетната и заостанатата концентрација на метални јони во растворот е одредувана со Liberty 110, ICP Emission Spectrometer, Varian.

Врз основа на билансот на материјалот, капацитетот на атсорпција е пресметан со помош на следниот израз:

$$q_e = \frac{V(C_0 - C_e)}{m}, \text{ (mg/g)} \quad (1)$$

каде што:  $q_e$  е масата на атсорбираните метални јони на единица маса од адсорбентот (mg/g),  $C_0$  и  $C_e$  се почетната и крајната концентрација на метални јони (mg/l) во растворот,  $V$  е волуменот на растворот (l) и  $m$  е масата на адсорбентот (g).

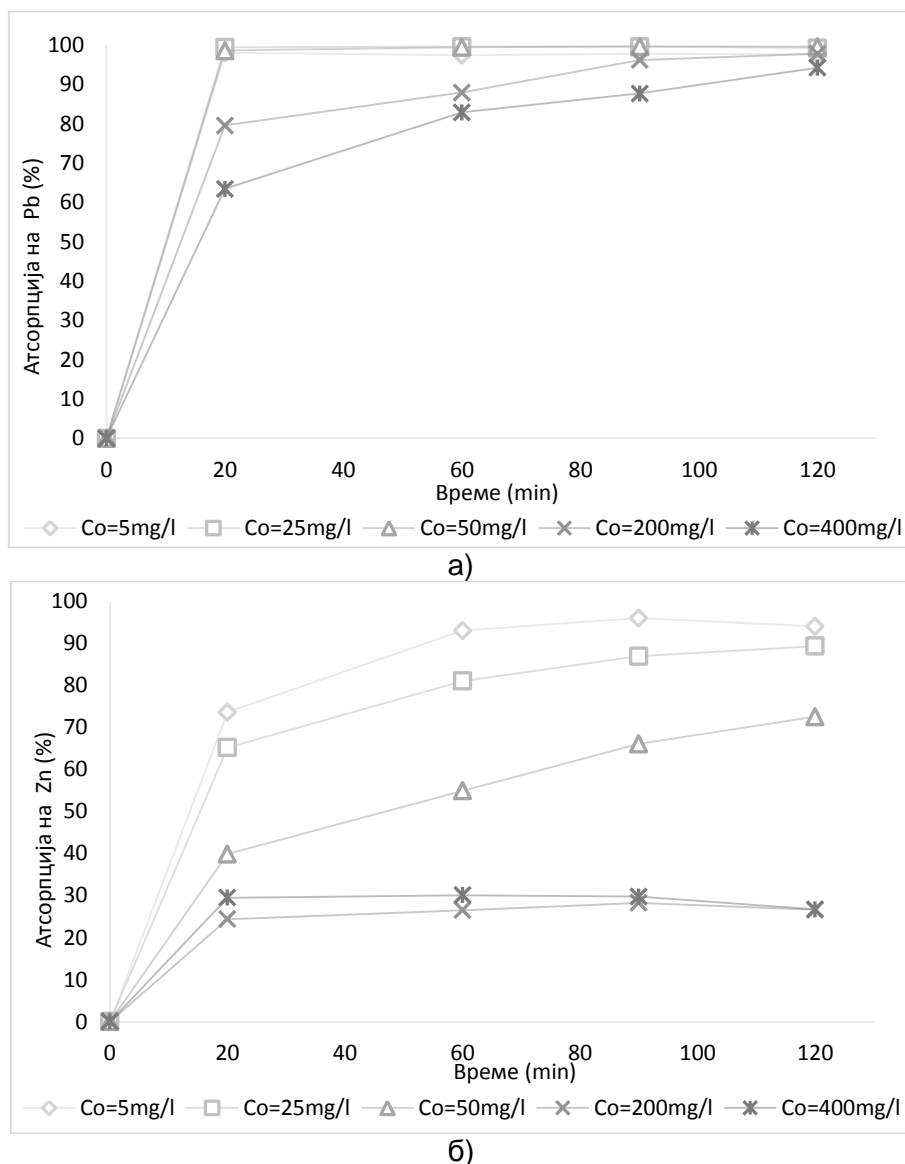
Степенот на атсорпција, во проценти, се пресметува според изразот:

$$AD\% = \left(1 - \frac{C_e}{C_0}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

## 2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

### 2.1. Ефектот од концентрацијата на јони во растворот

За да се согледа влијанието на концентрацијата на јони во растворот, еднокомпонентни раствори од: 5, 25, 50, 200 и 400 mg/l  $Pb^{2+}$  и  $Zn^{2+}$ , со волумен од 400ml е мешан 120 минути со 5 g клиноптилолит на температура  $20\pm 1^{\circ}C$  и pH 3,5. Резултатите од експериментите за одредување на степенот на атсорпција на катјони врз клиноптилолитот во зависност од почетната концентрација на Zn и Pb во раствор и времето, се прикажани на Слика 3.



Слика 3. Степен на атсорпција во зависност од концентрацијата на јони и времето  
А)  $Pb^{2+}$  and б)  $Zn^{2+}$

Зголемувањето на концентрацијата на металните јони обично доведува до зголемување на износот на атсорбиран метал. Ова може да биде резултат на зголемување на судирите помеѓу реактантите, што доведува до забележително зголемување на брзината на реакцијата и капацитетот во согласност со *Collision Theory* [12]. Капацитетот на атсорпција ќе се зголемува со зголемувањето на почетната концентрација се додека системот не ја достигне точката на сатурација, на

која точка натамошно зголемување на концентрацијата на атсорбатот нема да доведе до значителна промена кај износот на атсорбирани метални јони.

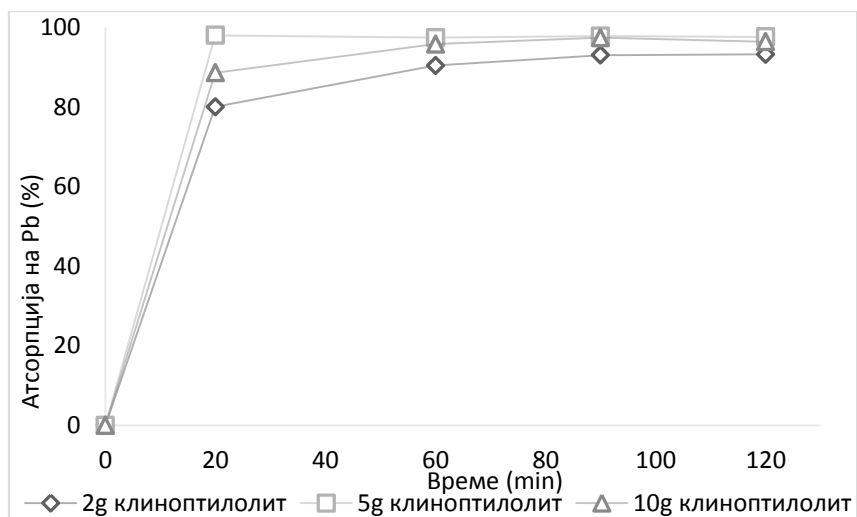
Резултатите добиени од анализите за атсорпција на цинковите јони укажуваат дека количината на атсорбиран цинк врз клиноптилолитот при хемиска рамнотежа зависи од почетната концентрација на цинк во растворот. Зголемувањето на почетната концентрација резултира со зголемување на износот на атсорбиран цинк, а тоа е последица на зголемувањето на концентрацијата на движечката сила. Концентрацијата на движечката сила е важна, бидејќи таа е одговорна за надминување на отпорот при пренос на масата поврзан со атсорпцијата на металите од растворот од страна на клиноптилолитот [13]. Затоа, како што почетната концентрација се зголемува, така и движечката сила се зголемува, што резултира со зголемување на навлегувањето на цинк во клиноптилолитот.

Спротивно од атсорпцијата на цинкови јони, резултатите од атсорпцијата на оловни јони укажуваат на тоа дека износот на атсорбирано олово на клиноптилолитот при хемиска рамнотежа не зависи од почетната концентрација на олово во растворот. Зголемувањето на концентрацијата не резултира со значително зголемување на износот на атсорбирано олово, но влијае на брзината на атсорпција. При пониски почетни концентрации хемиска рамнотежа е постигната веќе по 20 минути, додека кога станува збор за концентрација од 200 и 400 mg/l, рамнотежа се постигнува после 100 минути. Повисоката почетна концентрација доведува до побавен атсорпционен процес.

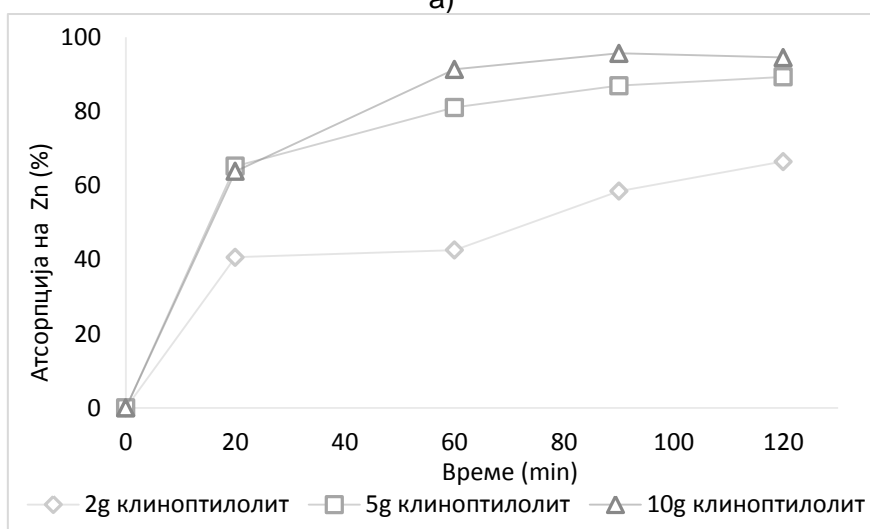
## **2.2. Ефект од масата на атсорбентот**

Серија на експерименти се извршени при различна маса на атсорбент (клиноптилолит): 2, 5 и 10g. Концентрацијата на јони во растворот е 5 mg/l Pb и 25 mg/l Zn. Останатите работни услови се: 400ml раствор, времетраење на експериментите: 20, 60, 90 и 120 min, температура  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$  и pH вредност 3.5.

Графиците на износот на атсорбиран метал во зависност од времето се прикажани на Слика 4.



а)



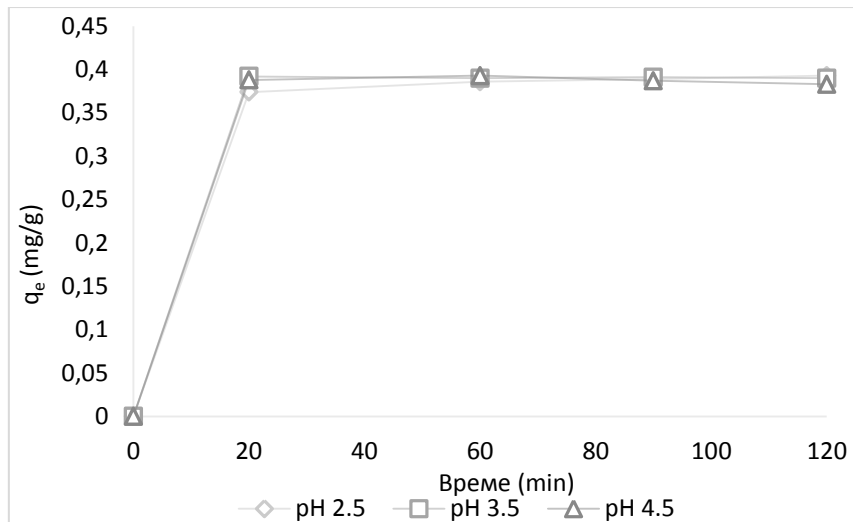
б)

**Слика 4.** Степен на атсорпција во зависност од масата на атсорбентот  
А)  $Pb^{2+}$  и б)  $Zn^{2+}$

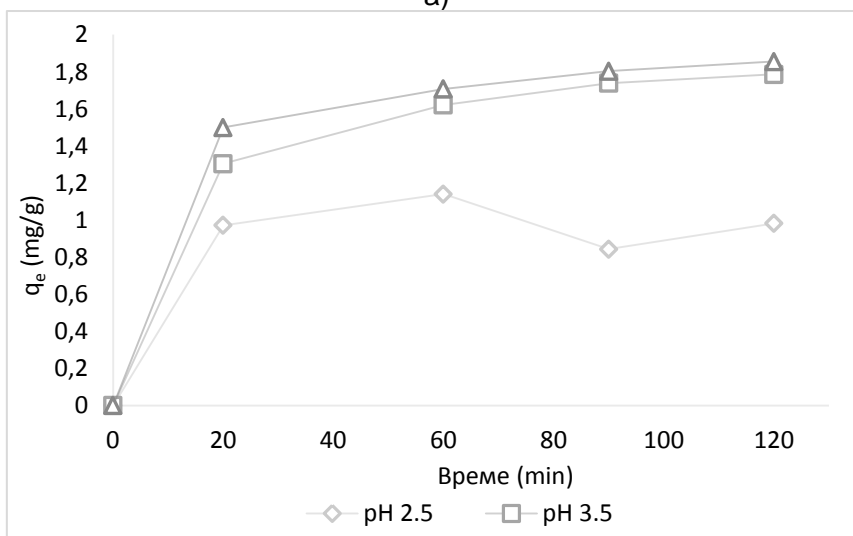
Според процентот на атсорбиран цинк од растворот, може да се види дека со зголемувањето на масата на атсорбентот доаѓа до зголемување на атсорпцијата на цинковите јони. Тоа е затоа што со зголемување на масата на атсорбентот се зголемуваат атсорпционите места кои што се достапни по единица маса на додаден атсорбент. Според процентот на атсорбирано олово од растворот, може да се заклучи дека со зголемувањето на масата на атсорбентот исто така доаѓа до зголемување на атсорпцијата на оловните јони, но многу малку, речиси незначително зголемување.

### 2.3. Ефект од почетната рН вредност на растворот

Серија на експерименти при различна почетна рН вредност на растворот: 2.5, 3.5 и 4.5 се изведени при иста почетна концентрација на јони во растворот: 5 mg/l Pb и 25 mg/l Zn. Останатите работни услови се 5g клиноптилолит, 400ml раствор, времетраење на експериментите: 20, 60, 90 и 120 min, температура  $20 \pm 1^\circ C$ .



а)



б)

**Слика 5.** Атсорбирани метални јони во зависност од рН  
А) Pb<sup>2+</sup> и б) Zn<sup>2+</sup>

рН вредноста на растворот во контакт со клиноптилолитот има очигледно влијание врз неговата способност да ги отстранува металните јони од кисели раствори кои што може да влијаат врз карактерот на разменливите јони и структурата на самиот клиноптилолит.

Слика 5 покажува дека со намалувањето на рН вредноста на растворот ефикасноста на отстранување на цинкот се намалува. Тоа е затоа што H<sup>+</sup> јоните се натпреваруваат со цинковите катјони за истите разменливи места [14] и електростатската одбивност помеѓу цинковите катјони во растворот и површината на протонскиот клиноптилолит се зголемува со зголемувањето на атсорпцијата на H<sup>+</sup> јоните [15].

Дека ефикасноста на атсорпцијата на метални јони зависи од рН вредноста на растворот се потврдува и кај испитувањата направени од Moreno (2001) и Alvarez-Ayuso (2003) [16] [14]. Но, кога станува збор за оловни јони оваа констатација не може да се потврди. Поточно, со намалувањето на рН вредноста на растворот, ефикасноста на отстранување на оловото не се намалува.

### 3. ЗАКЛУЧОК

Атсорпцијата на растворени оловни и цинкови јони со помош на клиноптилолит се врши ефикасно.

Анализирајќи ја атсорпцијата на оловните и цинковите јони може да се заклучи дека количината на атсорбиран цинк од страна на клиноптилолитот при хемиска рамнотежа зависи од почетната концентрација на цинк во растворот. Зголемувањето на почетната концентрација резултира со зголемување на износот на атсорбиран цинк, што не е случај и кај оловните јони. Резултатите од атсорпцијата на оловни јони укажуваат на тоа дека износот на олово атсорбирано од страна на клиноптилолитот при хемиска рамнотежа не зависи од почетната концентрација на олово во растворот. Зголемувањето на концентрацијата не резултира со значително зголемување на износот на атсорбирано олово, но влијае на брзината на атсорпција.

Со зголемувањето на масата на атсорбентот при атсорпција на цинкови јони, се зголемува и процентот на атсорбиран цинк од растворот, а со намалување на рН вредноста се намалува и ефикасноста на отстранување на цинкови јони.

Додека при атсорпцијата на оловните јони нема големо влијание ниту промената на масата на атсорбентот, ниту промената на рН вредноста на растворот.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Kobya M., Demirbas E., Senturk E., Ince M., Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone, **Bioresource Technology**, 2005, 96 (13), 1518–1521.
2. L. Ammann, *Cation exchange and adsorption on clays and clay minerals*, Dissertation, Christian – Albrechts – Universität, Kiel, 2003.
3. Sag Y., Aktay Y., Mass transfer and equilibrium studies for the sorption of chromium ions onto chitin, **Process Biochemistry**, 2000, 36, 157-173.
4. A. Buasri, N. Chaiyut, K. Phattarasirichot, P. Yongbut, L. Nammueng, Use of Natural Clinoptilolite for the Removal of Lead (II) from Wastewater in Batch Experiment, **Chiang Mai J. Sci.**, 2008, 35(3), 447-456.
5. V. Çagin, *Use of Clinoptilolite for copper and nickel removal from aqueous solutions*, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, 2006.
6. Cabrera C., Gabaldon C., Marzal P., Sorption characteristics of heavy metal ions by a natural zeolite, **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, 2005, 80, 477-481.
7. Alvarez-Ayuso E., Garcia-Sanchez A., Querol X., Purification of metal electroplating waste waters using zeolites, **Water Research**, 2003, 37, 4855-4862.
8. Erdem E., Karapinar N., Donat R., The removal of heavy metal cations by natural zeolites, **Journal of Colloid and Interface Science**, 2004, 280 (2), 309–314.
9. W.A.Gin, A.Jimoh, A.S.Abdulkareem, A.Giwa, Kinetics and Isotherm Studies of Heavy Metal Removals from Electroplating Wastewater Using Cassava Peel Activated Carbon, **International Journal of Engineering Research & Technology**, 2014, 3 (1), 25-34.
10. S. R. Taffarel, J. Rubio, On the removal of Mn<sup>2+</sup> ions by adsorption onto natural and activated Chilean zeolites, **Minerals Engineering**, 2009, 22, 336–343.
11. A. R. Rahmani, A. H. Mahvi, A. R. Mesdaghinia, S. Nasser, Investigation of ammonia removal from polluted waters by Clinoptilolite zeolite, **International Journal of Environmental Science & Technology**, 2004, 1 (2), 125-133.
12. K. A. Connors, **Chemical Kinetics: The study of reaction rates in solution**, VCH Publishers, USA, 1990.



13. R. M. Barrer, ***Zeolites and clay minerals as sorbents and molecular sieves***, London: Academic Press Inc., 1978.
14. E. Alvarez-Ayuso, A. Garcia-Sanchez, X. Querol, Purification of metal electroplating waste waters using zeolites, ***Water Research***, 37, 4855-4862 (2003).
15. C. Cabrera, C. Gabaldon, P. Marzal, Sorption characteristics of heavy metal ions by a natural zeolite, ***Journal of Chemical Technology and Biotechnology***, 80, 477-481 (2005).
16. Moreno, N., Querol, X., Ayora, C., Utilization of zeolites synthesised from coal fly ash for the purification of acid mine waters, ***Environmental Science and Technology***, 35, 3526-3534 (2001).
17. M. Golomeova, A. Zendelska, B. Krstev, B. Golomeov, K. Blažev, A. Krstev, *Adsorption of lead ions from aqueous solutions using clinoptilolite*, **14th International Mineral Processing Symposium**, 15-18 Oct 2014, Kusadasi, Turkey.
18. A. Zendelska, M. Golomeova, K. Blazev, B. Krstev, B. Golomeov, A. Krstev, Kinetic study of zink ions removal from aqueous solution by adsorption on natural zeolite, ***International Journal of Science, Environment and Technology***, 2014, 3(4), 1303 – 1318.



**ПРЕПОЗНАЈ ЈА СВОЈАТА ИДНИНА**

**Универзитет "Гоце Делчев" - Штип**

**ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)





# Vataalko

Your Pump Expert

Bul. Odkrometka revolucija 4, 1-23, 1000 Skopje, tel. +38922772798, fax.2772798, mob. 071/287889

# WEHAR

MINERALS



# SASA



**РУДНИК ЗА ОЛОВО И ЦИНК**



ул. " Рударска " бр.28  
2304 Македонска Каменица  
Тел: +389 33 279 200  
Факс: +389 33 279 220  
e-mail: [contact@sasa.com.mk](mailto:contact@sasa.com.mk)

[www.sasa.com.mk](http://www.sasa.com.mk)





**РУДНИК ЗА БАКАР**

**БУЧИМ**

**РАДОВИШ**



**032/635-976**

**032/637-007**



**032/637-008**