



ЗРГИМ

**XI СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '18

**09 ÷ 11. 11. 2018 година
Струга**

**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
www.zrgim.org.mk

Главен и одговорен уредник:

Проф. д-р Благој Голомеов

Уредник:

Доц. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Доц. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Доц. д-р Ванчо Аџиски

Печатница:

Arberia design, Тетово

Година:

2018

Тираж:

200 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'18 (11; 2018; Струга)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / XI-то

стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'18, 09-11.Ноември.2018 год., Струга;

[главен и одговорен уредник Благој Голомеов; уредник Стојанче Мијалковски]. - Скопје:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2018.-293 стр.: илустр.; 30 см

Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-65530-4-3

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири

COBISS.MK-ID 108736778

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



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

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

НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Војо Мирчовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Македонија;
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Слободан Вујиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;
Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

Претседател:

Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип.

Потпретседатели:

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
м-р **Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;
Митко Крмзов, Portlant OPC, Струмица.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:

Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;
Зоран Костоски, Мармобианко, Прилеп;
Шериф Алиу, ЗРГИМ, Кавадарци;
Филип Петровски, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;
м-р **Драги Пелтечки**, Еуромакс Ресурсис, Струмица
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;
м-р **Зоран Богдановски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;
м-р **Костадин Јованов**, ЗРГИМ, Кавадарци;
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;
Чедо Ристовски, Рудник “САСА”, М. Каменица;
Антонио Антевски, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Дарко Начковски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Димитар Стефановски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Лазе Атанасов, ДИТИ, Скопје;
Пепи Мицев, Рудник “Бањани”, Скопје;
Марија Петровска, Стопанска Комора, Скопје;
Љупчо Трајковски, ЗРГИМ, Кавадарци;
Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје;
Орхан Рамадановски, “Кнауф”, Дебар;
Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;

Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип.

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

09 Ноември 2018, Струга
Република Македонија

ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
www.zrgim.org.mk

КООРГАНИЗАТОР:

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
www.ugd.edu.mk



ЗРГИМ

XI СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '18

Струга

09 ÷ 11. 11. 2018 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 десет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016 и 2017 год.) учествуваа повеќе автори од 10 држави, кои презентираа 275 стручни трудови.

За ова единаесетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '18) пријавени се 37 труда, на автори од 6 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

XI EXPERT CONFERENCE THEMED:

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

PODEKS - POVEKS '18

Struga

09 ÷ 11. 11. 2018.

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 10 countries participated in the previous ten conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016 and 2017) presenting 275 expert papers.

Thirty-seven authors from 6 countries have registered their expert papers for the XIth conference (PODEKS - POVEKS '18).

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

XI СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

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

ПОДЕКС – ПОВЕКС '18

Струга
09 ÷ 11. 11. 2018 год.

СОДРЖИНА

ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ ИНСТРУМЕНТИ И ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА” * Борче Гоцевски, Дејан Ивановски, Сергеј Филиппов, Чедо Ристовски, Стојанче Мијалковски.....	1
APPLICATION OF TELEMETRICAL SUPERVISION IN MONITORING THE WORK OF MINING EMPLOYMENT IN RMU "BANOVICI" D.D. BANOVICI * Hamid Husić, Senad Čerčić.....	10
МОДЕЛ НА БЕЗЖИЧНА МРЕЖА ЗА КОМУНИКАЦИОНЕН И МОНИТОРИНГ СИСТЕМ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА БАЗИРАН НА ZIGBEE ТЕХНОЛОГИЈА * Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски.....	19
ЕРП СИСТЕМИ ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА * Љубица Панова, Митко Крмзов, Теодора Топчева, Никола Механџиски.....	31
ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ МАШИНИ И ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА” * Борче Гоцевски, Дејан Ивановски, Сергеј Филиппов, Чедо Ристовски, Стојанче Мијалковски.....	41
ОДРЕДУВАЊЕ НА НАЈВАЖНИТЕ ПАРАМЕТРИ КОИ ИМААТ ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА КАЈ ПОДЕТАЖНАТА ОТКОПНА МЕТОДА СО ЗАРУШУВАЊЕ НА РУДАТА ВО РУДНИКОТ САСА * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева, Ванчо Гоцевски.....	47
МЕТОДИ ЗА МЕРЕЊЕ НА ПРИМАРНИ НАПРЕГАЊА ВО КАРПЕСТ МАТЕРИЈАЛ * Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски, Ванчо Аџиски.....	57
НОВ ПОВРШИНСКИ КОП ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА АРХИТЕКТОНСКО УКРАСЕН КАМЕН - МЕРМЕР, ЛОКАЛИТЕТ „СОКОЛ“ С. БЕЛОВОДИЦА ОПШТИНА ПРИЛЕП * Кирил Демјански, Никола Чапов.....	65

МЕТОДА ЗА ДОБИВАЊЕ НА БЛОКОВИ ВО РУДНИЦИ ЗА АРХИТЕКТОНСКО ГРАДЕЖЕН КАМЕН * Николче Р`жаникоски, Ристо Дамбов, Игор Стојчески, Христијан Станојоски.....	72
TECHNOLOGICAL METHODS FOR OPENCAST EXTRACTION WITH A SURFACE MINER * Daniel Georgiev, Ivan Mitev, Dimitar Kaykov, Ivaylo Koprev.....	79
LIPICA LIMESTONE DIMENSION STONE BLOCKS COMPACTNESS CLASSIFICATION * Andrej Kos, Jože Kortnik	86
ПРИМЕНА НА НЕЕКСПЛОЗИВНИ ЕКСПАНДИРАЧКИ СРЕДСТВА ЗА КРШЕЊЕ НА БЛОКОВИ ЗА ГОЛЕМИ ПРЕЧНИЦИ * Ристо Дамбов, Игор Стојчески, Никола Р`жаникоски, Илија Дамбов, Христијан Станојоски.....	96
МИНИРАЊЕ НАТПАТНИК НА АВТОПАТ МИЛАДИНОВЦИ-ШТИП НА СТАЦИОНАЖА КМ34+972,46. (РАЦКРСНИЦА ЕРЏЕЛИЈА) * Стојанче Тренчевски, Емил Јорданов.....	106
FLY ROCKS IN SURFACE MINE DURING THE BLASTING * Frashër Brahimaj, Risto Dambov.....	113
SEISMIC IMPACT FROM MASSIVE BLASTINGS ON AROUND OBJECTS * Risto Dambov, Frashër Brahimaj, Ejup Ljatifi, Ilija Dambov.....	120
БЕЗБЕДНО РАБОТНО МЕСТО ВО РУДАРСТВОТО * Анкица Илијева Стошиќ.....	126
ИЗРАБОТКА НА ГЕОЛОШКИ МОДЕЛ ВО “ЛИПФРОГ ГЕО” СОФТВЕР * Љупче Кулаков, Oğuz Egemen.....	134
THE SAFE AND EFFECTIVE ACQUISITION OF GEO-RESOURCES AS THE MAIN OBJECTIVE OF GEOMECHANICS * Georgi Dachev, Kiril Kutsarov, Daniel Georgiev.....	143
ГЕОЛОШКИ И ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ИЗВЕДБА НА УСЕЦИ * Орце Петковски, Ванчо Ангелов.....	150
ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ И МИНЕРАЛОШКО - ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТКИ НА БАЗАЛТИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ КАМЕНО БРДО, ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА * Орце Спасовски, Даниел Спасовски.....	158
МОЖНОСТ ЗА ПРИМЕНА НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН НА НАОЃАЛИШТЕТО ЖИВОЈНО * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски, Пеце Муртановски.....	165

ВЛИЈАНИЕ НА СУБЈЕКТИВНОСТА ПРИ ДОНЕСУВАЊЕ ОДЛУКИ СО УПОТРЕБА НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКИ МЕТОДИ * Пеце Муртановски, Александар Стоилков, Сашо Цветковски, Маја Јованова.....	172
FOSTER OF MINING WASTE RECYCLING AND 3R PRINCIPLES IN MINING INDUSTRY * Kemajl Zeqiri, Musa Shabani, Avdi Konjuhi, Festim Kutllovci.....	176
ПАСИВЕН ТРЕТМАН НА РУДНИЧКИ ВОДИ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов.....	183
ПРОЦЕНКА ОД ОДГОВОРНОСТ ЗА ЕКОЛОШКА ШТЕТА ДПТУ „РУДНИК БУЧИМ“- ДОО РАДОВИШ * Славјанка Пејчиновска - Андонова, Тања Николовска, Саре Сарафилоски.....	195
КВАЛИТАТИВНИ И КВАНТИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЛИНИТЕ ОД НАОЃАЛИШТЕТО КОКОШИЊЕ (РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА) * Орце Спасовски, Даниел Спасовски.....	204
КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ДИЈАБАЗОТ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ “ГАВРАН“, ОПШТИНА СТРУМИЦА И МОЖНОСТ ЗА НЕГОВО КОРИСТЕЊЕ КАКО ГРАДЕЖНО - ТЕХНИЧКИ КАМЕН * Љупче Ефнушев, Ѓорги Димов, Благоица Донева.....	212
ПРИМЕНА НА ОПАЛИЗИРАНИОТ ТУФ ВО ИЗРАБОТКА НА БИОФИЛТРИ * Крсто Блажев, Благоица Донева, Ѓорги Димов, Марјан Делипетрев.....	219
ХИДРОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОДЗЕМНИТЕ И ПОВРШИНСКИТЕ ВОДИ ОД РУДНОТО НАОЃАЛИШТЕ „ЛУКЕ“ – КРИВА ПАЛАНКА * Војо Мирчовски, Виолета Стефанова, Гоше Петров, Ласте Ивановски, Силвана Пешовска, Ванчо Ангелов, Бојан Стрезовски..	224
АНАЛИЗА НА ГЕОЛОШКИ ПАРАМЕТРИ КАКО ПРЕДУСЛОВ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЗАПАДНИОТ ДЕЛ НА НАОЃАЛИШТЕТО ЗА ЈАГЛЕН „БРОД-ГНЕОТИНО“ * Ласте Ивановски, Бојан Стрезовски, Симона Трајчева, Александар Стоилков, Пеце Муртановски, Маја Јованова, Горанчо Гроздановски.....	235
ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА МИНЕРАЛИТЕ ОД СИВЕЦ СО ПРИМЕНА НА XRD МЕТОДА * Тена Шијакова-Иванова, Мартин Петрески.....	244
РЕЗУЛТАТИ ОД ШЛИХОВСКА ПРОСПЕКЦИЈА – РЕКА ОТИЊА, ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА * Виолета Стефанова, Виолета Стојанова, Војо Мирчовски	254
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОРЕЛАЦИЈА НА ЕОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ОД ДУПЧОТИНИТЕ ВО ТИКВЕШКИОТ И ОВЧЕПОЛСКИОТ БАСЕН, Р. МАКЕДОНИЈА * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Виолета Стефанова...	260

ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОФИОЛИТСКИОТ МАСИВ ДЕМИР КАПИЈА – ГЕВГЕЛИЈА * Гоше Петров, Виолета Стојанова, Војо Мирчовски.....	268
СЕИЗМОЛОШКА ОПСЕРВАТОРИЈА – СЕИЗМИЧКИ МОНИТОРИНГ И ОБРАБОТКА НА ПОДАТОЦИ * Јасмина Најдовска, Катерина Дрогрешка, Драгана Черних – Анастасовска.....	274
МАКРОСЕИЗМИЧКИ ЕФЕКТИ ОД ЗЕМЈОТРЕСОТ НА 11 СЕПТЕМВРИ 2016 ГОДИНА ВО СКОПСКАТА КОТЛИНА И ОКОЛИНАТА * Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних Анастасовска.....	284
НОВИ СОЗНАНИЈА ЗА БИОАКУМУЛАТИВНИОТ КАПАЦИТЕТ НА ДИАТОМЕТИТЕ ЗА ТЕШКИ МЕТАЛИ-ИСТРАЖУВАЊА ВО ОБЛАСТА АЛШАР, МОЖНОСТ ЗА НОВ ПРИСТАП ВО МЕТОДИТЕ НА БИОРЕМЕДИЈАЦИЈА * Иван Боев.....	294



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

XI^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '18

Струга
09 – 11. 11. 2018 год.

МОЖНОСТ ЗА ПРИМЕНА НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН НА НАОЃАЛИШТЕТО ЖИВОЈНО

**Радмила Каранакова Стефановска¹, Зоран Панов¹,
Ристо Дамбов¹, Ристо Поповски¹, Пеце Муртановски²**

¹Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,
Штип, Р. Македонија

²АД ЕЛЕМ (Електрани на Македонија), Сектор за Развој и инвестиции, Скопје,
Р. Македонија

Апстракт: Во овој труд станува збор за можноста за воведување на подземната гасификација на јаглени во Република Македонија. Имено, оваа нова технологија како еден од основните претставници на т.н. технологии со нула емисија на стаклени гасови е една од реалните алтернативи на конвенционалните методи на експлоатација (површински и подземен начин на експлоатација). Имено, според досегашните истражувања направени за наоѓалиштата на јаглен му даваат предност на наоѓалиштето Живојно. Ова значи, потреба од почнување на истражувања за утврдување од можноста за гасификација на овие наоѓалиште, особено во деловите од јагленовите слоеви кои не се планирани да се откопуваат со постојните главни рударски проекти.

Клучни зборови: подземна гасификација, јаглен, технологија, екологија, економски предности.

POSSIBILITY FOR THE APPLICATION OF THE UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN ZIVOJNO COAL DEPOSIT

**Radmila Karanakovska¹, Zoran Panov¹,
Risto Dambov¹, Risto Popovski¹, Pece Murtanovski²**

¹University Goce Delcev, Faculty of natural and technical sciences, Stip, R. Macedonia

²JSC ELEM (Macedonian Power plants) Department of development and investments,
Skopje, R. Macedonia

Abstract: This paper deals with the possibility of introducing the underground gasification of coal in the Republic of Macedonia. Namely, this new technology as one of the basic representatives of the so-called technologies with zero emission of greenhouse gases is one of the real alternatives to conventional methods of exploitation (surface and underground way of exploitation). According to the research carried out so far for the coal deposits, they give priority to the Zivojno deposit of coal. This means the need to start research to determine the possibility of gasification of these deposits, especially in parts of coal layers that are not planned to be excavated with the existing main mining projects.

Key Words: underground gasification, coal, technology, ecology, economic advantages.

1. ВОВЕД

Експлоатацијата на јагленот како важна енергетска минерална суровина се врши со основните конвенционални технологии како што се површинска и подземна. Светската енергетска полиса цврсто се држи за заблудата дека судбината на јагленот е да остане ефтин и во претстојните декади. Оваа претпоставка ја подржува инвестицијата во технологијата за „чист јаглен“ и прави сериозни напори за да се зголеми зачувувањето на енергијата и да се развијат алтернативни извори на енергија. Како нова екотехнологија за експлоатација на јаглен која го заобиколува конвенционалниот процес на горење на јагленот со претворање на јагленот во гас е Подземната гасификација на јаглен. Со подземната гасификација на јаглен се обезбедува поголема искористеност на јагленовите резерви, намалување на експлоатационите трошоци. Врз основа на современите истражувања во оваа област ќе се селектираат 4 главни критериуми (минимална длабина на јагленов слој да не е поголема од 12 метри, минимална моќност на слој да не е помала од 2 метри, содржина на пепел не поголема од 35% и содржина на сулфур до 5%) како и 6 помошни критериуми кои се одбрани врз основа на одговорите од спроведените прашалници на рударските инженери од Република Македонија кои се занимаваат со експлоатација и проектирање на површински копови на јаглени.

2. КРИТЕРИУМИ ЗА ПРОЦЕНКА

Досегашните истражувања направени во областа на ПГЈ покажаа дека големиот број на пилот проекти и испитувања биле спроведени речиси на сите типови на јаглен (од лигнит до антрацит), на различни длабочини, на слоеви со различна литологија, потоа најразлични геолошки и хидрогеолошки услови. Успехот бил од целосно незадоволителен до целосно прифатлив.

Табела 1.

Р. бр.	Параметар	Потребно
1	Тип на јаглен	Лигнити и нискокалорични јаглени
2	Дебелина на слој	по можност >1 m, идеално 5 -10 m
3	Длабочина на слој	> 12 m, идеално > 150 m
4	Паден агол	Нема ограничувања
5	Структура на јагленовиот слој и кровината	Нераспукани, компактни јаглени и кровина
6	Состав на јагленот	Значајно од аспект на самозапалување, односно согорување, но и од еколошки аспект
7	Пропустливост и порозност	Што попропустлив е слојот, толку полесно поврзувањето помеѓу изворот за вбригување и за производство, што попропустлива е земјата, толку поголеми шанси за излив на гас и други контаминации на околината
8	Ниво на подземни води и содржина на влага на јагленовиот слој	Нивото на вода да е под реакторот (во јагленовиот слој). Потребна е влага за одвивање на процесот на ПГ
9	Резерви на јаглен	Зависно од искористување на гасот и профитабилноста
10	Пристап и инфраструктура	Патишта, струја и линии за пренос на енергија
11	Социо - економски	Структура на население. Обученост на кадри и сл.

Предходните анализи на профилот на јаглени во Република Македонија, особено во Пелагонискиот басен како и прикажаната технологија за подземна гасификација на јаглени (ПГЈ) дава можност за изработка на модел за ПГЈ конкретно станува збор за наоѓалиштето Живојно.

Главни критериуми при изборот на можноста за примена на ПГЈ како технологија во овој труд беа издвоени неколку кои најкарактеристично истата ја опишуваат. Основна идеја во селектирањето и дефинирањето на овие критериуми, послужија и инструкциите од страна на Prof. Brian G. D. Smart, дадени на користење на проф. Војин Чокорило од РФФ Белград. Овие информации се користат во UK scoring exercise.

Табела 2. Влезни податоци за наоѓалиштето „Живојно“

Р. б.	Параметар	Потребно																
1	Тип на јаглен	Темно кафеав лигнит																
2	Дебелина на слој	Главниот јагленов слој има дебелина од 1.10-9.30 м																
3	Длабочина на слој	Пресметана средна длабочина е од 94.8 м, додека во одделни делови е констатирана максимална длабочина од 176.8 м.																
4	Паден агол	Јагленот е слоевит со субхоризонтална слоевитост со паден агол од 0-15 ⁰ , а локално и до 30 ⁰ во близина на раседните дислокации																
5	Структура на јаглениот слој и кровината	Ова наоѓалиште има мошне сложена структурно текстонска градба. Генерално се издвојуваат неколку покрупни раседни структури со правец на протегање ССЗ-ЈЈИ кои се паралелни меѓу себе и по целата должина се пропратени со други помали раседи. Раседнувањето е изразено со спуштање или издигање на дисконтинуирани блокови.																
6	Состав на јагленот од аспект на гасоносност на метан и експлозивност	Релативната метанобилност се движи од 0.01-0.012 м ³ /т _{пу} и апсолутна метаобилност од 0.004-0.044 м ³ /т _{пу} . Според степенот на опасноста од метан (СН ₄) наоѓалиштето „Живојно“ е класифицирано во Метанско, I- категорија. Јагленот од наоѓалиштето Живојно покажува експлозивни карактеристики, при што долната граница на експлозивност е докажана на 144 г/м ³ , и може да се констатира дека јагленот е samozапаллив и припаѓа на IV група.																
7	Хидрогеолошки услови	Во наоѓалиштето „Живојно“ е развиена интергрануларната порозност. Тука има формирано збиен тип на издан со слободно ниво на вода во кровинскиот издан и ниво на вода под притисок во подинскиот издан. Утврден е и пукнатински тип на издан развиен во водонепропусните дебелни наслаги во повлатата на јагленот-алевролити. Овие полускаменети карпести маси се зафатени со интензивната тектоника проследени со доминантни два системи на пукнатини-нормални и дијагонални на слоевитоста. За разлика од Мариово, наоѓалиштето „Живојно“ располага со доста подебели водоносни хоризонти како во повлатата така и во подината на јагленот																
8	Резерви на јаглен	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A (t)</th> <th>B(t)</th> <th>Ц₁(t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>За сите слоеви</td> <td>26.508.036</td> <td>38.738.004</td> <td>36.438.366</td> </tr> <tr> <td>За главниот слој</td> <td>16.605.843</td> <td>29.464.515</td> <td>27.987.491</td> </tr> <tr> <td>За останатите слоеви</td> <td>9.902.193</td> <td>9.273.489</td> <td>8.450.874</td> </tr> </tbody> </table>		A (t)	B(t)	Ц ₁ (t)	За сите слоеви	26.508.036	38.738.004	36.438.366	За главниот слој	16.605.843	29.464.515	27.987.491	За останатите слоеви	9.902.193	9.273.489	8.450.874
	A (t)	B(t)	Ц ₁ (t)															
За сите слоеви	26.508.036	38.738.004	36.438.366															
За главниот слој	16.605.843	29.464.515	27.987.491															
За останатите слоеви	9.902.193	9.273.489	8.450.874															
9	Пристап и инфраструктура	Комуникациските врски до наоѓалиштето се добри, бидејќи постои асфалтен пат кој е во добра состојба. „Живојно“ е сместено помеѓу селата Живојно, Бач и Гермијан кои се населени со претежно старо население. Ако се земе во предвид дека на 30-тина км е градот Битола со околу 100 илјади жители и со голем процент на младо невработено население, може да се оцени како позитивна околност во поглед на работна сила.																
10	Социо - економски	Ќе се обезбедат неколку стотици нови вработувања кои директно ќе влијаат на подобрување на севкупниот социјален и економски развој на овој недоволно развиен регион во државата. Исто така ова би можело да повлече дел од фирми кои индиректно би се вклучиле за обезбедување услуги и добра за функционирање. Позитивен момент е тоа што во близина на ова наоѓалиште се веќе постоечките рудници „Суводол“ и „Брод – Гнеотино“, кои располагаат со работна сила со големо рударско и стручно искуство.																

3. ДЕФИНИРАЊЕ НА МОДЕЛОТ НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН ЗА НАОЃАЛИШТЕТО „ЖИВОЈНО“

Дадени се влезните параметри на моделот за ПГЈ за наоѓалиштето „Живојно“. И овој модел е анализиран врз основа на влезните податоци превземени од Елаборатот за детални геолошки истражувања за наоѓалиштето „Живојно“. При тоа и овде користени се табеларните податоци од истражните дупчотини, нивните коти на теренот, длабината на појавување на јагловите слоеви, нивната моќност (дебелина), потоа содржината на пепел и сулфур.

Врз основа на податоците дадени во Табела 3 извршено е решавање на моделот со селектирање на истражните дупчотини. При тоа вкупно се искористени 48 индексирани податоци. Дел од овие податоци се однесуваат и за иста истражна дупчотина во колку на истата се појавени најмалку 2 или повеќе слоеви на јаглен.

Табела 3. Влезни параметри на моделот за ПГЈ за наоѓалиштето „Живојно“

Ред. бр.	Дупчотина	ВЛЕЗНИ ПАРАМЕТРИ					КРИТЕРИУМИ				
		Кота на терен			Кота на подина/кровина		Длабина на слој	Дебелина	Пепел	Сулфур	
		Y	X	Z m	Z1 m	Z2 m	Z2 K1 m	D K2 m	A K3 %	S K4 %	
1	43/30	7548255	4528325	688.00	617.70	677.85	70.30	10.15	18.01	0.40	
2	39/28	7548215	4527976	711.00	564.20	703.00	146.80	8.00	20.81	0.66	
3	41/26	7548016	4528069	692.00	550.10	683.80	141.90	8.20	18.99	1.41	
4	43/14	7547070	4527896	655.00	567.30	650.90	87.70	4.10	11.99	0.55	
5	69/12	7546233	4529770	622.00	539.90	616.45	82.10	5.55	25.17	0.72	
6	39/12	7547030	4527549	677.00	560.05	671.25	116.95	5.75	19.36	0.38	
7	37/18	7547527	4527558	701.00	569.55	695.30	131.45	5.70	11.56	0.36	
8	49/12	7546764	4528286	673.00	568.30	667.20	104.70	5.80	23.80	0.41	
9	43/22	7547663	4528111	687.00	607.25	679.00	79.75	8.00	21.67	0.80	
10	47/20	7547408	4528353	691.00	586.30	683.50	104.70	7.50	20.31	0.48	
11	51/16	7547007	4528543	683.00	531.25	680.55	151.75	2.45	26.23	0.52	
12	43/24	7547812	4528164	692.00	553.40	680.60	138.60	11.40	21.69	0.24	
13	45/26	7547905	4528365	679.00	576.30	670.65	102.70	8.35	19.26	0.47	
14	45/34	7548501	4528580	702.00	603.00	696.15	99.00	5.85	10.31	0.25	
15	57/18	7546997	4529044	655.00	558.05	650.90	96.95	4.10	11.38	0.40	
16	55/16	7546899	4528837	674.00	524.40	666.80	149.60	7.20	20.09	0.31	
17	49/34	7548393	4528875	703.00	593.00	698.90	110.00	4.10	10.02	0.60	
18	53/26	7547695	4528960	659.00	593.00	646.35	66.00	12.65	22.63	0.35	
19	55/22	7547197	4528946	655.00	584.65	644.75	70.35	10.25	22.30	0.25	
20	49/26	7547802	4528663	664.00	589.10	654.45	74.90	9.55	18.24	0.63	
21	61/26	7547482	4529552	689.00	596.45	678.80	92.55	10.20	21.64	1.15	
22	37/34	7548714	4527989	717.00	651.50	710.55	65.50	6.45	16.84	0.37	
23	41/18	7547420	4527854	682.00	569.45	677.35	112.55	4.65	21.43	0.35	
24	55/30	7547834	4529215	675.00	612.30	669.55	62.70	5.45	16.16	0.58	
25	51/30	7548039	4528915	703.00	625.50	697.70	77.50	5.30	11.22	0.46	
26	41/34	7548605	4528286	694.00	639.25	687.10	54.75	6.90	11.93	0.44	
27	59/22	7547237	4529294	647.00	591.25	643.25	55.75	3.75	8.16	0.31	
28	61/18	7546885	4529342	635.00	523.50	624.15	111.50	10.85	28.53	1.19	
29	45/18	7547310	4528151	685.00	547.95	678.65	137.05	6.35	11.05	0.30	
30	47/16	7547115	4528245	688.00	562.30	683.52	125.70	4.48	11.43	1.09	
31	57/34	7548177	4529470	684.00	577.70	676.40	106.30	7.60	25.05	0.44	
32	29/28	7548480	4527233	691.00	614.00	682.50	77.00	8.50	16.85	0.27	
33	51/36	7548489	4529081	688.00	612.30	682.30	75.70	5.70	10.71	0.26	
34	53/34	7548286	4529175	697.00	582.00	691.85	115.00	5.15	18.80	0.41	
35	43/36	7548713	4528486	699.00	640.00	688.65	59.00	10.35	23.50	0.29	
36	21/36	7549289	4526855	735.00	667.90	730.30	67.10	4.70	8.87	0.32	
37	29/20	7547889	4527020	685.00	573.20	677.00	111.80	8.00	21.28	0.35	
38	77/20	7546610	4530576	641.00	524.80	639.50	116.20	1.50	29.24	0.96	
39	57/26	7547586	4529255	667.00	594.70	656.40	72.30	10.60	21.91	0.43	
40	53/18	7547101	4528742	672.00	522.00	663.30	150.00	8.70	25.52	0.69	
41	47/30	7548147	4528623	688.00	603.15	677.05	84.85	10.95	20.78	0.65	
42	47/22	7547558	4528405	678.00	561.90	670.80	116.10	7.20	17.07	0.22	
43	51/22	7547448	4528703	669.00	578.30	662.75	90.70	6.25	20.25	0.34	
44	59/30	7547829	4529508	675.00	605.25	661.65	69.75	13.35	19.67	0.19	
45	69/28	7547416	4530196	667.00	584.00	656.55	83.00	10.45	20.17	0.51	
46	39/36	7548810	4528189	719.00	640.15	711.60	78.85	7.40	8.53	0.30	
47	13/28	7548909	4526046	713.00	624.00	711.20	89.00	1.80	12.23	0.62	
48	39/20	7547622	4527759	691.00	573.25	687.45	117.75	3.55	35.57	1.19	

Во продолжение даден е моделот за ПГЈ за податоци од наоѓалиштето „Живојно“ и тоа вториот модел (види Табела 4) за вредности на содржина на пепел до 35 %.

Табела 4. Анализа на моделот за ПГЈ за наоѓалиштето „Живојно“ (за услов $K3 \leq 35\%$)

Ред. бр.	Дупчотина	КРИТЕРИУМИ							
		Длабина на слој	Дебелина	Пепел	Сулфур	Бр. на исполнети услови со критериуми			
		Z2 K1 m	D K2 m	A K3 %	S K4 %	4	3	2	1
1	43/30	70.30	10.15	18.01	0.40	1	1	1	1
2	39/28	146.80	8.00	20.81	0.66	1	1	1	1
3	41/26	141.90	8.20	18.99	1.41	1	1	1	1
4	43/14	87.70	4.10	11.99	0.55	1	1	1	1
5	69/12	82.10	5.55	25.17	0.72	1	1	1	1
6	39/12	116.95	5.75	19.36	0.38	1	1	1	1
7	37/18	131.45	5.70	11.56	0.36	0	1	1	1
8	49/12	104.70	5.80	23.80	0.41	0	1	1	1
9	43/22	79.75	8.00	21.67	0.80	0	1	1	1
10	47/20	104.70	7.50	20.31	0.48	1	1	1	1
11	51/16	151.75	2.45	26.23	0.52	1	1	1	1
12	43/24	138.60	11.40	21.69	0.24	1	1	1	1
13	45/26	102.70	8.35	19.26	0.47	1	1	1	1
14	45/34	99.00	5.85	10.31	0.25	1	1	1	1
15	57/18	96.95	4.10	11.38	0.40	1	1	1	1
16	55/16	149.60	7.20	20.09	0.31	1	1	1	1
17	49/34	110.00	4.10	10.02	0.60	1	1	1	1
18	53/26	66.00	12.65	22.63	0.35	1	1	1	1
19	55/22	70.35	10.25	22.30	0.25	1	1	1	1
20	49/26	74.90	9.55	18.24	0.63	1	1	1	1
21	61/26	92.55	10.20	21.64	1.15	1	1	1	1
22	37/34	65.50	6.45	16.84	0.37	1	1	1	1
23	41/18	112.55	4.65	21.43	0.35	1	1	1	1
24	55/30	62.70	5.45	16.16	0.58	1	1	1	1
25	51/30	77.50	5.30	11.22	0.46	1	1	1	1
26	41/34	54.75	6.90	11.93	0.44	1	1	1	1
27	59/22	55.75	3.75	8.16	0.31	1	1	1	1
28	61/18	111.50	10.85	28.53	1.19	1	1	1	1
29	45/18	137.05	6.35	11.05	0.30	0	1	1	1
30	47/16	125.70	4.48	11.43	1.09	0	1	1	1
31	57/34	106.30	7.60	25.05	0.44	0	1	1	1
32	29/28	77.00	8.50	16.85	0.27	1	1	1	1
33	51/36	75.70	5.70	10.71	0.26	1	1	1	1
34	53/34	115.00	5.15	18.80	0.41	1	1	1	1
35	43/36	59.00	10.35	23.50	0.29	1	1	1	1
36	21/36	67.10	4.70	8.87	0.32	1	1	1	1
37	29/20	111.80	8.00	21.28	0.35	1	1	1	1
38	77/20	116.20	1.50	29.24	0.96	0	1	1	1
39	57/26	72.30	10.60	21.91	0.43	1	1	1	1
40	53/18	150.00	8.70	25.52	0.69	1	1	1	1
41	47/30	84.85	10.95	20.78	0.65	1	1	1	1
42	47/22	116.10	7.20	17.07	0.22	1	1	1	1
43	51/22	90.70	6.25	20.25	0.34	1	1	1	1
44	59/30	69.75	13.35	19.67	0.19	1	1	1	1
45	69/28	83.00	10.45	20.17	0.51	1	1	1	1
46	39/36	78.85	7.40	8.53	0.30	0	1	1	1
47	13/28	89.00	1.80	12.23	0.62	0	0	1	1
48	39/20	117.75	3.55	35.57	1.19	0	0	1	1
49	Вкупно					38	46	48	48
50	Вкупно (%)					79.17	95.83	100.00	100.00

Табела 5. Процент на исполнети критериуми

Модел	Услов	Исполнети критериуми			
		4	3	2	1
1	$K3 \leq 15\%$	18.75	87.50	100.00	100.00
2	$K3 \leq 20\%$	41.67	87.50	100.00	100.00
3	$K3 \leq 25\%$	70.83	91.67	100.00	100.00
4	$K3 \leq 30\%$	79.17	95.83	100.00	100.00
5	$K3 \leq 35\%$	79.17	95.83	100.00	100.00

Во продолжение дадена е графички приказ на вкупната површина на наоѓалиштето за јаглен „Живојно“ како и оконтурената површина од истото наоѓалиште која ги исполнува 4-те главни критериуми за ПГЈ.

Површините се нацртани врз основа на позитивните истражни дупчотини за јаглен и оние дупчотини од нив, кои ги исполнуваат поставените критериуми.



Слика 1. Површина на слојот на јаглен од наоѓалиштето „Живојно“ и површина на делот од слојот кои ги исполнува 4-те услови за ПГЈ

Врз основа на пресметките на количините на јаглен, кои ги исполнуваат условите за подземна гасификација на јаглени, добиени се следните податоци: Според Елаборатот за детални геолошки истраги, рудни резерви од категорија А + В + С1 изнесуваат 101684406 t. Вкупната површина на јагленовиот слој е 8160261.805 m².

При зафатнинска тежина во цврста тежина на јагленот од 1.2 t/m³, се добива: средна дебелина на слојот на јаглен:

$$d_{sr} = \frac{Q}{\gamma A} [m] = \frac{101684406}{1.2 \times 8160261.805} = 10.38 [m]$$

Каде се:

Q = 101684406 [t] – рудни резерви на јаглен од категорија А + В + С1,

$\gamma = 1.2 [t/m^3]$ – зафатнинска тежина на јагленот,

A = 8160261.805 [m²] – површина на јагленов слој.

Површината на делот од јагленовиот слој кој ги исполнува 4-те критериуми за ПГЈ е 4940752.936 m². При тоа волуменот на делот од јагленовиот слој кој ги исполнува 4-те критериуми е 51305290.96 m³, односно маса од 61566349.16 t. Од целокупното наоѓалиште на јаглен „Живојно“, околу 60.55 % ги исполнуваат сите 4 зададени критериуми за ПГЈ.

4. ЗАКЛУЧОК

Анализата покажува исполнетост на 4-те критериуми од 79,17% од сите истражни дупчотини (позитивните и негативни), односно околу 60,55% од вкупните резерви на јаглен можат да се експлоатираат со ПГЈ. Ова е повеќе од прифатлив критериум. Анализата на резултатите покажува дека просечниот паден агол е околу 1,5% што е исто така речиси незадоволително. Квалитативната оценка на критериумот за структурно-тектонски карактеристики е средна (на линеарната скала за трансформации има вредност од 5 до 10).

Имено, ова е појава на јаглен со појава на пукнатини и раседни зони. Хидрогеолошките карактеристики се исто така неповолни и се оценети квалитативно како ниски. Во непосредна близина е сливот на Црна Река. Ова ќе создава можност за отежната контрола на запалувањето во горилникот на слојот. За често „пробивање“ на вода под притисок која дополнително ќе го отежнува горењето и ќе го зголемува гасењето. Конфигурацијата на теренот е добра. Можноста за пристап и формирање на патишта е добар. Трошокот за експлоатација е земен од постојната документација за рудникот и е со вредност од околу 23,6 евра по тон јаглен е релативно висок (подземен начин на експлоатација). Поволната конфигурација на теренот, малите работи за разработка и инсталација на опрема и придружни објекти и даваат висок приоритет во примена на конвенционални методи.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Couch, G. R., 2009. *Underground Coal Gasification*. IEA Clean Coal Center. London. CCC/151: 129.
- [2] Blinderman, M. S. and Jones, R. M., 2002. *The Chinchilla IGCC Project to Date: Underground Coal Gasification and Environment*. 2002 Gasification Technologies Conference. San Francisco, USA.
- [3] Sury, M., Kirton, J., et al., 2004. *Review of Environmental Issues of Underground Coal Gasification – Best Practice Guide*. DTI Cleaner Coal Technology Transfer, UK, Report No. COAL R273 DTI/Pub URN 04/1881
- [4] Courtney, R., 2009. *Underground Coal Gasification*. UCG Workshop, Pittsburgh Coal Conference. Pittsburgh, PA.
- [5] Ghose, M. K. and Paul, B., 2007. *Underground Coal Gasification: A Neglected Option*. International Journal of Environmental Studies, 64777-783.
- [6] Thorsness, C. B., Hill, R. W., et al., 1977. *Preliminary Results from an In Situ Coal Gasification Experiment Using Explosive Fracturing*. Fuel, 22(4), 1-21.
- [7] Snoeberger, D. F., 1977. *Field Hydrological Tests of Explosively Fractured Coal*. Fuel, 22(4), 22-34.
- [8] Fischer, D. D., King, S. B., et al., 1977. *A Report on the Successful Development of Underground Coal Gasification at Hanna, Wyoming*. Fuel, 22(4), 49-63.
- [9] Boysen, J. E., 1978. *An Economic Sensitivity Study of UCG Based on Field Performance, Theory And Operational Experience*. Masters, University of Wyoming.
- [10] Zamzow, K. L., 2010. *Underground Coal Gasification: History, Environmental Issues, and the Proposed Project at Beluga, Alaska*. Center for Science in Public Participation. Cook Inlet Region, Inc. (CIRI) UCG Project, Alaska
- [11] Olness, D. U., 1981. *The Podmoskovnaya Underground Coal Gasification Station*. University of California, Livermore, California, Lawrence Livermore Laboratory.
- [12] <http://ucgconsulting.com/ucg-process-description.html>.
- [13] http://www.cleancoalucg.com/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=124.
- [14] Ahern, J. J. and Frazier, J. A., 1982. *Water Quality Changes at Underground Coal Gasification Sites- A Literature Review*. Water Resources Research Institute, University of Wyoming, Laramie, Wyoming.