



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 суровини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '18

Струга

09 ÷ 11. 11. 2018 год.

ПРЕДГОВОР

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните суровини (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 суровини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални суровини, 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 суровини, 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, Благица Донева.....	212
ПРИМЕНА НА ОПАЛИЗИРАНИОТ ТУФ ВО ИЗРАБОТКА НА БИОФИЛТРИ * Крсто Блажев, Благица 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.

МЕТОДИ ЗА МЕРЕЊЕ НА ПРИМАРНИ НАПРЕГАЊА ВО КАРПЕСТ МАТЕРИЈАЛ

**Николинка Донева¹, Марија Хаџи-Николова¹, Стојанче Мијалковски¹,
Ванчо Аџиски¹**

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

Апстракт: *Напрегањата во карпестата маса се пресудни за стабилноста на подземните објекти. На светско ниво се познати повеќе методи за мерење на напрегања и деформации. Во овој труд ќе бидат прикажани неколку методи за мерење на примарни напрегања во карпестата маса. Исто така ќе биде прикажана и опремата која се користи при мерењето на напрегањето.*

Клучни зборови: *деформации, напрегања, опрема*

METHODS FOR IN-SITU STRESS MEASUREMENTS IN ROCK MASS

**Nikolinka Doneva¹, Marija Hadzi-Nikolova¹, Stojance Mijalkovski¹,
Vanco Adziski¹**

¹University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences, Shtip, Macedonia

Abstract: *The stress in rock mass are essential for the stability of underground structures. Several methods for stress and strains measuring are known, around the world. In this paper several methods for in-situ stresses measuring in rock mass will be shown, as well as measurement equipment.*

Key words: *strains, stresses, equipment*

1. ВОВЕД

Карпестите маси под површината на земјата се изложени на напрегања кои се последица на притисокот од наслагите над нив, како и од тектонските активности во земјината кора. Овие напрегања се наречени примарни или „in-situ“ напрегања. После направен ископ под земјата во одреден карпест материјал, доаѓа до промена на напонската состојба. Овие новонастанати напрегања се разликуваат од претходно постоечките примарни напрегања и се викаат секундарни или индуцирани напрегања.

Познавањето на големината и правецот на примарните и секундарните напрегања е важен дел од секој геотехнички проект. Во случај кога големината секундарните напрегања ја надминува цврстината на карпите може да дојде до нарушување на стабилноста на направениот ископ.

Мерења во областа на подземните конструкции се прават пред, во тек и после направени подземни ископи:

- *Пред изработка* – за одредување на информации потребни за проектирање на ископувањето, како што се: модул на деформација, цврстина и напрегање на карпеста маса, утврдени на лице место (in-situ).
- *За време на изработка* – за потврдување на валидноста на проектираното и да обезбеди основа за промена на проектот. Дополнително, мониторингот на поместувањата игра важна улога во обезбедување на информации кои ќе можат да се користат во подобрување на безбедноста на подземните градилишта.
- *После изработка* – за проверка на целокупното однесување на ископот за време на комплетирање на изградбата (во тунелоградбата) или за следење на влијанието на направениот ископ врз ископите во негова близина (во рударството).

2. МЕРЕЊЕ НА ПРИМАРНО НАПРЕГАЊЕ

2.1. Методи за мерење на примарно напрегање

Примарните напрегања (in situ) се важна база на податоци, која проектантите ја користат за проектирање на подземни ископи. Големината и насоките на главните напрегања кои постојат во карпите пред да биде направен ископот играат важна улога во контролата на стабилноста на самиот ископ.

Во овој труд ќе бидат прикажани следниве методите за мерење на примарно напрегање:

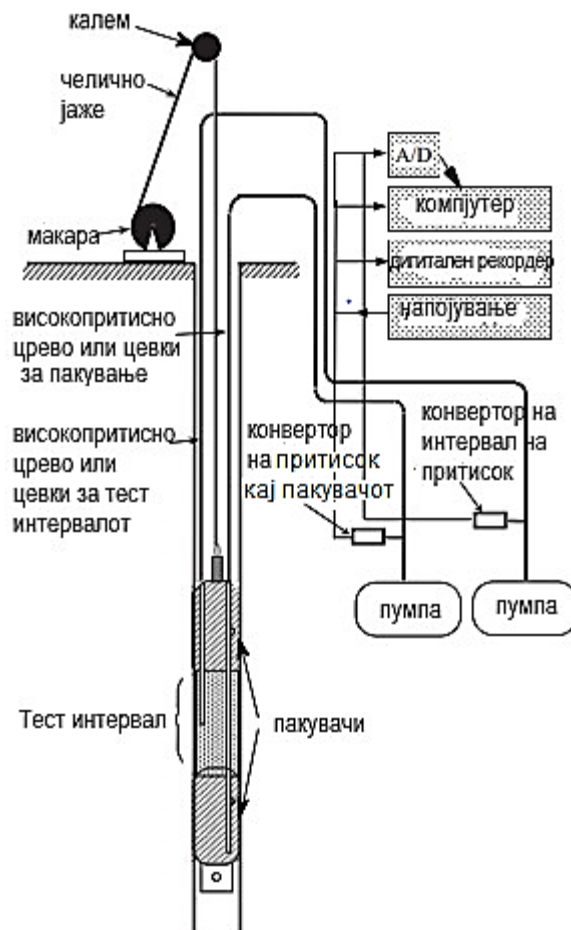
1. *Метода на хидрауличен прекин (hydraulic fracture method)*. Ова е единствена метода за мерење на напрегања и поместувања на растојание и до 6 km од пристапната точка. Примарното напрегање може да се процени на база создадените фрактури во карпите со апликација на хидрауличен притисок на ѕидовите од дупчотината. Проценката се прави во зависност од висината на применетиот притисок и правецот на создадените фрактури (прекини) во карпата. За жал, при интерпретација на резултатите потребни се одредени претпоставки во врска со правецот и големината на главното напрегање, што прави ограничување во примената на оваа метода;
2. *Метода на директно мерење на напрегање со примена на рамен приклучок (flat jacks)*. Оваа метода е постара метода за мерење на напрегања и истата вклучува мерење на потребниот притисок, кој ќе овозможи враќање на реперните точки од двете страни на процепот на позициите што ги имале пред да биде направен истиот. Оваа метода може да се користи при постоење на пристап, односно ако има изработен истражен ходник или пилот тунел. Истата не е погодна за силно испукани карпи или карпи кои можат да имаат големи оштетување по минирањето.
3. *Метода за мерење на напрегање со извадено јадро (overcoring method)*. Оваа метода е многу популарна во науката. Кај истата со вадење на јадро во кое веќе е сместена сонда и направено нулто мерење, како резултат може да се добие напрегањето во рамнина нормална на рамнината на дупчотината, исто

така напрегањето може да се пресмета од измерените деформации, доколку се познати еластичните константи.

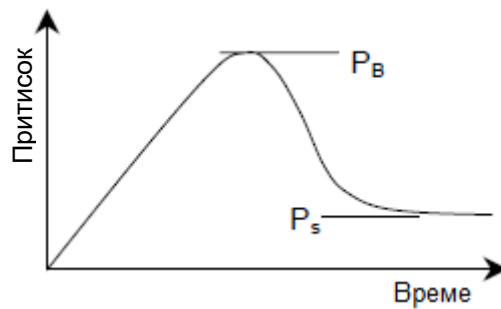
2.1.1. Метода на хидрауличен прекин (hydraulic fracture method)

Постапката за мерење започнува со дупчење на дупчотина со длабочина на која треба да се одреди напрегањето. Потоа се изолира еден дел од дупчотината, со должина приближно 1 m, на потребната длабочина. Изолирањето се врши со соодветни пакувачи. Во изолираната должина се доведува вода, чиј притисок се зголемува се додека не дојде до лом во карпата. Во тек на испитувањето постојано се мери притисокот на водата, но сепак најважен е притисокот при кој доаѓа до лом во карпата - P_B и притисокот кој е потребен да се држи создадениот процеп отворен - P_S .

Како опрема потребна за изведување на ова напрегање се користи високопритисна пумпа, мерач на проток, мерач на притисок, притисна пумпа за активирање на пакувачите, пакувачи за изолирање на испитната делница и пакувачи за идентификација на пукнатини.



Слика 1. Опрема за мерење на примарно напрегање по метода на хидрауличен прекин (hydraulic fracture method)



Слика 2. Дијаграм за промена на притисокот во тек на испитувањето

$$\sigma_h = P_s \quad (1)$$

$$\sigma_H = 3P_s - P_B + \sigma_t \quad (2)$$

каде се:

- σ_h – помалото главно хоризонтално напрегање;
- σ_H – поголемото главно хоризонтално напрегање;
- σ_t – затегнувачка цврстина на карпите.

Најголема предност на методата со хидрауличен прекин е фактот што испитувањето може да се направи далеку од направениот ископ, така што истиот нема да има влијание на резултатите добиени од испитувањето.

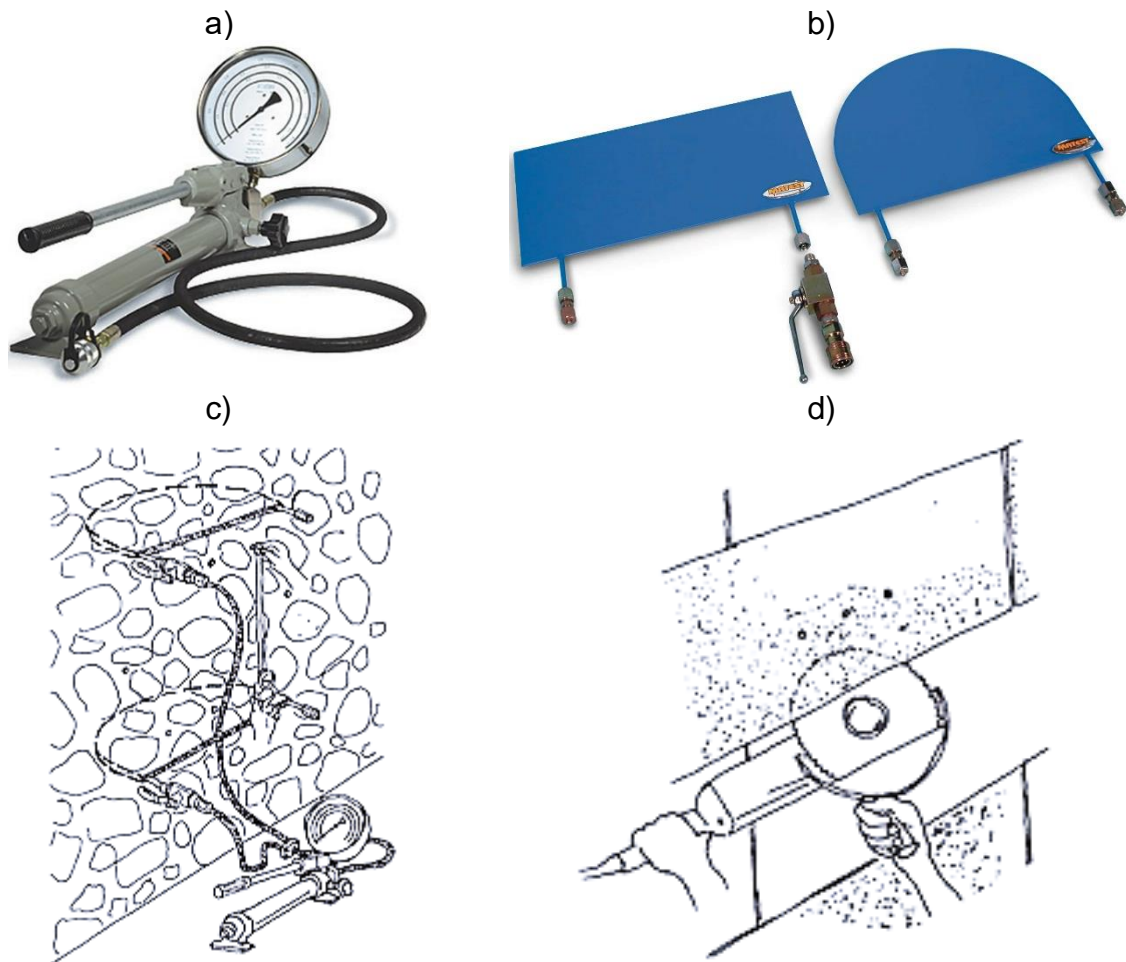
Додека најголем недостаток е што не можат да се измерат сите компоненти на тензорот на напрегања. За таа цел се одредени претпоставки дека:

- правците на главните напрегања се паралелни и нормални на дупчотината;
- дека вертикалното напрегање е последица на масата на кровинските карпи;
- и
- да се претпостави вредноста на третото главно напрегање σ_2 .

2.1.2. Метода на директно мерење на напрегање со примена на рамен приклучок (flat jacks)

Оваа метода како што веќе кажавме може да се примени само од веќе изработен пристап. Најнапред се поставуваат реперни точки и се мери растјанието меѓу нив, потоа се прави процеп со опрема за сечење или се дучат паралелни дупчотини една до друга. На овој начин доаѓа до ослободување на напрегањето во карпите и приближување на реперните точки. Во направениот процеп се сместува притисна перница, рамна или полукружна, која со помош на пумпа се полни со вода или масло под притисок. Притисокот се золемува се додека реперните точки не се вратат во положба пред правење на процепот.

Методата може да се изведе и со правење на два процепи кои се паралелни меѓу себе (double flat jacks). На слика 3 е прикажана опремата и начинот на изведување на ова испитување.



Слика 3. Опрема и начин на испитување по методата со рамен приклучок (flat jacks), а) притисна пумпа и мерач на притисок, б) рамна и полукружна притисна перница, с) начин на испитување со два процепи, д) правење на процеп

Со ова испитување можат да се одреди само нормалната компонента од тензорот на напрегања. За да се одредат и останатите компоненти потребно е испитувањето да се изведе девет пати и тоа по три испитувања во страните на подземниот објект и три во калотата на објектот.

Напрегањето измерено со ова испитување е во зоната на влијание на направениот ископ. За да се добие примарното напрегање потребно е добиените резултати да се екстраполираат надвор од оваа зона.

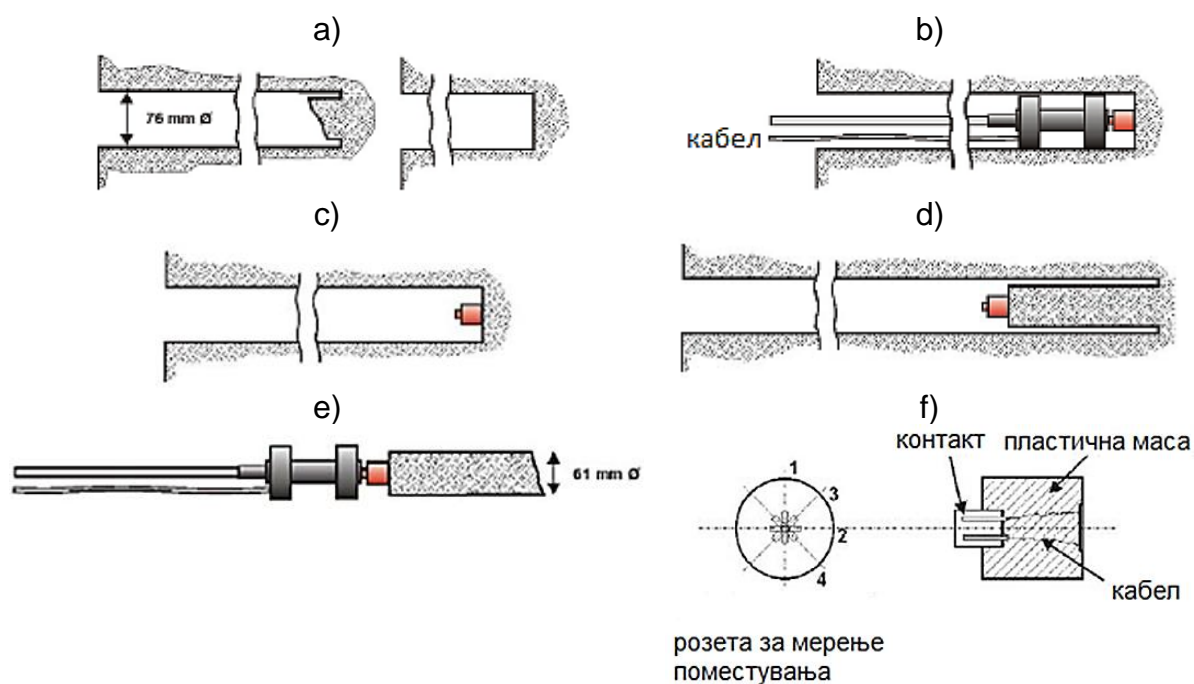
2.1.3. Метода за мерење на напрегање со извадено јадро (overcoring method)

Кај методата со извадено јадро најнапред се дупчи дупчотина со произволен дијаметар до местото каде што треба да се измери напрегањето, потоа се вади јадрото и се порамнува дното на дупчотината (сл. 4, под а). Мерната ќелија (doorstoper) која содржи розета за мерење на деформации, се сместува во дупчотината со специјални алатки за вградување, прицврстена за дното на дупчотината (сл. 4, под б).

Откако инструментот е фиксиран за дното од дупчотината, мерачот се става во почетна позиција (се отстрануваат сите податоци од претходни мерења) и се отстрануваат алатките за вградување на ќелијата (сл. 4, под в). Со дијамантска

дупчалка се дупчи за да се извади ново јадро, кое ја опфаќа и мерната ќелија. Тогаш се прави првото мерење (сл. 4, под г).

Јадрото е фатено со специјална фаќалка за јадро и веднаш по вадењето од дупчотината со специјален уред се аплицира напрегање на обвивката од јадрото. Напрегањето при кое мерните големини се враќаат на големините пред да се извади јадрото (сл. 4, под д) претставува напрегање во рамнина нормална на рамнината на дупчотината. Напрегањето може да се одреди и од измерените деформации, ако се познати еластичните параметри.



Слика 4. Метода за мерење на напрегање по метода на извадено јадро (overcoring methods), а) почетна дупчотина, б) поставување на мерна ќелија, с) поставена мерна ќелија на дното на дупчотината, д) дупчење на јадро, е) јадро фатено во фаќалка, ф) мерна ќелија „doorstopper“, попречен и надолжен пресек

Оваа метода овозможува мерење на напрегање далеку од ископот, со што се елиминира неговото влијание на измерените вредности.

Дупчотините од кои се вади јадрото треба бидат суви или дренирани. Додека веќе направената дупчотина после мерењето може да се користи за следење на напрегање и за мерење со метода на хидрауличен прекин (hydraulic fracturing), како и за поставување на екстензиометри.

2.2. Недостатоци на инструменталните методи

Постојат повеќе заеднички недостатоци во инструменталните методи кои се користат во тунелоградбата, како и при изградба на останати подземни објекти. Некои од нив ќе бидат наведени во продолжение:

- Неводоње грижа за геолошките услови во карпестиот материјал;
- Ако првичните модели на однесување не се добро утврдени (од кои најважни се измерените поместувања). Потоа доколу инструментите се инсталирани подоцна, или се инсталирани на време, но резултатите од мерењето не се прочитани заради потешкотии во пристапот до истите;

- Зависно од искуството на екипажот за инсталирање и опсервација, често не успеваат да го откријат несоодветно однесување на инструментот или да ги препознаат предупредувањата за нестабилност;
- Во некои случаи доцното испраќање на резултатите до оддалечената канцеларија за интерпретација може да резултира со неможност за реализација на итна корективна акција. Уште полошо е тоа што, канцеларискиот персонал можеби нема да може да ги интерпретира резултатите коректно без директно познавање на условите во областа.
- Проблеми се јавуваат и кога имаме инструменти оштетени при изградба, како и кога има недостаток на резервни мерења, особено потребни за пософистицирани инструменти;
- Доколку не се добро дефинирани одговорностите на изведувачот, тоа обично резултира со недостаток на соработка;
- Неадекватни инструменти. Инструменти кои не се дизајнирани да ја издржат изложеноста на тешките услови кои владеат во подземната околина;
- Намалување на бројот на мерења, заради намалување на трошоците од страна на менаџментот, поради што доаѓа до намалување на бројот на опсервации, анализи и извештаи од резултати.

3. ЗАКЛУЧОК

Напрегањата во карпестата маса се пресудни за стабилноста на подземните објекти. Затоа е неопходно постојано следење на напонската состојба во карпестите маси. Од есенцијална важност е да се утврдат примарните напрегања пред почеток на проектирање, бидејќи големината и насоките на главните напрегања кои постојат во карпите пред да биде направен ископот играат важна улога во контролата на стабилноста на самиот ископ.

Исто така треба да се нагласи дека при изборот на метода за мерење на примарни напрегања треба да се води сметка за можностите на терен, обученоста на екипажот и достапноста на опремата.

Ако избереме метода кај која добиените резултати се во зоната на влијание на веќе направениот ископ, неопходно е истите да се екстраполираат надвор од таа зона.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] E.Hoek & E.T. Brown, (1990): *Underground excavations in rock (book)*, The Institution of Mining and Metallurgy, Vancouver, Canada;
- [2] I. Vrkljan (2001): *Podzemne građevine i tuneli*, uđbenik, Građevinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka;
- [3] B.C. Haimsona, F.H. Cornetb, (2003): *ISRM Suggested Methods for rock stress estimation—Part 3: Hydraulic fracturing (HF) and/or hydraulic testing of pre-existing fractures (HTPF)*, Department of Materials Science and Engineering, Geological Engineering Program, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin & Institut de Physique du Globe de Paris, 4 place Jussieu, 75 252 Paris, Cedex 05, France;
- [4] H. Dahle, T. Larsen, (2005): *In-situ rock stress measurements*, SINTEF Civil and Environmental Engineering, Rock and Soil Mechanics, 7465 Trondheim, Norway;

- [5] D.V. Sarwade, K.K. Mishra, V.K. Kapoor, Nripendra Kumar, (2009): *Stress measurement in rock mass*, GEOTIDE, New Delhi, India;
- [6] http://www.ing-con.org/public/servicetechnicals/file/fileEN_7.pdf
- [7] https://www.google.com/search?q=flat+jacks+methods+instruments+stresses&rlz=1C1GGRV_enMK752MK752&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwir-YXQ2dndAhUI3iwKHSmqC_IQ_AUIDigB&biw=1093&bih=526#imgrc=