



ЗРГИМ

**VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

**13 ÷ 15. 11. 2015 година
Крушево**

**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 Зоран Десподов

Уредник:

Асс. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Асс. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

м-р Ванчо Ациски

Печатница:

Калиографос, Штип

Година:

2015

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'15 (7; 2015; Крушево)
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / VIII стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'15 13-15.11.2015 година Крушево; [главен и одговорен уредник Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски]. - Штип: НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2015-200 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири
COBISS.MK-ID 99826186

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**

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 **Милош Грујиќ**, Институт за испитување на материјали, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, 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 **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип.

Потпретседатели:

Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш.

Генерален секретар:

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

ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:

Асс. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Љупчо Трајковски, ЗРГИМ, Кавадарци;
Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;
Зоран Костоски, Мармо Бианко, Прилеп;
Шериф Алиу, ЗРГИМ, Кавадарци;
Драган Димитровски, Државен инспекторат за техничка инспекција, Скопје;
Филип Петровски, ИММ Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Љупче Ефнушев, Министерство за економија, Скопје;
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**, Геолошки завод на Македонија, Скопје;
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;
Чедо Ристовски, Рудник “САСА”, М. Каменица;
Антонио Антевски, ИММ Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Драган Насевски, ГИМ, Скопје;
Миле Стефанов, Рудник “Бањани”, Скопје;
Живко Калевски, Рудник “Осломеј”, Кичево;
Марија Петровска, Стопанска Комора, Скопје;
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;
Асс. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;
Асс. м-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип.

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

13 Ноември 2015, Крушево
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

VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

Крушево

13 ÷ 15. 11. 2015 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 седум советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 и 2014 год.) учествуваа повеќе автори од 8 држави, кои презентираа 184 стручни трудови.

За ова осмо советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '15) пријавени се 27 труда, на автори од 3 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

VIIIrd EXPERT CONFERENCE THEMED:

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

PODEKS - POVEKS '15

Krusevo

13 ÷ 15. 11. 2015.

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 seven conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 and 2014) presenting 184 expert papers.

Twenty-seven authors from 3 countries have registered their expert papers for the VIIIth conference (PODEKS - POVEKS '15).

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

VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

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

ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

**Крушево
13 ÷ 15. 11. 2015 год.**

СОДРЖИНА

ИЗМЕНА И ДОПОЛНУВАЊЕ НА ЗАКОНОТ ЗА РУДАРСТВО И ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ВО РЕПУБЛИКА СРБИЈА – ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Саша Митиќ, Ненад Макар.....	1
ХЕМИСКИ И МОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗЛАТО ОД АЛУВИОНИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА * Виолета Стефанова, Војо Мирчевски, Тена Шијакова-Иванова, Ѓоше Петров, Виолета Стојанова.....	7
МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНАТИТЕ ОД ПРИЛЕПЕЦ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА * Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчевски, Виолета Стефанова, Оливер Каревски.....	15
ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПЛИОЦЕНСКИТЕ И КВАРТЕРНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО ЛАКАВИЧКИОТ ГРАБЕН * Ѓоше Петров, Виолета Стојанова.....	20
ОКСИДНОТО ОРУДНУВАЊЕ ВО РУДНОТО ТЕЛО ВРШНИК, РУДНИК БУЧИМ, ВАЖНА СУРОВИНА ЗА ИНСТАЛАЦИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ НА БАКАР * Кирил Филев, Лазар Ѓоргиев, Виолета Стефанова.....	26
МОЖНОСТИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА ТРАВЕРТИНОТ ПОЛИЧЕ СЕЛО МАНАСТИР (ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА) КАКО АРХИТЕКТОНСКИ КАМЕН * Орце Спасовски, Даниел Спасовски.....	35
ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ТРИЈАСКИТЕ ВАРОВНИЦИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ РЗАЧКИ КАМЕН КАКО СУРОВИНА ЗА ГРАДЕЖНО-ТЕХНИЧКИ КАМЕН * Војо Мирчевски, Ѓорѓи Димов, Тена Шијакова – Иванова.....	42
ГЕОФИЗИЧКИТЕ МЕТОДИ ВО ФУНКЦИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Владимир Маневски, Благица Донева, Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Ѓорѓи Димов.....	49
ГЕОТЕРМИЈА И ГЕОТЕРМАЛНИ ПОЛИЊА * Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Александра Ристеска, Ана Митановска.....	56

ГЕО – ЕЛЕКТРИЧНОТО СОНДИРАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА НА ДЕФИНИРАЊЕ НА ГЕОЛОШКИОТ МОДЕЛ НА СРЕДИНАТА * Горан Славковски, Марјан Бошков, Владимир Маневски, Марјан Делипетрев, Благој Делипетрев.....	61
КОРЕЛАЦИЈА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ГЕОМЕХАНИЧКИТЕ И СЕИЗМИЧКИТЕ ИСТРАЖУВАЊА ЗА СТАБИЛНОСТА НА РАБОТНИТЕ КОСИНИ ВО РУДНИКОТ ЗА ЈАГЛЕН "СУВОДОЛ" * Страше Маневски, Зоран Панов, Тодор Делипетров, Владимир Маневски, Марјан Делипетрев.....	68
МЕТОДА ПРИМЕНЕТА ЗА АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТА НА КОСИНИТЕ ВО ПОВРШИНСКИТЕ КОПОВИ ЗА ЈАГЛЕН * Идавер Хусеини, Љупче Димитриевиќ, Асан Идризи, Неџми Краснички, Јонуз Мемети.....	76
МИНИРАЊЕ ВО ПОДЗЕМНАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски.....	83
ЗНАЧЕЊЕ И УЛОГА НА ЗАЧЕПУВАЊЕТО НА МИНСКИТЕ ДУПЧОТИНИ * Ристо Дамбов, Радмила Каранакова Стефановска.....	92
ПРАВЕЦ НА ДЕТОНАЦИЈА И СЕИЗМИЧНОСТ * Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Тодор Делипетров, Зоран Панов, Ристо Поповски, Виолета Стојанова.....	98
ПРИДОНЕС НА "DZINO PLAST" ПАТРОНИРАНИТЕ ГЛИНЕНИ ЧЕПОВИ ВО ОПТИМИЗАЦИЈАТА НА ДУПЧАЧКО МИНЕРСКИТЕ РАБОТИ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК "САСА" * Дејан Ивановски, Стојанче Мијалковски.....	104
ОПЕРАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски.....	110
НАЧИН ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова.....	118
ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКА АНАЛИЗА ЗА ИЗБОР НА ОПТИМАЛЕН ВИД НА ДАМПЕР ЗА УСЛОВИ ВО РУДНИКОТ "БУЧИМ" * Зоран Десподов, Тодор Чеќеровски, Кирчо Минов.....	126
УПОТРЕБА НА "БУСТЕР" ВЕНТИЛАТОРИ ВО РУДНИЦИ СО ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Дејан Мираковски, Ѓорѓи Везенковски, Борче Гоцевски, Чедо Ристовски.....	134
ВИЗУАЛИЗАЦИЈА И СИМУЛАЦИЈА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА ЕВАКУАЦИЈА И СПАСУВАЊЕ ВО СЛУЧАЈ НА ПОЖАР ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Ванчо Аџиски, Игор Максимов.....	140
ПОТРЕБА ЗА СПРОВЕДУВАЊЕ НА ПОСТАПКАТА ЗА ОЦЕНА НА ВЛИЈАНИЕТА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ОД ИЗГРАДБА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР.4 НА РУДНИК САСА * Марија Стојановска, Катерина Николовска, Стојан Глигоров.....	149
ЗНАЧЕЊЕ, ФУНКЦИЈА И НАЧИНИ НА РЕКУЛТИВАЦИЈА ПРИ РУДНИЧКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Ристо Дамбов.....	158

ОСТВАРУВАЊЕ НА НУЛА ЕМИСИЈА НА РУДНИЧКИ ВОДИ ОД РУДНИК САСА * Дејан Мираковски, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Борче Гоцевски.....	166
МОНИТОРИНГ НА ВОДИТЕ ОКОЛУ ДРЕНАЖНИОТ СИСТЕМ НА РУДНИКОТ ЗА БАКАР БУЧИМ И ИНСТАЛАЦИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ НА БАКАР * Герасим Конзулов, Саре Сарафилоски, Далибор Серафимовски, Горан Тасев.....	174
ПРИМЕНА НА ЗЕОЛИТИЗИРАН ТУФ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ЗАГАДЕНИ РУДНИЧКИ ВОДИ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Крсто Блажев, Борис Крстев, Благој Голомеов.....	182
ПРИМЕНА НА ПРАВИЛАТА ЗА ЗАШТИТА ОД НАПОН НА ДОПИР ВО РУДАРСТВОТО * Јанко Ефремоски, Михајло Поп-Андов.....	189



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

Крушево
13 ÷ 15. 11. 2015 год.

МИНИРАЊЕ ВО ПОДЗЕМНАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

**Николинка Донева¹, Зоран Десподов¹, Дејан Миравовски¹,
Марија Хаџи-Николова¹, Стојанче Мијалковски¹**

¹Универзитет "Гоце Делчев", Факултет за природни и технички науки,
Институт за рударство, Штип, Р. Македонија

Апстракт: Долгата историја на подземните објекти ни дава на увид низа сознанија кои ги користиме при избор на соодветни дупчечко-минерски параметри со кои ќе се добијат задоволителни резултати од минирањето при изработка на подземни простории. Во овој труд се изложени дел од тие сознанија. Пресунди за успешно минирање при изработка на подземен објект се: избор на соодветна шема на минирање, тип на залом, вкупна количина на експлозив, редослед на иницирање и време на задоцнување.

Клучни зборови: минирање, подземни простории, експлозив.

BLASTING IN UNDERGROUND MINING

**Nikolinka Doneva¹, Zoran Despodov¹, Dejan Mirakovski¹,
Marija Hadzi-Nikolova¹, Stojance Mijalkovski¹**

¹University "Goce Delcev", Faculty of Natural and Technical Sciences,
Institute of mining, Stip, R. Macedonia

Abstract: The long history of underground facilities gives us a lot of cognitions that we use in the choice of appropriate drilling and blasting parameters to obtain satisfactory results in underground facility constructions. In this paper are represent parts of those cognitions. Selection of an appropriate blast hole pattern, hole cut type, total quantity of explosives, initiation sequence and to the amount of explosive detonated per delay are crucial for successfully blasting in underground facilities constructions.

Key words: blasting, underground facilities, explosive.

ВОВЕД

Правилниот избор на шема за минирање, која ќе биде во согласност со полето на примарно напрегање и добро дизајниран подграден систем, како дополнување на носивоста на матичната карпа се пресудни за инженерството на подземните изработки.

Два најважни фактори за подземно минирање се:

1. Минирањето ефикасно и економично да ја раздробува карпестата маса, а добиениот гранулометриски состав на рудата и јаловината да одговара на

бараниот, за да може истата лесно да се товари, транспортира, процесира и продаде.

2. Карпеста маса која останува после минирањето треба да биде што помалку оштетена, со што потребата од подградување ќе се сведе на минимум [1].

Овие две барања очигледно можат да се исполнат единствено со голем број на внимателно планирани компромиси при избор на шеми за минирање. Како основен компромис кој мора да биде направен се базира на разбирањето на механизмот на раздробување на карпестата маса со помош на експлозив.

1. МЕХАНИЗАМ НА РАЗДРОБУВАЊЕ НА КАРПЕСТАТА МАСА СО ПОМОШ НА ЕКСПЛОЗИВ

Кога експлозивот ќе се стави во дупчотината и ќе се активира, се создаваат гасови со висок притисок од експлозијата кои влијаат на сидовите на дупчотината, овој интензивен притисок се пренесува и надвор од дупчотината низ карпестата маса. Во непосредна близина на сидот на дупчотината напрегањето кое се создава ја надминува цврстината на карпата и тоа може да доведе до кршење и дробење на карпата. Интензитетот на притисокот создаден со експлозијата рапидно паѓа со зголемување на растојанието од минската дупчотина, притоа што однесувањето на карпата ќе биде во граници на пластични деформации, а големината на раздробените парчиња ќе расте со зголемување на растојанието од дупчотината. Во оваа зона е надмината притисната цврстина на карпите, а зоната на радијални пукнатони се формира од компоненти на тангенцијални затегнувачки напрегања, кои се дел од вкупно формираното поле на напрегање создадено од експлозијата. Овие радијални пукнатини ќе продолжат да се создаваат се додека тангенцијалните затегнувачки напрегања се поголеми од затегнувачката цврстина на карпите.

Кога дупчотината е блиску до слободното чело создадено од претходното минирање или оформено од помошни празни дупчотини, моделот на кршење околу дупчотината вклучува многу значајни проширувања кои можат да се видат и на слободното чело. Ова се случува бидејќи бранот од создаденото притисно напрегање се движи надвор од дупчотината и се конвертира во бран од затегнувачко напрегање кога доаѓа до површината. Бранот од затегнувачко напрегање се рефлектира (движи назад) од слободната површина кон дупчотината при што може да го промени полето на напрегање и начинот на појава на пукнатини околу дупчотината.

Минирањето мора да биде насочено кон слободното чело со цел да се овозможи раздробување на карпата и да се избегне неактивирање или гушење на експлозијата. Дополнително, кај ефектот од динамичко напрегање важна улога игра и притисокот на гасовите создадени при експлозијата во проширувањето на отворените пукнатини како и создавање на нови. Овој гас игра критична улога во техниките какви што се претходно минирање и контурното минирање, кај кои пукнатините се зголемуваат во одредени правци. Исто така притисокот на гасот е одговорен за раздробувањето на карпата подалеку од дупчотината, како и за создавање на соосветен експанзионен волумен за наредните експлозии.

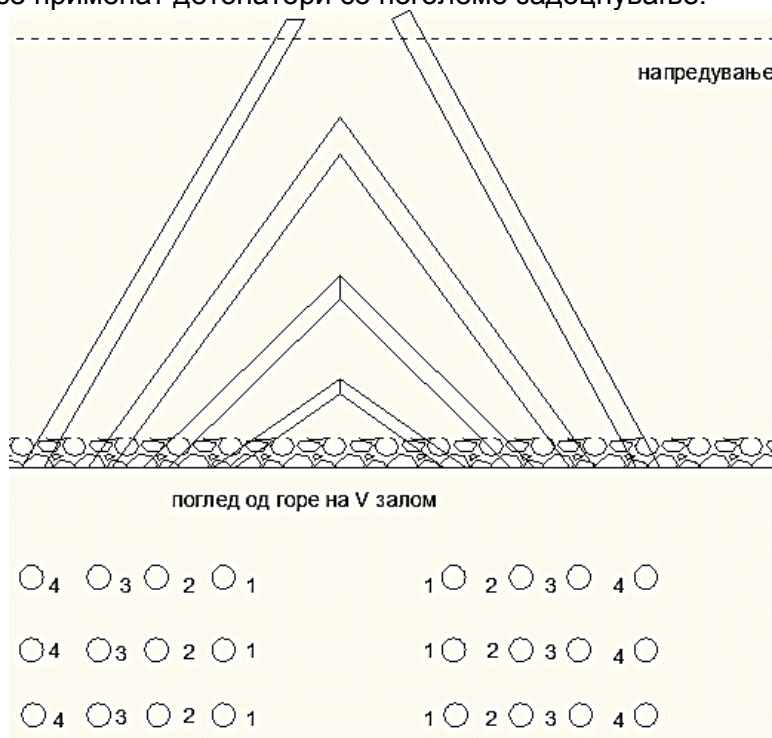
Кај масовното минирање редот кој е најблиску до слободната површина е тој кој создава нова слободна површина на наредната експлозија, односно наредниот ред на дупчотини.

При минирање кај тунели и рударски простории немаме слободна површина, така што дупчотините се дупчат паралелно со оската на објектот, при што нема слободна површина паралелна на дупчотините. При овие минирања најважен е првиот чекор, создавање на нова слободна површина со помош на заломните дупчотини, кои можат да бидат различно распоредени на работното чело.

2. ТИПОВИ НА ЗАЛОМИ НА РАБОТНОТО ЧЕЛО

2.1. Плуг или V – залом

Распоредот на заломните дупчотини кај овој тип залом е дадена наредната слика. Напредувањето кај овој тип на залом најчесто изнесува од 45 – 50% од ширината на објектот. Кај широките тунели напредувањето на тунелот е ограничено од девијацијата на дупчотините, која обично се движи $\pm 5\%$. Значи на дупчотина со должина од 5 m девијацијата на крајот од дупчотината изнесува $\pm 0,25$ m, што може да биде причина за пренесување на детонацијата од една на друга дупчотина при активирање на полнењето. При примена на долги мински дупчотини кај широки тунели потребно е за иницирање да се применат детонатори со поголемо задоцнување.



Слика 1. V - залом

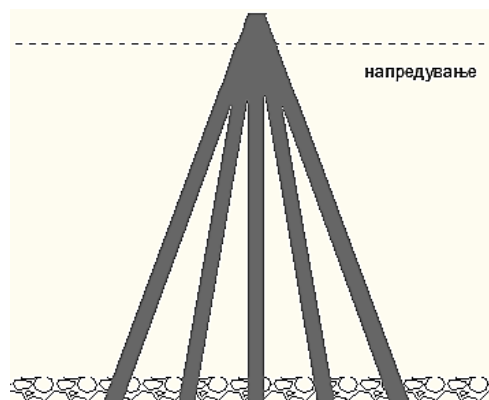
2.2. Моментален залом

Како варијанта на V заломот се применува и моменталниот залом кој се состои од повеќе дупки скоро паралелни, а нивното иницирање е истовремено. Со овој залом може да се постигне напредување од 83 % од ширината на тунелот. Недостаток на овој залом може да биде расфрлување на парчиња од одминираниот материјал на значително поголемо растојание од челото.

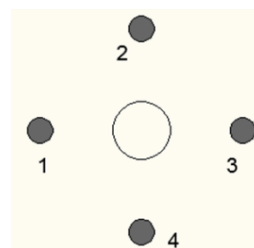
2.3. Паралелни заломни

Заради потребниот простор за сместување на дупчечката машина и прачките за дупчење претходно опишаните заломни се применуваат единствено кај долги тунели, сепак во одредени случаи се применуваат и кај помали градежни и рударски објекти. Кога минските дупчотини се дупчат нормално на челото и паралелни помеѓу себе, единствен ефективен начин за создавање на нова слободна површина со одминирање на заломните дупчотини е во нив да се вклучат и празни дупчотини со поголем попречен пресек (слика 3).

Врската на растојанието од минските дупчотини во заломот до празните (В) и дијаметарот на празните дупчотини (D) е од пресудно значење за успешно дејство на заломот (иницијалната експлозија) при паралелни заломи (слика 3).

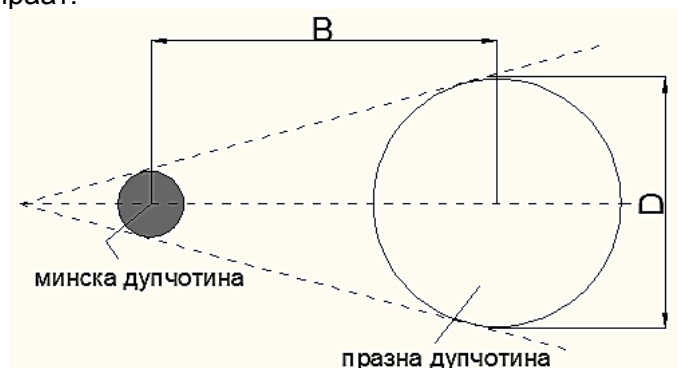


Слика 2. Моментален залом



Слика 3. Типичен паралелен залом

Langefors and Kihlstrom препорачуваат растојанието од центарот на минските дупчотини до центарот на празните дупчотини да е 1,5 пати помал од дијаметарот на празните дупчотини, доколку се сака минирањето да обезбеди добар гранулометарски состав и лесно расчистување на работното чело [3]. Nagan препорачува доколку празните дупчотини се со дијаметар од 200 mm, полните да бидат најмногу со ист дијаметар [2]. Големината на ослободената енергија при минирање по метар дупчотина е критична при детонација на првите дупчотини од минирањето при примена на паралелни заломи. Ако ослободената енергија е мала испреплетената мрежа од површински пукнатини нема доволно да се прошири и расуканите карпи нема да се одминираат.



Слика 4. Конфигурација на залом

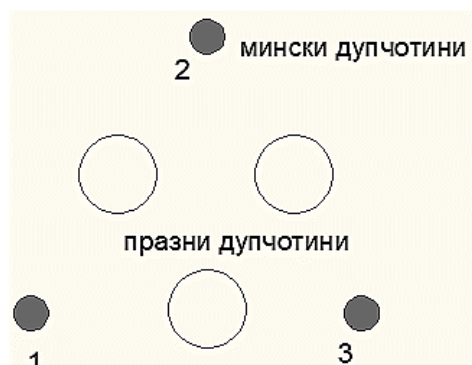
Дополнителен проблем кај паралелните заломи е несаканата детонација и намалувањето на динамичкиот притисок. Несакана детонација може да се јави кај дупчотини кои се близу до дупчотините кои се веќе активирани во случаи кога се користи експлозив со високо ниво на чувствителност при иницирање. Голем број од експлозивите кои се од групата на нитроглицерински се осетливи на иницирање. Кога имаме зголемување на густината на експлозивот, кај многу експлозиви, како АНФО експлозивите доаѓа до намалување на динамичкиот притисок. Ова може да се случи кога ударниот бран од претходно активирани дупчотини дејствува на експлозивното полнење од соседните дупчотини. Проблемот со намалување на динамичкиот притисок може да се минимизира со користење на конектори за забавување на детонацијата, помеѓу дупчотините и помеѓу редовите. На овој начин палењето на секоја последователна дупчотина се врши со доволно долго задоцнување за да помине ударниот бран од претходното минирање, со што соседното експлозивно

полнење ќе може да има нормално активирање, при нормална густина и ниво на осетливост.

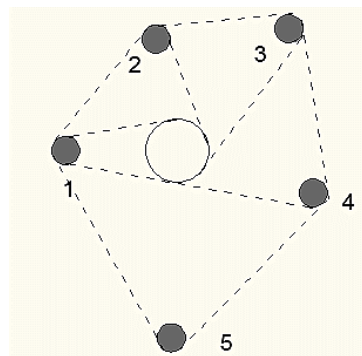
Наган дава детална дискусија за дизајнот на паралелните заломи и сугестии како многу проблеми да се намалат со користење на шема на распоред на залом дадена на слика 5.

Трите празни дупчотини создаваат поголем експанзионен волумен за минските дупчотини и тие исто така ги штитат дупчотините едни од други со што се намалува проблемот со несакана детонација и намалување на динамичкиот притисок. Големо влијание на успешноста на минирањето со паралелен залом има и полнењето на дупчотините, сериите кои се иницираат како и изборот на време на забавување.

На слика 6 е даден спирален залом како варијанта на паралелен залом.



Слика 5. Модифицирана шема на паралелен залом по Наган



Слика 6. Спирален залом

Сепак треба да се нагласи дека добро избрана шема за минирање никогаш не може да се направи на дел по дел. Доколу се сака да се постигне задоволителен резултат од минирањето целата шема за минирање вклучувајќи ги заломот, помошните и периферните мински дупчотини, мора да се дизајнира како целина.

3. ОШТЕТУВАЊЕ НА ОКОЛНИОТ КАРПЕСТ МАТЕРИЈАЛ

Доброто минирање започнува со избор на коректен залом, како и распоред на останатите дупчотини потребни за одминирање на карпата околу заломот. Со цел да се намали оштетувањето на карпата која останува посебно внимание треба да му се посвети на распоредот и полнењето на контурните дупчотини. Изборот на овие параметри кај дупчотините треба да се базира на разбирањето на факторите кои го контролираат оштетувањето на карпите што се наоѓаат во близина на минските дупчотини.

Holmberg and Persson сугерираат дека оштетувањето на карпестиот материјал е во корелација со максималната брзина на честичите. Оваа брзина може да се пресмета со следната емпериска формула [4]:

$$v = \frac{k \cdot W^\alpha}{R^\beta} \left[\frac{mm}{s} \right] \quad (1)$$

W – количина на експлозивно полнење, [kg];

R – радијално растојание од местото на минирање до одредена точка, [m]

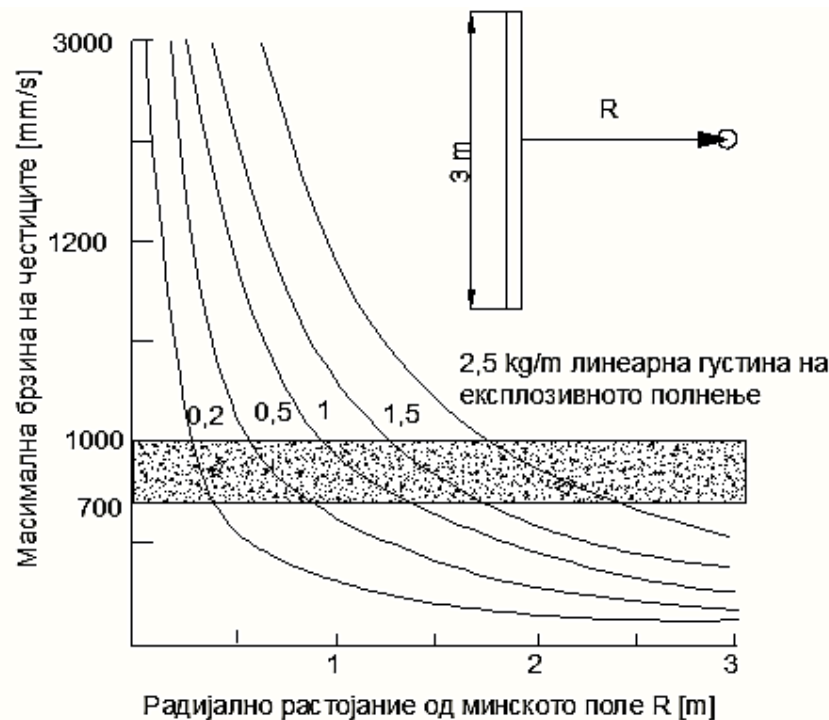
k, α и β – коефициенти кои зависат од структурните и еластичните карактеристики на карпестиот материјал, кои варираат од место до место.

Коефициентите k, α и β кои се користат во образецот зависат од типот на минирање и условите во карпестиот материјал, во кој се врши минирањето. Како резултат на своите истражувања Holmberg and Persson ги предлагаат следниве вредности: k = 700,

$\alpha = 0,7$ и $\beta = 1,5$ за минирање во тунел во Шветска, при што пресметатите резултати ги даваат на слика 7.

За да можат овие константи точно да се утврдат поребно е да се спроведат серија на пробни минирања и да се изврши мерење на создадената брзина на различни растојанија од точката на минирање.

Треба да се нагласи дека претходно дадената формула е базирана на претпоставката дека минирањето се јавува од една точка, затоа истата е валидна само во случај кога растојанието R е поголемо од должината на полнење. Доколку растојанието на точката од минирањето е помало од должината на експлозивно полнење брзината треба да се добие со интегрирање на должината на полнење.



Слика 7. Максимална брзина на честиците за различни растојанија од зоната на минирање, при промена на густината на полнењето

Раздробените карпи се јавуваат во подрачјето со брзина од 700 – 1000 mm/s, а зона на оштетување е со радиус од приближно 1,5 m, при дијаметар на мински дупчотини од 45 mm полнети со АНФО (линеарна густина на полнење од 1,5 kg/m'). На слика 7 е даден радиусот на оштетената зона кој ќе биде намален за 0,3 m при намалување на густината на полнење за 0,2 kg/m'. Со примена на техниката на рамно (контурно) минирање се обезбедува контролирано оштетување на околните карпи од минирање.

4. РАМНО МИНИРАЊЕ И ПРЕДМИНИРАЊЕ

Во принцип може да се одвојат две основни постапки на специјални минирања:

1. Постапка на минирање со претходно одвојување на карпестата маса - предминирање (Presplitting), кога најпрво се активираат периферните (ободни) мини.

2. Постапка позната како техника на рамно (мазно) или контурно минирање (Smooth blasting), каде периферните мини се активираат последни.

Првата постапка најчесто се применува за надворешни минирања, а втората за минирање во тунели.

4.1. Рамно минирање

Рамното минирање вклучува дупчење на паралелни дупчотини подредени во затворена линија паралелна со проектираната линија на ископ. Сите овие дупчотини се минираат на крај после минирање на останатите дупчотини на работното чело. Овој начин на минирање е својствен при изработка на тунели и подземни рударски простории.

Со рамното - контурно минирање се создаваат услови за одвојување на карпата од масивот по проектираната линија на ископ. Исто така се намалува дејството на ослободената енергија на околната карпеста маса.

Фактори кои битно влијаат на резултатите од оваа техника на минирање се: растојанието на дупчотините, степенот на полнење, дијаметарот на минските дупчотини, видот на експлозив како и редоследот на активирање.

Растојанието помеѓу периферните дупчотини е помало од растојанието кое се применува кај обичното минирање во иста карпа. За правилна примена на оваа техника потребно е да се одреди меѓусебното растојание на контурните мински дупки, а исто така и растојанието помеѓу дупчотините кои се наоѓаат до периферните.

Ако растојанието помеѓу ободните мини се обележи со E_s , а големината на отпорот на експлозивот со V_p , рамна површина на контурата на ископот ќе се добие при однос:

$$\frac{E_s}{V_p} \leq 0.8 \quad (2)$$

Растојанието на минските дупчотини по контурата треба да изнесува:

$$E_s = (12-15) d_d \quad (3)$$

Каде d_d – дијаметар на минските дупчотини.

Во табелата 1 се дадени ориентационите параметри за примената на техниката на рамно минирање.

Табела 1. Ориентационите параметри за примената на техниката на рамно минирање

Пречник на мински дупчотини d_m (mm)	Концентрација на полнење со експлозив (kg/m^3)	Растојание на ободни мини E_s (m)	Големина на отпор V_p (m)
30	0,08	0,50	0,70
36	0,12	0,60	0,90
44	0,17	0,60	0,90
50	0,25	0,80	1,10
62	0,35	1,00	1,30
75	0,50	1,20	1,60
87	0,70	1,40	1,90
100	0,90	1,60	2,10

Примената на техниката на рамно минирање условува воспоставување на одреден однос помеѓу дијаметарот на минската дупчотина d_d и пречникот на патронот од експлозив d_p . Тој однос треба да биде во границите: $d_d = (2 - 2,5) d_p$ (4)

Исто така важен услов е начинот на полнење на периферната мина со експлозив.

Практично експлозивното полнење на периферната мина треба да има рамномерност на распределбата на енергијата на експлозивот по целата должина на дупчотината. Тоа се постигнува со поставување на одредено растојание на низа од патрони од одбраниот експлозив со подолжен детонаторски фитил. Во долниот дел на дупчотината се ставаат еден или два патрона од појак експлозив. Што се однесува до

редоследот на активирање најдобро е да се активираат сите периферни мини одеднаш.

За рамно минирање се применуваат средни и послаби експлозиви со густина до 1,0 kg/l, бризантност по Hess 14-16 mm и брзина на детонација околу 4000 m/s.

Примената на рамното минирање не предизвикува никакви задоцнувања во нормалниот технолошки циклус при изработка на тунелите и рударските простории.

Во некои случаи минирањето на заломните и помошните дупчотини се врши во тек на еден циклус, додека минирањето на периферните дупчотини (рамното минирање) се врши во следниот циклус. Ова има влијание на напредувањето на тунелот. И еданта и другата метода се функционални, така што му се остава право на избор на оној кој работи на изработка на подземни објекти.

Според Svanholm et al [5] препорачани вредности за дијаметар и линеарна концентрација на полнење се дадени во следната табела.

Табела 2. Препорачани вредности за дијаметар и линеарна концентрација на полнење

Дијаметар на дупчотина [mm]	Дијаметар на полнење [mm]	Концентрација на екс.полнење [kg ANFO/m]	Должина на полнење [m]	Растојание меѓу дупчотините [m]
25 – 32	11	0,08	0,3 – 0,45	0,25 – 0,35
25 – 48	17	0,20	0,7 – 0,9	0,50 – 0,70
51 - 64	22	0,44	1,0 – 1,1	0,80 – 0,90

4.2. Минирање со претходно одвојување на карпестата маса - предминирање

Разликата помеѓу рамното минирање и предминирањето е што дупчотините наменети за предходно одвојување генерално се со погуст проред од оној кој се користи кај рамното минирање, а полнење се активира истовремено, пред главното минирање. Овој начин со создавање на претходен процеп (пукнатина), пред да се случи главното минирање, овозможува да се спречи ширењето на пукнатините од дејството на главното минирање во карпестиот материјал кој останува неодминиран, преку обезбедување на начин што ќе овозможи одведување на проширените гасови од главното минирање.

Заради потребата предминирањето да биде извршено пред главното минирање, користењето на оваа техника кај подземните објекти може да доведе до одвојување на циклусот за дупчење и полнење за потребите на предминирањето од циклусот на главното минирање. Негативностите и доцнењето предизвикано заради дополнителните работни операции ја ограничуваат примената на ваквиот начин на минирање во подземната експлоатација.

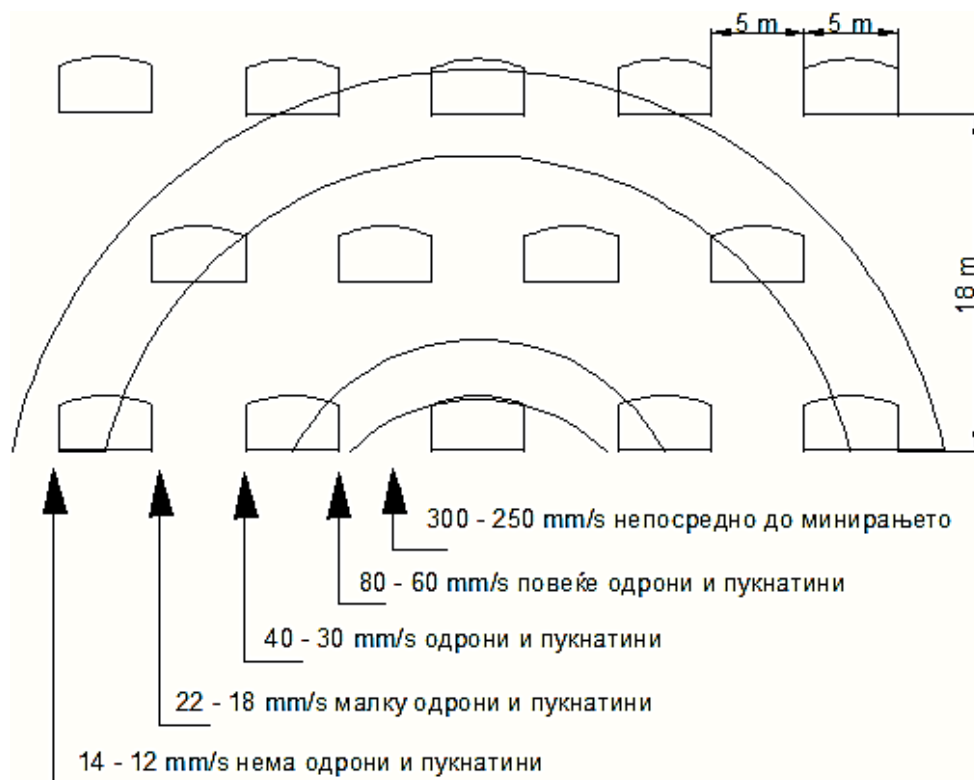
Предминирањето генерално се користи во површинска експлоатација.

5. ОШТЕТУВАЊЕ НА ОКОЛНИОТ КАПЕСТ МАТЕРИЈАЛ ПРИ ПОДЗЕМНИ ИСКОПИ

Од страна на Diehl and Sareola [6] во рудникот за железо Кируна, во Шветска е направен експеримент во кој е извршено активирање на 20 kg експлозив, кај папалелни објекти, со просечна длабочина на трасата од 400 m, при што била следена брзината на движење на честиците и оштетувањата надвор од ископот кај серија од паралелни тунели. Овие резултати сумарно се дадени на слика 8.

Разумна основа за врската помеѓу брзината на честиците и растојанието од минирањето може да се добие со замена за $k = 200$, $\alpha = 0,7$ и $\beta = 1,5$ во равенството 1. Ова истражување може да биде од голема помош при проектирањето на минирањето на одреден локалитет, но треба да се нагласи дека добиените резултати важат само за овој локалитет. За друг локалитет е неопходно да се изврши вакво ново истражување, при што резултатите ќе се добијат на база пробно минирање и следење на брзината на честиците за различни растојанија од минирањето.

Колкава ќе биде големината на оштетувањето при одредена брзина на честичките зависи и од условите кои владеат во карпестата маса пред минирањето.



Слика 8. Мониторинг на брзината на движење на честичките и опсервација на оштетувањата кај паралелни објекти

6. ЗАКЛУЧОК

Минирањето при изработка на подземните објекти е само алатка за пробивање, а не и за уништување на околните карпи (нивна дезинтеграција). Доброто минирање вклучува внимателно одбран тип на залом, шема за минирање, редослед на иницирање и време на задоцнување при иницирање.

За да се намали оштетувањето на околниот карпест масив треба да се применува контурно (рамно) минирање или предминирање.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] E. Hoek, E.T.Brown: *Underground excavations in rock* (book), Institut of mining and Metalurgy, London and New York, 2005;
- [2] E.N.Hagan: *Understanding the burn cut – a key to geater advance rates*, Tranc. Inst. Min. Metall., London, Vol. 89,1980, pages 30 - 36;
- [3] H. Langefors, B. Kihlstrom: *The modern technique of rock blasting*, John Wiley and Sons, New York, 1973, 405 pages;
- [4] R. Holmberg, P. Persson: *Design of tunnel perimeter blasthole patterns to prevent rock damage*, Tranc. Inst. Min. Metall., London, Vol. 89,1980, pages 37 - 40;
- [5] B. Svanholm at al: *Smooth blasting for reliable underground openings*, Proc. 1st Intl. Symp. on Storage in Excavated Rock Caverns, Stockolm, Vol. 3, 1977, pages 37 – 43;
- [6] G. W. Diehl, P. J. Sariola: *The sall hole drilling method in rock store excavations*, Proc. 1st Intl. Symp. on Storage in Excavated Rock Caverns, Stockolm, Vol. 3, 1977, pages 23 – 27.