



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

**XIII-то СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ
СО МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

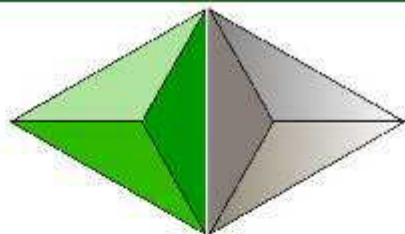
ПОДЕКС - ПОВЕКС '22

**14-16.Октомври.2022 год.
Охрид**

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ



**ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**



SASA

рудник за олово и цинк



Рудник САСА ДООЕЛ
Рударска 28, МК-2304
Македонска Каменица
Република С. Македонија

Тел. +389 (0) 33 279 200
Тел. +389 (0) 33 279 201
contact@sasa.com.mk
<http://www.sasa.com.mk>



ЗРГИМ

**XIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '22

**14 ÷ 16. 10. 2022 година
Охрид**

**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 Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Доц. д-р Ванчо Аџиски

Печатница:

“2-ри Август”, Штип

Година:

2022

Тираж:

200 примероци

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. Северна Македонија;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Блажо Боев**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Војо Мирчовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Доц. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Северна Македонија;
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 **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;
Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Кемал Зекири**, Факултет за геонауки, Митровица, Косово;
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

Претседател:

Проф. д-р **Ѓорги Димов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија.

Потпретседатели:

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

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, Рудник “Боров Дол”, Радовиш.

ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:

Проф. д-р **Радмила Каранакова – Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип;
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;
м-р **Кирчо Минов**, Рудник “Бучим”, Радовиш;
м-р **Драги Пелтечки**, “Рудплан” ДООЕЛ, Струмица;
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Сашо Јовчевски**, Dekra Arbeit, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница “Усје”, Скопје;
м-р **Дејан Ивановски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;
м-р **Дејан Петров**, Геотехника, Штип;
м-р **Горан Стојкоски**, ЗРГИМ, Прилеп;
Триантафилос Триантафилиу, Мермерен комбинат, Прилеп;
Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;
Зоран Костоски, Мармобанко, Прилеп;
Шериф Алиу, ЗРГИМ, Кавадарци;
Антонио Антовски, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Ангелчо Заковски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Тони Митевски, Рудник “САСА”, М. Каменица;
Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје;
Александар Стоилков, АД ЕЛЕМ,
Миланчо Дамески, МИСА-МГ, Скопје;
Сашко Дамески, МИСА-МГ, Скопје;
Лазар Пончев, Машинокоп, Кавадарци;
Игор Трајанов, Рудник “Боров Дол”, Радовиш;
Виктор Шотаровски, Метсо минералс, Скопје;
Никола Механциски, “Кнауф”, Дебар;
Пепи Мицев, “Геомин”, Струмица;
Мартин Здравкин, “ТЕТА - КОП”, Велес;
Илија Лозановски, “Теиком Тим”, Битола.

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

14 Октомври 2022, Охрид
Република Северна 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

XIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '22

Охрид

14 ÷ 16. 10. 2022 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 одржуваше секоја година во месец ноември. По пауза од три години, поради пандемијата од COVID-19, од оваа година започнува со оддржување во октомври. 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 дванаесет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 и 2019 год.) учествуваа повеќе автори од 12 држави, кои презентираа 337 стручни трудови.

За ова тринаесетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '22) пријавени се 29 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. С. 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

XIII EXPERT CONFERENCE THEMED:

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

PODEKS - POVEKS '22

**Ohrid
14 ÷ 16. 10. 2022.**

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, was been organized annually during November. After a three-year hiatus, due to the COVID-19 pandemic, this year it starts taking place in October. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 12 countries participated in the previous twelve conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 and 2019) presenting 337 expert papers.

Twenty-nine authors from 3 countries have registered their expert papers for the XIIIth conference (PODEKS - POVEKS '22).

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 North 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

ХІІІ СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '22

Охрид
14 ÷ 16. 10. 2022 год.

СОДРЖИНА

HOVERMAP & SIROVISION – USE OF NOVEL TECHNOLOGIES FOR REMOTE AND AUTONOMY MAPPING AND ANALYSIS * Lyudmila Moskovska.....	1
МОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА АЛУВИЈАЛНО ЗЛАТО КАКО КРИТЕРИУМ ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА НЕГОВОТО ПРИМАРНО ПОТЕКЛОТО * Виолета Стефанова, Виолета Стојанова, Гоше Петров.....	11
ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ ПРИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ТЕХНИЧКИ ГРАДЕЖЕН КАМЕН * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски.....	17
КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТКИ НА МЕРМЕРИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ЦРКОВНИ РИД (ВАРДАРСКА ЗОНА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА) КАКО ОСНОВА ЗА НИВНА УПОТРЕБА КАКО ГРАДЕЖЕН КАМЕН * Орце Спасовски, Благица Донева.....	27
МОЖНОСТИ ЗА ДОИСТРАЖУВАЊЕ НА ЈАГЛЕНОВО НАОЃАЛИШТЕ ЖИВОЈНО * Бојан Ивановски, Александар Стоилков, Благојче Митревски, Симона Ивановски, Ласте Ивановски.....	35
НАОЃАЛИШТА НА БЕНТОНИТСКИ ГЛИНИ, ЕКСПЛОАТАЦИЈА И НИВНА ПРИМЕНА ВО ИСТРАЖНОТО ДУПЧЕЊЕ * Ласте Ивановски, Ванчо Ангелов, Орце Петковски, Бојан Ивановски.....	42
ХИДРОГЕОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОГНОЗЕН МОДЕЛ НА ГЕОТЕРМАЛНИОТ СИСТЕМ ЗДРАВЕВЦИ, КРАТОВСКО * Орце Спасовски, Благица Донева.....	51
ГЕОЛОГИЈАТА НА МАРС * Иван Боев, Елида Лецај	60

ПРИМЕНА НА ГЕОФИЗИЧКИТЕ МЕТОДИ ВО РУДАРСТВОТО * Благоица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорѓи Димов, Ристо Поповски.....	75
ПРИМЕНА НА МЕТОДИ ЗА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ ПРИ ИЗБОР НА РУДАРСКА ОТКОПНА МЕТОДА ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева, Ванчо Гоцевски.....	82
ЗАПОЧНУВАЊЕ СО ИЗРАБОТКА НА ГЛАВЕН ТРАНСПОРТЕН И СЕРВИСЕН НИСКОП ОД ПОВРШИНАТА ДО ХОРИЗОНТ 750 ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА” * Дејан Ивановски, Борче Гоцевски, Стојанче Мијалковски, Чедо Ристовски, Тони Митевски, Цеце Стојчев, Сашко Цветковски.....	89
МОДИФИЦИРАНА ПОДГРАДНА МЕТОДА СО ЗАШТИТЕН ЧАДОР, СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ: ГЛАВЕН НИСКОП, РУДНИК „САСА“ * Николинка Донева, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски, Дејан Ивановски, Афродита Зенделска, Марија Хаџи-Николова.....	98
ПРИМЕНА НА МЕТОДИТЕ ЗА ОТКОПУВАЊЕ СО ЗАПОЛНУВАЊЕ НА ОТКОПАНИТЕ ПРОСТОРИ ВО ПОДЗЕМНИТЕ РУДНИЦИ ЗА МЕТАЛИ ВО МАКЕДОНИЈА * Зоран Десподов, Сојанче Мијалковски.....	106
ПРЕДВИДУВАЊЕ НА ЕФЕКТИТЕ ОД МИНИРАЊЕ СО КОРИСТЕЊЕ НА СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ * Илија Дамбов.....	118
ФРАГМЕНТАЦИЈА НА КАРПИ – МОДЕЛИРАЊЕ НА ПРОЦЕНКА ПРЕД И ПО МИНИРАЊЕ * Зоран Панов, Лазо Пекевски, Радмила Каранакова Стефанова, Ристо Поповски.....	129
АНАЛИЗА НА ЕФЕКТИТЕ ОД МИНИРАЊЕ СО КОРИСТЕЊЕ НА СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ * Ристо Дамбов, Илија Дамбов, Јован Лотески.....	138
ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ТРАВЕРТИНСКИ БЛОКОВИ ВО РУДНИКОТ ГОЛУБОВА ПЕШТЕРА С. БЕШИШТЕ – ПРИЛЕП * Ристо Дамбов, Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Костоски, Илија Дамбов, Магдалена Костоска.....	150
СЕИЗМИЧКИ ЕФЕКТИ ПРИ МИНИРАЊЕ НА ПК „ТРОЈАЦИ“, ПЛЕТВАР, ПРИЛЕП * Јован Лотески, Ристо Дамбов, Илија Дамбов.....	161
ИЗРАБОТКА НА КОНТУРНИ МИНСКИ ДУПНАТИНИ НА ЕКСПРЕСНИОТ ПАТ ГРАДСКО - ПРИЛЕП, ПОДДЕЛНИЦА ДРЕНОВО - ФАРИШ * Миле Стефанов, Зоран Ужевски, Пепи Мицев.....	173
A STOCHASTIC APPROACH FOR DETERMINING A SUSTAINABLE CUTTING PATTERN FOR IRREGULARLY SHAPED STONE BLOCKS * Dimitar Kaykov, Ljupcho Dimitrov.....	183

AN INTRODUCTION ON ASSESSMENT OF THE LIGNITE PRICE- CASE STUDY KOSOVO'S LIGNITE * Kemajl Zeqiri, Naser Peci.....	194
НЕКОНВЕНЦИОНАЛНИ МЕТОДИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ * Александар Стоилков, Пеце Муртановски, Маја Јованова, Сашо Цветковски, Миле Арсовски.....	200
РАБОТНИ УСЛОВИ ПРИ ПРОЦЕСОТ НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски.....	207
ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД НА ОПРЕМАТА КОЈА СЕ КОРИСТИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА * Игор Максимов.....	219
ИДЕЈНО РЕШЕНИЕ ЗА ХИДРОТРАНСПОРТ И ОДЛАГАЊЕ НА ЈАЛОВИНАТА НА ЈАЛОВИШТЕ 2 – ТОРАНИЦА * Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Стојанче Мијалковски.....	226
МОНИТОРИНГ НА РЕКУЛТИВАЦИЈА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ СО КОРИСТЕЊЕ НА МУЛТИСПЕКТРАЛНО ДАЛЕЧИНСКО НАБЉУДУВАЊЕ * Ванчо Аџиски, Стојанче Мијалковски.....	235
ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД КИСЕЛА РУНИЧКА ДРЕНАЖА СО НЕУТРАЛИЗАЦИЈА * Афродита Зенделска, Адријана Трајанова, Мирјана Голомеова, Благој Голомеов, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова.....	247
ВКЛУЧУВАЊЕТО И УЧЕСТВОТО НА ВРАБОТЕНИТЕ КАКО ЗНАЧАЕН ФАКТОР ЗА КОНТИНУИРАНО ПОДОБРУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСТА И ЗДРАВЈЕТО ПРИ РАБОТА * Анкица Илијева Стошиќ.....	256
СЕИЗМИЧНОСТ НА РЕГИОНОТ ШТИП-РАДОВИШ ВО ПЕРИОДОТ ОД 2000 ГОДИНА ДО 2021 ГОДИНА * Јасмина Најдовска, Катерина Дрогрешка, Ивана Молеровиќ, Моника Андреевска, Марјан Делипетрев, Драгана Черних Анастасовска, Љубчо Јованов.....	267



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

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

ПОДЕКС – ПОВЕКС '22

Охрид
14 – 16. 10. 2022 год.

МОДИФИЦИРАНА ПОДГРАДНА МЕТОДА СО ЗАШТИТЕН ЧАДОР, СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ: ГЛАВЕН НИСКОП, РУДНИК „САСА“

**Николинка Донева¹, Зоран Десподов¹, Стојанче Мијалковски¹,
Дејан Ивановски², Афродита Зенделска¹, Марија Хаџи-Николова¹**

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

²Рудник Саса, М. Каменица, Р. Северна Македонија

Апстракт: Подградувањето е исклучително важна работна операција, која обезбедува стабилни и сигурни подземни рударски простории. Затоа при проектирањето на истата треба да се посвети големо внимание на изборот на методата и материјалот за подградување.

При изработката на главниот нископ во ревер „Свиња Река“, рудник Саса, се наишло на лоша средина, во која со досега применетите методи за подградување не можело да се обезбеди задоволителна стабилност и одржливост на самиот објект.

Во овој труд е презентирана модифицираната метода на заштитен чадор, како решение за настанатата ситуација. Исто така се презентирани подградните материјали кои се употребени во ваква работна средина, при изработка на главниот нископ во рудник Саса.

Клучни зборови: самодупчиви анкери, лоша работна средина, подграден материјал, стабилност.

PIPE UMBRELLA SUPPORT MODIFIED METHOD, CASE STUDY: CENTRAL DICLINE IN MINE SASA

**Nikolinka Doneva¹, Zoran Despodov¹, Stojance Mijalkovski¹,
Dejan Ivanovski² Afrodita Zendelska¹, Marija Hadzi-Nikolova¹**

¹University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences, Stip,
R. of North Macedonia

²Sasa mine, M. Kamenitsa, R. of North Macedonia

Abstract: Supporting is a very important work operation, which provides stable and reliable underground mining facilities. Therefore, when designing it, should be careful in the choice of the method and material for supporting.

During the construction of the central dicline in the “Svinja Reka” part in mine Sasa, is came to a poor rocks, in which, with the previously applied support methods, it was not possible to provide satisfactory stability and sustainability of the structure.

In this paper is presented the pipe umbrella support modified method and the supporting materials that were used during the construction of the central dicline in the mine Sasa.

Keywords: Hollow bar anchors, poor rocks, supporting material, stability.

1. ВОВЕД

Изработката на подземните рударски простории е исклучително важна за подземната експлоатација на минерални сировини, ова можеме да го потврдиме со фактот дека трошоците за изработка на основните рударски објекти зафаќаат 40-60% од основните вложувања при изградбата и опремувањето на еден рудник [1].

Изработката на подземните објекти претставува комплексен систем, составен од повеќе подсистеми: подсистем I - раздробување на карпест материјал, потсистем II - проветрување на работилиште, потсистем III - товарење и транспорт на минираниот карпест материјал, потсистем IV - поградување на просторијата [2].

При самото пробивање на рударските простории доаѓа до нарушување на примарната состојба на напрегање и појава на ново, секундарно напрегање [3, 4, 5]. Сè до моментот кога ова напрегање не ја поминува границата еластичност на карпестиот материјал во кој просторијата се изработува, истата останува стабилна. Најчесто, кога станува збор за капитални рударски простории подградувањето е неопходно, заради долгиот век на експлоатација на истите [6]. Видот на подграден материјал и методата на подградување зависат пред сè од: физичко - механичките карактеристики на карпите низ кои поминува трасата на просторијата, големината на попречниот пресек на подземната просторија, стабилноста на секој поединечен блок, присуството на подземна вода, како и многу други фактори [7, 8].

Брзиот индустриски развој и зголемената потреба од метални и неметални минерални сировини, како и фактот што резервите на корисни минерални сировини сè повеќе се намалуваат, јасно ја одредува потребата од отворање на подлабоките делови од рудните наоѓалишта [1]. Најчести подземни простории за отворање на овие делови од наоѓалиштата се поткопите, нископите и окната. Која од овие простории ќе биде објект за отворање зависи од многу фактори, така што најнапред се прави техно-економска анализа и на база тоа се бира оптималната варијанта за отворање [9].

2. ТУНЕЛСКА МЕТОДА ЗА ПОДГРАДУВАЊЕ СО ЗАШТИТЕН ЧАДОР

При изградба на плитки тунели, посебно во услови на лоша работна средина, за подградување најчесто се користи методата со заштитен чадор (Pipe umbrella support tunneling system).

Теоретските поставки на оваа метода се дадени во продолжение.

Стабилноста на работното чело кај плитки подземни објекти не зависи само од карактеристиките на почвите и карпите во опкружувањето, од димензии на подземен објектот и на неговата длабочина во однос на површината на земјата, туку и од следниве фактори:

- Можното присуство на елементи за зајакнување на работното чело;
- Можни работи на пред-подградување;
- Слободната должина (растојанието од подградата на подземен објектот до работното чело) [10, 11];
- Можното присуство на подземни води.

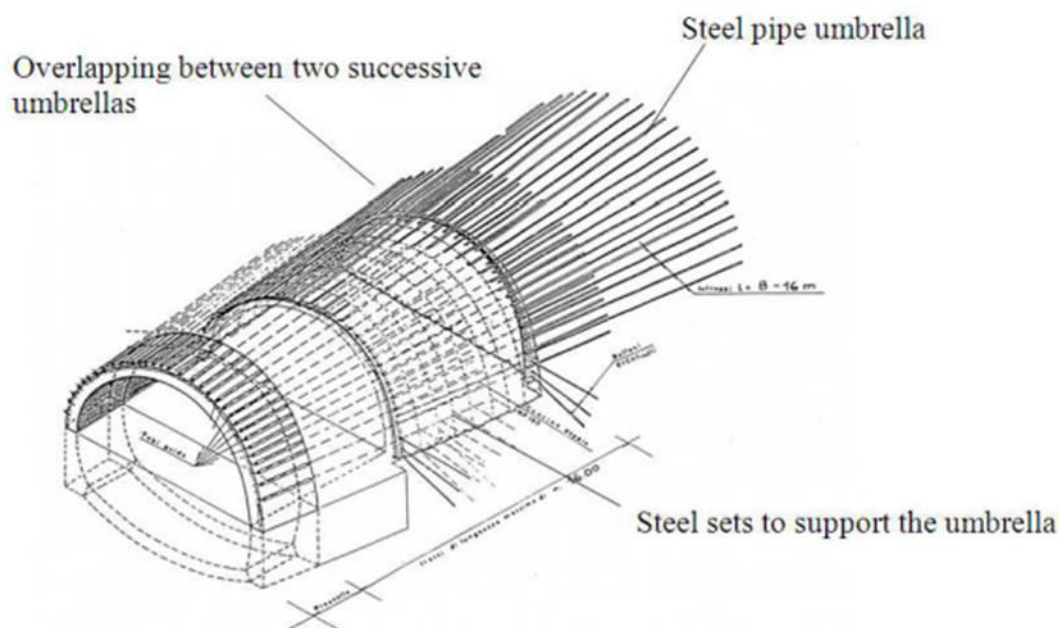
Елементите за зајакнување на челото обично се направени од фиберглас типли (анкери) кои се вметнати во претходно издупчени дупки, при што врската со

околната почва се остварува преку вбризгување на цементен малтер. Овој вид на интервенција се покажала како ефикасен начин за зголемување на факторот на сигурност на работното чело, а од друга страна се покажала како флексибилна и лесна за изведување [12]. Поради што во последниве години се започнало со широка употреба на анкери за чело од фиберглас типли кај плитки подземни објекти во лоши почвени и карпести средини [10, 11].

Пред-подградувачките работи кои се вметнати пред работното чело се конструкции кои имаат намена за растоварување на напрегања во материјалот пред работното чело (брустот), околу проектираната ископна површина (екстрадусот). Овие работи често се изведуваат заедно со анкерањето на работното чело.

Неподградената должина од ископот може да има важно влијание врз степенот на стабилност на работното чело. Преку товарот создаден од тлото (карпите) над неподградената должина, истиот може да го намали степенот на стабилност на работното чело.

Присуството на вода, особено во пропустлива почва (песоци и чакал), може да го промени ефективниот режим на напрегање во околното тло во близина на работното чело и тоа да го услови степенот на стабилност на челото. Испуштањето на подземните води може да биде погоден систем за зголемување на фактор на сигурност на работното чело и на овој начин може да се гарантира неговата стабилност, под услов да не постои ризик од трајно намалување на воденото ниво или создавање на неприфатливо слегнување на површината на земјата.



Слика 1. Конструкцијата за пред-потпора со помош на чадор од челични цевки [13]

3. СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ: ГЛАВЕН НИСКОП, РУДНИК „САСА“

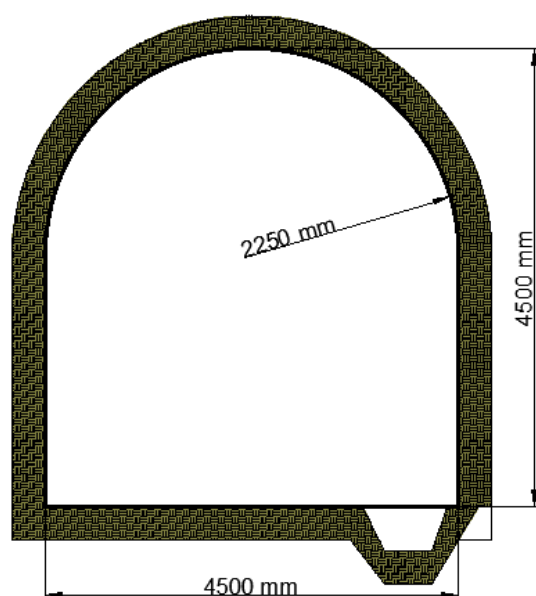
Со цел да се одржи континуитет во производство на оловно-цинкова руда и продолжи векот на експлоатација во рудник Саса се наметна потребата од изработка на нови подземни рударски објекти за отворање на рудното

наоѓалиште под хоризонт 830. Главен објект за отворање на овој дел од наоѓалиштето е главниот извозно-сервисен нископ.

Нископот се изработува во јаловина, односно неговата траса минува во подинската серија на гнајсеви. Вкупната должина на нископот според проектираното изнесува околу 2 800 m. Порталот на нископот е на површината на ниво на поткоп XIV b и под наклон оди до нивото на Хоризонт 750. Трасата на нископот ја сочинуваат 4 делници со променлив наклон.

Профилот на главниот транспортно – сервисен нископ е со високозасводена форма, со следните основни димензии на светлиот профил:

- ширина во основата $B = 4500 \text{ mm}$
- висина на боковите $H_1 = 2250 \text{ mm}$
- полупречник на сводот $R = 2250 \text{ mm}$
- вкупна површина на светлиот профил $S=18,1\text{m}^2$ (слика 2).



Слика 2. Профил на главниот транспортно – сервисен нископ

Димензиите на профилот на нископот се одредени на база габаритните димензии на применетата опрема, како и проектираниот капацитет на тој дел од рудникот.

3.1. Подградување на главниот транспортно – сервисен нископ

Во рудникот Саса, односно ревиорот „Свиња Река“ се применуваат три системи на подградување при изработка на рударски простории и тоа: систем на подградување со еластична подграда, систем на подградување со метална подграда, систем на подградување со дрвена подграда, како и комбиниран систем на подградување. Тенденција е да целосно да се исфрли од употреба дрвената подграда, како многу скап систем и систем кој бара поголем број на дневници, односно време за негово вградување.

По направените подготовки за пристап и расчистување на теренот, беше започнато со изработка на порталот на нископот на површина. По изработени стотина метри од нископот се јавила појава на зарушување на работното чело (слика 3), заради што било неопходно да се примени метода за подградување, која е покарактеристична за тунелогрaдбата и се применува при изработка на

подземни објекти во лоша работна средина, тоа е Методата на заштитен чадор (Pipe umbrella method).



Слика 3. Зарушување на работното чело

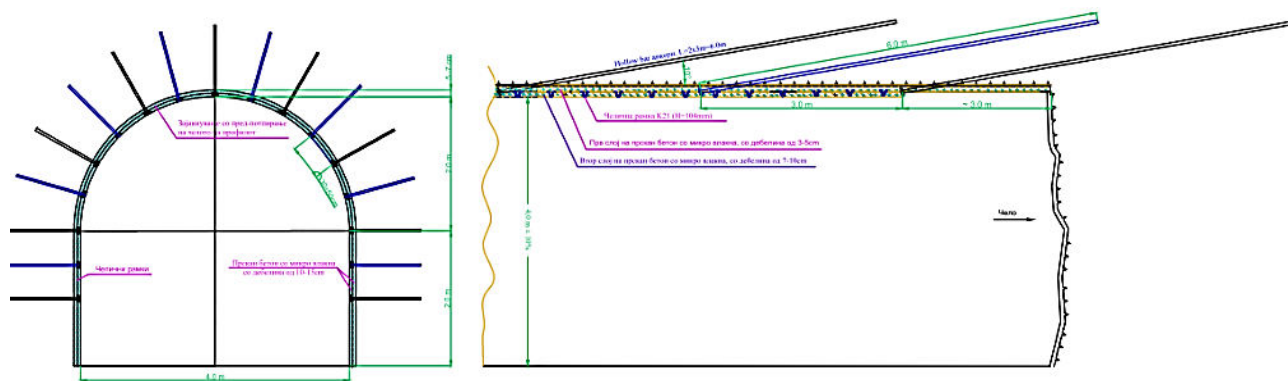
Со направено геотехничкото мапирање од стана на Инвеститорот било потврдено дека во вакви случаи станува збор за лоша работна средина, со: геолошкиот индекс за јачина $GSI = 25-35$ и оценката на карпестиот масив според класификацијата на норвешкиот геотехнички институт $Q = 0,33$.

3.2. Предлог за модифицирана метода на заштитен чадор за V категорија на работна средина

Подградувањето во V категорија на работна средина, имајќи ги предвид лошите механички карактеристики на работната средина се состои од:

- Пред-потпирање (модифицирана метода на заштитен чадор), со самодупчивите Hollow bar анкери;
- Прв слој на прскан бетон со микро влакна, со дебелина од 3 – 5 cm;
- Челична рамка, од тип K21; и
- Втор слој на прскан бетон со микро влакна, со дебелина од 7 – 10 cm.

Подградувањето започнува со изведба на пред-потпирање (правење на заштитен чадор). Пред-потпирањето ќе се прави во теренот пред работното чело (брустот), поточно во екстрадосот, надвор од проектираниот профил, што ќе овозможи потпирање на лабавите делови од карпестиот материјал, а со тоа и обезбедување на сигурна работа при пробивањето на објектот (дупчење и минирање), сè до поставувањето на останатиот дел од проектираната подграда. Наместо челични цевки кои се предвидени во теоретските основи на оваа метода, овде предлагаме заштитниот чадор да биде изведен од самодупчиви Hollow bar анкери, чии карактеристики ќе бидат дадени подолу во текстот. За оваа цел се предвидени анкери со должина од 3 m, односно споени со спојка два вакви, со вкупна должина од 6 m. Овие анкери ќе се поставуваат околу целата ископна линија на профилот на меѓусебно растојание од 30 cm. Следните заштитни чадори се прават на секои 3 m, односно преклопот од претходните и наредните самодупчиви анкери ќе изнесува 3 m. Растојанието помеѓу анкерите во сводот се препорачува да изнесува 30 cm, а на страните (бокот) од објектот 50 cm (слика 4).



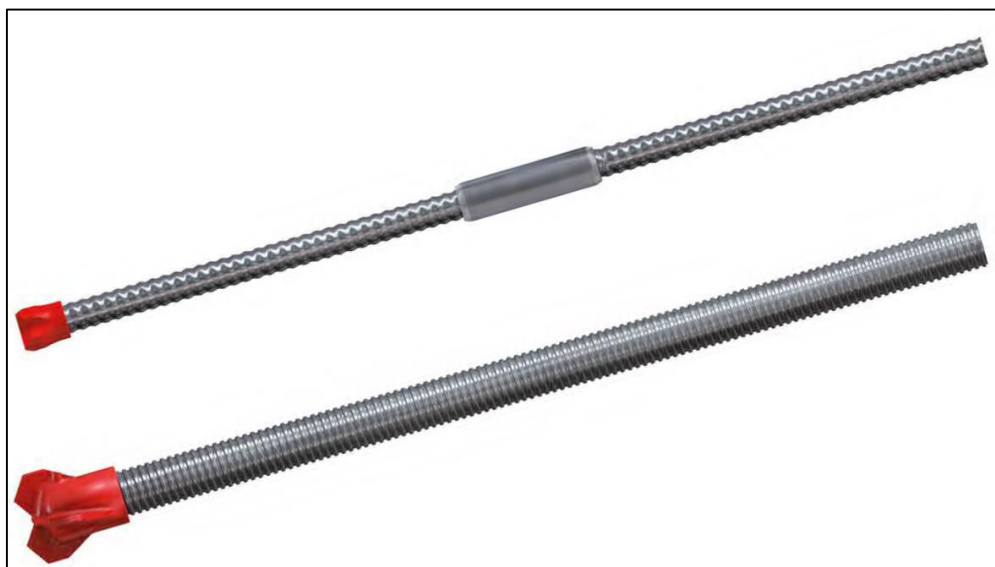
Слика 4. Модифицирана метода на заштитен чадор

После пробивањето, кое се препорачува во оваа работна средина да се врши со кратки мински дупчотини (1 до 2 m), следува поставување на првиот слој на прскан бетон со микро влакна. Имајќи предвид дека заштитниот чадор ќе овозможи стабилизација на карпестиот материјал околу ископот, челичните рамки и вториот слој на прскан бетон можат да се постават по две минирања, односно на растојание од 3 m.

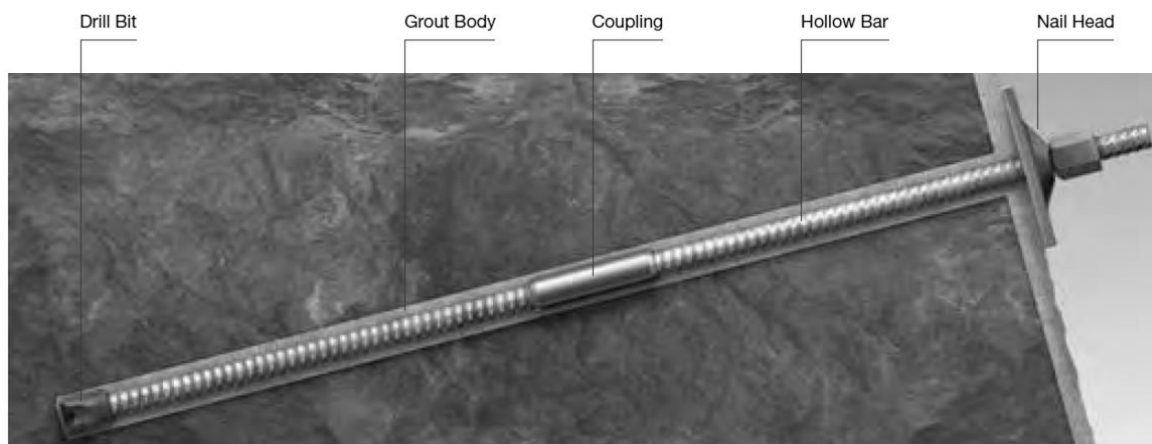
3.3. Подградни материјали за предложената модифицирана метода на заштитен чадор

Следејќи ги современите технологии и практики во последно време како замена за челичните цевки, за формирање на заштитниот чадор, предлагаме примена на Hollow bar анкери (слика 5 и 6).

Предноста на овие анкери е во побрзото вградување на истите, наместо цемент се користи синтетичка смола, чие врзување е далеку побрзо во однос на цементот.



Слика 5. Hollow bar анкери



Слика 6. Делови на Hollow bar анкерите

Друга предност на hollow bar анкерите е тоа што на едниот карај од анкерот има поставено круна која освен што служи за дупчење на дупчотината, останува во дупчотината. Должината на анкерите е различна (од 2,5 – 5,0м), а за конкретниот случај како најсоодветна должина е 3 m, како што веќе кажавме ќе се спојуваат два анкери до вкупна должина од 6 m. Дијаметарот на анкерите е 32 mm, а дијаметарот на дупчење изнесува 51 mm. Дупчењето може да се врши и со постојната опрема која ја поседува рудникот (RB S1D, S2 итн), а вградувањето на смолата се врши со посебна опрема која се доставува заедно со анкерите.

4. ЗАКЛУЧОК

Подградувањето е исклучително важна работна операција при изработка на подземни рударски простории. Од нејзиното правилно проектирање и изведување зависи стабилноста и сигурноста на подземните објекти во тек на нивниот експлоатационен век.

Неопходно е постојано следење на новитетите, како во поглед на методите за подградување, така и во поглед на подградните материјали, со цел добивање на задоволителни резултати, односно рударски простории кои ќе овозможат непречено одвивање на процесот на експлоатација на минералните сировини. Рудник „Саса“ претставува пример во нашата земја, во секторот рударство за тоа на кој начин се применуваат новите технологии и материјали.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Донева, Н. (2011) Методологија за одредување на функционална зависност на трошоците од видот на работна средина и големината на профилот при изработка на хоризонтална рударска просторија. Докторска дисертација. Универзитет „Гоце Делчев“ Штип.
- [2] Ilinčić, N. (2004). Uticaj tehničko-ekonomskih parametara na brzinu izrade horizontalnih rudničkih prostorija, u čvrstoj sredini. Rudarsko-geološki fakultet. Univerzitet u Beogradu: Magisterska teza, 7-9.
- [3] Doneva, Nikolinka (2009) Principles of rock mass stabilisation after excavation of underground structures. Natural resource and technology. Natural resources and technologies, III. ISSN 185-6966.
- [4] Brady, B.H.G., Brown, E.T., (1985) Rock Mechanics for Underground Mining, George Allen and Unwin (Publishers) Ltd, 527 (p.260-291).
- [5] Harrison, J.P., (2000) Engineering Rock Mechanics, Illustrative Worked Examples, Pergamon, 506 (p.247-283).
- [6] Jovanović, P. (1994). Proektovanje i proračun podgrade horizontalnih rudarskih prostorija – knjiga 1. Rudarsko-geološki fakultet. Univerzitet u Beogradu: Knjiga, 222-283.
- [7] Kendorski, F., Cummings, R., Bieniawski, Z.T. and Skinner, E. (1983). Rock mass classification for block caving mine drift support. Proc. 5th Congr. Int. Soc. RockMech., Melbourne, B51-B63. Rotterdam: Balkema.
- [8] Hudson, J., Harrison, J. (1997). Engineering rock mechanics. Imperial College of Science, Technology and Medicine University of London.UK: Book.
- [9] Despodov, Zoran and Doneva, Nikolinka and Mijalkovski, Stojance and Hadzi-Nikolova, Marija (2021) Methodology for selection of the variant for opening the deeper parts of the Toranica mine. Underground mining engineering, 38 (1). pp. 1-13. ISSN 0354 2904.
- [10] Oreste, P. and D. Dias, (2012). Stabilisation of the excavation face in shallow tunnels using fibreglass dowels. Rock Mech. Rock Eng., 45: 499-517. DOI: 10.1007/s00603-012-0234-1.
- [11] Oreste, P. and D. Dias, (2013). Key Factors in the Face Stability Analysis of Shallow Tunnels. American Journal of Applied Sciences 10 (9): 1025-1038. DOI:10.3844/ajassp.2013.1025.
- [12] Kamata, H. and Mashimo, H. (2003). Centrifuge model test of tunnel face reinforcement by bolting. Tunnelling and Underground Space Technology. DOI - 10.1016/S0886-7798(03)00029-4.
- [13] Benedetto, W., D. Scataglini and A. Selleri, (1991). Evoluzione dei sostegni in galleria dalle armature classiche alla vetroresina. Il Consolidamento del suolo e delle rocce nelle realizzazioni in sotterraneo. Milano (Italy), 18-20 Marzo 1991. Soc. Italiana Gallerie, 1: 73-97.