

ЗРГИМ

XVII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО

ПОДЕКС – ПОВЕКС ’26

30 ÷ 31. 10. 2026 година
Охрид

ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

XVII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО ПОДЕКС – ПОВЕКС ’26

од 30 ÷ 31. 10. 2026 година, Охрид

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.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:
Репресент Коммуникатионс ДОО Скопје

Печатница:
“МИКС” ДОО, Скопје

Година:
2026

Тираж:
150 примероци

Место на издавање:
Кавадарци

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

622.22/23:622.3(062)

ТЕХНОЛОГИЈА на подземна и површинска експлоатација на минерални суровини: зборник на трудови / XVII стручно советување со меѓународно учество Подекс-Повекс'26 од 30-31.10.2026 година, Охрид; [главен и одговорен уредник Стојанче Мијалковски]. - Кавадарци:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2026.-236, [31] стр. : илустр.; 30 см

Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-67464-0-7

а) Рударство -- Експлоатација -- Минерални суровини -- Собири
COBISS.MK-ID 69894661

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

ОРГАНИЗАТОР:

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

КООРГАНИЗАТОРИ:

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

МАР МАКЕДОНСКА АСОЦИЈАЦИЈА ЗА РУДАРСТВО

НАУЧЕН ОДБОР

Претседател:
Проф. д-р **Зоран Панов,** Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија.

Членови на научниот одбор:
Проф. д-р **Дејан Мираковски,** Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Стојанче Мијалковски,** Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Зоран Десподов,** Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Ѓорѓи Димов**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Радмила Каранакова Стефановска**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, С. Македонија;
Проф. д-р **Ристо Поповски**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Николинка Донева**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Благица Донева**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Иван Боев**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Ванчо Ациски**, Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија;
Проф. д-р **Виктор Гавриловски**, Машински факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија;
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, Градежен факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија;
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, Рударско-геолошки факултет, Универзитет во Белград, Белград, Србија;
Проф. д-р **Владимир Живановиќ**, Рударско-геолошки факултет, Универзитет во Белград, Белград, Србија;
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, Рударско-геолошки факултет, Универзитет во Белград, Белград, Србија;
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, Рударско-геолошки факултет, Универзитет во Белград, Белград, Србија;

Проф. д-р **Војин Чокорило**, Рударско-геолошки факултет, Универзитет во Белград, Белград, Србија;
Проф. д-р **Божо Колоња**, Рударско-геолошки факултет, Универзитет во Белград, Белград, Србија;
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Универзитет во Белград, Србија;
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Универзитет во Љубљана, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Владимир Бркиќ**, Факултет за рударство, геологија и нафта, Универзитет во Загреб, Загреб, Хрватска;
Проф. д-р **Кемал Гутиќ**, Факултет за рударство, геологија и градежништво, Универзитет во Тузла, Тузла, Босна и Херцеговина;
Проф. д-р **Кемал Зекири**, Факултет за геонауки, Универзитет "Иса Болетини", Митровица, Косово;
Д-р. **Андреј Лепавцов** – Инженерска институција на Македонија, Скопје, Северна Македонија;
Д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Бугарија;

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР

Претседател:
Кристина Крстева, Рудник "Бучим", Радовиш.

Потпретседатели:
Митко Крмзов, Геомин, Струмица;
Пепи Мицев, ДИЕРМС, Скопје;
Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип.

Генерален секретар:
м-р **Горан Сарафимов**, Рудник "Бучим", Радовиш.

Членови на организациониот одбор:
м-р **Драган Димитровски**, ДИЕРМС, Скопје;
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник „САСА", М. Каменица;
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за енергетика, рударство и минерални суровини, Скопје;
м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница „Титан Усје", Скопје;
м-р **Лазе Атанасов**, ДИЕРМС, Скопје;
Ивица Карапетров, Рудник „Бучим", Радовиш;
Емил Јорданов, ГД „Гранит" АД Скопје
Мице Тркалески, „Мермерен комбинат", Прилеп;
Диме Петрески, „Тригон Мајнинг", Скопје
Велимир Стојановски, „Мактек", Скопје
Тони Митевски, Рудник „САСА", М. Каменица;
Мики Дамески, „МИСА-МГ", Скопје;
Сашко Дамески, „МИСА-МГ", Скопје;
Лазар Пончев, „Машинокоп Ресурсис", Кавадарци;
Виктор Шотаровски, „Метсо",Скопје;
Васко Саламовски, „Метсо", Скопје;
Илија Лозановски, „Теиком Тим", Битола

XVII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”

- со меѓународно учество –

---

30 Октомври 2026, Охрид

Република Северна Македонија

ОРГАНИЗАТОР:

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

КООРГАНИЗАТОРИ:

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

МАКЕДОНСКА АСОЦИЈАЦИЈА ЗА РУДАРСТВО
https://www.mchamber.mk/mk/home/asocijacii/3

XVII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални суровини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС ’26

ЗРГИМ

Охрид
30 ÷ 31. 10. 2026 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 одржуваше секоја година во месец ноември. По пауза од три години, поради пандемијата од COVID-19, 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 шеснаесет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022, 2023, 2024 и 2025 год.) учествуваа повеќе автори од 13 држави, кои презентираа 454 стручни трудови.
За ова седумнаесето советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС ’26) пријавени се 25 труда, на автори од 5 држави.
Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. 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 суровини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници

XVII EXPERT CONFERENCE THEMED:

"Technology of underground and surface mining of mineral raw materials"

PODEKS - POVEKS '26

AMGEM

Ohrid
30 ÷ 31. 10. 2026

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, 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 13 countries participated in the previous sixteen conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022, 2023, 2024 and 2025) presenting 454 expert papers.
Twenty-five authors from 5 countries have registered their expert papers for the XVIIth conference (PODEKS - POVEKS '26).
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

XVII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални суровини
ПОДЕКС – ПОВЕКС ’26
ЗРГИМ
Охрид
30 ÷ 31. 10. 2026 год.

СОДРЖИНА

ПРИМЕНЕТИ ПРОГРАМИ ЗА ПРЕКАТЕГОРИЗАЦИЈА НА РУДНИ РЕЗЕРВИ КАЈ НАОЃАЛИШТЕТО “МАРКОВ КАМЕН” * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски, Бојан Ивановски..... 1

КАРБОНАТНИТЕ КАРПИ КАКО ВАЖНА СУРОВИНА ЗА АРХИТЕКТОНСКО УКРАСЕН И ГРАДЕЖЕН КАМЕН ВО ОКОЛИНАТА НА ПРИЛЕП * Бојан Ивановски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски, Орце Петковски..... 12

FROM AUTONOMOUS MINERAL EXPLORATION TO AI-SUPPORTED PROCESSING AND BIOLEACHING REMEDIATION: EU-FUNDED INNOVATIONS ACROSS THE CRITICAL RAW MATERIALS VALUE CHAIN * Marko Komac..... 21

ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ПРИ ВРШЕЊЕ ИСТРАЖНИ РАБОТИ И ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ДОЗВОЛА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРЛАНИ СУРОВИНИ * Звонко Кушоски, Александар Стоилков, Иван Трпески..... 32

STAKEHOLDER GROUPS IN THE SOCIAL MINING LICENSE AND THE DYNAMICS OF ENGAGEMENT * Ujmir Uka, Ariana Sadiku, Risto Dambov, Kemajl Zeqiri..... 38

ПРИМЕНА НА ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА ВО РУДАРСТВОТО – ПРЕДИЗВИЦИ, МОЖНОСТИ И НОВИ ПРАКТИКИ * Зоран Панов, Душан Биков, Радмила Каранакова Стефановска, Бојан Максимов..... 43

ПРИМЕНА НА ДАЛЕЧИНСКА ДЕТЕКЦИЈА ЗА 3D МОНИТОРИНГ ВО РУДАРСТВОТО * Игор Ивановски, Ѓорѓи Димов, Благица Донева, Стојанче Мијалковски, Радмила Каранакова Стефановска ….. 56

ДИГИТАЛИЗАЦИЈА НА РУДАРСТВОТО И КОНЦЕПТОТ „SMART MINING“: МОЖНОСТИ, ОГРАНИЧУВАЊА И ПЕРСПЕКТИВИ ЗА ПРИМЕНА ВО СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА * Наталија Угрева Тасева, Горанче Гроздаоски, Костадин Ѓорѓиев..... 70

ИНТЕГРИРАН САТЕЛИТСКИ ПРИСТАП ЗА РАНА ДЕТЕКЦИЈА НА ПРОМЕНИ И НАСОЧУВАЊЕ НА ТЕРЕНСКИТЕ АКТИВНОСТИ ВО ПОДРАЧЈА НА ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Бојан Максимов, Зоран Панов, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска …… 81

АНАЛИЗА И ОЦЕНКА НА ПОТРЕБАТА ОД ОДВОДНУВАЊЕ И ЗАШТИТА НА ПК ЖИВОЈНО ВО ФАЗАТА НА ОТВОРАЊЕ * Александар Стоилков, Звонко Кушоски, Иван Трпески …… 91

TECHNOLOGY OF WORKING OF NEW MECHANIZATION AT THE SURFACE MINE "FIELD E" OF MINING BASIN "KOLUBARA" * Milos Živanovic, Milan Jovanović..... 98

ОПТИМИЗАЦИЈА НА ДУПЧЕЧКО-МИНЕРСКИТЕ РАБОТИ СО ПРИМЕНА НА СОФТВЕРОТ O-PITBLAST: КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА МИНСКИ СЕРИИ ВО БОРОВ ДОЛ И БУЧИМ * Горан Јованов, Пепи Мицев, Наталија Угрева Тасева..... 109

АНАЛИЗА НА РАБОТНИТЕ ПЕРФОРМАНСИ, ОДРЖУВАЊЕТО И ЕКСПЛОАТАЦИОНИОТ ВЕК НА ДАМПЕРСКИТЕ ГУМИ ВО РУДНИКОТ БОРОВ ДОЛ * Горан Сарафимов, Драган Димитровски, Марјан Томов….. 118

КОНФИГУРАЦИИ НА ПРОЦЕСНИ ДУПЧОТИНИ И НИВНА ПРИМЕНА ВО ТЕХНОЛОГИЈАТА НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски, Благица Донева, Бојан Максимов……..... 126

ОПИСНИ МЕТОДОЛОГИИ ЗА ИЗБОР НА РУДАРСКИ ОТКОПНИ МЕТОДИ * Стојанче Мијалковски, Александар Петровски, Драги Пелтечки..... 138

ГЕОМЕХАНИЧКИ МЕТОДОЛОГИИ ЗА ИЗБОР НА РУДАРСКИ ОТКОПНИ МЕТОДИ * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дражана Тошиќ, Николинка Донева, Драги Пелтечки..... 147

FROM INSTALLED TO VERIFIED: PRACTICAL QA/QC, ACTIVE GROUND SUPPORT AND MONITORING FOR DIFFICULT UNDERGROUND MINING CONDITIONS * Petr Čada, Štefan Súkeník……..……..…. 158

ПРИДОНЕС ВО УСОВРШУВАЊЕТО НА КАПИТАЛНАТА ПОДГОТОВКА ЗА ОТКОПУВАЊЕ НА ЖИЧНИ РУДНИ НАОЃАЛИШТА ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА * Зоран Десподов, Николинка Донева, Стојанче Мијалковски, Дарко Начковски……..……... 167

ВЛИЈАНИЕ НА *pH* НА ФЛОТАЦИСКИОТ МЕДИУМ ВРЗ СЕЛЕКТИВНОСТА НА ФЛОТАЦИЈАТА ПРИ ПРИСУСТВО НА ГЛИНЕСТИ МИНЕРАЛИ – МИНЕРАЛОШКО-ТЕХНОЛОШКА И ИНДУСТРИСКА АНАЛИЗА * Милена Дановска, Наталија Угрева Тасева, Игорче Трајанов……..…… 177

ОД ПРОЦЕНА НА РИЗИК ДО ПРИМЕНА НА БЕЗБЕДНОСНИТЕ МЕРКИ ВО ПОВРШИНСКИТЕ КОПОВИ (СОГЛЕДУВАЊА ОД ПРАКТИКАТА НА ВЕШТАЧЕЊЕ) * Младен Бошковски……..... 187

ВЛИЈАНИЕТО НА БЕЗБЕДНОСНАТА КУЛТУРА ВРЗ СТАПКАТА НА ЗАЧЕСТЕНОСТ НА ИНЦИДЕНТИ ПРИ РАБОТА – ТЕОРЕТСКО-АНАЛИТИЧКИ ПРИСТАП * Станке Тасковски, Стојанче Мијаловски, Марија Хаџи – Николова, Горан Андонов……..... 195

HEALTH AND SAFETY INSPECTIONS IN INDUSTRIAL SETTINGS, ACCIDENT INVESTIGATIONS AND REGULAR INSPECTIONS * Kemajl Zeqiri, Izet Zeqiri……... 205

КВАЛИТЕТ НА ВОЗДУХ ВО БЛИЗИНА НА РУДНИК ЗА БАКАР БУЧИМ – ПОВРШИНСКИ КОП БОРОВ ДОЛ * Марина Санева…… 213

AQUA GUARD AI: РАЗВОЈ НА ИНТЕЛЕГЕНТЕН РОБОТСКИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ НА ВОДИ ВО ПРИБЛИЖНО РЕАЛНО ВРЕМЕ * Ана Михаиловска, Весна Христовска, Афродита Зенделска, Дејан Мираковски, Сашо Коцески, Ѓорѓи Димов, Рубин Гулабоски..... 220

СЕИЗМОЛОШКИ ПОДАТОЦИ КАКО ОСНОВА ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА ПОТЕНЦИЈАЛНИ ГЕОХАЗАРДИ ВО ВАРДАРСКА СЕИЗМОГЕНА ЗОНА * Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних, Свемир Горин, Благоја Марковски, Иван Радевски, Ирена Стојковска, Љубчо Јованов, Ивана Молеровиќ, Моника Андрееска, Арсе Кузмановски, Ерблина Зеќири Синани..... 228

ЗРГИМ

XVII ТО СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални суровини

ПОДЕКС – ПОВЕКС ’26

Охрид
30 – 31. 10. 2026 год.

ПРИДОНЕС ВО УСОВРШУВАЊЕТО НА КАПИТАЛНАТА ПОДГОТОВКА ЗА ОТКОПУВАЊЕ НА ЖИЧНИ РУДНИ НАОЃАЛИШТА ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

Зоран Десподов[1], Николинка Донева[1], Стојанче Мијалковски[1], Дарко Начковски[2]

[1]Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип, Северна Македонија

[2]БУЛМАК 2016 ДОО, Пробиштип, Северна Македонија

Апстракт: *Во трудот се презентирани нови технолошки решенија за подготовка на рудните блокови при подземна експлотација на жични рудни наоѓалишта за производство на металични минерални суровини. Со овие решенија ускопните рударски простории се заменуваат со блоковски сервисни рампи кои овозможуваат пристап до откопите на неколку подетажи со помош на самоодна рударска механизација. Овој начин на подготовка на рудните блокови овозможува остварување на поголема продуктивност на откопните методи за експлоатација на жични рудни наоѓалишта.*

Клучни зборови: *ускоп, рампа, откоп, руден блок.*

CONTRIBUTION TO IMPROVING CAPITAL DEVELOPMENT FOR THE EXPLOITATION OF VEIN-TYPE ORE DEPOSITS IN THE REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA

Zoran Despodov[1], Nikolinka Doneva[1], Stojance Mijalkovski[1], Darko Nachkovski[2]

[1]Faculty of Natural and Technical Sciences, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

[2]BULMAK 2016 DOO, Probistip, North Macedonia

Abstract: *The paper presents new technological solutions for the preparation of ore blocks during the underground mining of vein-type ore deposits for the production of metallic mineral resources. With these solutions, raise works are replaced by block service ramps that provide access to stopes across several sublevels using mobile mining equipment. This method of preparing ore blocks enables higher productivity in the extraction methods used for vein-type ore deposits.*

Keywords: *raise, ramp, stope, ore block.*

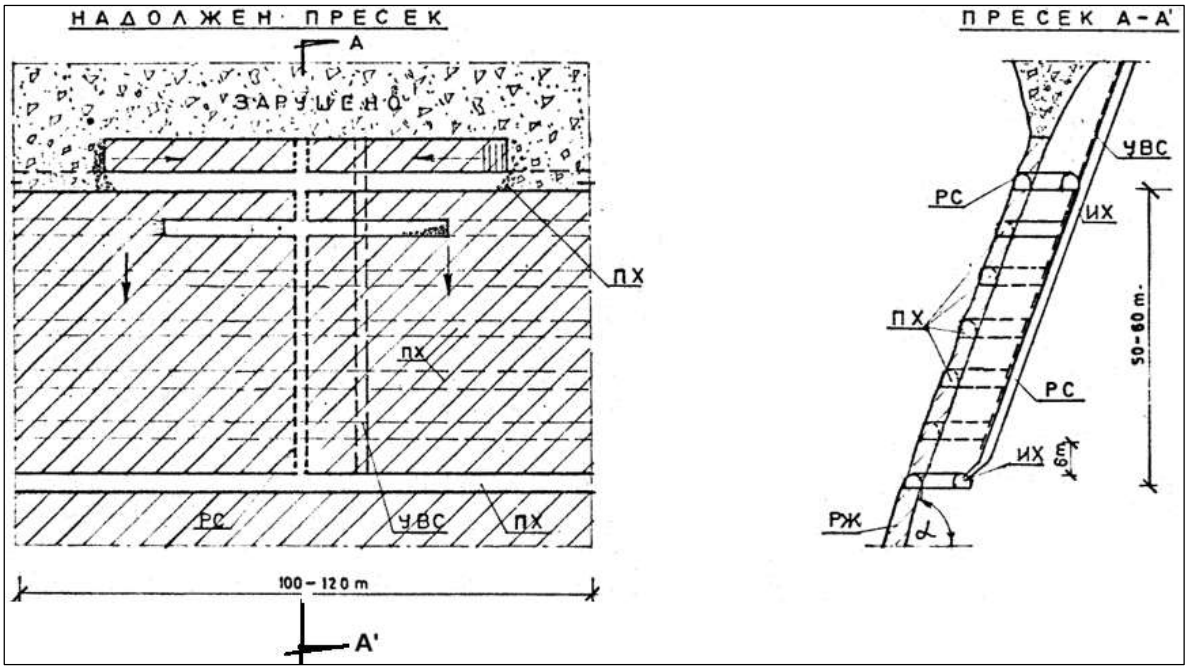
1. ВОВЕД

Рударските откопни методи за подземна експлоатација на корисни минерални суровини имаат свој историски развој кој ја следел појавата, развојот и осовременувањето на рударската механизација. Во почетокот на

деветнаесетиот век во рудниците воглавно се користела мануелна работна сила за: транспорт, товарење и извоз на рудата од јама. Меѓутоа, со појавата на дизел машините во седумдесетите години од дваесетиот век доаѓа и до усовршување на самите откопни методи како во поглед на извршување на операциите за дупчење така и во поглед на операциите за: товарење, транспорт, кавање, подградување, извоз на рудата од јама и сервисирање на откопите со репроматеријали, експлозиви и др.

При подготовката на откопните методи било да станува збор за методи со отворени откопи, методи со заполнување или методи за подетажно зарушување на рудата и соседните карпи порано се изработувале ускопни простории од понискиот до повисокиот хоризонт од каде преку кратки пречни ходници работниците доаѓале до откопите (Слика 1). Дупчечко-минерските работи во главно се извршувале со рачни дупчечки чекани со погон на компримиран воздух, транспортот се вршел со скрепери или товарно-транспортни машини на компримиран воздух. Товарно-транспортните машини на пониските подетажи се спуштале преку ускопните простории што било многу небезбедна и макотрпна работа. Откопаната руда преку блоковски рудни сипки се спуштала на понискиот хоризонт каде се товарала во вагони и со локомотивски транспорт се транспортирала до бункер за извозно-окно или до површина во колку рудникот бил отворен со поткопи.

Со конструирањето на самоодни машини на дизел или електричен погон со мали димензии прилагодени на условите за експлоатација на рудни наоѓалишта се отвориј можности за изработка на спирални сервисни рампи кои овозможуваат пристап на механизацијата до самите откопи, пристап на вработените до откопите и сербисирање на истите.



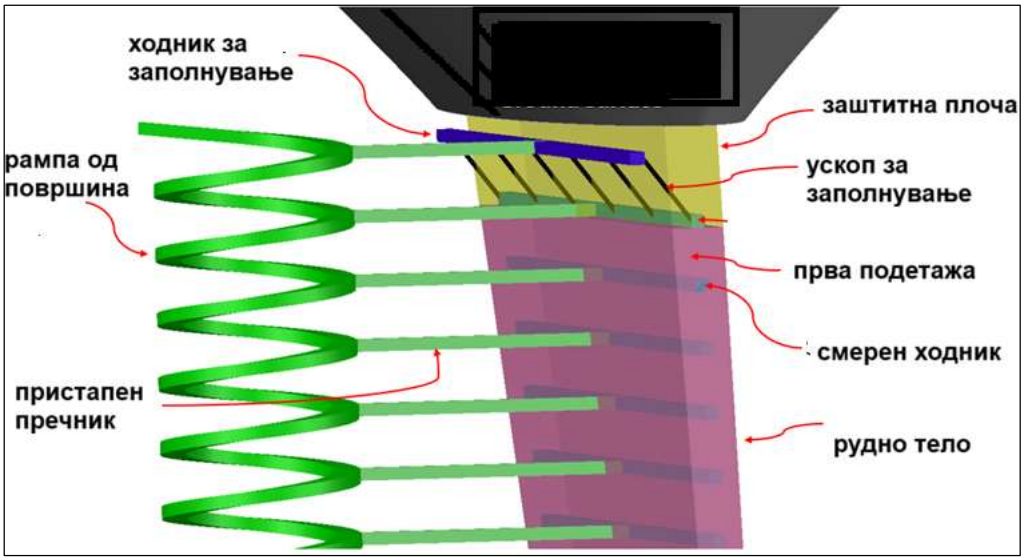
Слика 1. Подготовка на руден блок при методата со подетажно зарушување со ускопни простории

2. НЕКОИ ИСКУСТВА ВО СВЕТСКИТЕ РУДНИЦИ ЗА ПОДГОТОВКА ПРИ ОТКОПУВАЊЕ НА ЖИЧНИ НАОЃАЛИШТА СО ПОМОШ НА РАМПИ

Во понатамошниот текст од овој труд ќе наведеме неколку случаи на рудници во светот каде капиталната подготовка при откопувањето на жични рудни наоѓалишта се врши со сервисни рампи.

2.1. Рудник за злато Чирано, Гана

Рудникот за злато „Чирано“ (моментално „Asante Gold Chirano Ltd“) е рудник за злато со подземна и површинска експлоатација, лоциран во северно-западниот регион во Гана, Африка, во рамките на златниот појас „Бибијани“. Тој е 90% во сопственост на компанијата „Asante Gold Corporation“ со седиште во Ванкувер, Канада. Владата на Гана поседува удел од 10%. „Чирано“ започнал со производство во октомври 2005 година.
Рудата од површинскиот и од подземниот коп се преработува во постројката „Чирано“. Капацитетот на постројката за преработка изнесува приближно 3.5 милиони тони годишно. Процесот на преработка опфаќа дробење, мелење во топчеста мелница, цијанидно лужење и екстракција со постапката „јаглен во луга“ (CIL).
Производството во 2012 година, изразено во еквивалент на злато, изнесувало 263 911 унци, со трошок на продажба од 721 американски долар по унца. Просечната стапка на искористување во 2012 година изнесувало 93%.
За подземно откопување на рудата се применува подетажна метода со зарушување на рудата и соседните карпи, додека пак подготовката на рудните блокови се врши со сервисни спирални рампи (Слика 2).

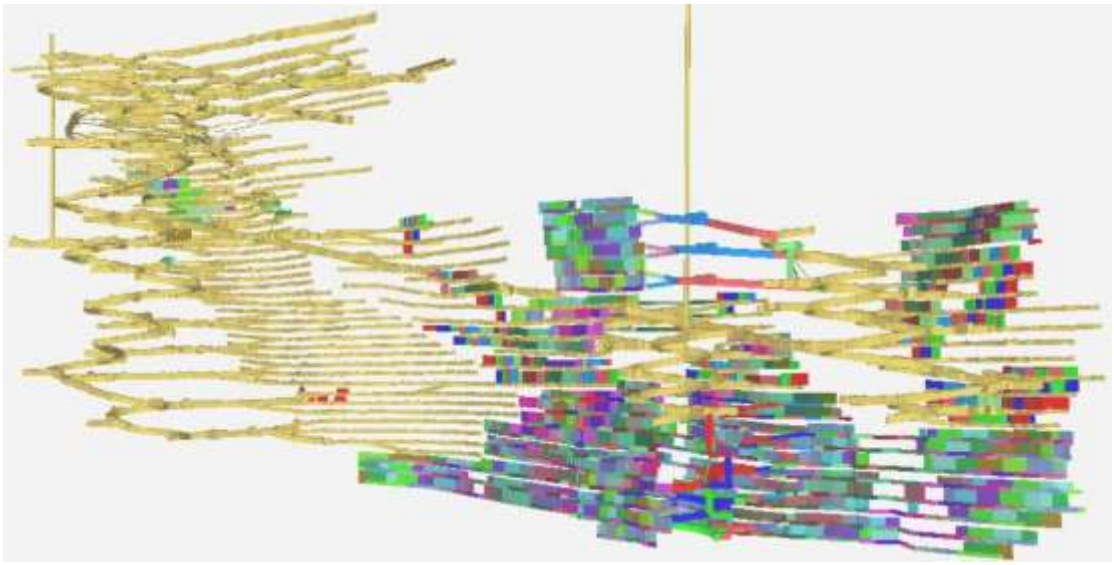


Слика 2. Подготовка на руден блок со сервисна рампа и пристапни пречници во Рудникот Chirano (метода со зарушување)

2.2. Рудник за антимон и злато Costerfield, Викторија-Австралија

Тоа е рудник за производство антимон и злато моментно со годишно производство од 150.000 тони, во кој се применуваат повеќе варијанти на откопни методи, и кој се наоѓа на 300 метри под површината на земјата. Главна

откопна метода која моментно се применува е подетажна метода со отворени откопи (со долги мински дупки) и дополнително заполнување на откопите со цементен засип. Сервисните рампи кои се изработуваат за пристап до откопите имаат димензии ВхН = 4.8 х 4.5 m, и пад од 1:7.



Слика 3. 3Д приказ на Рудникот Costerfield, Викторија-Австралија

2.3. Рудник за олово и цинк “Саса-Сребреница”, БиХ (Република Српска)

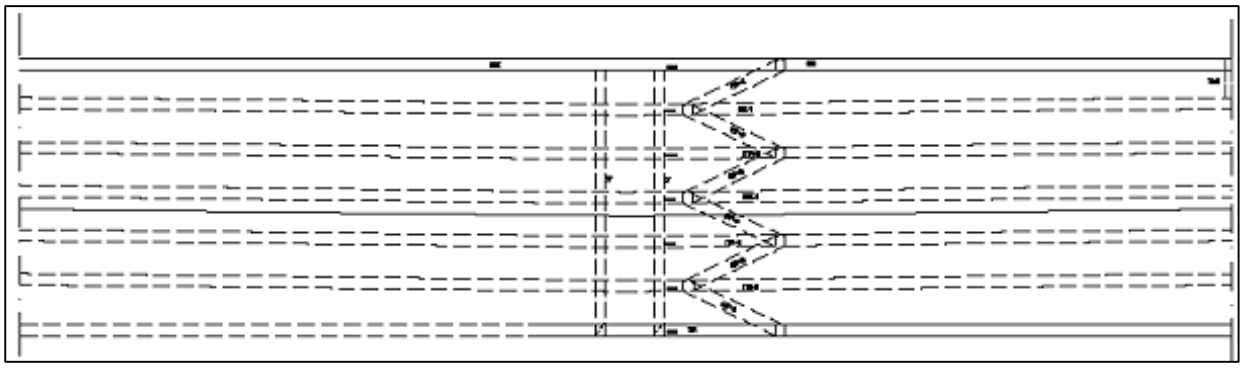
Рудникот за олово и цинк “Саса-Сребреница” се наоѓа на подрачјето на Општина Сребреница, во источниот дел на Босна и Херцеговина во ентитетот Република Српска. Во рамките на овој простор се наоѓаа четири истражно-експлоатациони ревири: Сребреница I, Сребреница II, Казани и Витловац.
Рудното наоѓалиште Сребреница во кое моментално се врши експлоатација лежи во централниот дел на оловно-цинковното наоѓалиште кое според големината е едно од најголемите на просторот на поранешна Југославвија. Продуктивните серии во кои се наоѓа ова наоѓалиште покриваат простор од преку 120 km^2, од кои со детални геолошки истражувања е зафатен нивниот средишен и источен дел. Од вкупните геолошки резерви A+B+C1 категорија околу 93,71% се наоѓаат во експлоатационото поле Сребреница (ревир Саса) или 95,11% од билансните резерви од A+B+C1 категорија.
Наоѓалиштето припаѓа на плутонско-хидротермалните жични наоѓалишта. Рудните жици се распоредени лепезно, и се наоѓаат во хидротермално изменети дацити и андезити, а помалку во карбонските шкрилци, кварцити и туфови. Во експлоатационото поле Сребреница (ревир Саса) до сега детално се истражени 16 рудни жици. Рудните жици се означени со броевите: 1, 2, 2а, 2б, 3 ,3а, 4, 4а, 5,6,7,8,9,10 и 23, и сите досега се експлоатирани. Најголема е рудната жица бр.2 која содржи 62,69% од билансните резерви на експлоатационото поле Сребреница (ревир Саса), потоа следат рудните жици бр.: 2а, 3а,4,5 и 23.
Рудникот “Саса-Сребреница” е отворен со поткопи од 11 хоризонти, каде што висинската разлика помеѓу хоризонтите изнесува 40 до 60 m. Во моментов се активни 5 хоризонти.

Во Рудникот “Саса-Сребреница” експлоатацијата на оловно-цинковна руда започнала да се врши од 1961 год., и при тоа биле применувани следниве методи:

- Магацинска откопна метода,
- Подетажна метода со зарушување на кровината,
- Метода за хоризонтално кровно откопување со заполнување, и
- Подетажна метода со отворени откопи.

Најмногу се применува методата со зарушување на кровината, при што геометријата на рудните блокови е следнава: висина = 40 до 60 m, должина = 200 до 300 m. За подготовка на рудниот блок за откопување (Слика 4), се изработуваат следниве рударски објекти:

- Откопна рампа,
- Транспортен ходник,
- Вентилационен ходник,
- Пристапни ходници,
- Подетажни ходници.



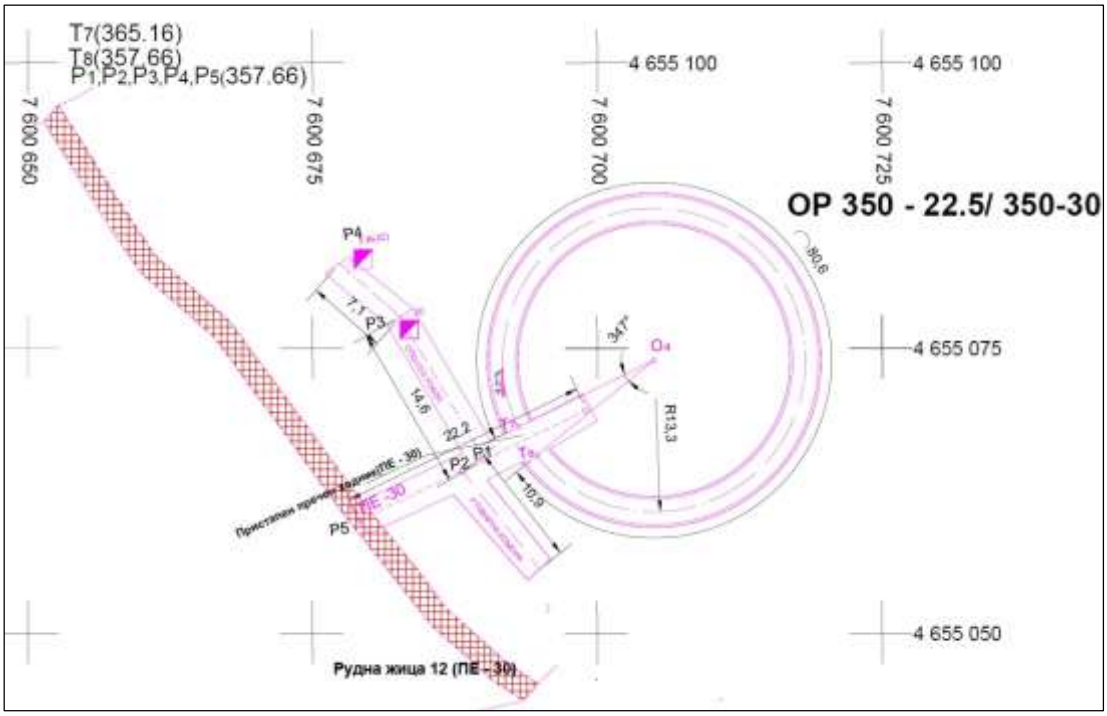
Слика 4. Надолжен пресек на Руден блок во Рудникот “Саса-Сребреница”

Од месец април 2001 год, работите при откопувањето со подетажната метода со зарушување на кровината се извршувале со примена на дизел товарачи. Со воведувањето на дизел опремата кај оваа метода се постигнувале значајно поголеми капацитети на откопување во споредба со откопувањето со примена на опрема на компримиран воздух. Пристапот на опремата и луѓето на работлиштата на поединечни подетажи е решен така да сите комуникации се остваруваат преку изработените откопни рампи (Слика 4).

3. ПОДГОТОВКА НА РУДНИТЕ БЛОКОВИ КАЈ ПОДЕТАЖНАТА МЕТОДА СО ЗАРУШУВАЊЕ НА РУДАТА И ПРИДРУЖНИТЕ КАРПИ СО БЛОКОВСКИ ОТКОПНИ РАМПИ ВО РУДНИКОТ “ЗЛЕТОВО”

Имајќи го во предвид фактот дека бројот на активните Рудни блокови и активните производни хоризонти е намален, а истовремено следејќи го развојниот тренд на рударската механизација предлагаме современ начин на подготовка за откопување на рудните жици во Рудникот “Злетово” со изработка на Блоковски откопни рампи. Овие рампи како што беше наведено во претходниот текст треба да ги заменат ускопните простории кои досега служеа за пристап до самите откопи. Овие рампи овозможуваат пристап на три подетажи: од кои првата(најниската) е во фаза на изработка на Подетажен

ходник, втората е во фаза на почеток на соборување на Подетажната плоча, а третата е во средишна фаза на соборување на Подетажната плоча. На овој начин се создаваат можности за откопување на рудата на три чела, а доколку откопувањето на Рудниот блок се врши двокрилно бројот на откопни чела се удвојува.

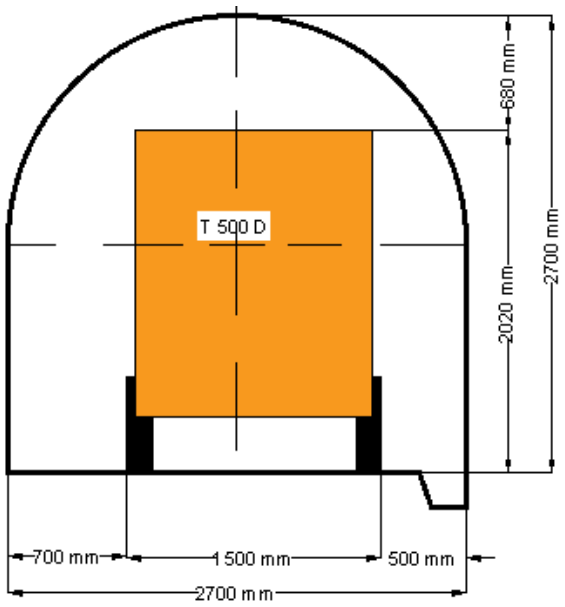


Слика 5. Детал на Откопна рампа за подготовка на Руден блок на хор.350-300, Рудна жица бр.12, Рудник "Злетово"

За капитална подготовка на рудните блокови за откопување на Рудна жица бр.12, со Подетажна метода со зарушување на рудата и придружните карпи на хор.350 – 300, во Рудникот "Злетово" е предложена Откопна рампа која е прикажана на слика 5, 6 и 7.

Откопната рампа (хор.350 - 300) е спирален рударски објект кој ќе служи за сервисирање на откопите, транспорт на рудата до повисокиот хоризонт 350, вентилација и одводнување на Рудниот блок. Попречниот пресек на Откопната рампа е димензиониран врз основа на габаритите на рударската механизација која ќе се движи по неа, а тоа се јамски камион, тип Minidumper T500D, производство на компанијата Aramine, со зафатнина на сандукот од 2.1 m^3, и товарно-транспортна машина Aramine L130D/E, со зафатнина на лопатата од 0.7 m^3 (Слика 6).

Попречниот пресек на Откопната рампа ќе биде со високо засводена форма, светол профил 6.5 m^2, и димензии: ширина x висина = 2.7 x 2.7 m (Слика 6). Со цел за намалување на трошоците за изработка на подземните рударски простории конструирана е спирална рампа, чиј пад/успон не надминува 12%. Радиусот на кривините изнесува 13.3 m и ги задоволува условите за минимален радиус на кривина на јамскиот камион, кој за предложениот камион изнесува 4.427/2.778 m.



Слика 6. Димензии на профилот на Откопната рампа, со пропишаните безбедносни растојаниа

Вредностите на геометриските елементи на Откопната рампа се прикажани во табела 3.1, а нејзината локација на слика 7.
Подолу се наведени предностите и недостатоците на варијантата со изработка на Откопна рампа.

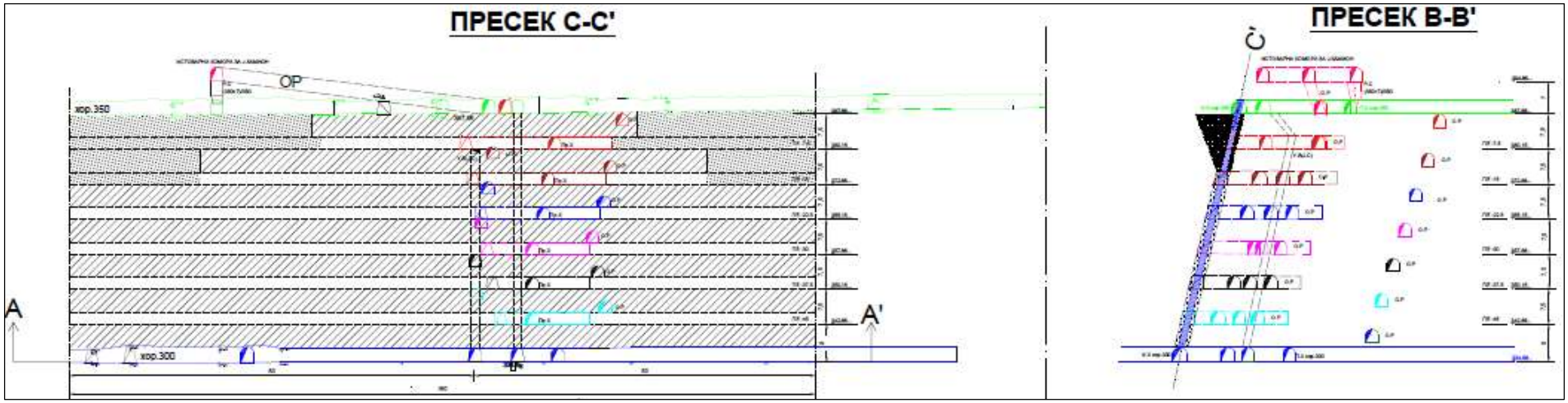
Табела 1. Предности и недостатоци на варијантата со изработка на Откопна рампа

Предности	Недостатоци
1.Поголем капацитет на откопување	1.Поголем коефициент на подготовка
2.Поголем транспортен капацитет на руда и јаловина	2.Подолго време за отпочнување со производство поради времето потребно за изработка на откопната рампа
3.Можности за издвојување на транспортните патишта на руда и јаловина	3.Зголемени потреби за вентилација поради употреба на дизел опрема
4.Подобар пристап на вработените и опремата до откопите, како и нивно сервисирање	
5.Можности за механизирано донесување на репроматеријали до откопите	
6.Можности за истовремена работа на повеќе подетажи	
7.Примена на самоодни дупчечки коли за дупчење во откопите	
8.Брзо интервенирање во случај на повреди	

Табела 2. Геометриски елементи на Откопната рампа (Хор.350-Хор.300)

Делница		Кота (точка T_n)	Кота (точка T_{n+1})	Висинска разлика (m)	Проект. должина(m)	Коса должина(m)	Пад/успон (%)	Радиус на кривина(m)	Агол на кривина(°)
Хор.дел(правец)	T_o -T_1	387.66	387.66	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_1 -T_2	387.66	380.16	7.5	63.9	64.35	-12	13.3	275
Хор.дел(правец)	T_2 -T_3	380.16	380.16	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_3 -T_4	380.16	372.66	7.5	81.1	81.43	-9.25	13.3	348
Хор.дел(правец)	T_4 -T_5	372.66	372.66	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_5 -T_6	372.66	365.16	7.5	80.6	80.92	-9.31	13.3	347
Хор.дел(правец)	T_6 -T_7	365.16	365.16	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_7 -T_8	365.16	357.66	7.5	80.6	80.92	-9.31	13.3	347
Хор.дел(правец)	T_8 -T_9	357.66	357.66	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_9 -T_{10}	357.66	350.16	7.5	81.1	81.43	-9.25	13.3	347
Хор.дел(правец)	T_{10} -T_{11}	350.16	350.16	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_{11} -T_{12}	350.16	342.66	7.5	80.6	80.92	-9.31	13.3	347
Хор.дел(правец)	T_{12} -T_{13}	342.66	342.66	0	2.7	0	0	0	0
Кос дел(кривина)	T_{13} -T_{14}	342.66	334.66	8	76.5	76.92	-11.6	13.3	330
Хор.дел(правец)	T_{14} -T_{15}	334.66	334.66	0	1.5	1.5	0	0	0
ВКУПНО:				**53**	**566.10**	**568.61**			

Вкупната должина на Откопната рампа ќе изнесува: 568.61+7·2.7 +1.5 =596.28m ≅ 596 m.



Слика 7. Надолжен и напречен пресек на Руден блок на Рудна жица бр.12, во Рудник Злетово, со приказ на објектите за капитална и откопна подготовка при подетажната метода со зарушување на кровинските карпи

4. ЗАКЛУЧОК

Од претходно изнесениот текст може да се заклучи дека изработката на Откопни рампи за основна/капитална подготовка кај Подетажната метода со зарушување на кровинските карпи при откопување на жични рудни наоѓалишта е неопходна потреба. Придобивките од нивната изработка се многубројни, што на некој начин ги компензира повисоките трошоци за нивна изработка во споредба со трошоците за изработка на ускопни простории.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА:

[1] Десподов, З, и ост. (2025): *ДРП за откопување на хоризонт 300 во Рудникот за олово и цинк "Злетово"*,(непубликуван), УГД-ФПТН-Штип;

[2] Kenneth K. Adams , Tuo Chen , Atsushi Sainoki, Hani S. Mitri. (2023): *On the Merits of Modified Sublevel Caving Mining Method – A Case Study,* Arch. Min. Sci. 68 (2023), 4, 543-569, DOI:https://doi.org/10.24425/ams.2023.148149

[3] Бабић И., Марин А., Бановић В. (2015): *Избор методе откопавања при подземној експлоатацији за жична лежишта,* Зборник радова I Рударско-геолошки форум - Сребреница 2015, Савез инжењера рудара и геолога Републике Српске.