



Сојуз на рударски и геолошки инженери  
на Република Македонија

трето стручно советување  
со меѓународно учество  
**ПОДЕКС '09**

04 - 05.12.2009 година  
Македонска Каменица

# ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

ТЕХНОЛОГИЈА  
НА ПОДЗЕМНА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА  
НА МИНЕРАЛНИ  
СУРОВИНИ







трето стручно советување  
со меѓународно учество

**ПОДЕКС '09**

04 - 05.12.2009 година  
Македонска Каменица

---

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА  
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

---

**Зборник на трудови**



Сојуз на рударските и геолошките инженери  
на Република Македонија

### Коорганизатори и спонзори

Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица  
INDO MINERALS AND METALS, Рудник ЗЛЕТОВО - Пробиштип  
Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип  
Министерство за образование и наука  
Министерство за економија  
FHL Мермерен Комбинат - Прилеп  
LARIN MRAMOR - Скопје

### Организационен одбор

*претседател:*

Филип Петровски  
Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица

*потпретседатели*

Мише Кацарски  
ИММ Рудник ЗЛЕТОВО, Пробиштип

проф. д-р Зоран Десподов  
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

проф. д-р Ристо Дамбов  
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

*извршен секретар*

Љупчо Трајковски  
државен рударски инспектор,  
Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија - Скопје

*членови*

доц. д-р Дејан Мираковски  
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

асс. м-р Стојанче Мијалковски  
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

Драган Насевски  
Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија - Скопје

Борче Гоцевски  
Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица

Митко Костовски  
ИММ Рудник ТОРАНИЦА, Крива Паланка

Зоран Костовски  
МАРМО БЈАНКО, Прилеп



## ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

---

### Зборник на трудови

#### **Издавач**

Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија

#### **За издавачот**

Љупчо Трајковски, дипл. руд. инж.

#### **Главен и одговорен уредник**

проф. д-р Зоран Десподов

#### **Техничка подготовка**

асс. м-р Стојанче Мијалковски

асс. м-р Николинка Донева

асс. м-р Марија Хаџи-Николова

асс. Радмила Каранакова - Стефановска

Никола Механџиски, дипл. руд. инж.

Драги Пелтечки, дипл. руд. инж.

Горан Поп-Андонов, дипл. руд. инж.

#### **Дизајн и подготовка на корица:**

Дејан Д. Николовски

#### **Печатница:**

РИ-Графика, Скопје

#### **Тираж:**

100 примероци





СРГИМ

Сојуз на рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

III<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна експлоатација на минерални суровини

**ПОДЕКС '09**

Македонска Каменица  
04 – 05. 12. 2009 год.

## ОТВОРАЊЕ, РАЗРАБОТКА И ОТКОПУВАЊЕ НА ПОДЛАБОКИТЕ ДЕЛОВИ ВО РЕВИРОТ “СВИЊА РЕКА”, РУДНИК “САСА”

### DEVELOPMENT AND EXCAVATION OF THE DEEPER AREAS IN MINE DISTRICT "SVINJA REKA", "SASA" MINE

Станке Тасковски - РОЦ САСА ДООЕЛ - М. Каменица,  
Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски - Институт за рударство, ФПТН, УГД - Штип

#### Апстракт

Едни од приоритетните задачи на секој рудник се континуираните истражувања, отворања и разработка на нови оруднувања, се со цел да се обезбедат доволни количини на минерални суровини за понатамошен развој и што подолг век за експлоатација на самиот рудник. Рудникот “САСА” посветува големо внимание на овие проблематики, а тоа се потврдува со отворањето, разработката и откопувањето на подлабоките делови во Ревирот “Свиња река” помеѓу хоризонтите XIVb и 830.

*Клучни зборови:* Главна извозно-сервисна рампа, поткоп 830, отворање, разработка, откопување.

#### 1. Вовед

Во овој труд ќе биде објаснето отворањето, разработката и откопувањето на рудното наоѓалиште помеѓу хоризонтите XIVb и 830, како перспектива за продолжување на векот на експлоатација на рудникот “САСА”.  
Врз основа на прелиминарните анализи, усвоен е комбиниран начин за отворање на рудното наоѓалиште помеѓу хоризонтите XIVb и 830. Отворањето се врши со: главна извозно-сервисна рампа и продолжување на поткопот 830.  
Од геолошките профили и прогнозните хоризонтални геолошки карти може да се забележи дека станува збор за откопување на плочести рудни тела, со променлива дебелина како по правец така и по пад, која се движи во граници од 4 до 20 m. Поголема дебелина на рудните тела се забележува во јужниот дел на Блок 1. На интервалот помеѓу профил 600-600' и профил 1200-1200' се среќаваат три рудни тела, и тоа: подинско, средишно и кровинско. Гледано од аспект на содржината на метали, најбогато е подинското рудно тело. Падниот агол на рудните тела се движи во интервалот помеѓу 35 и 38°.



Геолошките рудни резерви се пресметани од страна на Геолошката служба на рудникот “САСА” и тие изнесуваат:

- На потегот помеѓу хор. XIVb-830:  $Q_1 = 9.122.170 \text{ t}$ ;
- На потегот помеѓу хор. XIVb-990:  $Q_2 = 2.963.592 \text{ t}$ .

## 2. Отворање на подлабоките делови во Ревирот “Свиња река”

### 2.1. Отворање на подлабоките делови во Ревирот “Свиња река” со изработка на главна извозно-сервисна рампа (ГИСР)

ГИСР ќе се изработува во јаловина, односно нејзината траса ќе минува во подинската серија по гнајсевите. Нејзината комплетна должина изнесува **1991,75 m**. Трасата на ГИСР ја чинат 5 делници со променлив наклон. Наклонот од XIVb до 990 е 12,5%, бидејќи на овој дел одвозот на рудата ќе се врши со камиони по нагорнина, додека на останатиот дел од трасата наклонот ќе биде 14%. На деловите каде што се предвидени пречници и комори трасата ќе биде хоризонтална. Кривините ќе бидат изведени со минимален радиус  $R_{\min} = 20 \text{ m}$ , а наклонот ќе изнесува 10 %.

Со цел да се избегнат големите транспортни должини, а со тоа и високите трошоци за одвоз на материјалот добиен при изработката на ГИСР, се предлага нејзина изработка во две фази:

- **I фаза:** изработка на ГИСР од хоризонт XIVb до ниво на хоризонт 910 ( $L = 1397,43 \text{ m} \approx 1400 \text{ m}$ );
- **II фаза:** изработка на ГИСР од хоризонт 910 до ниво на хоризонт 830 ( $L = 594,3 \text{ m}$ ).

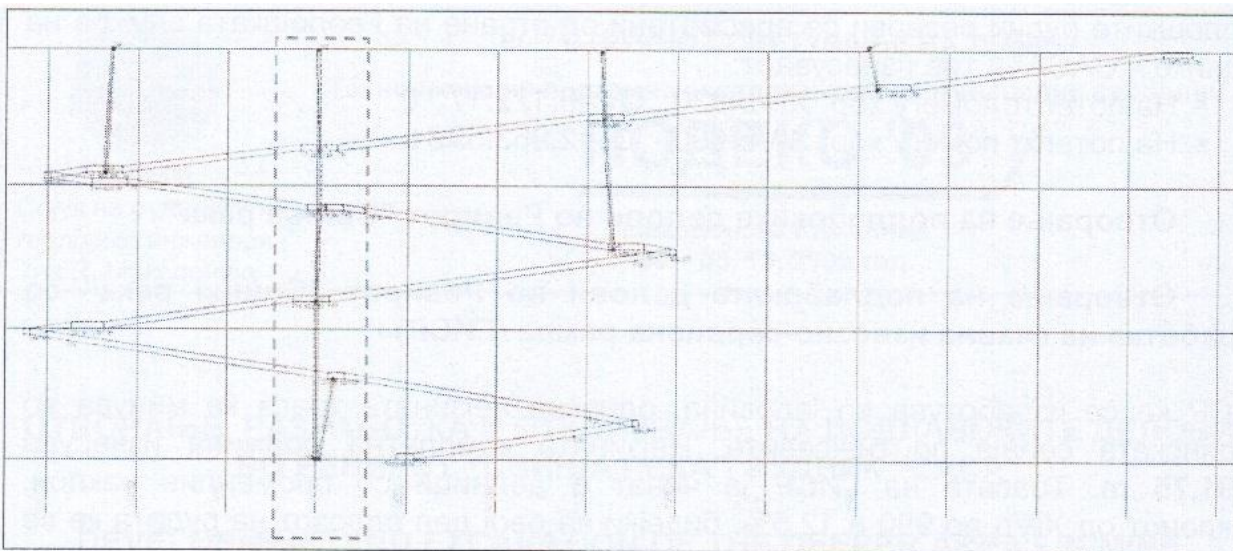
Во првата фаза при изработка на ГИСР јаловиот материјал со помош на јамски камиони, преку поткоп XIVb ќе се извезува на површината.

Во втората фаза при изработка на ГИСР, која може да биде и двокрилна (нископно и ускопно), материјалот ќе се одвезува со товарач до УС (910–830) и од таму со помош на бункерска кола и аку-локомотива до одлагалишна површина на платото испод порталот на поткоп 830. Исто така еден дел од ГИСР ќе се изработува ускопно од хоризонт 830 кон хоризонт 910, при што добиениот материјал со товарачи ќе се донесува на хоризонт 830, каде директно ќе се утовара во бункерска кола и потоа ќе се извезува на површината.

Со цел за подобрување на вентилацијата при изработка на ГИСР, бидејќи се работи за долга рударска просторија каде вентилацијата е со сепаратно проветрување, се предлага изработка на вентилациони ускопи и пречни ходници во подинските гнајсеви за поврзување со рампата на растојание од 100 до 200 m. Пречните ходници се со исти профил како и ГИСР и тие истовремено ќе служат како претоварни комори, каде материјалот добиен при избивање на ГИСР ќе се претовара во јамските камиони и понатаму ќе се транспортира до одлагалиштето на површината.

Усвоено е профилот на рампата да биде во форма на висок полукружен свод, со димензии  $B \times H = 3,5 \times 3,5 \text{ m}$ .





Слика 1. Вертикален пресек на ГИСР

При изработката на ГИСР (хор. XIVb – 830) за товарење и извоз на јаловиот материјал ќе се користи комбинација од транспортни средства: товарачи и јамски камиони. Со цел за рационално искористување на механизацијата тандемот товарач-камион бара изработка на комори на секои 100 до 150 m, а во конкретниов случај коморите ќе се изработуваат на местото на спојот на ГИСР со вентилационите ускопи, кои ќе се поврзуваат со пречници на повисокиот хоризонт (XIVb, 990 и 910).

За товарење и одвоз на јаловината од челото до претоварната комора во близина на спојот на ГИСР со поткоп **XIVb**, ќе се користи товарач на дизел погон **WAGNER ST-3,5D - Atlas Copco** од шведско производство, со волумен на лопата од **2,7 m<sup>3</sup>**.

### 2.1.1. Избор на подграда и начин на подградување на ГИСР

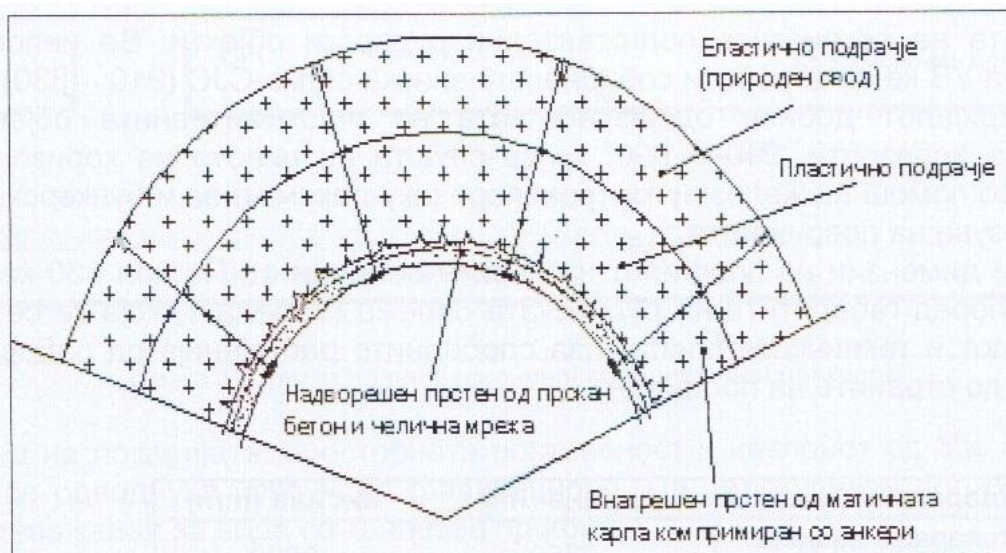
Врз основа на утврдениот квалитет на карпите како работна средина кои дозволуваат да се врши ископ на полн профил на просториите (со дупчење и минирање) со привремена стабилност на контурите на профилот, што е доволно за нормално вградување на постојана подграда, го исполнува условот за успешна примена на еластична подграда, конструктивно изградена од: прскан бетон, челична мрежа, анкери и челични рамки.

Кој од овие елементи ќе бидат застапени во еластичната подграда зависи од карактеристиките на работната средина.

Функционално (според носивоста) еластичната подграда може да се подели на два прстена (Слика 2):

- *Надворешен прстен*, изграден од прскан бетон и челична мрежа, со кој се врши стабилизација на контурите од профилот;
- *Внатрешен прстен* од матичните карпи, поврзани со помош на анкери со непроменетите маси во т.н. природен свод, кој што ја чини носечката зона.





Слика 2. Зони на еластичната подграда

## 2.2. Отворање на подлабоките делови во Ревирот “Свиња река” со продолжување на поткопот 830

Поткопот 830 е капитален рударски објект кој бил изработен најпрвин како истражен, а потоа и како капитален рударски објект за отворање и експлоатација на рудното наоѓалиште во Ревирот “Голема Река”.

Поткопот 830 е долг околу 4 km и е изработен од површината, со влез на кота 820,50 m и координати:  $x = 4\ 661\ 888$ ;  $y = 7\ 628\ 889$  (под патот М. Каменица - Рудник “Саса”)

Со геометриските елементи кои што ги има Поткопот 830, тој зазема положба таква што со негово продолжување (за околу 2000 m) истиот може да се вклопи во геометријата на истражните работи на рудното наоѓалиште во ревирот “Свиња река”, а подоцна и во концепцијата на отворањето и разработката на ревирот “Свиња река” на интервалот помеѓу хоризонтите XIVb и 830.

Поткопот 830 како капитален рударски објект ќе служи најпрвин за доистражување на наоѓалиштето “Свиња река”, односно потврдување на геолошките рудни резерви, а потоа за транспорт на рудата до извозното окно во “Голема река”, која ќе се откопува на производните хоризонти: 990-910 и 910-830, каде потоа гравитационо ќе се спушта на хор. 830 преку Централни рудни сипки. Освен тоа, поткопот ќе служи и за одвоз на јаловина до површината, превоз на вработените, сервисирање и опслужување на откопните блокови со репроматеријали, довод на погонска енергија и вентилација.

Работната средина по која што ќе се продолжува Поткопот 830, според геолошка претпоставка ќе биде гнајс.

Продолжувањето на поткопот кон север ќе се изврши од моменталната изработена состојба на поткопот (400 m северно од извозното окно – “Голема река”), па се до границата на оруднувањето во ревирот “Свиња река”, односно до геолошкиот профил 1300, или со вкупна должина пеку 2000 m.

Воглавно трасата на хоризонт 830 ќе биде праволиниска со тоа што ќе има три благи кривини. На геолошкиот профил 900 – 900' од капиталниот ходник кон подината ќе биде изработен пречен ходник со должина околу 220 m, кој ќе ги поврзе хоризонт 830 и хоризонт 910 со помош на ускопот за вентилација (УВ) и ГИСП на нешто повисоко ниво од тој хоризонт. Со тоа ќе се воспостави проточна вентилација, со што ќе се подобри вентилацијата и ќе се олесни



изработката на останатите подготвителни рударски објекти. Во непосредна близина на УВ ќе се изработи собирна јаловинска сипка-СЈС (910 – 830), преку која материјалот добиен од изработката на подготвителните објекти на повисоките хоризонти: 910 и 990, ќе се спушта на нивото на хоризонт 830, преку кој со помош на железнички транспорт (аку-локомотива и бункерска кола) ќе се извезува на површината.

Основните димензии на профилот на новите делници од Поткоп 830 ќе бидат усвоени според габаритите на рударската опрема (Табела 1) која ќе се движи низ поткопот и техничките прописи за слободните растојанија од рабовите на опремата до страните на профилот.

Табела 1.

Вид на рударска опрема	ширина (mm)	висина (mm)
Собирно-товарана машина Haggloader 8HR2	2850	2900
Вагон, 9 m <sup>3</sup> Shuttlecar HRST-CLE	1700	1850
Аку-локомотива, 8 t	1055	1430

За овие габарити на опремата профилот на поткопот ќе ги има следниве димензии В x Н = 3,5 x 3,5 m, и ќе биде со висок полукружен свод.

Димензиите на работниот профил на поткопот ќе бидат променливи и во главно ќе зависат од дебелината на подградата, која пак се одредува од квалитетот на работната средина во која ќе се изработува профилот на поткопот.

За дупчење на минските дупчотини при изработка на подетажните ходници ќе се користи средно-тешка рачна дупчалка тип **BBD 90W – PANTER**, произведена од страна на шведската фирма **Atlas Copco**.

### 2.2.1. Технологија за проветрување и одводнување на Поткоп 830

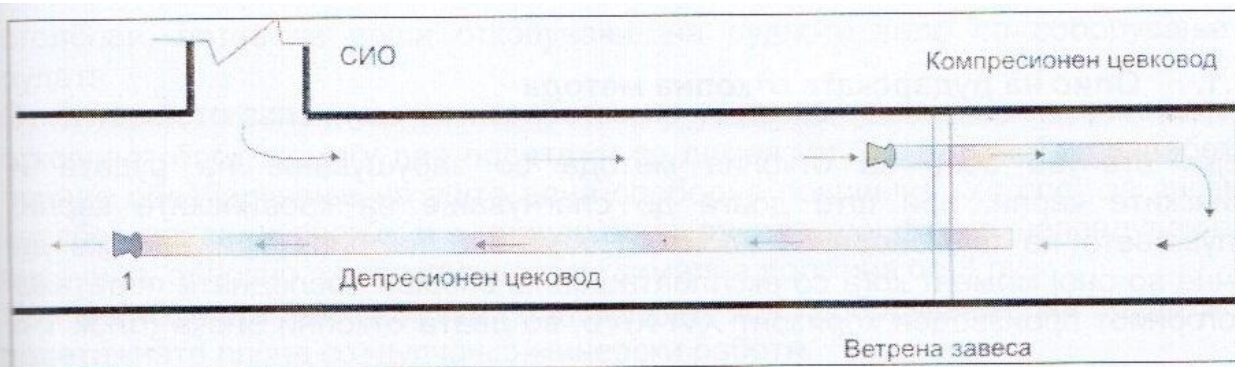
Поради спецификите на објектот и планираната динамика за развојот на објектите, посебно внимание е посветено на вентилацијата на работните чела во фаза на изработка на објектот.

Со оглед на фактот што целиот објект се изработува слепо, единствен начин за сигурна и квалитетна достава на потребните количества свеж воздух до работното чело е примената на сепаратните вентилациони системи (локалните вентилациони системи - ЛВС).

Максималната должина на објектот кој што ќе се проветрува слепо изнесува приближно 2700 m, со оглед на фактот што проточната воздушна струја е достапна дури во зоната на СИО.

Се препорачува примена на комбиниран ЛВС кој е составен од два цевковод, депресионен цевковод по целата должина на просторијата и краток компресионен цевковод во зоната на челото. Компресиониот цевковод има за задача да обезбеди турбулентно струење на воздухот во зоната на челото, а со тоа и подобра дифузија и одстранување на загадувачките супстанции. Депресиониот цевковод поставен на поголемо растојание од челото има за задача да го собере загадениот и затоплен воздух и да го изнесе надвор од подземното работилиште. На тој начин се обезбедува движење на чистиот воздушен поток по должина на целата просторија (Слика 3).





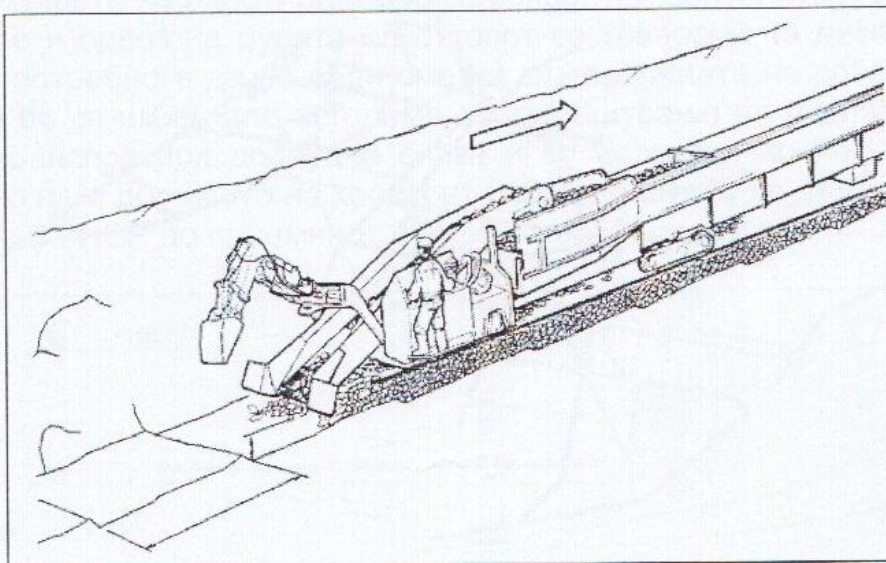
Слика 3. Приказ на депресионен и компресионен цевковод

Со оглед на локацијата, просторната поставеност и наклонот од 3‰, поткопот 830 ќе се одводнува исклучиво гравитационо. По целокупната должина ќе се изработува канал за вода со трапезен профил.

При изработка на Поткопот 830 за товарање и извоз на јаловиот материјал ќе се користи комбинација од товарни и транспортни средства:

- Собирно-товарна машина (тип Haggloader 8HR2, GIA Industri AB);
- Бункер вагон, со волумен од 9 m<sup>3</sup> (тип Shuttlecar HRST-CLE, GIA Industri AB);
- Акумулаторска локомотива, со маса 8 t.

Материјалот кој што се добива при продолжување на Поткопот 830 ќе се извезува низ ходникот на површината, каде ќе се врши негово одлагање.



Слика 4. Начина на работа на Хеглоадерот

### 3. Метода за откопување на оруднувањето во подлабоките делови во Ревирот “Свиња река”

Врз основа на рударско-геолошките услови на наоѓалиштето, за откопување на оруднувањето во подлабоките делови во Ревирот “Свиња река”, односно помеѓу хоризонтите XIVb-830 усвоена е подетажната метода со зарушување на рудата и соседните карпи, во две варијанти:

- Варијанта на подетажната метода со зарушување по правецот на протегање на рудните тела (за рудни тела со дебелина до 10 m) и
- Варијанта на подетажната метода со зарушување попречно на правецот на протегање на рудните тела (за рудни тела подебели од 10 m).



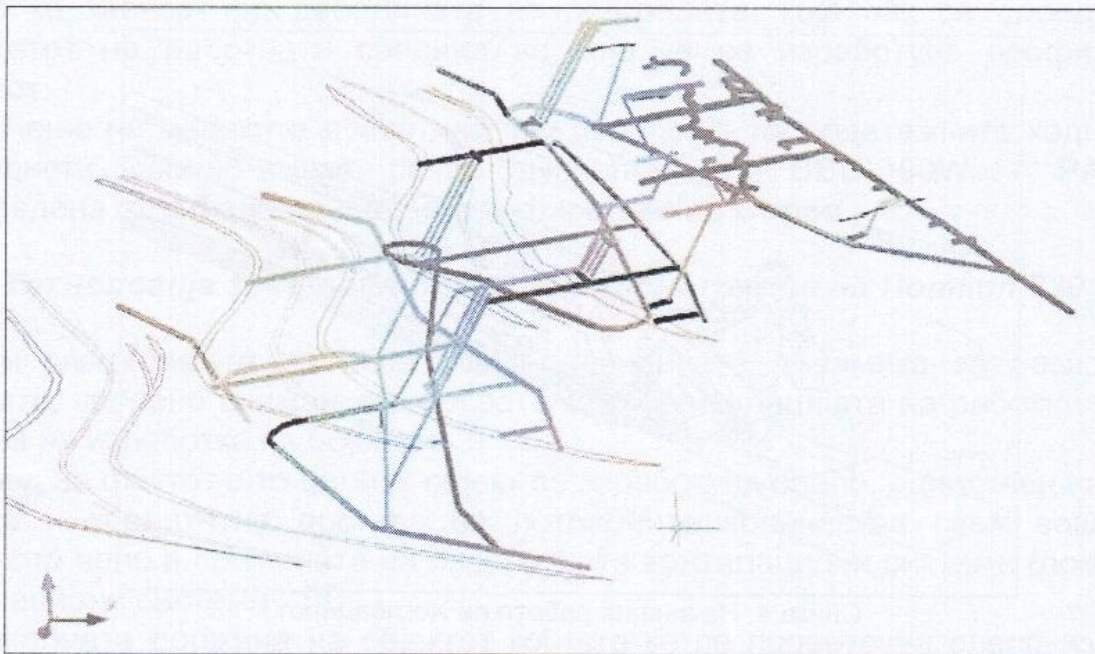
### 3.1. Опис на рударската откопна метода

Бидејќи станува збор за откопна метода со зарушување на рудата и кровинските карпи, при што доаѓа до слегнување на кровинските карпи, откопувањето на производниот хоризонт XIVb-990 на блок 1 и 2 може да започне во оној момент кога со експлоатација ќе заврши последната подетажа на погорниот произведен хоризонт XVI-XIVb, во двата откопни блока (блок 1 и 2).

Откопувањето ќе се врши во два блока со должина на секој блок од по 300 m и вертикална висина од околу 75 m.

За откопување на рудата од рудните блокови 1 и 2 помеѓу нивоата XIVb и 990 во ревер “Свиња река”, потребно е да се изработат следните подготвителни рударски простории (Слика 5):

- Откопни рампи, (ОР);
- Транспортен ходник (ТХ);
- Вентилационен ходник (ВХ);
- Рудни и јаловински сипки (РС и ЈС);
- Ускопи за вентилација (УВ);
- Пристапни ходници (ПрХ);
- Подетажни ходници (ПХ).



Слика 5. Шематски приказ на подготвителните рударски простории за откопување на оруднувањето помеѓу хоризонт XIVb – 830

### 3.2. Принцип за откопување на оруднувањето

Откопувањето на рудата ќе се врши во две фази, и тоа:

- **I Фаза**, изработка на подетажни смерни ходници и
- **II Фаза**, соборување на подетажната плоча и контролирано зарушување на кровинските карпи во отстапување, односно повлекување.

Изработката на подетажните ходници се врши по правецот на протегање на рудното тело, односно во неговата подина. Кога ќе се достигне крајната граница се изработуваат пречни ходници до кровината и се оставаат заштитни



столбови, потоа се врши откопување на рудното тело со соборување на рудата.

Откопувањето започнува со изработка на ускоп за засек (УЗ) од границата на откопниот блок, помеѓу две подетажи со димензии  $3 \times 3$  m, кој се изработува поради обезбедување на уште една слободна површина. Ускопот за засек се изработува со дупчење и минирање на рудата, со фазно напредување по височина, односно во сегменти со максимална должина од 3 m.

По изработката на УЗ, се пристапува кон соборување на рудата од подетажната плоча со дупчачко-минерски работи.

Дупчењето се врши со дупчачки коли тип Rocket Boomer од подетажниот смирен ходник, со дупчење на паралелни мински дупчотини и отстапување кон пристапниот ходник (ПрХ) изработен од откопната рампа кон откопот.

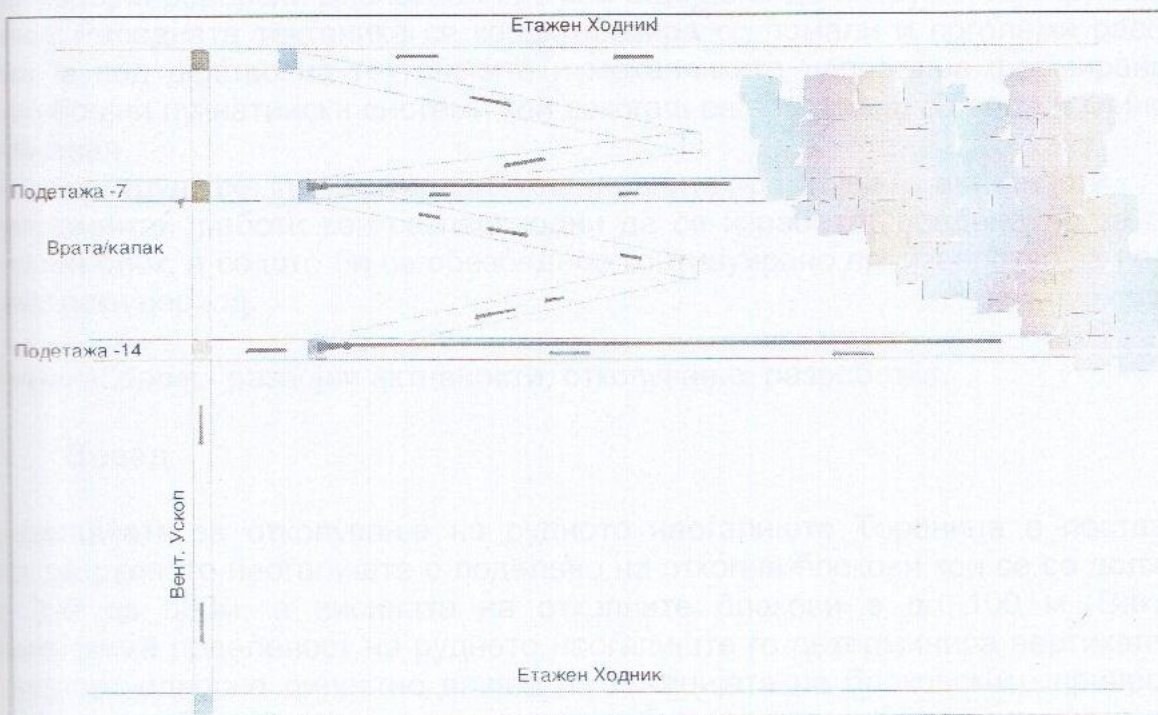
Дупчењето на подетажната плоча се врши во сегменти со должина на дупчотините околу 3 m, под агол од  $50^\circ$ . Бројот на производните мински дупчотини зависи од дебелината на рудната жица и широчината на откопот.

Откопувањето, односно соборувањето на рудата се врши на едно подетажно ниво, а пониското подетажно ниво е во фаза на подготовка. Откопувањето се врши двокрилно и на двата откопни блока, со отстапување од границите на откопните блокови кон средината на истите, односно кон пристапниот ходник од откопната рампа.

Зарушувањето на кровинските карпи е контролирано, како што напредува откопувањето од границата кон средината на откопниот блок.

По проветрувањето на работилиштето со сепаратен вентилатор, се пристапува кон товарање и одвоз на рудата од откопот со товарачи на дизел погон. При товарањето потребно е да се води сметка за количината на соборената руда, на кој начин би се избегнало поголемо осиромашување на рудната супстанца.

Рудата се транспортира до рудна сипка и се истовара во неа, а потоа таа гравитационо паѓа до нивото на хоризонт 990, и понатаму со јамски камиони се извезува преку ГИСП до приемниот бункер на површината.



Слика 6. Шематски приказ за разведување на воздухот кај откопи со подетажно зарушување



#### 4. Заклучок

Од погоре кажаното може да се заклучи дека Рудникот “САСА” посветува големо внимание кон континуираните истражувања, отворања и разработка на нови оруднети површини, со што се обезбедуваат доволни количини на минерални сировини за понатамошен развој и што подолг век за експлоатација на самиот рудник. Со отворањето и разработката за откопување на подлабоките делови во Ревирот “Свиња река” (помеѓу хоризонтите XIVb-830), се добиени околу 12 000 000 t нови прогнозни рудни резерви.

Сето досега кажано, го оправдува фактот што рудникот “САСА” се вбројува помеѓу најдобро организираните и најсовремени рудници во Европа и пошироко.

#### Литература

1. Дополнителен рударски проект за изведување на рударски работи и експлоатација на наоѓалиштето “Свиња река”, помеѓу хоризонтите XIVb – 830 во рудниците за олово и цинк “САСА”, М. Каменица, Скопје, мај, 2009год.;
2. Техничка документација од Рудник “САСА”.