



МАКЕДОНСКО

РУДАРСТВО И ГЕОЛОГИЈА

ISSN 1409-8288

информативно-стручна ревија година X број 18 септември 2010 година



**НОВИ ИНВЕСТИЦИИ
ВО БУЧИМ**

стр. 8

**ЧЕТВРТО СТРУЧНО
СОВЕТУВАЊЕ**

ПОДЕКС 10

12 и 13 ноември 2010 година

стр. 38

**ЕДИНСТВЕН ПОГОН ЗА ПРОИЗВОДСТВО
НА СТОПАНСКИ ЕКСПЛОЗИВИ**

ДЕТОНИТ - РАДОВИШ

ИЗДАВА: Сојуз на рударските
И геолошките инженери на Македонија

ГЛАВЕН И ОДГОВОРЕН УРЕДНИК:
Љупчо Трајковски, дипл. руд. инж.

ИЗДАВАЧКИ ОДБОР:

Миле Стефановски
Драган Насевски
Живко Калевски
Благоја Георгиевски
Зоран Костоски
Ристо Дамбов
Борче Гоцевски
Мише Кацарски
Костадин Јованов
Зоран Панов
Зоран Десподов
Горан Сарафимов
Љупчо Трајковски

РЕДАКЦИСКИ ОДБОР:

Ристо Дамбов
Љупчо Трајковски
Благоја Георгиевски
Зоран Десподов
Зоран Костоски
Филип Перовски
Герасим Конзулов

АВТОРИ НА ТЕКСТОВИТЕ:

Јован Колевски
м-р Костадин Јованов
Сашо Георгиевски
м-р Саша Митиќ
м-р Драган Милоевиќ
Никола Механџиски
Горан Поп-Андонов
Орце Спасовски
Зоран Десподов
Стојанче Мијалковски
Борче Гоцевски
Војислав Бубања
Димитар Димитровски
проф. д-р Душан Николовски
Мише Кацарски
Миле Пејчиновски
Валерија Миланова

**ЈАЗИЧНА РЕДАКЦИЈА, ДИЗАЈН
И ПОДГОТОВКА ЗА ПЕЧАТ:**

Дејан Д. Николовски
nikolovski2004@t-home.mk

ФОТОГРАФИЈА НА НАСЛОВНА СТРАНА:

Полнење на минска серија со гранулиран анфо-
експлозив на површинскиот коп БУЧИМ

ПЕЧАТИ:

АД Печатница "Киро Дандаро" - Битола

тираж 500

Списание то излегува четири пати годишно

АДРЕСА НА РЕДАКЦИЈАТА:
Ул. Грамос, бр.7а Скопје

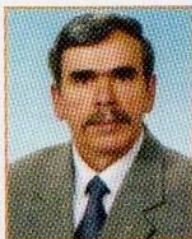
ТЕЛЕФОНИ: 02 2443 485 070 994 000
ljupcolns@yahoo.com
nikolovski2004@t-home.mk

ПРЕТПЛАТА:
годишна 500 денари
примарок 150 денари

ЖИРО СМЕТКА 300000000249326
Комерцијална банка Скопје

Ракописите и фотографиите не се враќаат

Почитувани читатели,



Информативно-стручната ревија *Македонско рударство и геологија* по четврти пат го прославува рударскиот празник 28 Август. Празникот се совпаѓа и со континуирано четригодишното издавање на ревијата.

И во ова издание, осумнаесетто по ред, презентираниите трудови во ревијата се од повеќе области од рударството, геологијата и пошироко, за кои сметаме дека ќе го привлечат Вашето внимание.

Покрај досега објавуваните стручни трудови од повеќе области од рударската и геолошката активност, сметаме за потребно од ова издание да отпочнеме со нова рубрика - „Рударски несреќи во Македонија“, не за да се бараат виновниците и да се обвинуваат за тоа, бидејќи тоа е работа на судските органи, туку низ анализа на условите и причините под кои настанале незгодите да се извлечат поуки за понатаму. Несреќите перманентно се случуваат во рударската дејност секоја година и, за жал, дел од нив се случуваат под исти околности, што укажува на недоволно и неодговорно однесување, како на работниците, така и на претпоставените раководители при почитувањето и спроведувањето на безбедносните мерки при работата.

Ревиијата и понатаму е скогаш отворена за соработка со Вас, читателите, со цел таа да ги задоволи Вашите желби и барања и го оправда своето постоење.

Им се заблагодаруваме на сите автори кои зедоа учество во ова издание, но и на спонзорите, кои придонесуваат ревијата и понатаму да опстојува. Исто така, им се извинуваме на авторите чии трудови, заради ограничениот број страници, не бевме во можност да ги објавиме во овој број.

СРЕКНО

Љупчо Трајковски, главен и одговорен уредник

во овој број:

28 АВГУСТ - ДЕН НА РУДАРИТЕ

4 Свечено одбележан Денот на македонските рудари
во повеќе рударски организации

СЕГАШНОСТ И ИДНИНА

6 Што би биле Радовиш, Македонска Каменица,
Крива Паланка, Пробиштип без своите рудници?

РАЗВОЈ

8 Нови инвестиции во БУЧИМ

СТОПАНСКИ ЕКСПЛОЗИВИ

10 Фабрика за експлозиви ДЕТОНИТ ДООЕЛ Радовиш
состојби, производство, развој - верифициран нов тип на експлозив

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОТКОПУВАЊЕ

14 Примена на бетонот и флотациската јаловина
за засипување на откопаните простори
во рудникот Чока Марин - Мајданпек, Србија

ИСТРАЖУВАЊЕ

18 Техничко-технолошки и економски аспект на некои
рударско-геолошки карактеристики на јагленосните наоѓалишта
при дефинирање на моделот за експлоатација
со комплексна механизација, со посебен осарт
на тектонската нарушеност на јагленосните слоеви

РАЦИОНАЛНО ОТКОПУВАЊЕ

21 Нови истражувања за геометриските параметри
на подетажниот метод со зарушување

ТЕХНОЛОГИЈА НА МИНИРАЊЕ

26 Главен проект за рушење на натпатник на км. 5 +668
на автопат Е-75, Куманово - Табановце

АНАЛИЗА

31 Споредба меѓу „магаџинскиот откопен метод“
и „подетажниот откопен метод со отворени откопи“
за откопување на тенки рудни жици

РУДАРСКИ НЕСРЕЌИ ВО МАКЕДОНИЈА

34 Несреќите во рудниците -
перманентна појава во Република Македонија

ИНФОРМАЦИЈА

38 Четврто стручно советување ПОДЕКС '10

НОВИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ГЕОМЕТРИСКИТЕ ПАРАМЕТРИ НА подетажниот метод со зарушување

Зоран ДЕСПОДОВ

Факултет за природни и технички науки
- Институт за рударство, Универзитет Гоце Делчев - Штип



Во трудот се презентирани најновите истражувања реализирани во светски рамки за геометриските параметри на подетажниот метод со зарушување на рудата и соседните карпи, со цел максимално искористување и минимално осиромашување на ровната руда.

1. Опис на подетажниот метод со зарушување

Подетажниот метод со зарушување (Sublevel caving) е масовен откопен метод, базиран на принципот на гравитациско точење на одминираниот руда и зарушената жаловина. Во споредба со останатите откопни методи, подетажниот метод со зарушување се карактеризира со предности и недостатоци кои мора да бидат внимателно разгледани и проценети при рударското проектирање и планирање. Главни **ПРЕДНОСТИ** на подетажниот метод со зарушување се следните.

Безбедноста при работа. Со оглед на тоа што сите рударски операции се извршуваат во релативно мали простории, подетажниот метод е еден од најбезбедните методи. Подетажните ходници се примарните работни места. Тие се распоредени во правилен шаховски распоред на повеќе нивоа - подетажи. Димензиите на подетажните ходници изнесуваат од 5 до 6 метри во широчина и од 3,7 до 4 метри во височина. Во нашите рудници за олово и цинк, поради послабата работна средина, димензиите на подетажните ходници се помали и тие изнесуваат од 2,5 до 3,5 метри во широчина и од 2,5 до 3,5 метри во височина. Транспортните

ходници имаат ист напречен пресек со подетажните, но доколку станува збор за камионски транспорт, нивната височина може да изнесува до 4,5 метри. Избивањето на ходниците се врши со дупчачко-минерски работи, а подградувањето со еластична

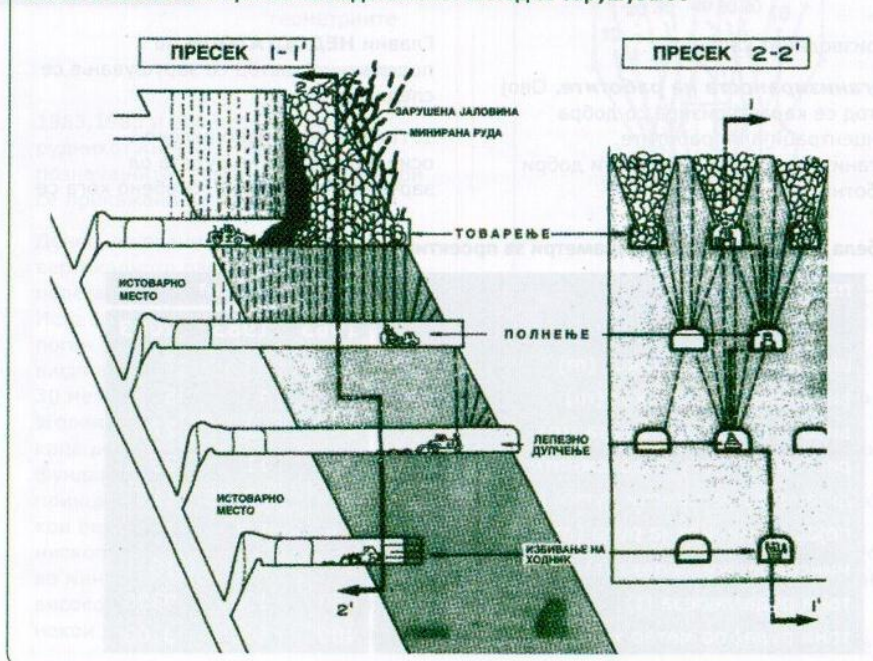
подграда (прскан бетон, мрежа и анкери).

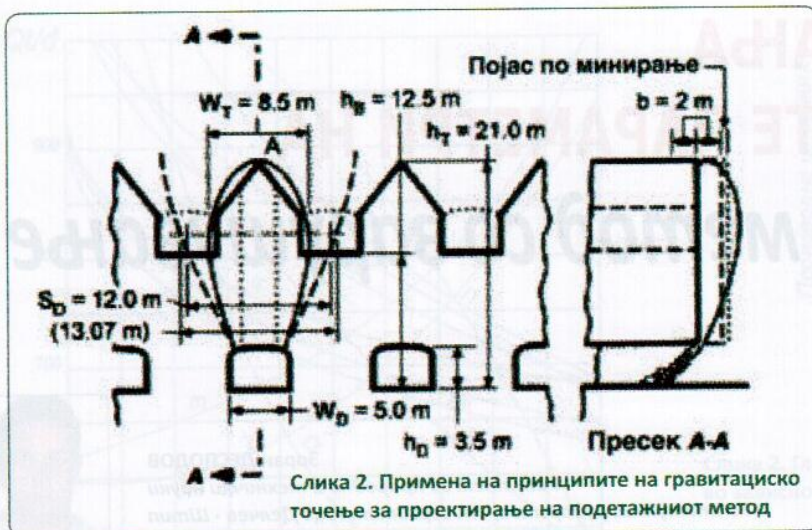
Механизираноста. Како што се гледа од слика 1, при овој метод рударските активности, главно, можат да се поделат во четири фази: 1) изработка на подетажни ходници, 2)

лепезно дупчење, 3) производно минирање и 4) точење, товарање и одвоз на рудата. Во современите подетажни методи напречните пресеци на објектите се доволно големи, што допуштат воведување на габаритна самоодна рударска опрема. Предностите на овие транспортни системи се состојат во тоа што можат успешно да се искористат, не само за рударски операции, туку и за други сервиси.

Флексибилноста. Извршувањето на рударските активности на издвоени подетажи (подготовка на пониската подетажа, производство на

Слика 1. Шематски приказ на подетажниот метод со зарушување

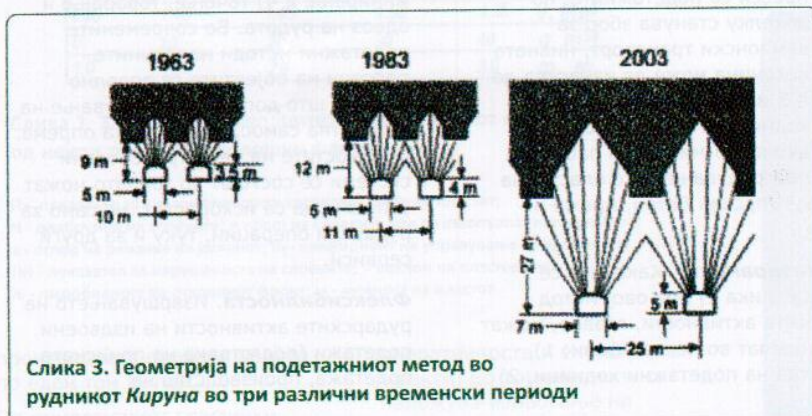




Слика 2. Примена на принципите на гравитациско точење за проектирање на подетажниот метод

повисоката, односно повисоките подетажи) со мобилна рударска опрема дозволува висок степен на флексибилност, брзо отпочнување со откопувањето и зголемување на

Поради наведените предности, откопувањето со подетажниот метод со зарушување може да биде успешно и со ниски производни трошоци.



Слика 3. Геометрија на подетажниот метод во рудникот Кируна во три различни временски периоди

производниот капацитет.

Организираноста на работите. Овој метод се карактеризира со добра концентрација на работите, организираност на работите и добри работни услови.

Главни **НЕДОСТАТОЦИ** на подетажниот метод со зарушување се следниве:

1. Постои релативно високо осиромашување на рудата од зарушената јаловина, особено кога се

Табела 1. Некои значајни параметри за проектирање

параметар	година		
	1963	1983	2003
широчина на ходникот (m)	5	5	7
височина на ходникот (m)	3.5	4	5
височина на подетажата (m)	9	12	27
растојание меѓу подетажните ходници (m)	10	11	25
дијаметар на мински дупки (mm)	45	57-76	115
појас на минирана руда (m)	1.6	1.8	3
мински дупки/лепеза (t)	9	9	10
тони руда/лепеза (t)	660	1080	9300
тони руда/ по метар ходник (t/m)	400	600	3100

бара високо искористување.

2. Целокупната руда мора да биде дупчена и минирана, со цел да се добие материјал погоден за извлекување со гравитациско точење.

3. Се јавуваат различни видови загуби на рудата иако, генерално, најголеми загуби се јавуваат во подинскиот дел на рудното тело поради неговиот благ пад.

4. Неопходен е релативно висок степен на подготвителни работи (подетажни ходници, откопни рампи, рудни и јаловински сипки и транспортни ходници).

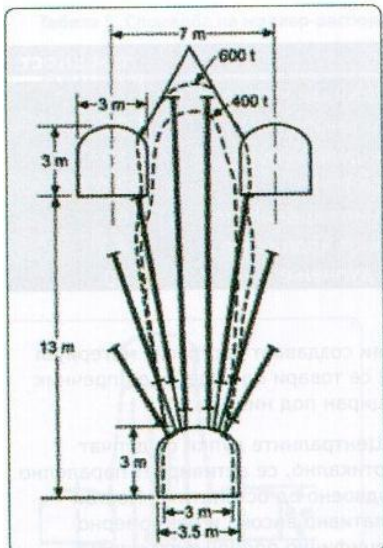
5. Откопувањето на рудата создава прогресивно зарушување на погоре лежечките карпести маси кое, пак, има за последица слегнувања и оштетувања на релјефот на површината.

6. За да се максимизира искористувањето на рудата, а да се минимизира осиромашувањето и да се постигнат добри резултати, при откопувањето со подетажниот метод потребни се егзактни податоци за параметрите на гравитациското точење на одминирната руда и зарушената јаловина. Точноста и бројот на потребни податоци зависи од целите и потребите на рударското проектирање. За прелиминарна студија, можат успешно да се искористат податоците од други подетажни методи, со слични услови и околности. За друго повисоко ниво на рударско проектирање и планирање, јасно е дека се неопходни поточни податоци, добиени од аналитички и експериментални анализи базирани на in situ тестови.

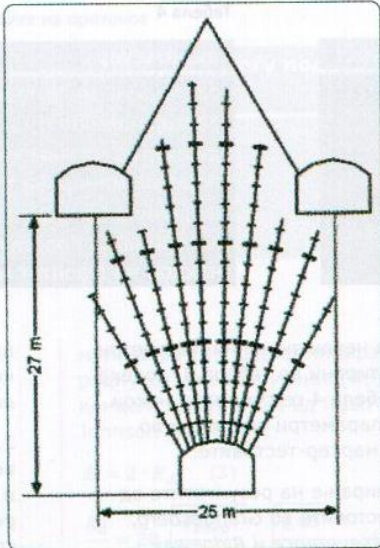
2. Нови истражувања за геометриските параметри на методот со подетажно зарушување

Во продолжение на овој текст ќе бидат изложени некои од истражувањата за геометриските параметри на методот со подетажно зарушување, значајни за извлекувањето на рудата со гравитациско точење. Овие истражувања се презентирани од страна на професорот W. Hustrulid (University of Utah and Colorado School of Mines, USA) на Меѓународната конференција за масовно откопување, одржана во градот Lulea, Шведска, во јуни 2008 година.

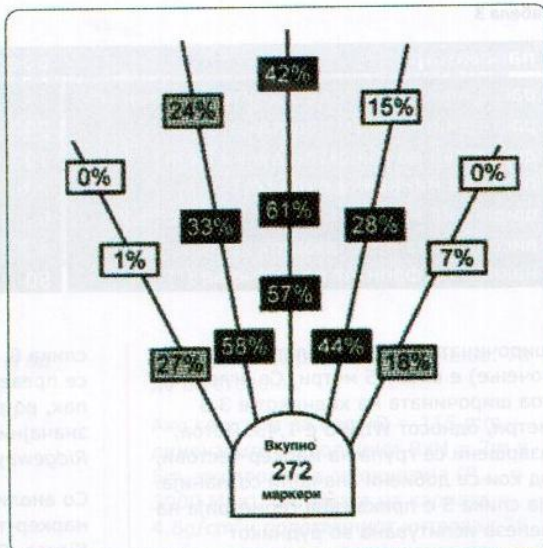
Во 1950 година, во Чехословачка, Rudolf Kvaril поставил прашање за одредување на причините за проблемите во бункерите и силосите, засновани на новите сознанија, за да се изнајде начин за подобрување на нивните перформанси. Тој забележи



Слика 4. Резултати од маркер-тестовите во рудникот Grangesberg



Слика 5. Геометрија на леза за подетажно зарушување во Кируна



Слика 6. Процент на искористени маркери на поединечни позиции

дека најпрвин е неопходно да се одредат базичните принципи на гравитациско точење за гранулирани и крупни материјали, со обзир на тоа дека тие мора да бидат целосно различни од принципите кои го опишуваат течењето на течностите

се применувани во рудникот Кируна (Шведска), во раните 1980-ти години. Интересно е да се забележи дека проектирањето е базирано на односот - широчина на елипсоид на точење (Wt) кон широчина на ходник (Wd), $Wt/Wd = 1,7$.

Новите истражувања обезбедуваат некои сознанија во тој поглед. Едно од размислувањата било да се испитаат принципите на точење во лабораториски услови, а сосема друго да се покаже дали тие се применливи во реалноста, односно во рударски услови. Такви испитувања се вршени

Табела 2. Значајни параметри испитувани во Кируна маркер-тестовите

параметар	вредност
растојание меѓу подетажните ходници (m)	25
растојание меѓу подетажите (m)	27
дијаметар на минските дупки (mm)	114
појас на минирана руда (m)	3
широчина на подетажниот ходник (m)	7
височина на подетажниот ходник (m)	5
наклон на фронтот на дупчење (°)	80

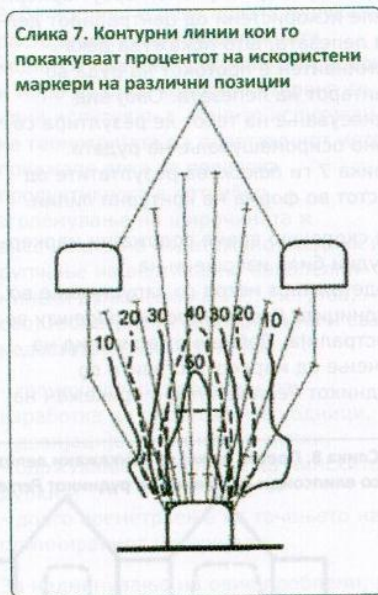
кои до тогаш беа употребувани. Тој одлучил дека единствено реален начин за проучување е да се изработат и тестираат голем број модели и да се направат in situ испитувања. Многу од овие модели и добиени сознанија се опишани во неговата книга (Kvaril, 2004). Во 1965 година, Kvaril, заедно со Janelid, започнал да ги применува принципите на гравитациско точење при испитување на бункери и сипки кај подетажниот метод со зарушување. На слика 2 е прикажана примената на овој модел за проектирање на подетажниот метод. Во овој случај, растојанието меѓу подетажите е 12,5 метри, ходниците се со димензии 5 x 3,5 метри, растојанието помеѓу подетажните ходници е 12 m, а појасот на одминирани руда е 2 метри. Овие димензии на подетажите

1963,1983 и 2003 година во рудникот Кируна. Некои од позначајните геометриски параметри се прикажани во табела 1.

Денес, во рудникот Кируна вертикалното растојание меѓу подетажите изнесува 28,5 метри. Исто така, во рудникот Malmborget, погон на компанијата LKAB, висината меѓу подетажите изнесува 30 метри. Со постојаните напори за зголемување на производните капацитети, се поставува фундаментално прашање: Дали принципите за гравитациско точење, кои биле основа за проектирање на нископродуктивни подетажни методи во минатото, можат да се применат за високопродуктивни методи и дали некои други пристапи се неопходни?

Со текот на годините, нивото на подетажите било значително зголемувано, при што LKAB Кируна била лидер во тој поглед. На слика 3 е прикажана споредба на геометриите на подетажните методи за

Слика 7. Контурни линии кои го покажуваат процентот на искористени маркери на различни позиции



преку студии на маркери. На слика 4 се прикажани некои резултати од првите маркер-студии, реализирани како дел од КТН истражувачката програма на подетажните методи со зарушување, спроведувани од рудникот за железо Grangesberg, во централна Шведска, во почетокот на 1970 година.

Од слика 4 може да се забележи дека

Табела 3

параметар	вредност
растојание меѓу подетажните ходници (m)	14
растојание помеѓу подетажите (m)	30
дијаметар на минските дупки (mm)	102
појас на минирана руда (m)	2.6
широчина на подетажниот ходник (m)	6
височина на подетажниот ходник (m)	4.7
наклон на фронтот на дупчење (°)	80

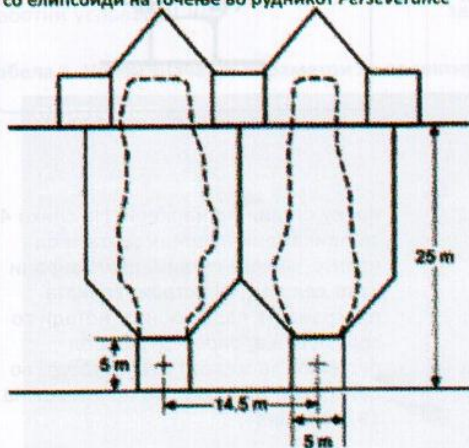
широчината на текот (елипсоидот на точење) е околу 5 метри. Со оглед на тоа широчината на ходникот е 3,5 метри, односот Wt/Wd е 1,43. Потоа, извршени се група на маркер-тестови, од кои се добиени значајни сознанија. На слика 5 е прикажана геометрија на лезеза испитувана во рудникот *Кируна*, а резиме на некои значајни фактори содржани во *Кируна* маркер-тестовите е дадено во табела 2.

На слика 6 се прикажани резултатите од искористувањето на маркерите изразени како процент од вкупниот број маркери поставени на секоја поединечна локација.

Може да се забележи дека само мал број маркери биле искористени од страните на лезезата, што покажува дека текот на рудата бил мал. Од друга страна, пак, голем број маркери биле искористени од централниот дел на лезезата, што покажува дека доминантен е протокот на руда во центарот на лезезата. Овој вид однесување на текот ќе резултира со рано осиромашување на рудата. Слика 7 ги покажува резултатите од тестот во форма на контурни линии.

Во скорешно време содржајни маркер-студии биле извршени на подетажниот метод со зарушување во рудниците *Perseverance* и *Ridgeway* во Австралија. Добиениот елипсоид на точење од маркер-тестовите во рудникот *Perseverance* е прикажан на

Слика 8. Пресек на кој се прикажани лезези со елипсоиди на точење во рудникот *Perseverance*



слика 8, а некои значајни параметри се презентирани во табела 3, додека, пак, во табела 4 се сумирани некои значајни параметри опфатени во *Ridgeway* маркер-тестовите.

Со анализирање на резултатите од маркер-тестовите во *Grangesberg*, *Kiruna*, *Perseverance* и *Ridgeway*, интересно е да се забележи дека сите, во основа, покажуваат еден тип на *sil*о протек, како што е прикажано на слика 9.

Просечниот однос (широчина на елипсоидот на точење/широчина на ходникот, Wf/Wd) за четирите случаи е прикажан во табела 5.

Од табела 5 се гледа дека односот Wf/Wd се движи во интервал 1,4 - 1,7. Овие резултати се во согласност со поранешната геометрија на подетажниот метод со зарушување предложена од *Kvapil* (слика 2), а кој користел однос од 1,7.

Постојат неколку размислувања дека добиените резултати од испитувањата се логички:

1. Средишните мински дупки од лезезата се активираат први и тие

Табела 4

параметар	вредност
растојание меѓу подетажните ходници (m)	14
растојание помеѓу подетажите (m)	30
дијаметар на минските дупки (mm)	102
појас на минирана руда (m)	2.6
широчина на подетажниот ходник (m)	6
височина на подетажниот ходник (m)	4.7
наклон на фронтот на дупчење (°)	80

први создаваат растресит материјал кој се товари од подетажен пречник лоциран под нив.

2. Централните дупки се дупчат вертикално, се активираат паралелно и одвоено од останатите. Постои релативно високо и рамномерно специфично полнење кај нив во споредба со останатите дупки во лезезата. Одовде, може да се очекува најдобра, многу воедначена гранулација на материјалот.

3. Рудниот материјал во централниот дел на елипсоидот на точење дава најдобри ефекти при точењето насочено кон товарното место односно подетажниот пречник.

3. Одлуки во врска со распоредот кај подетажниот метод со зарушување базирани на инпутите за претходно извршените маркер-тестови

Врз основа на резултатите од четирите маркер-тестови се забележува дека Wf може да се изрази како множител од широчината на ходникот Wd , односно:

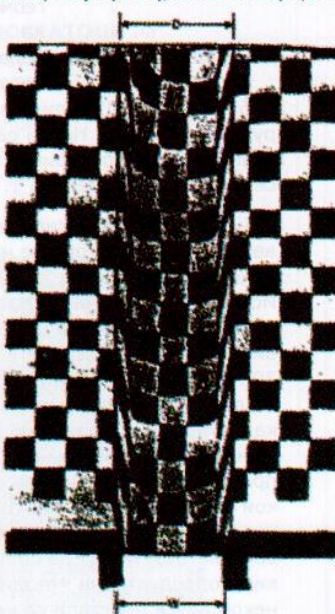
$$W_f = (1.4 - 1.7) \cdot W_d \quad (1)$$

Некои прелиминарни проектни одлуки за почетно планирање се сумирани во долниот текст:

- Големина на подетажниот ходник (широчина (Wd) и височина (Hd)): Детерминирани се од опремата.

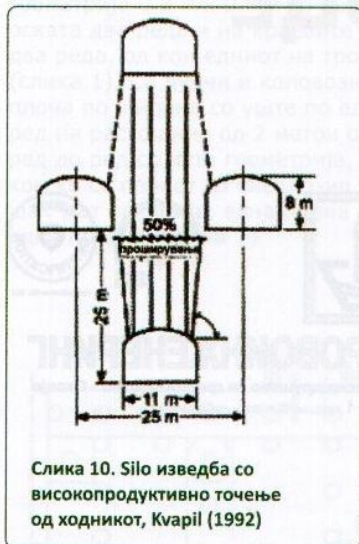
- Подетажен интервал (HS): Теоретската максимална вредност е базирана на можноста за дупчење на долги и прави мински дупки. Исто така, тој е базиран и на големината на пречникот на минските дупки (D). Актуелниот лимит на овој интервал е базиран на искористувањето и осиромашувањето кои се јавуваат во текот на

Слика 9. Распоред на протек наречен *sil*о тип, *Kvapil* (1955), *Jained* и *Kvapil*(1965)



Табела 5. Споредба на маркер-распоредите на протокот

рудник	широчина на ходник (Wd), m	интервал меѓу подетажите (m)	широчина на протокот (Wf), m	Wf/Wd
Grangesberg	3.5	13	4.9	1.4
Kiruna	7	27	10.3	1.5
Perseverance	5	25	7.1	1.4
Rldgeway	5.9	25 - 30	10	1.7



Слика 10. Силно изведба со високопродуктивно точење од ходникот, Kvaril (1992)

минирање (B): Детерминиран е од радиусот на оштетување (Rd), концепт дискутиран од Hustrulid и Johnson (2008).

$$B = 2 \cdot R_d \quad (3)$$

$$\frac{R_d}{r_h} = 20 \sqrt{\frac{P_{eExp}}{P_{eANFO}}} \cdot \sqrt{\frac{2.65}{\rho_{rock}}} \quad (4)$$

каде е:

Rd = радиус на оштетување (m)

R_h = радиус на минската дупка (m)

P_{eExp} = експлозивен притисок на експлозивот

P_{eANFO} = експлозивен притисок за експлозивот ANFO = 1600 Мра

- Наклон на фронтот на дупчење: 70 до 80 степени.

Ако се усвои да биде D = 115 mm, димензиите на ходникот ВxН = 7m x 5m, експлозивот со емулзија (P_{eExp} = 3900 Мра), густината на карпата = 4.6g/cm³ и подетажниот интервал 25 m базиран на перформансите на дупчачката опрема и контролата на извлекувањето на рудата, останатите добиени димензии се:

растојание меѓу подетажните ходници: 17 до 19m

појас на минирање: 2.7 m

растојание меѓу лепезните дупки: 3.5 m

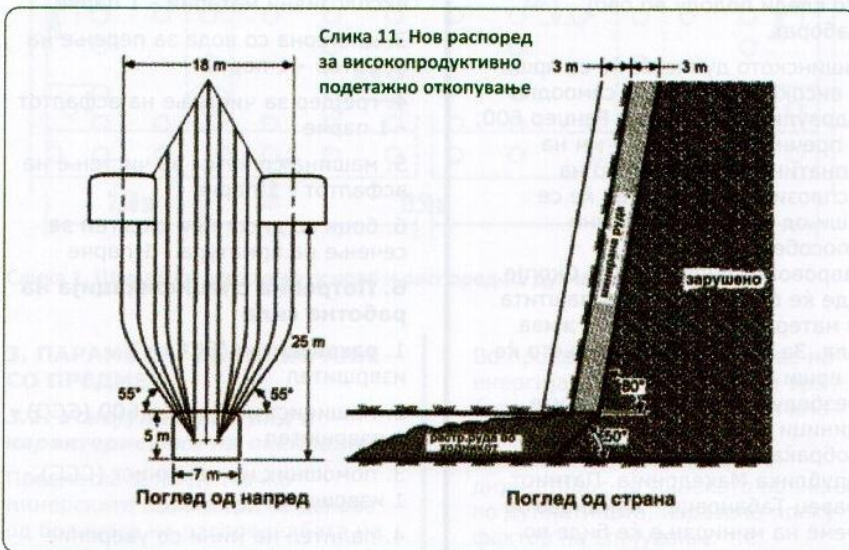
растојание меѓу паралелните дупки: 3 m

наклон на фронтот за дупчење: 80 степени (изберено)

Забележливо е дека новата одлука за растојанието меѓу подетажните ходници има многу ограничени основи и мора да биде комплементирана со идни испитувања. Идните испитувања на геометријата на подетажниот метод покажале дека за повисока продуктивност е потребно зголемување на широчината и височината на подетажниот ходник и дупчење на вертикални паралелни мински дупки (слика 10). Меѓутоа, овој геометриски распоред има и свои недостатоци, меѓу кои се:

- геомеханички проблеми при изработка на подетажните ходници,
- девијација на минските дупки,
- одржување и полнење на минските дупки и
- долго времетраење на точењето на одминираниот материјал.

За надминување на овие проблеми, а со цел одржување и зголемување на продуктивноста кај подетажните методи со зарушување, се предлага нов геометриски распоред на минските дупки (слика 11), кој би овозможил добра фрагментација и успешно гравитациско точење на одминираниот материјал. Оваа идна изведба на минските дупки во лепезата ќе се извршува со специјална дупчачка технологија и иновации за минирањето.



Слика 11. Нов распоред за високопродуктивно подетажно откопување

управувањето со товарането на рудата/јаловината.

- Дијаметар на минските дупки (D): Детерминиран е од расположливата дупчачка опрема и способноста за полнење долги мински дупки.

- Растојание меѓу подетажните ходници (S_d):

$$S_d = (2.4 - 2.7) \cdot W_d \quad (2)$$

- Растојание меѓу лепезите (појас на

ρ_{rock} = густина на карпата (g/cm³)

2.65 = густина на типична карпа (g/cm³)

- Растојание меѓу дупнатините (ST): Детерминирано е од појасот на минирање

$$St = 1.3B$$

- Растојание меѓу паралелни дупнатини (SP): Детерминирано е од појасот на минирање:

$$SP = B \quad (5)$$