



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.

АНАЛИЗА НА ЕФЕКТИТЕ ОД МИНИРАЊЕ СО КОРИСТЕЊЕ НА СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ

Ристо Дамбов¹, Илија Дамбов², Јован Лотески³

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

²ДАМ-ЕКСПЛО, ДОО Радовиш, Р. Северна Македонија

³Ина Трејд Лоте, Прилеп, Р. Северна Македонија

Абстракт: Во овој труд се дадени некои минерски параметри кои се со директно влијание на ефектите од минирање. Дадени се шематски прикази на распределба на енергијата при експлозија како и позитивните и негативните ефекти при експлозијата.

Од аспект на добиени ефекти анализирана е гранулацијата по минирање, сеизмичките ефекти по експлозијата и преку една минска серија со користење на софтверски програм дадени се ефектите од минирање пред самото минирање т.е. предвидени ефекти во поглед на добиена гранулација и сеизмички ефекти.

Клучни зборови: минирање, гранулација, сеизмички ефекти, предвидување.

ANALISE OF BLASTING EFFECTS USING SOFTWARE PROGRAMS

Risto Dambov¹, Ilija Dambov², Jovan Loteski³

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

²DAM-EXPLO, DOO, Radovis, R. of North Macedonia

³Ina trejd Lote, Prilep, R. of North Macedonia

Abstract: In this paper, are given some mining parameters that have a direct influence on the effects of blasting-mining. Schematic representations of the energy distribution during the explosion as well as positive and negative effects during the explosion are given.

From the point of view of obtained effects, the granulation after blasting, and the seismic effects after the explosion were analyzing and through a blasting series using software programs, the effects of blasting before the blasting itself were given, i.e. predicted effects in terms of obtained granulation and seismic effects.

Keywords: blasting, granulation, seismic effects, prediction.

1. ВОВЕД

Во секој рудник од било каков тип, постојат голем број податоци поврзани со работниот процес, користењето на машините и изведувањето на пооделните

работни операции. Овие податоци се достапни на различни начини (како што се податоци за состојбата на перформансите од уредите за следење на преку мониторинг системи на фиксни и мобилни средства) преку мрежи, сервери и друго. Друг вид на податоци се статистичките нумерички податоци кои се добиваат преку секојдневно ажурирање на користените апликативни програми или од излезните единици на поделните машини и уреди. Во рудниците во сегашно време се користи стандардизирана информатичка технологија (ПЦ и лап топ комјутери) во текот на целиот животен век на рудникот и овие урети се користат за зголемувањето на продуктивноста, анализа на податоци, обработка на податоци, следење на влезни и излезни компоненти во производството ит.н. Добиените информации треба да бидат точни, лесно и брзо достапни за рударско – техничкиот персонал. Со примената на софтверски програми поврзани со поделни работни операции се добиваат решенија и податоци за поддршка, организација и предвидување на ефектите при што истите треба да ги направат поефикасни и поефективни. Овие „големи податоци“ можат да бидат обработени и анализирани за да фиксираат нови решенија, предвидат одредени активности, ефекти и трошоци кои ќе произлезат од соодветниот технолошки процес. На тој начин овие решенија или податоци можат да помогнат во предвидување на настаните, активностите и ефектите од и да се формулираат активности со поголема сигурност и доберба уште во фазата на планирање и дизајнирање. Примената на информатичката технологија може да се случува во секоја фаза од рударскиот синџир на вредности, од истражување и геолошко моделирање до набавка на опрема, машини, работни операции, одржување и логистика и транспорт. Овие технологии што се користат секој ден на постојните уреди, обезбедуваат огромна можност за собирање и пренесување на информации. Со користење на апликативни програми од оваа област треба да се доприне за поуспешно одвивање на технолошките процеси, правилна работа на постојните машини и оптимално искористување на уредите за мониторинг, контрола и управување. При одвивање на минирањето како една од најсложените, опасни и најважни рударски операции потребни се дополнителни активности и знаења за користење и анализа на претходно добиените податоци и ефекти.

Прегледот и анализата на претходните податоци може да го подобрат генерално дизајнот на минската серија, извршувањето на експлозијата и да помогнат во постигнувањето на посакуваните резултати од минирање, продуктивноста и подобрување на целиот процес.

Врз основа на базата на податоци од оваа област и нејзините можности за пребарување и анализа, системите во денешно време можат да обезбедат преземање корективни чекори ПРЕД самото планирање на нова минска серија. На овој начин може да се постигнат повеќе предности и предвидувања како што се: промена на распределбата на полнењето со експлозив, типот и количината на експлозив, времето и местото на иницирање, редоследот на иницирање, предвидување и контрола на големината на фрагментација, обликот на минираниот материјал, % на формирање на големи блокови, разлетување на парчиња, вибрации на тлото во повеќе насоки како и воздушните детонациони бранувања.

2. ЗНАЧАЈНИ МИНЕРСКИ ПАРАМЕТРИ

При дефинирање на минирањето еден од најзначајните параметри за успешно минирање е правилната распределба на енергијата што се ослободува при експлозија на одредена количина на експлозив.

Енергијата се пренесува на карпестиот масив во два облици: како ударна енергија, во форма на ударен притисок т.е. ударен бран и како гасна енергија (енергија на притисни гасови) во форма на притисок.

Се смета дека ударната енергија е околу 15%, а гасната енергија околу 85% од вкупната пренесена енергија на експлозивот во карпата. Вкупната пренесена енергија во двата облика се троши на добивање различни ефекти на минирањето.



Слика 1. Распоред на енергијата од експлозијата

Некои од овие ефекти на минирање се позитивни и потребни при минирањето и оваа енергија потрошена на нив представува употреблива, односно корисна енергија. Наспроти ова, останатите ефекти не се продуктивни, па енергијата потрошена на нив претставува енергетски губиток, а некои од тие негативни ефекти се опасни за околината, објектите, машините и луѓето.

Во позитивни или продуктивни ефекти при експлозија или минирање можат да се издвојат:

- раздробување на карпести маси во минската серија до сакана гранулација
- преместување или отфрлање на раздробените маси и нивно распоредување со приближно посакуваниот облик на соодветно место на етажата.

Во несакани и штетни ефекти на минирање можат да се набројат:

- прекумерно дробење на карпестите маси во непосредна околина на дупчотините
- раздробување или кршење на карпестите маси позади и странично од минската серија,
- отфрлање на поединечни парчиња или поголеми маси карпи на големо растојание околу минската серија,
- сеимички потреси, т.е. вибрации на тлото околу минската серија и

- воздушни или детонациони ударни бранови.

Анализите на потрошената енергија кај едно класично етажно минирање при сегашно ниво на техника и минирање ја дава приближната потрошувачка на енергија на пооделни ефекти, претставени во табела 1:

Табела 1. Распоред на потрошена енергија при минирање

Ефект	Потрошена енергија, %
Дробење во карпест масив	15
Отфрлање на минираната маса	4
Ситнење околу на сидовите од дупчотините	1,5-2,0
Дробење околу минското поле	>1,0
Разлетување на парчиња	>1,0
Вибрации (потреси) на тлото	40
Воздушни детонациони бранови	38

Во контекст на овој труд и обемот што се бара, ќе се опишат и анализираат само првиот позитивен ефект на минирањето – дробењето на карпестиот масив и добивање на соодветна гранулација а од добиените негативни ефекти ќе се претстават предизвиканите вибрации на тлото околу една минската серија.

2.1. Раздробување на карпести маси

Раздробувањето на карпести маси со експлозив е комплексен процес на кој влијаат низа променливи фактори од кои некои се под контрола на инженерот-минерот, а другите се неконтролирани. На слика 2 прикажани се влијателни влезни параметри на минирање, чие влијание доаѓа до израз во раздробувањето на карпите, кои во принцип не траат повеќе од две секунди, како и параметри кои го карактеризираат резултатот ефектите од минирањето чие предвидување не е лесно имајќи ја предвид на променливоста на теренските услови и бројноста на директни и индиректни влијателни параметри.

Разјаснувањето на механизмот на дробењето на карпестите маси и развивањето на адекватен математички модел т.е теорија која би се поврзала со влијанието на параметрите и резултатот на минирањето да даде основа за пресметка на минирањето, е веројатно најинтересната, но и најпроблематичната област кога е во прашање примена на експлозив. Постапување сеопфтна теорија на дробењето зафаќа и многу научни области: хемија, физика, теорија на бран, термодинамика, механика на карпи и др.

Наспроти обемните истражувања спроведени од половината на 20 век, сеуште нема прифатлива единствена теорија која ќе го објасни механизмот на дробење за сите услови на минирање и во сите врсти на карпи.

Воспоставувањето на корелациони односи помеѓу споменатите параметри претставува предизвик за бројните научници во оваа област.

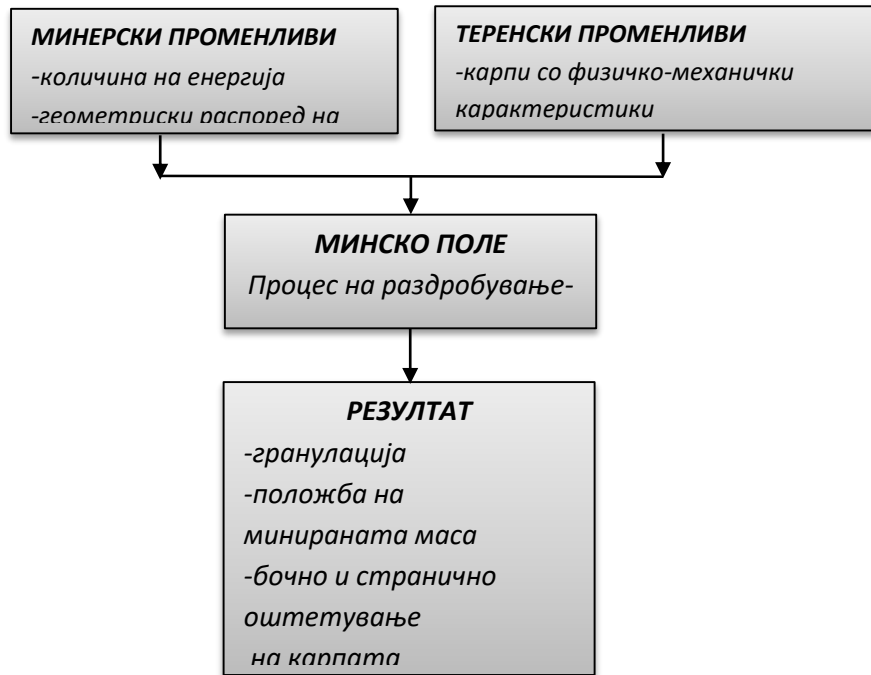
Зависноста на параметрите на карпестиот масив и дупчечко - минерските параметри од друга страна, со добиената процентуална застапеност на поодделните фракции, како и големината на средното парче, претставува основа за развивање на математички модел преку кој ќе се управува (прогнозира) гранулацијата на одминираниот материјал.

Овие својства на карпестиот масив не можат да се менуваат со било какво техничко влијание, туку нивното правилно дефинирање го исклучува нивното

негативно влијание на резултатите при прогнозирањето и при изведување на самото минирање.

Основите на математичкиот модел и основните равенки ги поставува рускиот научник Кузнецов.

Основа на овој модел претставува поставениот сооднос на големината на средното парче, структурните карактеристики на карпестиот масив и типот на експлозив (на база ТНТ).



Слика 2. Шематски приказ на влезно излезни променливи кај минирањето

Оригиналната равенка на Кузнецов е следната:

$$X = A \left(\frac{V_0}{Qe} \right)^{0.8} Qe^{0.167} \quad (\text{cm}) \quad [1]$$

каде се: H – средна величина на парче (cm)

A – емпириски коефициент на карпест масив
(коефициент на отпорност на карпа при минирање)

V_0 - зафатнина на масивот кој се минира (по дупчотина)

$$V_0 = a \cdot w \cdot H \quad (\text{m}^3)$$

Q – количина на експлозивно полнење (база ТНТ), по енергија еквивалентна на експлозивното полнење во дупчотината, (kg)

Емпирискиот коефициент A на карпест масив или коефициент на отпорот на карпата при минирање се одредува според формулата:

$$A = 0,06 (RMD + JF + RDI + HF) \quad [2]$$

Параметрите во горната релација се одредуваат според класификацијата прикажана во табела 2.

Врз основа на овие поставени зависимости, Росин - Раммлер (Росин-Рамлер) ја поставува равенката на застапеност на фракциите во одминираната маса ($R\%$) односно процентуалната застапеност на парчињата поголеми од X (cm):

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n}, \% \quad [3]$$

или за отсев при D_{50} :

$$R = 100 e^{-0,693\left(\frac{X}{D_{50}}\right)^n}, \% \quad [4]$$

каде се:

D_{50} - средна величина на парче т.е големина на отвор на сито низ кое поминува 50% одминирани маса, (cm)

R - застапеност на фракциите во раздробената маса, (%)

x - отвор на ситото, (cm)

e - основа на природен логаритам (2,718)

x_c - карактеристична вредност за крупноќа на парчињата, (cm)

Табела 2. Вредности на отпорност за параметрите на карпите при одредување на коефициентот на отпорност

ПАРАМЕТАР	VREDNOST
RMD - карактеристика за распуканоста на карпата	
- јако издобен масив (пукнатини во сите правци)	RMD = 10
- вертикална распуканост	RMD = JF
- компактен карпест масив	RMD = 50
JF=JPS+JPA - интензитет на распуканост на стрмните пукнатини	
- помалку од 0,1 m	JPS = 10
- од 0,1 - 1,0 m	JPS = 20
- од 1,0 до W m	JPS = 50
JPA - агол на пад на пукнатините	
- пад спротивен на челото од етажата	JPA = 20
- правец спротивен на челото од етажата	JPA = 30
- пад кон челото на етажата	JPA = 40
RDI - влијание на густината на карпата (ρ - густина, t/m ³)	RDI = 25 ρ - 50
HF - карактеристика на тврдината на карпата	
- за $J < 50$ GPa (J - Јунгов модел на еластичност, GPa)	HF = J/3
- за $J > 50$ GPa (σ_p - цврстина на притисок, MPa)	HF = $\sigma_p/5$

$$X_c = \frac{X}{\sqrt[n]{0,693}}$$

n - индекс на воедначеност на гранулација кој зависи од дупчечко - минерските параметри и се одредува според следната формула:

$$n = \left(2,2 - 1,4 \frac{W}{d}\right) \left(1 - \frac{Sb}{W}\right) \left(1 + \frac{A-1}{2}\right) \frac{L}{H} \quad [5]$$

За одредување на оваа вредност n , (Rosin-Ramlerov експонент) која ги одразува дупчечко - минерските параметри, се претпоставува точност при дупчењето, без одредена девијација на дупчотините и одреден сооднос како

што се: сооднос помеѓу W и пречникот на дупчење, потоа растојанието помеѓу W и растојанието меѓу дупчотините, однос помеѓу должината на експлозивното полнење и висината на етажата, при што се претпоставува правоаголен распоред на дупчотините.

Во случај да има наизменичен распоред (шах-шема) на дупчотините добиената вредност за n се зголемува за 10%.

Во формулата [5] ознаките претставуваат:

W - $L \cdot N \cdot O$, (m)

d - пречник на дупчење, (m)

S_b - стандардна девијација на точност при дупчење, (m)

$S_b = d/2 + (0,01 - 0,03)N$, (m)

A - однос на растојанието меѓу дупките и $L \cdot N \cdot O$, (m)

L - должина на столбно експлозивно полнење до подот од етажата, (m)

H - височина на етажа, (m)

Вредноста на коефициентот n според Kaningem се движи во границите од 0,8 - 1,5 или $0,8 < n \leq 2$, и при тоа во колку n има поголема вредност според функционалната зависност на параметрите и добиените криви на гранулометрискиот состав, гранулометриската крива е поизразена (пострмна), т.е. односот помеѓу големината на парчињата е помал и гранулацијата во целост е воедначена што значи високите вредности за n се многу по поволни во однос на гранулацијата на изминираниот маса.

Индексот на воедначеноста на гранулацијата или т.н. "индекс на крупноќа" се претставува според некои научници, преку едноставни математички изрази како што е примерот на зависност, претставен преку параболична зависност:

$$y = x^n \quad \text{за } 0 < x < 1$$

Влијанието на дупчечко - минерските параметри за вредностите на n може да се дефинира преку следните констатации:

- вредноста за n се зголемува ако односот W/d се намалува;
- вредноста за n се зголемува со подобрување на прецизноста при дупчењето (девијација = 0);
- вредноста за n се зголемува кога односот на должината на експлозивното полнење и висината на етажата (le/H), се зголемува;
- вредноста за n се зголемува при зголемување на соодносот a/W ;
- вредноста за n е поголема при користење на шах - шема на дупчење во однос на квадратна шема на дупчотините.

Според вредноста на n , исто така може да се процени оштетувањето на косината од етажата зад минската серија.

При вредности за n од 1 - 1,3 можни се оштетувања на етажната косина т.е. формирање пукнатини зад минската серија на платото од етажата.

Вредности за $n < 1$ би требало да се избегнуваат односно да се изврши повторна проверка на дупчечко - минерските параметри, бидејќи овие вредности индицираат значителни оштетувања на косината зад минската серија, несоодветен гранулометриски состав и присуство на поголем број негабарити!.

3. АНАЛИЗА И ПРЕДВИДУВАЊЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД МИНИРАЊА СО ПРИМЕНА НА СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ

Примената на различен софтвер за минирање ни овозможува да ги предвидуваме резултатите од минирање и ефектите на минирање во околината. Ова ни овозможува да вршиме различни анализи, користејќи различни форми на иницирање, полнење на минските дупки, користејќи различни успорувања помеѓу дупките во редовите и помеѓу редовите.

Со употреба на софтвери за минирање, можеме да постигнеме добри предвидливи резултати, без да мораме да се прават тестови на терен, овозможувајќи ни да имаме поголема безбедност и пониска цена.

Во денешно време има многу софтверски програми кои се користат при минирање, како што се: Blastplan, O-Pitblast, Datamine, BlastIQ, SHOTPlus и други.

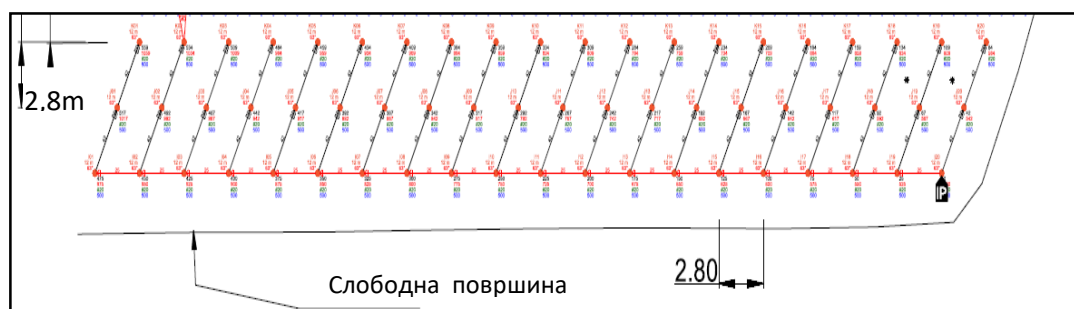
3.1. Blastplan софтвер за минирање за пресметка на ефектите од минирање

Со помош на овој софтвер, може да се предвидат и добијат одредени податоци и ефекти од минска серија пред самото нејзино полнење и поврзување. Исто така се овозможува да се одвиваат различни работни операции со стабилни контурни косини и платоа без ризик од оштетување на нив како резултат на лизгање и одрони.

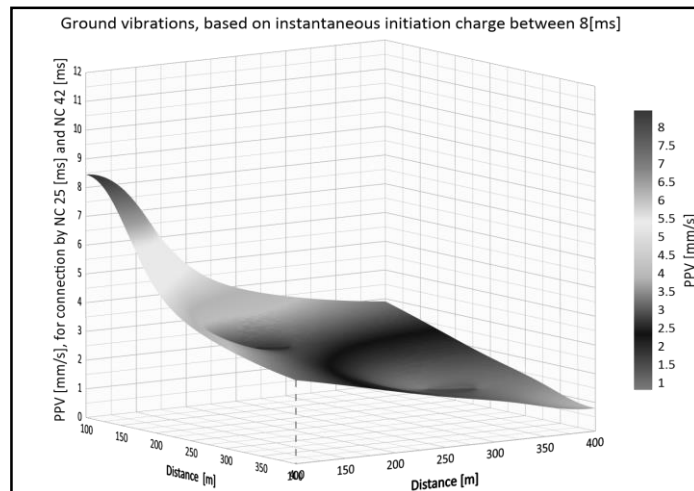
а. Анализа на вибрациите на земјата

По отчитување на вредностите од сеизмиограгите поставени околу минската серија, овие податоци на земјените вибрации, можеме да ги извезуваме во CSV датотеки и со Excel софтверот може да ги анализираме и направиме дијаграми на вибрациите на земјата.

Вибрациите на земјата на пример за една серија со поврзување на минското поле со комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] се прикажани на Слика 3, при растојание помеѓу минската серија и објектот за 145 m.



Слика 3. Поврзување на минско поле во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms]



Слика 5. Земјани вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Од сликата погоре се отчитува дека вибрациите на земјата на растојание од 100 [m] се 8,452 [mm/s], а вибрациите на земјата на растојание од 400 [m] се 0,801 [mm/s].

3.2. Анализа на минска серија во варовник

Оваа минска серија е изработена во варовник и полнета со два типа експлозив амонекс ф70mm како ударен патрон и главно полнење АН-ФО J1 – гранулиран експлозив во вреќи. Влезните параметри се дадени во табелата подолу. Табеларниот приказ е директно пренесен од внесените податоци во софтверскиот програм О-ПИТБласт.

o-pitblast Blast Plan
Blast ID: f76 Амонекс1 ф70 Анфо

Project Information

Site name:	Date: 28.11.2021, 20:52	Shotfirer:
Country:	Location:	D&B Resp.:

Explosive Ordering

Explosive Product	Density & Weight	Type	Quantity
Анфо - Цет	0,95 g/cm ³	Bulk	3.096,2 Kg
Амонекс1 ф70	1,05 g/cm ³ - 1.500 Kg	Cartridge	150,0 Kg
Total			3.246,2 Kg

Accessories Ordering

Product	Type	Quantity
Surface Connector 25	SurfaceConnector	95
Surface Connector 42	SurfaceConnector	4
In-hole Detonator 500 10.2	InHoleDelay	100

Detonating Cord

Product	Gramature (g/m)	Meters

Blast Resume

	10,00 m	Volume*	4.700 m ³	Powder Factor	0,691 Kg/m ³
Bench High**	100	Tonnes	10.810,0 t	Powder Factor	0,300 Kg/t
Total of Holes	1.000,00 m	Specific Drilling	0,213 m/m ³	Rock Density	2,300 g/cm ³
Drilled	2,00 m	Design Spacing	2,50 m	Design Volume	4.700 m ³
Design Burden	2,50 m	Total Stemming Vol.	1,13 m ³	Avg. Stemming Vol.	0,011 m ³
Average Stemming	64,9 Kgs	Avg. Filling Coeff.	75,0%	Blasting mat	No
MIC					

*Volume based on the hole's length. **Theoretical Information.

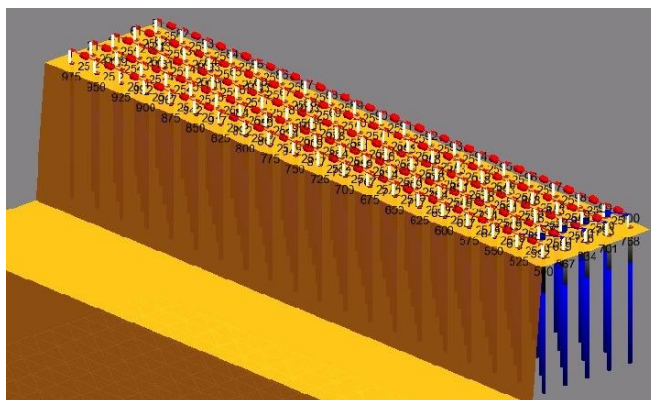
o-pitblast

Charge Rule Design

Слика 5. Приказ на влезни параметри и пресек на минска дупка

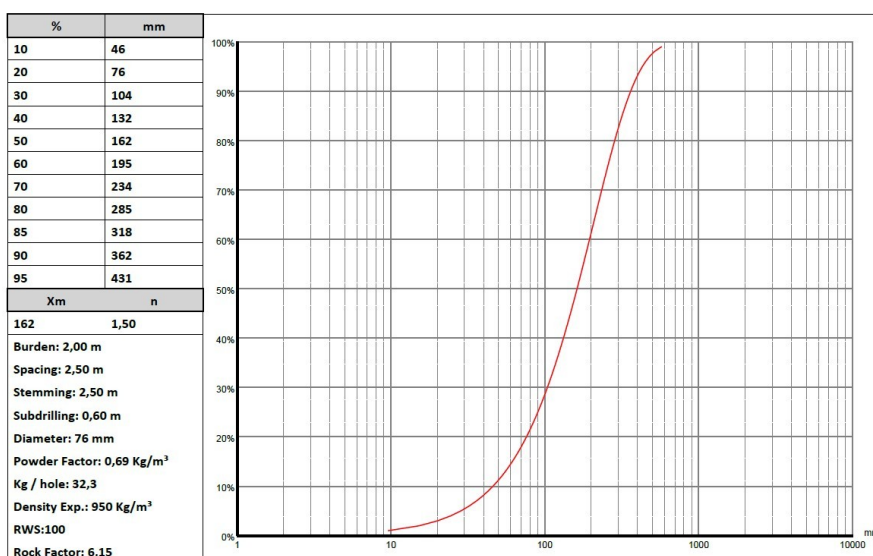
На слика 6 е дадена целата минска серија (100мд) во 3Д проекција. Поврзувањето помеѓу дупките е со СЛ конектори со 25мс забавување додека помеѓу редовите се поставени конектори од 42мс. Од секоја трета минска дупка од редот се враќа импулсот на следниот ред на првата дупка и при

тоа имаме редно иницирање со забавување помеѓу редовите од 42мс. Рушењето е дијагонално со странично отворање од десната страна.



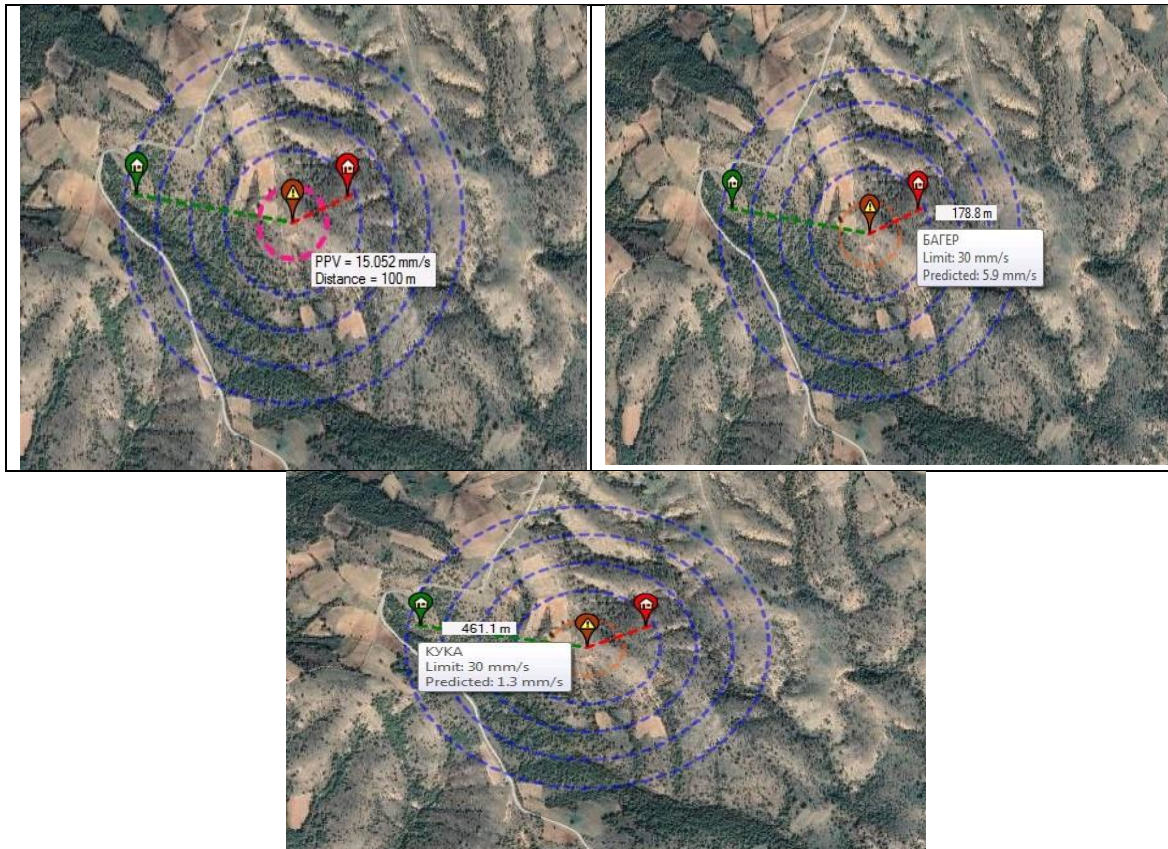
Слика 6. Приказ на минската серија во 3Д проекција

На слика 7 е дадена предвидената гранулација по минирањето. На сликата може да се види дека гранулацијата на материјалот по минирањето со најголем процент ќе биде во граници на застапеност со големина од 100 до 430мм, додека средното парче на минираната маса (X_m) ќе изнесува 162мм. Според оваа крива на гранулацијата може да се каже дека изминираниот материјал е со добра гранулација.



Слика 7. Приказ на гранулометрискиот состав од изминираниот материјал

Во поглед на предвидените земјани вибрации добиени се вредности кои се во рамките на пропишаните максимални вибрации и тоа во однос на машини, луѓе и објекти. Според овие вредности може да се конструира начинот на иницирање, местото на отворање на минската серија и количините на експлозив по минска дупка, и вкупниот експлозив. Во случај да вредностите на вибрациите на тлото се поголеми од дозволените може да се прават комбинации во поглед на погоре наведените параметри за да се добијат вредности во рамките на пропишаните .



Слика 8. Безбедносни растојанија предвидени пред минирање

4. ЗАКЛУЧОК

Со користење на софтверски програми при изведување на минирање, можеме да постигнеме оптимални резултати во поглед на предвидување на гранулацијата потоа вибрациите на тлото околу минската серија и примената на број на конектори при дефинирано иницирање од самиот програм.

При користење на овие програми најпрво треба да десе дефинираат физичко – механичките карактеристики на карпестиот масив, и според нив кои се како фиксни параметри се дефинираат и утврдуваат параметрите на минската серија т.е. дупчечко – минерските влезни параметри. Овие параметри може да се менуваат до степен при што би се добиле најдобри ефекти од минирање и најмали трошоци. Тоа се постигнува со правење на симулации на минската серија со менување на вредностите на влезните променливи величини за дупчење и минирање.

При поврзување и иницирање на минска серија, со програмот, се определува правилен редослед на иницирање, редослед на рушење и отфрлање на карпестата изминирана маса. Се предвидува гранулацијата на изминраниот материјал и ако не е во границите што одговараат на влезните фиксни параметри а пред се големината на дробилката, истите можат да се коригираат со промена на геометријата на дупчење или типот на експлозив. Ова е еден од најважните параметри при дефинирање на минирањето.

Ова ни овозможува да бидеме посамоуверени и да ги направиме потребните промени во параметрите на минирање пред да ги аплицираме на терен.

Ако во близина на минска серија имаме објекти или машини кои треба да ги заштитиме т.е. да не бидат изложени на големи вибрации од тлото или од

рафрлување на парчиња, со предвидените вредности за вибрации на тлото може да корегираме одредени параметри на минската серија за намалување на вибрациите или точно дефинирање на безбедносните зони во поглед на станбени објекти, луѓе или машини и инфраструктурни објекти.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ристо Дамбов, Тодор Делипетров, Слободан Трајковиќ, Слободан Стојанов, Илија Дамбов. *Критериуми за оценка на потреси и безбедносни растојанија при минирање*, VI^{TO} Стручно советување на тема: Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини ПОДЕКС – ПОВЕКС '12, Штип.
- [2] <http://www.soft-blast.com/indexP.htm>
- [3] <http://documents.tips/documents/predavanje-9-miniranje.html>
- [4] <http://www.soft-blast.com/JKSimBlast/2DBench.htm>
- [5] Дамбов Р.,(2011), Методи на минирање, Учебник, УГД, ФПТН, Инст. за рударство,
- [6] Дамбов И., (2011), Анализа на критериумите за оценка на потреси и безбедносни растојанија при минирање, Магистерска работа, УГД, ФПТН, Штип.
- [7] Olofsson O. S., (1990), Applied explosives technology for construction and mining, monographic book, APPLEX , ÄRLA, Sweden.
- [8] Trajković, S., Šandor S., Lutovac, S., (2005), Tehnika miniranja i potresi, univerzitetski udžbenik, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd, Srbija.
- [9] Konya C. J., Walter E. J., (1991), Rock blasting and Overbreak Control, PBS, National Highway Institute, Montville , Ohio, Usa.
- [10] Konya J. C., (1995), Blast Design, PBS, Montville, Ohio, Usa.