

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



**Contribution for improvement of contour blastings in forming final slopes on
the roadways and surface mines**

*(Придонес за унапредување на контурните минирања при формирање на
завршни косини на патиштата и површинските копови)*

- Докторска дисертација -

Ментор:

Проф. д-р Ристо ДАМБОВ

КАНДИДАТ:

М-р Фрашер БРАХИМАЈ

Бр. индекс: 31316

Штип, Октомври 2021

Членови на Комисија за оценка:

Ментор: Проф. д-р Ристо ДАМБОВ
Професор на ФПТН – УГД– Штип

Член: Проф. д-р Зоран ПАНОВ
Професор на ФПТН – УГД– Штип

Член: Проф. д-р Ристо ПОПОВСКИ
Професор на ФПТН – УГД– Штип

Член: Проф. д-р Зоран Десподов
Професор на ФПТН – УГД - Штип

Интерен ментор: Проф. д-р Ристо ДАМБОВ
Ред. професор на ФПТН – УГД– Штип

Екстерен ментор: Проф. д-р Бајрам ШАБАНИ
Ред. професор на ФГ– УМИБ– Митровица

Членови на Комисија за оценка и одбрана:

Претседател:

Член:

Член:

Научна тема: Дупчење и минирање

Научна област: Експлоатација на минерални сировини

Дата на одбрана: _____

Дата на промоција: _____

ПРЕДГОВОР

Целта на оваа докторска дисертација е да придонесе и помогне во унапредување на контурните минирања, претставувајќи го моето 11-годишно искуство во областа на технологијата за дупчење и минирање.

Но, да се стигне до тука е невозможно без придонес на многу луѓе, кои ме поддржаа безрезервно, и затоа сакам да изразам голема благодарност до сите што придонесоа за моето професионално и научно напредување.

Како прво, му благодарам на Бога што ми даде знаење, здравје и можност да стигнам до овде.

Му благодарам на моето семејство кое ме поддржуваше во секое време, не штедејќи ништо да ми помогне и морално и материјално.

Му благодарам на мојот почесен професор и ко-ментор проф. д-р Бајрам ШАБАНИ, кој направи многу во своите можности да ги започнам моите докторски студии, исто така му благодарам за неговата безрезервна поддршка за сите овие години, за да можам да дојдам каде што сум денес.

Му благодарам на мојот професор и ментор проф. д-р Ристо ДАМБОВ, кој од првиот момент кога го запознав, не престана да ме поддржува, во секој чекор од докторските студии, за што ќе бидам благодарен до крајот на животот.

Исто така, се заблагодарувам на компанијата „ЈАХА КОМПАНИ“ со сопственикот г-дин Фадил ХОЏА, кој ми даде големи можности да постигнам професионално и научно ниво, давајќи ми одговорност, задачи и доверба во големи проекти дури и кога бев млад, неискусен во компанијата, исто така, секогаш имав поддршка да присуствувам на предавања, испити и научни настани во регионот од оваа област.

И, конечно, му благодарам на мојот покоен татко проф. д-р Имер БРАХИМАЈ, кој во текот на целиот живот ме поддржуваше, без никаква резерва, за да ги достигнам врвовите на мојот професионален и научен развој, и затоа во знак на почит кон она што го стори за мене и во знак на почит кон него кој беше првиот доктор на науки на Косово за технологија за дупчење и минирање, ја посветувам оваа докторска дисертација, и уште еднаш благодарам драг татко!

Користена литература (книги, документи)

1. Brahimaj, F., Dambov, R. & Brahimaj, S. (2021). *The Determination of Optimal Parameters of the Geometry of Contour and Production Drillings*. Journal of International Environmental Application and Science, 16 (1), 16-24. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jieas/issue/61079/885767>
2. Brahimaj, F., Dambov, R. & Brahimaj, S. (2021). *Application of Millisecond Delays for Improvement of Contour Blastings Results – Case Study Bellanica*. Journal of International Environmental Application and Science, 16 (1), 25-31. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jieas/issue/61079/885074>
3. Brahimaj, F., & Dambov, R. (July 2018). *Impact of some physical - mechanical and structural characteristics of slope stability. VIII International Geomechanics Conference - Scientific and Technical Union of Mining, Geology and Metallurgy*, (pp. 10-18). Varna.
4. Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, A. (June 2019). *The optimal parameters determination of drilling in the Kosovo motorway project in Bellanica*. XV International Conference of the Open and Underwater Mining of Minerals, (pp. 39-45). Varna.
5. Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, S. (July 2019). Application of the QGIS 3.4 software in drilling and blasting at surface mine in Banja. *19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 2019*, 19 (1.3), pp. 64-71. Albena. doi:DOI:10.5593/sgem2019/1.3/S03.008
6. Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, S. (June 2019). The contour blasting application in the Kosovo motorway project in Bellanica. *XV International Conference of the Open and Underwater Mining of Minerals*, (pp. 46-53). Varna.
7. Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, S. (October 2019). Surface exploitation of limestones with digging machine Surface Miner. *1st International Multidisciplinary GeoSciences Conference (IMGC 2019)*, (pp. 187-191). Mitrovica.
8. Brahimaj, I., & Brahimaj, F. (2016). Seismic impact of massive blasts on the bridge and east - slope of the route - 7: case study of Zhur. *Journal International Environmental Application & Science*, 11(1), 77-86.
9. Brahimaj, I., & Brahimaj, F. (2021). *The massive and special blastings*. Mitrovica: University "Isa Boletini".
10. Brahimaj, I., Brahimaj, F., & Z, E. (2012). Seismic impact from massive detonations in limestone deposits in Kosovo - case study Pasoma. *Journal International Environmental Application & Science*, 7(4), 834-840.
11. Brahimaj, I., Frashër, B., & Shkurte, B. (2016). Drilling & blasting optimal parameters and the results in the dismemberment of limestone in Volljak. *Journal of International Environmental Application & Science*, 11(1), 87-91.
12. Dambov, R., & Brahimaj, F. (November 2018). Fly rocks in surface mine during the blasting. *XI Expert conference themed: "Technology of underground and surface mining of mineral raw materials" PODEKS - POVEKS" 18*, (pp. 113-119). Struga.
13. Dambov, R., Brahimaj, F., Ljatif, E., & Dambov, I. (November 2018). Seismic impact from massive blastings on around objects. *XI Expert conference themed: "Technology of underground and surface mining of mineral raw materials" PODEKS - POVEKS"*, (pp. 120-125). Struga.
14. Dambov, R., Doneva, N., Brahimaj, F., & Nikolova - Hadzi, M. (October 2018). Drilling and blasting operations at the exploitation of ore in underground mine "Trepça". *Sixth national scientific and technical conference with international participation - "Technologies and Practices in Underground Mining and Mine Construction"*, (pp. 183-188). Devin.Bg.

АПСТРАКТ

Контурните минирања влегуваат во рангот на специјални минирања, заради целта и нивната сложеност како и заради нивната употреба. Овие минирања имаат многу широка примена при изградба на патишта (автопати) и на површинските копови, овозможувајќи формирање на стабилни косини на етажите, без пукнатини, целосно безбедни како за работа на површинските копови така и при користење на патиштата.

Контурните минирања може да се реализираат во комбинација со примарни дупчотини или дури само со контурни дупчотини, во зависност од видот на карпестата маса (материјалот) и нивните физичко – механички карактеристики.

Друга специфичност на контурните минирања е дека специфичното полнење за контурните дупчотини е изразено во единици [kg/m^3], додека специфичното дупчење е изразено во единици [m'/m^3].

Специфично полнење на експлозив за контурните дупчотини обично има вредности од 0,28 - 0,30 [kg/m^3], каде што е во зависност од геометријата на дупчење и количината на експлозив сместен во дупчотината, при што во нашиот случај има вредност 0,29 [kg/m^3].

Специфичното дупчење за контурни дупчотини обично има вредности околу 1,25 ÷ 1,45 [m'/m^3], при што во нашиот случај има вредност 1,35 [m'/m^3].

Големо значење при контурните минирања има начинот на поврзување на минските дупчотини и системот за иницирање кој е избран, а во овој случај е избран Нонел системот за иницирање.

Овој систем за иницирање ни овозможува забавување помеѓу дупчотините во редот и помеѓу редовите, овозможувајќи да се намали нивото на вибрациите на земјата предизвикано од експлозијата а со тоа и подобра гранулација и ефективно контурно минирање.

Клучни зборови: стабилност на косини, нонел систем, експлозив, контурни дупчотини, примарни дупчотини, параметри на дупчење, етажа, патрониран експлозив.

Contribution for improvement of contour blastings in forming final slopes on the roadways and surface mines

ABSTRACT

Contour blastings enter to the range of special blastings, due to the purpose and complexity of their use. These blastings have a very wide use in road construction and surface mining, enabling the formation of regular benches, without cracks, safe and in their designed line.

Contour blastings can be realized in combination with production drillings or even only with contour drillings, depending on the type of rock mass and their structural construction.

Another specific of contour blastings is that the specific charge of blasted material for contour drillings is expressed in units $[\text{kg}/\text{m}^3]$, while specific drilling is expressed in units $[\text{m}'/\text{m}^3]$.

Specific charge of explosives for contour drillings is usually have values by $0.28 \div 0.30$ $[\text{kg}/\text{m}^3]$, where this depends on the geometry of the drilling and the amount of explosive placed in the drilling, where in our case it has value 0.29 $[\text{kg}/\text{m}^3]$.

The great importance in contour drillings has the method of connecting of the field and the initiation system which is selected, where in this case the initiation system with the Nonel System is selected.

This initiation system allows us to have a slowdown between drillings on the row and between the rows, enabling to decrease the level of ground vibration caused by the explosion.

Keywords: slope stability, nonel system, explosive, contour drilling, production drilling, parameters of drilling and blasting, cartridge.

СОДРЖИНА

ВОВЕД.....	10
1.0. ГЕОЛОШКА ГРАДБА И ФОРМАЦИИ НА ТЕРЕНОТ.....	11
1.1. ГЕОЛОШКАТА КОНСТРУКЦИЈА НА ОБЛАСТА ЖУР.....	11
1.1.1. Литолошки карактеристики.....	11
1.1.2. Физичко - механички својства на областа Жур.....	12
1.2. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕГИОНОТ ИЖАНЦЕ.....	12
1.2.1. Физичко - механички својства.....	13
2.0. ДЕФИНИРАЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА КОНТУРИТЕ.....	15
2.1. ФИНАЛНИ КОНТУРИ.....	15
2.2. ИЗБОР НА ВИСИНАТА НА ЕТАЖАТА.....	15
2.3. ПОДЕЛБА НА ТРАСАТА И РУДНИКОТ ПО ВИСИНА.....	16
2.4. КОСИНИ - НАКЛОНИ НА РАБОТНА И НЕРАБОТНА ЕТАЖА.....	17
2.4.1. Завршен агол на етажите од траекторијата од автопатот.....	17
2.4.2. Завршен - финален агол на рудникот.....	18
2.5. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА СТАБИЛНОСТА НА КОСИНАТА ПО МЕТОДАТА НА БИШОП.....	19
2.5.1. Безбедносен фактор за патот.....	19
2.5.2. Безбедносен фактор на рудникот.....	22
3.0. МЕТОДИ НА КОНТУРНИ МИНИРАЊА.....	24
3.1. ЛИНИСКО ДУПЧЕЊЕ.....	24
3.2. МЕТОДИ НА ПРЕД-ЦЕПЕЊЕ.....	24
3.3. МИНИРАЊЕ СО ВОЗДУШЕН МЕЃУЧЕП - ЗАЗОР.....	28
3.4. МИНИРАЊЕ СО ВОЗДУШЕН МЕЃУЧЕП (РИП – РАП МЕТОДА).....	28
3.5. МЕТОДИ НА РАМНО (ГЛАТКО) МИНИРАЊЕ.....	30
3.6. РАМНО МИНИРАЊЕ - ОТСЕЧУВАЊЕ.....	31
3.7. ПРИГУШЕНО МИНИРАЊЕ.....	32
3.8. ТЕХНОЛОГИЈА НА ГЛАТКО-МАЗНО МИНИРАЊЕ СО ВОЗДУШЕН ПРИТИСОК.....	33
3.9. ТЕХНИКА ЗА НЕПРЕКИНАТО ПОЛНЕЊЕ.....	33
3.10. МЕТОД СО ДЕТОНАТОРСКИ ФИТИЛ ПОСТАВЕН ВО ЕДНА ЛИНИЈА.....	33
3.11. МЕТОД СО ДЕТОНАТОРСКИ ФИТИЛ ПОСТАВЕН ВО ПОВЕЌЕ ЛИНИИ.....	34
3.12. PRO – CUTTING МЕТОД.....	34
3.13. ТЕХНИЧКА-ТЕХНОЛОШКА И ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА НА МЕТОДИТЕ НА КОНТУРНИ МИНИРАЊА.....	35
4.0. ОДРЕДУВАЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ.....	37
4.1. ОДРЕДУВАЊЕ НА ПАРАМЕТРИ НА ДУПЧЕЊЕ.....	37
4.1.1. Избор на дупчечки машини и дијаметар на дупчење.....	37
4.1.2. Преметка на параметри на дупчење при изведување на минирањата.....	40
4.1.3. Пресметка на параметрите за дупчење на контурната линија.....	45
4.1.4. Избор на машина за дупчење.....	47
4.1.5. Пресметката на капацитетот на машината за дупчење.....	50
4.2. ИЗБОР НА ТИП НА ЕКСПЛОЗИВ.....	51
4.2.1. Избор на тип на експлозив за примарни дупчотини.....	51
4.2.2. Избор на тип на експлозив за контурни дупчотини.....	53
4.3. ДИЗАЈНИРАЊЕ НА МИНСКИ СЕРИИ.....	54

4.3.1.	Дизајнирање на мински серии кога примарните дупчотини се паралелни на контурните дупчотини.....	58
4.3.2.	Дизајнирање на минска серија кога примарните дупчотини се под агол од 90 ⁰	64
5.0.	МЕТОДИ НА ОПТИМИЗАЦИЈА.....	72
5.1.	МЕТОДА PROMETHEE	74
5.2.	РАНГИРАЊЕ НА PROMETHEE I и II.....	75
5.2.1.	Вкупни приоритетни индекси	75
5.2.2.	Текови на вредности	76
5.2.3.	Профили на алтернативите	77
5.3.	ВИЗУЕЛЕН ИНТЕРАКТИВЕН МОДУЛ GAIA.....	78
5.3.1.	Рамнина GAIA	78
5.3.2.	Графички приказ на алтернативите и критериумите	80
5.4.	DECISION LAB СОФТВЕР.....	81
5.5.	ДЕФИНИРАЊЕ НА МОДЕЛ ВО ПРОЦЕСОТ НА ДОНЕСУВАЊЕ ОДЛУКИ	84
5.5.1.	Идентификување на факторите што имаат влијание во поставувањето и решавањето на проблемите	85
5.5.2.	Одредување на моделот.....	86
5.5.3.	Дефинирање на алтернативи	86
5.5.4.	Идентификување и избор на критериуми.....	87
5.5.5.	Утврдување на влијанијата (тежините) на критериумите	90
5.5.6.	Нормализирање на тежините и целта на критериумите	91
5.5.7.	Трансформација на квалитативните атрибути во квантитативни	93
5.5.8.	Повеќекритериумски модел	95
5.6.	РЕШЕНИЕ НА МОДЕЛ.....	95
5.6.1.	Решавање на повеќекритериумскиот модел со методот PROMETHEE	96
6.0.	ПОДГОТОВКА И ИЗВЕДУВАЊЕ НА МИНИРАЊАТА	108
6.1.	ПРЕСМЕТКА НА ПОТРЕБНА КОЛИЧИНА НА ЕКСПЛОЗИВ ЗА МИНИРАЊЕ ...	108
6.1.1.	Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, случај за автопат патека.....	110
6.1.2.	Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, случај за рудник.....	111
6.1.3.	Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се под агол од 90 ⁰ , во случај за траса на автопат	112
6.1.4.	Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се под агол од 90 ⁰ , во случај за рудник.....	113
6.2.	ПОЛНЕЊЕ НА ПРИМАРНИТЕ МИНСКИ ДУПЧОТИНИ СО КОРИСТЕЊЕ НА НОНЕЛ СИСТЕМ ЗА ИНИЦИРАЊЕ.....	114
6.3.	ПОЛНЕЊЕ НА КОНТУРНИ МИНСКИ ДУПЧОТИНИ	114
6.4.	ШЕМИ НА ПОВРЗУВАЊЕ НА МИНСКО ПОЛЕ	117
6.4.1.	Поврзување на минското поле со Нонел систем	117
6.4.2.	Поврзување на минско поле со детонаторски фитил	119
6.4.3.	Поврзување на минско поле со електронски систем за иницирање.....	121
7.0.	ПРЕДВИДУВАЊА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД МИНИРАЊАТА СО СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ	123
7.1.	BLASTPLAN СОФТВЕР ЗА МИНИРАЊЕ ЗА ПРЕСМЕТКА НА ЕФЕКТИТЕ ОД МИНИРАЊЕ.....	123
7.1.1.	Иницирање на контурни дупчотини во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms]	123

7.1.2. Иницирање на контурни дупчотини во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms]	128
7.2. O-RITBLAST СОФТВЕРСКА АПЛИКАЦИЈА ЗА ПРЕДВИДУВАЊЕ НА ЕФЕКТИТЕ ОД МИНИРАЊЕ	133
7.2.1. Иницирање на контурното минирање со три реда на мински дупчотини	133
8.0 РЕЗУЛТАТИ И КОМЕНТАР	154
8.0. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ	171
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	175

Список на прилози - слики

Слика 1.1. Геолошка карта на регионот Ижанце	14
Слика 2.1. Поглед на дел на областа каде е траекторијата на автопатот	16
Слика 2.2. Конечен-завршен агол на автопатот, југоисточен дел	18
Слика 2.3. Завршен агол на рудникот, североисточен дел	19
Слика 2.4. Изглед на лизгачкото тело и нејзино раздвојување на парчиња	20
Слика 2.5. Појавување на лизгачкото тело и нејзино раздвојување на парчиња	22
Слика 3.1. Централно полнење на контурни дупки	25
Слика 3.2. Пресек на дупчотина и гасна експлозија по фази со методот на воздушен притисок	29
Слика 3.3. Конструкција на експлозивно полнење	32
Слика 4.1. Машината за дупчење FURUKAWA HCR 1200 ESII	48
Слика 4.2. Локација на минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А'	59
Слика 4.3. Минско поле дизајнирано во 3Д	59
Слика 4.4. Минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А'	60
Слика 4.5. Минско поле дизајнирано во 3Д	61
Слика 4.6. Минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А' и профил В – В'	62
Слика 4.7. Минско поле дизајнирано во 3Д	62
Слика 4.8. Минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А' и профил В – В'	63
Слика 4.9. Минско поле дизајнирано во 3Д	64
Слика 4.10. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А'	65
Слика 4.11. Минското поле дизајнирано во 3Д	65
Слика 4.12. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А'	66
Слика 4.13. Минското поле дизајнирано во 3Д	67
Слика 4.14. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А' и профил В – В'	68
Слика 4.15. Минско поле дизајнирано во 3Д	69
Слика 4.16. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А' и профил В – В'	70
Слика 4.17. Минско поле дизајнирано во 3Д	70
Слика 4.18. Поглед на процесот на дупчење на контурните дупчотини	71
Слика 4.19. Поглед на полето со контурни мински дупчотини	71
Слика 5.1. График на движење на вредности	76
Слика 5.2. PROMETHEE метод на текови на вредности	76
Слика 5.3. Профил на алтернатива	78
Слика 5.4. Проекција на GAIA рамнината	79
Слика 5.5. Алтернативите и критериумите на GAIA рамнината	80
Слика 5.6. Главно мени	82
Слика 5.7. Рангирање на PROMETHEE, акциони профили, рамнина GAIA	83
Слика 5.8. Движечки тежини	83

Слика 5.9. График на линеарна трансформација на квалитативните атрибути.....	93
Слика 5.10. График за делумно рангирање на алтернативите со методот PROMETHEE I	105
Слика 5.11. График за рангирање на алтернативите со методот PROMETHEE II	106
Слика 6.1. Шематски приказ на полнење на примарни мински дупкотини, со користење на Нонел систем за иницирање	114
Слика 6.2. Шематски приказ на полнење на контурни мински дупкотини	115
Слика 6.3. Приказ на пуштање на првиот патрон-ударен во контурните дупкотини....	116
Слика 6.4. Приказ на поврзување на детонаторски фитил со главната линија	116
Слика 6.5. Процедура на полнење на контурните дупкотини	116
Слика 6.6. Приказ на врзани патрони на растојание од 0.6[m]	117
Слика 6.7. Шематска приказ на минското поле поврзано со системот Нонел, кога примарните дупкотини се паралелни со контурните дупкотини, каде полето е иницирано од десната страна од него, и за двата случаи.....	118
Слика 6.8. Шематска приказ на минското поле со системот Нонел, кога примарните дупкотини се паралелни со контурните дупкотини, каде што полето е иницирано од средина, и за двата случаи.....	118
Слика 6.9. Шематска приказ на минското поле со системот Нонел, кога примарните дупкотини се под агол од 90^0 , каде што полето е иницирано од десна страна, и за двата случаи.....	118
Слика 6.10. Шематска приказ на минското поле со системот Нонел, кога примарните дупкотини се под агол од 90^0 , каде што полето е иницирано од средина, и за двата случаи.	119
Слика 6.11. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупкотини се паралелни со контурните дупкотини, каде што полето е иницирано од десната страна од него, и за двата случаи.....	120
Слика 6.12. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупкотини се паралелни со контурните дупкотини, каде што полето е иницирано од десната страна од него, но на левата страна поврзувањето е закосено и за двата случаи.....	120
Слика 6.13. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупкотини се под агол од 90^0 , каде што полето е иницирано од десна страна, и за двата случаи.....	120
Слика 6.14. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупкотини се под агол од 90^0 , и полето е иницирано од десната страна од него, но на левата страна поврзувањето е закосено и за двата случаи.....	121
Слика 6.15. Поврзување на полето со систем за електронско минирање кога примарните дупки се паралелни со контурните дупки	122
Слика 6.16. Поврзување на полето со систем за електронско минирање, кога примарните дупки се под агол од 90^0 , додека контурните дупки се паралелни со проектираниот агол на етажата	122
Слика 7.1. Поврзување на минско поле во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms].....	124
Слика 7.2. Површинско иницирање на минското поле	124
Слика 7.3. Иницирање на контурните дупкотини	125
Слика 7.4. Редослед на иницирање за контурно минирање	125
Слика 7.5. Поврзување во минско поле во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms].....	128

Слика 7.6. Површинско иницирање на минското поле	129
Слика 7.7. Иницирање на контурните дупчотини	130
Слика 7.8. Редослед на иницирање на контурното минирање.....	130
Слика 7.9. Минско поле со Нонел конектори 17 [ms]	133
Слика 7.10. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 17 [ms] и Нонел конектори 25 [ms]	134
Слика 7.11. Минско поле во комбинација на Нонел конектори 17 [ms] и Нонел конектори 42 [ms]	134
Слика 7.12. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 17 [ms] и Нонел конектори 67 [ms]	134
Слика 7.13. Минско поле со Нонел конектори 25 [ms]	135
Слика 7.14. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 25 [ms] и Нонел конектори 42 [ms]	135
Слика 7.15. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 25 [ms] и Нонел конектори 67 [ms]	135
Слика 7.16. Иницирање на минското поле поврзано со Нонел конектори 17 [ms].....	136
Слика 7.17. Иницирање на минското поле во комбинација со Нонел конектор 17 [ms] и Нонел конектор 25 [ms]	136
Слика 7.18. Иницирање на минско поле поврзано во комбинација на Нонел конектор 17 [ms] и Нонел конектор 42 [ms].....	137
Слика 7.19. Иницирање на минското поле поврзано во комбинација на Нонел конектор 17 [ms] и Нонел конектор 67 [ms].....	137
Слика 7.20. Иницирање на минско поле поврзано со Нонел конектор 25 [ms]	138
Слика 7.21. Иницирање на минско поле поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms] и Нонел конектор 42 [ms].....	138
Слика 7.22. Иницирање на минско поле поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms] и Нонел конектор 67 [ms].....	139
Слика 7.23. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со Нонел конектор 17 [ms].....	139
Слика 7.24. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms]	140
Слика 7.25. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]	140
Слика 7.26. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]	140
Слика 7.27. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со Нонел конектор 25 [ms].....	141
Слика 7.28. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]	141
Слика 7.29. Иницирање на контурите со контурно минирање поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]	141
Слика 7.30. Бои на времето на одложувања	142
Слика 7.31. Редоследот на иницијација при контурно минирање со Нонел конектор 17 [ms]	142
Слика 7.32. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms].....	142
Слика 7.33. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms].....	143

Слика 7.34. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms].....	143
Слика 7.35. Редоследот на иницијација при контурно минирање со Нонел конектор 25 [ms]	143
Слика 7.36. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms].....	144
Слика 7.37. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms].....	144
Слика 8.1. Поглед на контурно минирање без примарни дупки	163
Слика 8.2. Ефекти од минирање на контура со еден до три реда на примарни дупки	164
Слика 8.3. Поглед одблизу на резултатите од минирање на контурата, со еден до три редови примарни дупкотини	164
Слика 8.4. Поглед од далечина на резултатите од минирање на контура, со еден до три реда примарни дупкотини	165
Слика 8.5. Поглед по отстранување на минираниот материјал за отсечување на косина од етажа со контурно минирање, со еден до три реда примарни дупки	165
Слика 8.6. Поглед на случај на минирање на контура, со повеќе од 4 (четири) редови на примарни дупкотини	166
Слика 8.7. Поглед на оштетувањето на работ на етажата од минирањето, прикажано на претходната слика	166
Слика 8.8. Поглед на контурните дупки по косината од етажата	167
Слика 8.9. Поглед на траги од контурни дупки на чело од етажите	167
Слика 8.10. Поглед на етажите на падините за време на изградбата на автопатот во областа Жур	168
Слика 8.11. Поглед на етажите, формирани од експлозии при контурно минирање на автопатот кај областа Жур.....	169
Слика 8.12. Поглед на етажните косини за време на изградбата на автопатот во Беланица.....	169
Слика 8.13. Поглед на етажите, формирани при контурни минирања на автопатот кај Беланица.....	170
Слика 8.14. Поглед на падините, формирани од експлозии при контурно минирање, по проширување на автопатот	170

ЛИСТА НА ДИЈАГРАМИ

Дијаграм 4.1. Влијание на тврдоста на карпите врз трошоците за дупчење во зависност од видот на дупчењето.	37
Дијаграм 4.2. Оптимална зависност на дијаметарот на дупчење од обемот на корпата од багерот.....	38
Дијаграм 4.3. Зависност од цената на варовник за дупчење и минирање, товарање и транспорт од квалитетот на пукањето.	38
Дијаграм 4.4. Влијание на дијаметарот на дупчење врз добивката на големи парчиња > 1200 [mm] врз минираната маса.....	39
Дијаграм 4.5. Зависност на големина на парчињата од миниран материјал, од дијаметарот на дупчење	39
Дијаграм 7.1. Моментно полнење со закаснување	126
Дијаграм 7.2. Број на меѓучепови со закаснување	126

Дијаграм 7.3. Земјени вибрации за поврзување во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms], за контурни минирања а). Вибрации на земјата 8 [ms] прозорец пресметка, б). Вибрации на земја 25 пресметка на прозорецот од [ms]	127
Дијаграм 7.4. Моментно полнење со закаснување	131
Дијаграм 7.5. <i>Закаснување со меѓучеп</i>	131
Дијаграм 7.6. Земјени вибрации за поврзување во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] за контурно минирање, а). Вибрации на земјата 8 [ms] прозорец пресметка, б). Вибрации на земја 25 пресметка на прозорецот од [ms]	132
Дијаграм 7.7. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 17 [ms]	144
Дијаграм 7.8. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 25 [ms]	145
Дијаграм 7.9. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 42 [ms]	145
Дијаграм 7.10. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 67 [ms]	146
Дијаграм 7.11. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 25 [ms]	146
Дијаграм 7.12. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 25 [ms], и Nonel конектор 42 [ms]	146
Дијаграм 7.13. Хистограм на моментното полнење со закаснување при поврзување со Nonel конектор 25 [ms], и Nonel конектор 67 [ms]	147
Дијаграм 7.14. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 17 [ms]	147
Дијаграм 7.15. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 25 [ms]	148
Дијаграм 7.16. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 42 [ms]	148
Дијаграм 7.17. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 67 [ms]	148
Дијаграм 7.18. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 25 [ms]	149
Дијаграм 7.19. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 25 [ms], и Nonel конектор 42 [ms]	149
Дијаграм 7.20. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Nonel конектор 25 [ms], и Nonel конектор 67 [ms]	150
Дијаграм 7.21. Земјени вибрации при поврзување со Nonel конектор 17 [ms]	150
Дијаграм 7.22. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 25 [ms]	151
Дијаграм 7.23. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 42 [ms]	151
Дијаграм 7.24. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Nonel конектор 17 [ms], и Nonel конектор 67 [ms]	152
Дијаграм 7.25. Земјени вибрации при поврзување со Nonel конектор 25 [ms]	152
Дијаграм 7.26. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Nonel конектор 25 [ms], и Nonel конектор 42 [ms]	153

Дијаграм 7.27. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]	153
Дијаграм 8.1. Дијаграм за одредување на дијаметарот на дупките и растојанието помеѓу контурните дупки во редот	155
Дијаграм 8.2. Дијаграм за одредување на растојанието помеѓу редот за контурни дупчења и редот на примарното минско поле.....	156
Дијаграм 8.3. Дијаграм на специфично полнење и специфично дупчење, за некои случаи на минирање	157
Дијаграм 8.4. Трошоци за минирање, вклучувајќи само експлозив и дупчење	158
Дијаграм 8.5. Годишен износ на заштеда [€], вклучувајќи само експлозив и дупчење	158
Дијаграм 8.6. закаснување со меѓучеп при контурно минирање	159
Дијаграм 8.7. Моментно полнење по одложување за минирање на контура	159
Дијаграм 8.8. Вибрации на почвата при контурно минирање	160
Дијаграм 8.9. Моментно полнење за закаснување и одложување за некои случаи на поврзување.....	161
Дијаграм 8.10. Вибрации на почвата при некои случаи на поврзување	162

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 1.1. Физичко - механички анализи на варовник.....	12
Табела 1.2. Физичко - механички анализи на варовник.....	13
Табела 2.1. Пресметка на стабилноста на косината според методот на Бишоп	21
Табела 2.2. Пресметка на стабилноста на наклонот според Методата на Бишоп.....	23
Табела 3.1. Техничко-технолошки и економски услови на методите на контурни минирања.....	36
Табела 4.1. Технички карактеристики за машина за дупчење “FURUKAWA HCR 1200 ESII”	48
Табела 4.2. D/V параметри за некои видови експлозив	52
Табела 4.3. Видови експлозиви од различни производители и нивни минерско - технички карактеристики.....	54
Табела 4.4. Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните, во случај за автопат.....	55
Табела 4.5. Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните, во случај за рудник	56
Табела 4.6. <i>Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се под агол од 90⁰, во случај за патека на автопат</i>	<i>57</i>
Табела 4.7. <i>Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се под агол од 90⁰, во случај за рудник.....</i>	<i>58</i>
Табела 5.1. Компаративна анализа на основните карактеристики на овие два.....	73
Табела 5.2. Вкупно движење за еден критериум	79
Табела 5.3. Алтернативи	87
Табела 5.4. Критериуми.....	90
Табела 5.5. Тежини на критериумските функции	91
Табела 5.6. Нормализирани тежини на критериумите и цели.....	92
Табела 5.7. Повеќекритериумски модел.....	94
Табела 5.8. Трансформиран повеќекритериумски модел	95
Табела 5.9. Влезен модел.....	96
Табела 5.10. Функција на преференции за алтернатива A ₁	97

Табела 5.11. Функција на преференции за алтернатива A_2	98
Табела 5.12. Функција на преференции за алтернатива A_3	99
Табела 5.13. Функција на преференции за алтернатива A_4	100
Табела 5.14. Вредности на преферентната функција	102
Табела 5.15. Индекси на преференции, влез, излез и мрежен тек	104
Табела 5.16. Утврдување на делумно рангирање	104
Табела 5.17. Матрица на високи рангирања	104
Табела 5.18. Делумно рангирање според методот PROMETHEE I.....	105
Табела 5.19. Конечно рангирање на алтернативи засновано на методот.....	106
Табела 5.20. Рангирање на алтернативи засновани врз повеќе-критериумски методи PROMETHEE i и PROMETHEE II	107
Табела 6.1. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волумен на одминираниот материјал	110
Табела 6.2. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волуменот на одминираниот материјал	111
Табела 6.3. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волумен на одминираниот материјал	112
Табела 6.4. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волуменот на одминираниот материјал	113

ВОВЕД

Изградбата на автопат како објект за одвивање на сообраќај или сообраќајница е од големо значење за економскиот развој на една земја, бидејќи го намалува времето и трошоците за транспорт и превоз.

Изградбата на автопат има многу сложен систем на работи затоа што минува низ полиња со различни геолошки формации. Формациите со голема цврстина бараат материјалот да биде здробен и растресен со дупчење и минирање, додека за деловите каде патеката поминува низ рамен терен, изградени од формации со мала цврстина како што се глина, земја и мешани формации со песок, нема потреба од дупчење и минирање, и овде ископувањето може да се направи директно со багер или слично товарно средство.

Делот од траекторијата што поминува низ овие формации, по ископувањето, треба да се пополни со карпест цврст материјал, со голема цврстина, со соодветна гранулација, каде што материјалот треба да е со висока цврстина на притисок и компресија при што, истиот се консолидира (набива) на посебен начин со машини, додека за тој дел каде што треба се прават минирања за да се пробие карпата, мора да бидеме внимателни да ги оставиме безбедносните косини со голема издржливост, недеформирани со проектирани висини и наклони, затоа што овие косини мора да останат сè додека автопатот ќе биде во функција.

Отворањето на целата траекторија на патот се прави од горе надолу, делејќи ја ширината на патеката според предвидената висина на етажите и при приближување до проектираната граница на косината, при што техниката за минирања на контурите мора да се користи за да се одржи проектираната линија на косините без оштетувања, каде што контурните дупчења и минирања не смеат да се преоптоваруваат со експлозив, туку полнењето со експлозив мора да биде намалено или со дисконтинуирано полнење.

Но, во некои случаи, кога автопатот преминува само преку рамни и меки терени, тогаш треба да се обезбеди цврст камен за неговата изградба. Ова се постигнува со експлоатација на каменот на други локации или каменоломи, се врши дробење на каменот и транспортирање од рудникот до автопатот во изградба.

При оваа експлоатација на камен од некој рудник исто така треба да се почитуваат правилата за експлоатација, оставајќи ги косините и безбедносните патеки - берми во стабилна состојба за да нема оштетување на косините и да има најголема можна безбедност при експлоатација на камен и после експлоатација на резервите, да останат безбедни косини, така што по рекултивацијата на тие простори, можат да се користат за други економски цели. За да се остават косините, бермите и другите падини безбедни дури и во површинските рудници, треба да се користат методи на минирање за добивање на контури, кои, како што споменавме погоре, формираат косини без пукнатини и без огромни нестабилни камења - самци, со што ќе влијаат на безбедноста на рудникот, и по експлоатацијата на резервите.

1.0. ГЕОЛОШКА ГРАДБА И ФОРМАЦИИ НА ТЕРЕНОТ

Геолошката конструкција ќе биде разработена за два случаи, кои ќе бидат образложени понатаму во оваа дисертација. Случаите што ќе бидат образложени се областа Жур и областа Ижанце, Косово. Првиот случај ќе биде разработен затоа што на овој дел преминува автопат, а вториот случај затоа што варовникот што се експлоатира е од оваа локација, со методите на површинска експлоатација.

1.1. Геолошката конструкција на областа Жур

Оваа област се карактеризира со различни карпи со различна возраст, како и со појава на структури на брчки и одвојување. Оваа област е земена затоа што овој труд ќе ги разгледа контурните минирања што се прават на делот за автопатот.

1.1.1. Литолошки карактеристики

Најраспространетите карпи во регионот се од периодот на Креда, но исто така и на Тријас, Јура и Кватер.

Тријаски карпи (Т_{2,3}) - градат поголем дел од геолошките формации на селото Жур, продолжувајќи и проширувајќи се на југ. Тие се претставени со масивни варовници и мермерни груби слоеви сиви и доломитизирани сиви до црвеникави варовници. Тие се рекристализираат, со калцинобластична структура и се состојат од калцит. Од аспект на тектонска активност тие се фрагментирани, а понекогаш се и бречи.

Јура карпи (Ј) – го опкружуваат гореспоменатиот појас на Тријаски карпи, северно од патеката и се протегаат југозапад во правец североисток. Тие се претставени со олистолит меланж. Составот на меланжот е составен од основата на меланж (глина, глина и глифофил (зелена, виолетова, сива), каде во форма на кластери и олистолити се вметнати дијабазите, филитите и кератофитите, песочник и варовнички флинт и др.

Критски карпи (К) – Огромниот регион од овој дел е главно составен од третазички карпи (К), имено поголем дел од седиментите на Сенонскиот (К₂³), помалку оние на Туронскиот (К₂²) и многу малку од оние на сеноманскиот (К₂¹). Од конгломератични варовници и конгломерати, одгоре до литолошки столб, постепено се развиваат биоморфни и криптокристални варовници со фауна во слој и дебел слој. Варовниците се главно составени од карбонатни материи (СаСО₃ 60 ÷ 80%) и глинени компоненти. Варовниците често се доломитски со дебелина близу 700 m.

Седиментите на плиоценот (Pl_{2,3}) - претставени со средно-горниот плиоценски седименти и градат тесен регион на север од селото Жур и самата патека, со голема дистрибуција источно од Бел Дрим.

Тие се состојат од песок, песочна глина, глина и чакал. Лигнитни слоеви се пронајдени и во овие седименти во регионот Добрушти.

Квартарни седименти (Q) - квартални седименти се претставени со езерски седименти (j) и седименти на речното корито на плеистоцен (t_1), како и пролувијални (pr), тера роса (ts) и алувијални (al) седименти на холиоценит.

Пролувијални наоѓалишта (pr) - се појавуваат во форма на нередовни, мали, изолирани површини, како што е случајот јужно и западно од патеката. Тие се претставени со заоблени и полукружни парчиња различни карпи.

Алувијалните седименти (al) - главно се концентрирани во течението на Бел Дрим и се претставени со глина, седиментни и чакалести материјали.

1.1.2. Физичко - механички својства на областа Жур

Физичко-механичките карактеристики на варовникот во делот на патеката што минува низ Жур се поволни. Карпестата маса е умерено цврста и слоевита. Пукнатините обично се пропустливи и кратки, најчесто не се исполнети. Анализите ги направи Институтот ИГХ, Загреб, за некои јадра од некои дупчења направени во овој дел и ги даде овие резултати презентирани во Табела 1.1.

Табела 1.1. Физичко - механички анализи на варовник
Table 1.1. Physico – mechanical analyses of limestone

Опис на анализата	Вредности
а. Отпорност на притисок	Средна 652 [daN/cm ²]
б. Отпорност при истегнување	58 [daN/cm ²]
с. Отпорност при сечење	69 [daN/cm ²]
- Модул на еластичност	40[daN/cm ²]
- Внатрешен агол на триење	47.8 ⁰
- Јачина според Протоѓаконов	6.7
Порозност	1.5 [%]
Волуменска тежина	2.596 [g/cm ³]
Специфична тежина	2.710 [g/cm ³]

Врз основа на резултатите добиени од овие физичко-механички студии, се покажа дека овие варовници се со средна тврдост како резултат на големата катаклизма што овие карпи ја поминале со динамоморфизам.

1.2. Геолошки карактеристики на регионот Ижанце

Наоѓалиштето од варовник се протега во јужниот дел на селото Ижанце, почнувајќи од источниот дел на селото Ижанце и продолжува кон југоисточниот дел од истиот. Масивните мермерни варовници го градат регионот „Маја е Жеже“ (1538 г.) и се масивни и делумно доломитизирани. Имаат дебелина до 600 [m]. Тие се состојат од калцитни, доломитни зрна и правливи материји. Имаат структура од хетеробластична до гранобластична и имаат сива боја, бела, сива до црвена.

Варовникот на овој локалитет има северно-северозападен, југо-југоисточен појас, во форма на појас, во контакт со растителни кристални слоеви на Пермо-Тријас на исток (хлоритични и серо-хлоритни) слоеви.

Југоисточниот дел од појасот е во контакт со овие шкрилци и југозападниот дел на кремастинските седименти (серија на песок). Така, дел од таложењето на варовник е покриено со масата на овие шкрилци, што го оневозможува обложување на варовникот на овој дел од масивот (без детална истрага на длабоко дупчење и истражување).

Во централниот дел на масивот се наоѓа варовничка купола која се распаѓа на површината и продолжува до страничните делови на наклонот. Југозападниот дел од масивот е покриен со песочни камења. На отворениот профил од источната страна на локацијата се гледа свеж варовник, со вграден зрнест до микрокристален мермер, и текстура, компактна масивна со сива боја.

Петрографската студија и хемиската анализа на овој варовник покажаа дека варовникот го сочинува до 90% калцит и многу малку глина.

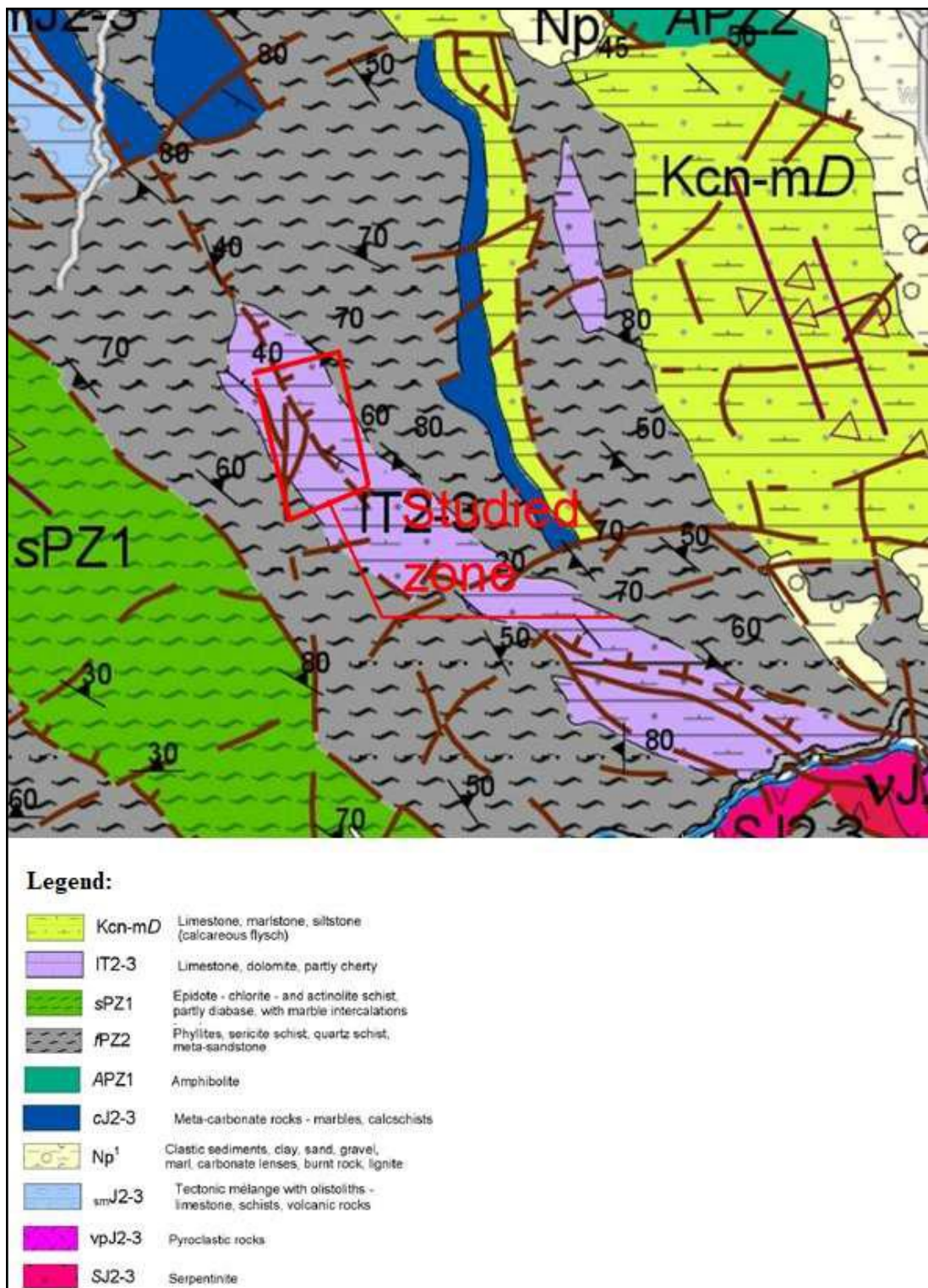
1.2.1. Физичко - механички својства

Варовниците на овој локалитет се компактна маса со грануларна до микрогрануларна мермерна структура. Од Пермо-Тријаскиот шиист пршлен, во страничните делови на масивот се забележува стратификација и поделба во блокови.

Физичко-механичките карактеристики се извршени на Институтот за градежни технологии - Тирана, и овие резултати се презентирани во Табела 1.2.

Табела 1.2. Физичко - механички анализи на варовник
Table 1.2. Physico – mechanical analyses of limestone

Опис на анализата	Вредности
а. Отпорностна притисок во сува состојба	Средно 656 [daN/cm ²]
б. Отпорност на притисок во влажна состојба	593 [daN/cm ²]
- Модул на еластичност	42 [daN/cm ²]
- Внатрешен агол на триење	48.1 ⁰
- Јачина според Протоѓаконов	6.7
Порозност	2.2 [%]
Волуменска тежина	2.64 [g/cm ³]
Специфична тежина	2.70 [g/cm ³]



Слика 1.1. Геолошка карта на регионот Ижанце
 Picture 1.1. Geological map of Izance region

2.0. ДЕФИНИРАЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА КОНТУРИТЕ

Дефинирањето на контурите се заснова на физичко-механичките својства на карпите, кои ја условуваат висината и аголот на наклонот да има висок безбедносен фактор, затоа што е предвидено да останат стабилни додека се користи автопатот, или косините на рудникот да бидат без оштетувања.

2.1. Финални контури

Ограничувањето на подрачјето на кое преминува автопатот или експлоатација на карпи со површинска експлоатација е направено во рамките на претходно истражената област, земајќи ги предвид резултатите од истражувањето и резултатите од физичко-механичките анализи.

Аголот на наклон на косините, според анализата на стабилноста и за двата наши случаи, варира во зависност од висината на етажата и ширината на безбедносната берма. Овој агол е приближно усвоен со вредност $\gamma_2 = 50 - 59^\circ$. Врз основа на овие елементи и подолу споменатите се заснова дефинирањето на стабилноста на косините.

Останати технолошки параметри кои имаат директно влијание при овие пресметки и методи се:

- Висина на етажата, [h]
- Висината на косината - наклонот, [H]
- Аголот на наклон на работната етажа, [β]
- Аголот на наклон на крајните-завршни етажи, [α]
- Ширина на безбедносната берма, [b] и
- Ширина на работната површина-рамнина, [S]

2.2. Избор на висината на етажата

Висината на етажата е еден од најважните геометриски фактори при изградба на автопати и при експлоатација во рудници и регулирање на нивните косини.

Главните фактори кои влијаат на висината на етажата се:

- Висина на зафаќање на багерот и геомеханички карактеристики на материјалот (за услови на стабилност, за неоткриен материјал).
- Правецот на напредокот на фронтите при работата на отстранување на материјал.
- Технологијата применета за време на експлоатација.
- Големина, карактер и формата на етажата.
- Климатски услови.

Врз основа на геометриска анализа најдобро е да се избере висина на најголемата етажа бидејќи се намалува бројот на етажите, каде со намалување на бројот на етажите, при транспортот на механизацијата низ нив, се скратува

должината на патиштата на транспорт, но ако се погледне од аспект на безбедност, помалите - пониски етажи имаат поголема безбедност при работата.

Висината на етажата утврдена за двата случаи е 10 [m]. Варовникот ќе се минира, така што висината на етажите не е поврзана со можноста за зафаќање на товарните машини.

Правилната верификација на соодветната висина на етажите е дадена во следните поглавја, додека оваа висина на етажите е потврдена и во досегашната успешна практика на регулирање на траекториите и странично прилагодување на косините во варовнички средини, а исто така и во уредувањето на крајните завршни косини на рудникот - каменоломот.

2.3. Поделба на трасата и рудникот по висина

Поделбата на трасата и рудникот по висина е направено од соодветната страна а тоа е диктирано од формата – геоморфологијата на теренот и најблиските патишта кои се поврзани со траекторијата на автопатот и рудникот.

Етажите (патеките) на трасата се со висински тип и во нашиот случај има 8 вакви етажи, а во рудникот за кој станува збор, има 11 етажи од кои 3 од нив се од длабински тип.

Бидејќи патеките-етажите на трасата се од висински тип, целиот материјал - варовникот ќе биде дислоциран до нултото нивото на трасата. Во нашиот случај, дел од варовникот се транспортира по висина до депонијата за варовник на повисоките етажи. (слика 2.1.). Во случајот со рудникот, минираниот материјал се транспортира преку изградени патишта, кои се поврзани со секоја етажа при експлоатацијата на варовникот. Овој материјал се носи на понатамошна обработка, дробење и сепарирање во каменоломот.



Слика 2.1. Поглед на дел на областа каде е траекторијата на автопатот
Figure 2.1. View of works on the highway area

2.4. Косини - Наклони на работна и неработна етажа

Трасата на автопатот и самиот површински коп се поделени по висина, при што се формираат работни и неработни етажи.

Во процесот на отстранување на масовните варовнички маси со минирање, работните етажи напредуваат хоризонтално, а со тоа се создаваат услови за проширување на подолните етажина трасата и рудникот, како и услови за нивно натамошно продлабочување.

Понатамошно продлабочување е овозможено со отворање на капитален – централен усек за следната етажа и воспоставување транспортни врски со горните етажи. По отворањето на усекот на новата етажа и формирање на косината, започнува отворањето на етажата по хоризонтала, што овозможува создавање на нов работен фронт на таа етажа. Ова ја комплетира работата на отворањето на новата етажа и започнува експлоатацијата кон конечните контури на таа етажа.

Работниот фронт ја менува својата позиција во просторот и времето.

Аголот на наклон на неработните етажи се добива врз основа на овие елементи:

h - висина на етажа

α - Аголот на наклон на крајните – завршни етажи

b - ширината на безбедносната берма

n_b - бројот на етажи

2.4.1. Завршен агол на етажите од траекторијата од автопатот

Ако одиме со подолните вредности, го имаме овој резултат за конкретен случај, за завршниот агол на траекторијата:

$$h = 10 \text{ [m]}$$

$$\alpha = 63 \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$b = 3 \text{ [m]}$$

$$n_b = 8 \text{ [етажи]}$$

$$\operatorname{tg}\gamma_2 = \frac{n_b \cdot h_{10}}{(n_b - 1) \cdot b + n_b \cdot h_{10} \cdot \operatorname{ctg}\alpha}$$

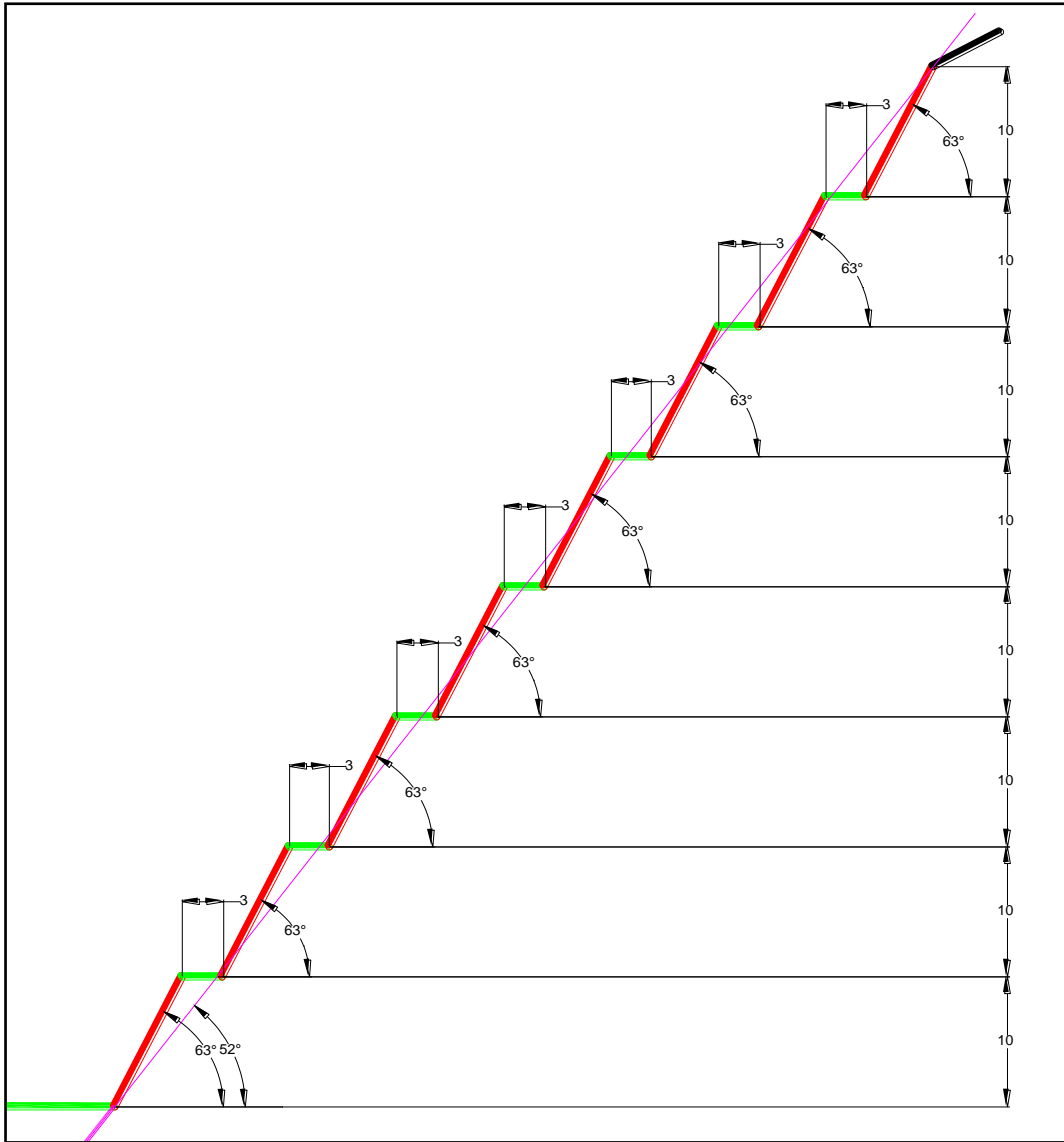
$$\operatorname{tg}\gamma_2 = \frac{8 \cdot 10}{(8 - 1) \cdot 3 + 8 \cdot 10 \cdot \operatorname{ctg}63^\circ}$$

$$\operatorname{tg}\gamma_2 = 1.295$$

$$\gamma_2 = \operatorname{arctg}1.295$$

$$\gamma_2 = 52^\circ 19' 12''$$

Се усвојува приближно: $\gamma_2 = 52^\circ$



Слика 2.2. Конечен-завршен агол на автопатот, југоисточен дел
Figure 2.2. Final angle of the motorway, southeast site

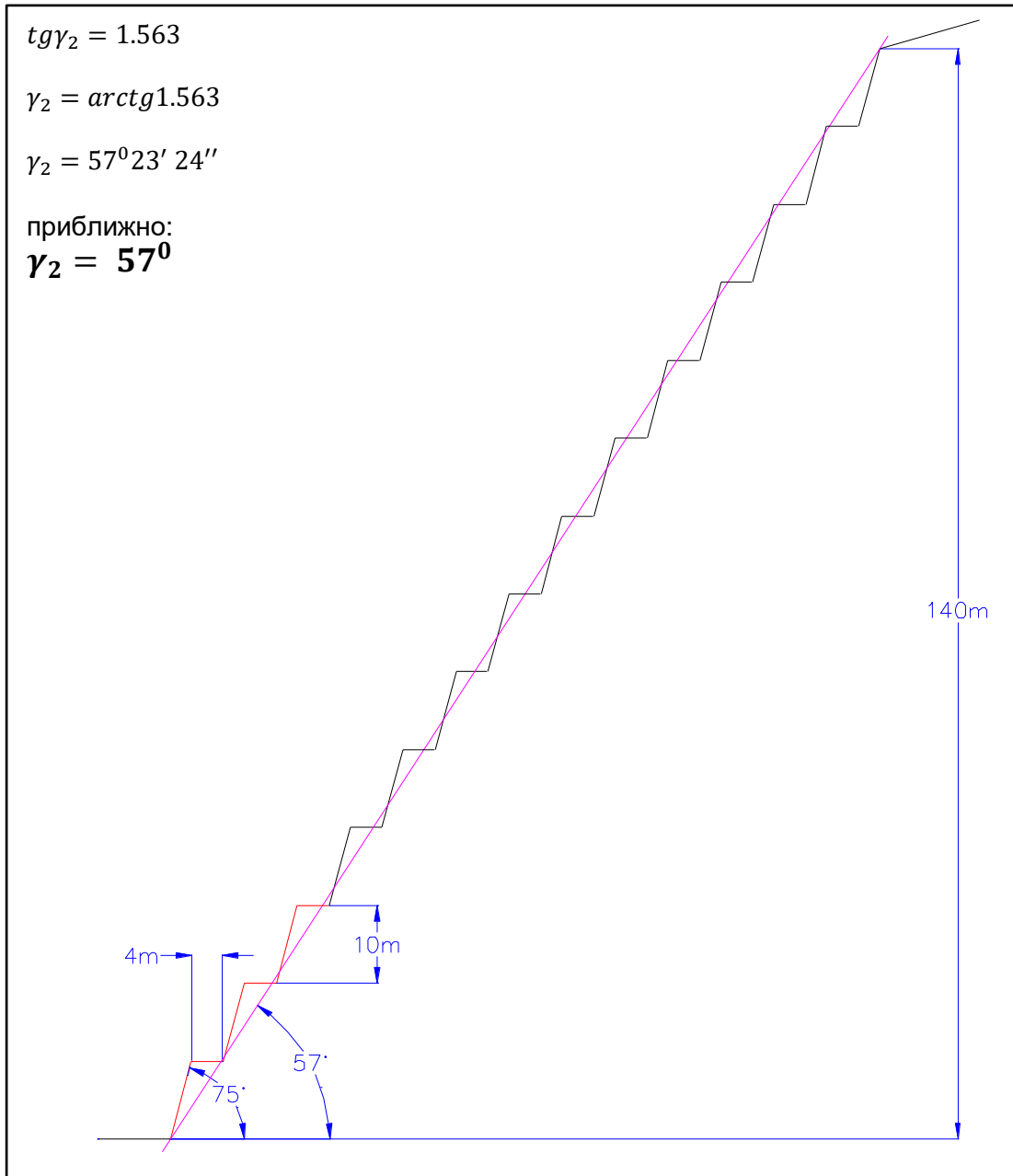
2.4.2. Завршен - финален агол на рудникот

Ако одиме со следниве вредности, за конкретен случај, за завршен агол на рудникот ќе се добие:

$$\begin{aligned}h &= 10 \text{ [m]} \\ \alpha &= 75 \text{ [}^\circ\text{]} \\ b &= 4 \text{ [m]} \\ n_b &= 14 \text{ [етажи]}\end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{n_b \cdot h_{10}}{(n_b - 1) \cdot b + n_b \cdot h_{10} \cdot \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{14 \cdot 10}{(14 - 1) \cdot 4 + 14 \cdot 10 \cdot \operatorname{ctg} 75^\circ}$$



Слика 2.3. Завршен агол на рудникот, североисточен дел
Figure 2.3. Final angle of the mine, northeast site

2.5. Пресметување на стабилноста на косината по методата на Бишоп

2.5.1. Безбедносен фактор за патот

За да ја пресметаме стабилноста на косината со методот на Бишоп, ја искористивме стабилноста на југоисточната падина на автопатот. Косината е изградена од варовнички карпи со овие физичко-механички карактеристики кои се најбитни за овие пресметки:

Табела 2.1. Пресметка на стабилноста на косината според методот на Бишоп
 Table 2.1. Calculation of slope stability according to Bishop's Method

No.	Slice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
1	γ [kN/m ³]	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	
2	b [m]	8	8	8	8	8	8	8	8	5	6	6	7	
3	h [m]	6.19	14.9	22.8	29.9	36.1	41.3	45.2	47.9	32.2	28.9	23.9	10.4	
4	$W = \gamma \cdot b \cdot h$	1260.68	3027.7	4641.5	6085.5	7351.6	8409.3	9207.649	6091.6	4920.5	4414.4	3647.1	1855.1	
5	α [°]	7	12	17	22	27	33	28	38	49	49	49	64	
6	$\sin \alpha$	0.122	0.208	0.292	0.375	0.454	0.545	0.469	0.616	0.755	0.755	0.755	0.899	
7	$\cos \alpha$	0.993	0.978	0.956	0.927	0.891	0.839	0.883	0.788	0.656	0.656	0.656	0.438	
8	$W \cdot \sin \alpha$	153.638	629.488	1357.044	2279.661	3337.553	4580.026	4322.730	3750.357	3713.527	3331.603	2752.512	1667.375	31875.51
9	r_u	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
10	$1 - r_u$	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
11	$W \cdot (1 - r_u)$	1134.612	2724.90	4177.35	5476.93	6616.43	7568.36	8286.88	5482.43	4428.42	3972.98	3282.40	1669.61	
12	ϕ [°]	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	
13	$\tan \phi$	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	
14	c [kN/m ²]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
15	c · b	640	640	640	640	640	640	640	400	480	480	480	560	
16	$W \cdot (1 - r_u) \cdot \tan \phi$	1251.303	3005.148	4606.978	6040.215	7296.909	8346.736	9139.160	6046.279	4883.871	4381.581	3619.985	1841.326	
17	15 + 16	1891.303	3645.148	5246.978	6680.215	7936.909	8986.736	9779.160	6446.279	5363.871	4861.581	4099.985	2401.326	
18	1	0.89	0.83	0.78	0.75	0.72	0.69	0.71	0.68	0.67	0.63	0.60	0.70	
	$\frac{\tan \phi \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha + F}$	0.88	0.81	0.85	0.83	0.82	0.81	0.81	0.81	0.83	0.63	0.59	0.91	
	F	0.94	0.92	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.89	0.93	0.65	0.64	1.07	
19	F = 1	1678.25	3018.90	4103.22	4984.05	5703.08	6243.72	6981.61	4394.22	3603.81	3049.83	2468.31	1679.72	47908.73
	F = 1.5	1672.22	2945.62	4479.75	5554.78	6480.20	7252.60	7962.72	5195.83	4429.49	3043.37	2431.71	2184.63	53632.92
20	F = 2	1784.67	3335.62	4695.18	5892.14	6953.98	7890.04	8564.50	5717.32	5002.57	3160.73	2618.76	2571.05	58186.55
	$F_s = 19/8$	$F_{s1} = 1.50$	$F_{s2} = 1.68$	$F_{s3} = 1.83$										

3.0. Методи на контурни минирања

Експлозијата каде што контурната линија е иницирана пред редовите од примарното минирање – челото на етажа, со цел да се отсеке масивот од цврстиот масивен дел на етажата, припаѓа на техниката наречена пред сечење (предминирање).

Основната карактеристика на ваквите минирања е тоа што тие предизвикуваат значително појаки шокови од детонација во присуство на слободна површина.

3.1. Линиско дупчење

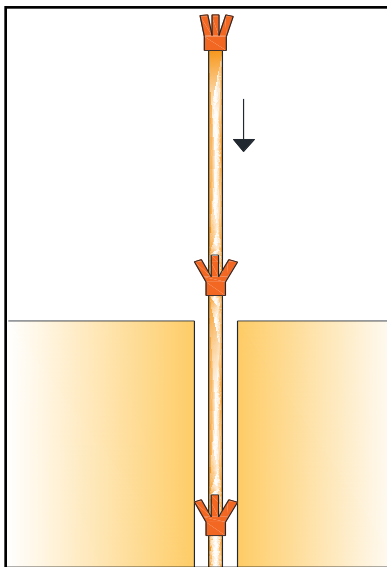
Линиското дупчење е техника на предминирање, а како што е наведено во литературата и не се смета како метод за минирање. Се состои од дупчење многу блиски паралелни бушотини, кои не се полнат со експлозив. Растојанието помеѓу дупчотините е:

$$A = (2 \div 4) D_b \text{ (m)} \quad 3.1.$$

Таквите добро формирани дупчотини формираат ослабена површина, кај која пукнатините се формираат под влијание на вибрациите предизвикани од експлозијата во тампон-зоната, со што се постигнува отсекување на подните косини за време на детонација и формирање на пукнатина помеѓу нив. Линиското дупчење е скап метод и ретко се применува во рудниците. Најчесто се користи во комбинација со одреден метод на минирање во специфични случаи.

3.2. Методи на пред-цепење

Методот на пред-цепење е метод, каде што континуирана колона со експлозивно полнење се полни со патрониран експлозив со дијаметар помал од дијаметарот на дупчењето. Експлозивното полнење се поставува во центарот на дупчотината без контакт со ѕидовите. За да се постигне ова, експлозивните полнења се вметнуваат во картонски или пластични цевки, со пластични крилца, кои се центрирани во дупчотината, како што е прикажано на Слика 3.1.



Слика 3.1. Централно полнење на контурни дупки
Figure 3.1. Central filling of contour drillings

Претходните објаснувањата за механизмот на создавање пукнатини меѓу соседни дупчења се базираат на теоријата на експлозивни влијанија. Според оваа теорија, две истовремено иницијализирани соседни полнења создаваат ударни бранови меѓу нив, предизвикувајќи напонски напрегања во пресекот помеѓу дупките.

Под влијание на овие напрегања се појавува напукнување помеѓу дупките.

Разјаснувањето на механизмот за распукување е важно за примена на претходниот метод на пред-цепење. Верувањето во концептот на влијанието на ударните бранови подразбира потреба за инстант (едновремена) иницијација на сите или барем на голем број на контурни дупки, со што се создава напрегната состојба во масивот и на околните ѕидови со интензивно тресење и напонска состојба.

Неодамнешни истражувања и експериментални минирања со забавувања помеѓу контурните дупки од 20-50 [ms], како и експлозиите кои не предизвикуваат ударни бранови како потисните експлозиви, даваат добри резултати на контурните минирања.

Ова укажува на тоа дека притисокот на експлозивните гасови е највлијателен за формирање на пукнатини при контурните минирања. Ова значително ја проширува можноста за заштита на масивот од вибрации во контурното минирање.

Се препорачува да се иницира линија на контура најмалку 50 ms пред да се иницираат редови во тампон-зоната, со можност за забавување помеѓу контурите од 15-25 [ms].

а) Емпириски метод на пресметка

Емпириската постапка за пресметување на предминирањето се базира на експерименталните резултати од примената на оваа метода и гласи:

Растојание помеѓу контурните дупки:

$$a_c = (10 \div 14) \cdot d_{cd} \quad [m] \quad 3.2.$$

Каде:

a_c – растојание помеѓу контурните дупкотини [m]

d_{cd} – дијаметар на контурните дупкотини [m]

Количина на експлозив за полнење:

$$q_c = 0,815 \cdot a_c^2 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad 3.3.$$

Дијаметарот на експлозивното полење е:

$$d_e = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot \Delta}} \quad [m] \quad 3.4.$$

Каде е: Δ – густина на експлозивот [kg/m^3]

Количината на подно полнење на дупкотини е:

$$q_d = 3 \cdot q_c \quad [kg/m^3] \quad 3.5.$$

Ова полнење се наоѓа на дното на дупкотината на должина од 0.3 - 0.5 m.

б) Пресметка по CANMET

Потребниот дијаметар на дупкотините е усвоен од условите:

$$P_b \geq \sigma_{pm} \quad [Mpa] \quad 3.6.$$

Каде се:

P_b – притисок на експлозијата во контурните дупки, [Mpa]

σ_{pm} - динамички притисок на ѕидовите од дупкотината, и е приближно еднаква на

јачината на еднооксијалниот притисок

Потребниот дијаметар на експлозивниот ред е:

$$d_e = d_{cd} \cdot \left(\frac{P_b}{P_e}\right)^{\frac{1}{a}} [m] \quad 3.7.$$

d_{cd} - дијаметар на контурни дупкотини, [m]

P_e - притисок од експлозија од применетиот експлозив, [MPa]

За усвоениот дијаметар на полнење на експлозив, приложениот притисок за дупчење е:

$$P_b = P_e \cdot \left(\frac{d_e}{d_d}\right)^a [MPa] \quad 3.8.$$

Растојанието помеѓу контурните дупкотини е:

$$a_k = \frac{d_b \cdot (P_b + \sigma_{pp})}{\sigma_{pp}} [m] \quad 3.9.$$

Каде е:

σ_{pp} - цврстината на притисок за првата апроксимација, и може да се претпостави дека е еднаква на единечната аксијална цврстина на истегнување или $\sigma_{pp} = (10 \div 15) \cdot \sigma_p$,

σ_p – Цврстина на притисок на карпестиот масив, [MPa]

в) Пресметки базирани на сеизмички граници

Во случај ако е потребно за да се одржи стабилноста на косината, количината на експлозиви кои се иницираат во исто време, или количината на експлозив во дупките мора да биде ограничена врз основа на дозволения интензитет на аголот на наклонот. Можното количество експлозиви по дупкотина, во случај на издупчени дупкотини и при иницирање на само едно контурно дупчење во еден интервал, е:

$$Q_d = R_v^2 \cdot \left(\frac{F_s \cdot k_v \cdot K}{V_0}\right)^{\frac{2}{n}} [kg] \quad 3.10.$$

Каде е:

$k_v = 5$, - детонација без слободна површина – предминирање.

F_s – фактор на сигурност

R_v, V_0 – параметри на сеизмички ограничувања

K, n – осцилаторни параметри

За просечните норми на осцилации, $K = 750$ и $n = -1.67$, се добиени:

$$Q_d = R_v^2 \cdot \left(\frac{F_s \cdot k_v \cdot 750}{V_0}\right)^{-1.20} [kg] \quad 3.11.$$

Можен дијаметар на редот на минирање на дупчотините:

$$d_e \leq \sqrt{\frac{4 \cdot Q_d}{L_e \cdot \pi \cdot \Delta}} \quad [m] \quad 3.12.$$

Каде се:

L_e - должина на редот на минирање во контурни дупки, [m]

d_e - дијаметарот на редот на минирање е усвоен врз основа на можни дијаметри на кои се применуваат, [m]

Можни дијаметри на контурни дупчотини, $\sigma_{pm} > P_b > \sigma_{pp}$, се:

- најмали:

$$d_{cd_{min}} > d_e \cdot \left(\frac{P_e}{\sigma_{pm}}\right)^{\frac{1}{a}} \quad [m] \quad 3.13.$$

- најголеми:

$$d_{cd_{max}} < d_e \cdot \left(\frac{P_e}{\sigma_{pp}}\right)^{\frac{1}{a}} \quad [m] \quad 3.14.$$

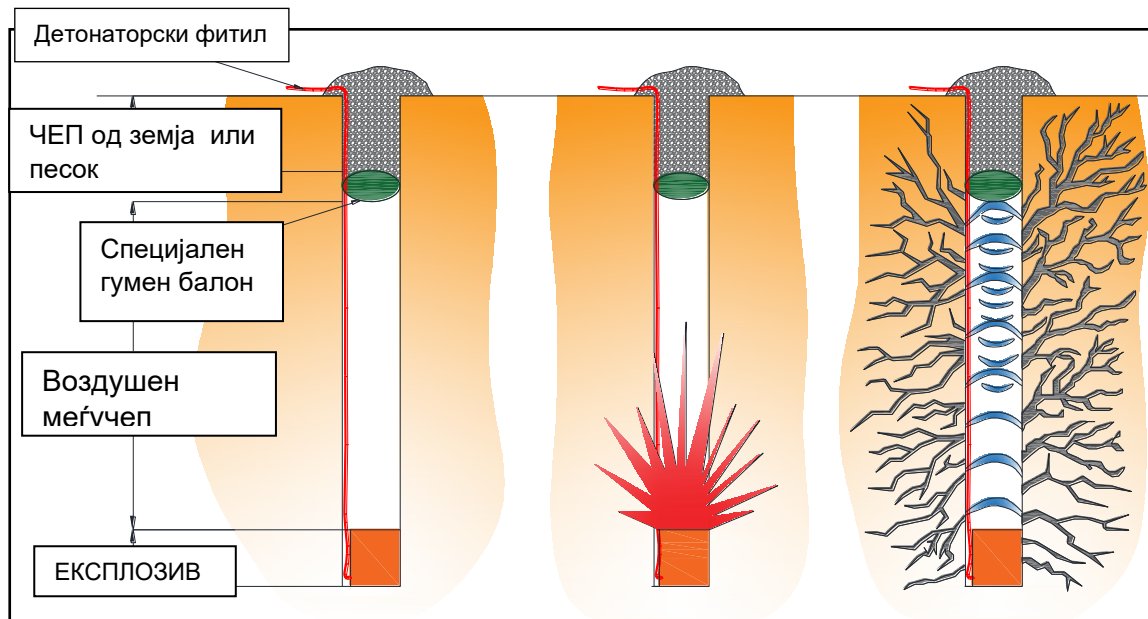
За усвоениот дијаметар на контурните дупчотини помеѓу најголемите и најниските и усвоениот дијаметар на експлозивното полнење, притисокот во дупчотината се добива со изразот 3.8.

3.3. Минирање со воздушен меѓучеп - зазор

Ова е постапка за пред-сечење практично идентична со опишаната техника на пред-цепење, само што притисокот на сидовите од дупчотините е регулиран дополнително радијално и со примена на аксијалните јазови или со користење на посебно полнење. Бидејќи ова е посебно полнење, мора да се употреби детонаторска фитил за иницирање кој е поврзан со експлозивот, односно експлозивот е поврзан со ударниот патрон-детонирачки патрон. Таквото полнење е посложено и потешко да се обезбеди радијално сместување помеѓу експлозивот и сидовите од дупчотините. Директниот контакт помеѓу експлозивот и сидовите на дупчотината предизвикува одредено оштетување на сидот во првите редови на косината, па затоа овој метод на полнење ретко се применува како техника на пред минирање.

3.4. Минирање со воздушен меѓучеп (РИП – РАП метода)

Овој метод вклучува употреба на експлозивно полнење кое се наоѓа на дното на дупчотината, додека остатокот од дупчотината под чепот останува празно, како што е прикажано на Слика 3.2.



Слика 3.2. Пресек на дупчотина и гасна експлозија по фази со методот на воздушен притисок

Figure 3.2. Borehole filling and gas operation in the air-shock method

Начинот на ова контурно минирање се базира на примена на воздушни балони или клинови од слична структура кои се потпираат на ѕидовите на дупчотината и под притисок на гасовите не дозволуваат да се ослободи енергијата низ отворот преку чепот.

Кога експлозивот детонира на дното на дупчотината, притисокот на гасовите во целата дупка се брзо изедначува со притисокот врз ѕидовите на дупчотината.

Предноста на овој метод е дека подлабоките дупчотини, при повисоки етажи можат да се полнат со користење на поевтини експлозиви, како што се ANFO, со што се намалуваат трошоците за контурно минирање. Примената на овој метод под одредени услови резултира со послаби резултати од методот на пред-цепење, бидејќи поголемото растојание помеѓу дупчотините овозможува постојните дисконтинуитети во масивот да имаат поголемо влијание врз формирањето на пукнатините помеѓу дупчотините, со што се добива погруб изглед на косините од етажата.

Пресметката на параметрите за минирање според овој метод врз основа на сеизмички ограничувања се изведува на сличен начин на методот на пред-цепење:

Дозволена количина на експлозиви по дупка (Q_d).

Применлив дијаметар на дупка за состојба $\sigma_{pm} > P_b > \sigma_{pp}$, се:

- најмало:

$$d_{d_{min}} > \sqrt{\frac{4 \cdot Q_d}{L_e \cdot \pi \cdot \Delta}} \cdot \left(\frac{P_e}{\sigma_{pm}}\right)^{\frac{1}{a}} \quad [m] \quad 3.15.$$

- најголемо:

$$d_{d_{max}} < \sqrt{\frac{4 \cdot Q_d}{l_e \cdot \pi \cdot \Delta}} \cdot \left(\frac{P_e}{\sigma_{pp}}\right)^{\frac{1}{a}} \quad [m] \quad 3.16.$$

каде:

$l_e = l_d - l_s$ [m], - должина на дупчење минус должината на полнење.

Должината на експлозивното полење во дупчотината за усвоениот дијаметар на дупчење на контурите е (d_{cd}) е:

$$L_e = \frac{4 \cdot Q_d}{d_{cd}^2 \cdot \pi \cdot \Delta} \quad [m] \quad 3.17.$$

Притисокот за дупчење врз основа на горенаведените податоци е:

$$P_b = P_e \cdot \left(\frac{L_e}{l_e}\right)^{\frac{a}{2}} \quad [MPa] \quad 3.18.$$

Растојанието помеѓу контурни дупки е дадено со израз 3.9.

3.5. Методи на рамно (глатко) минирање

Цепење или рамна обработка на косини се постигнува со детонација по контурната линија и по тампон-редовите, односно како последна линија во серијата.

При таква експлозија, контурата не е затворена, но постои слободна површина формирана од претходните редови, односно отпорот е дефиниран (W_k), и во кој се манифестираат:

- пониски шокови удари и со тоа зголемена геометрија во контурната линија, така што често е можно да се користат дупчења со дијаметар како во примарната детонација, и,
- со цел да се обезбеди добра поделба на ѕидот помеѓу контурите на дупчењата, растојанието на дупките во редовите во контурната линија треба да биде помало од отпорот, т.е.

$A_k < W_k$, најчесто $A_k = (0,7 \div 0,8) \cdot W_k$ or $W_k = (1,2 \div 1,4) \cdot A_k$.

3.6. Рамно минирање - отсечување

Оваа метода е идентична со техниката на пред-цепење во зависност од конструкцијата на експлозивно полнење, т.е. притисокот на експлозија е регулиран со радијален јаз - зазор помеѓу патроните и сидовите од дупчотините.

а) Емпириски метод на пресметување
Растојание помеѓу контурните дупчотини:

$$a_k = 16 \cdot d_{cd} \quad [m] \quad 3.19.$$

Отпор на контурната линија:

$$W_k = 1.3 \cdot a_k \quad [m] \quad 3.20.$$

Количината на експлозив за полнење на редовите, дијаметарот на експлозивно полнење, како и при методот на пред-цепење, се пресметува според условите:

Количина на експлозив за полнење на редови:

$$q_c = 0.815 \cdot a_c^2 \left[\frac{kg}{m^2} \right] \quad 3.21.$$

Дијаметарот на експлозивното полнење е:

$$d_e = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot \Delta}} \quad [m] \quad 3.22.$$

Каде: Δ – густина на експлозивот [kg/m^3]

Количината на полнење во дупчотина:

$$q_d = 3 \cdot q_c \quad [kg/m^2] \quad 3.23.$$

Ова полнење се наоѓа на дното на дупчотината во должина од 0,3 – 0,5 м.

б) Пресметки базирани на сеизмички граници

Пресметката заснована на сеизмика е идентична со процесот на пресметување за пред-цепење, а разликата е следна:

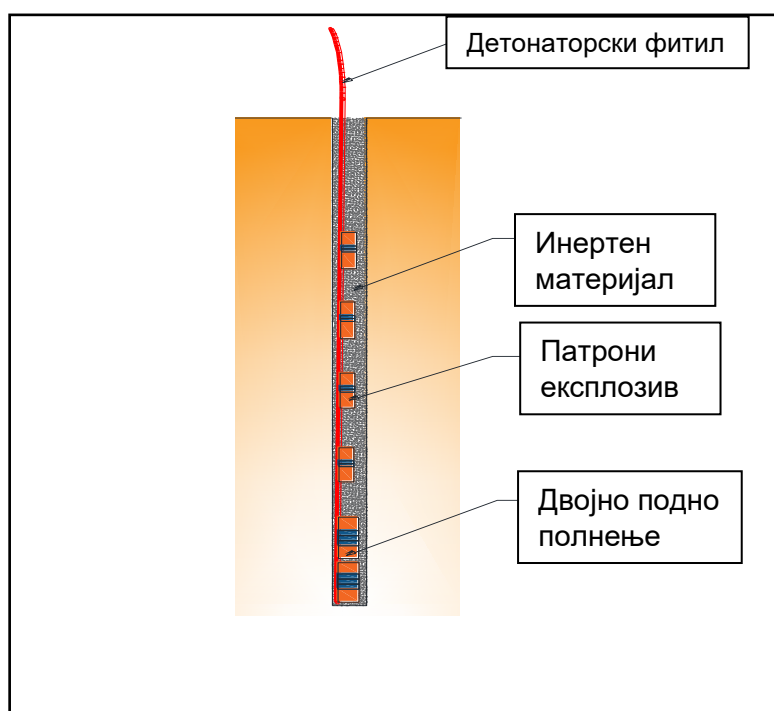
- Во изразите 3 или 4, $kv = 1,0$ е усвоено, што резултира со повисоко дозволено количество на експлозив за иницијација во еден интервал,
- за дијаметар на контурните дупчотини, можно е да се користи истиот дијаметар за примарното или тампонското дупчење, и
- неопходно е да се прилагоди соодносот a_k и $W_k = S'_b$, што може да се постигне со одредување a_k во изразот 2, а потоа се прилагодува првиот

тампон ред на растојание $W_k = S'_b = 1,3 \cdot a_k$, иако е можно да се прифати $W_k = S'_b$ а потоа да се прифати дека $a_k = 0,8 \cdot W_k$.

3.7. Пригушено минирање

Начинот на полнење за оваа експлозивна техника - метода е прикажана на сликата подолу. Прашањето тука е дали да се остави празен простор помеѓу полнењето, и при тоа се истакнуваат неколку препораки:

- ако сидовите се во тенки слоеви од карпест масив со различни карактеристики, преполнувањето може да биде од корист,
- ако сидната маса е доволно цврста, подобро е да се остави празен простор при полнењето, затоа што е подобро да се изедначува притисокот на гасовите на сидовите од дупчотината низ целата должина на дупката.



Слика 3.3. Конструкција на експлозивно полнење
Figure 3.3. Construction of explosive filling with dumped blasting

Пресметката за овој метод за минирање е многу слична со пресметката на претходно опишаната процедура, но треба да се има предвид дека регулацијата на притисокот во дупчотината е радијален и има аксијалната толеранција околу полнењето, а притисокот на експлозија е пресметан соодветно.

3.8. Технологија на глатко-мазно минирање со воздушен притисок

Оваа постапка е идентична со веќе опишаната техника за пред-минирање со воздушен притисок. Методот на пресметка е идентичен со опишаната постапка за пред-минирање со разликите опишани во пресметката за мазно минирање.

3.9. Техника за непрекинато полнење

Овој метод на минирање е сличен на методот на пригушено минирање во однос на полнењето, но се разликува по тоа што во техниката на минирање има непрекинато полнење, дупчотината не е исполнета со инертен материјал, и останува празно.

Полнењето на дупките со овој метод се врши со лепење на експлозивни патрони, за детонаторскиот фитил, со изолир, на одредени растојанија меѓу нив, оставајќи некои делови од дупчотината, по висина, без експлозив (без пополнување). Разликата помеѓу дијаметарот на експлозивниот патрон и дијаметарот на дупчењето треба да биде 1,5 до 3 пати поголема од дијаметарот на патронот.

Предностите на овој метод се:

- Снагата на експлозијата од експлозивот може да се контролира со зголемување или намалување на неговата количина.

- Ако тврдината на карпата се менува во зависност од слоевите на карпести маси на кои влијаело минирањето, количината на експлозив може да се промени, прилагодувајќи ја потребната количина за секој слој.

- Нема потреба да се има инертен материјал за да се пополни дупчењето, бидејќи дупчотината по висина на столбот останува празна.

- Откако ќе се иницираат дупките, тогаш дел од експлозивната енергија поминува низ воздухот, со што се овозможува да се отстрани вишокот на енергија и да се запре само енергијата што е потребна за да се намали напрегањето помеѓу двете дупки и тоа врз основа на описот на горенаведените методи и предностите на техниката на минирање со непрекинато полнење, избрана е техника на минирање со непрекинато полнење и ова резултира со минимално оштетување на косината од етажата зад овие редови.

Овој метод ќе биде образложен подолу.

3.10. Метод со детонаторски фитил поставен во една линија

Методот со детонаторски фитил за активирање е добар метод, бидејќи овој метод е многу лесен за работа.

Како и кај претходната техника за дисконтинуирано полнење, овој метод бара дупчење на кратки растојанија од 0,7 до 1 [m] во зависност од структурата на карпестата маса и типот на карпите што се дупчат. Детонаторскиот фитил се поставува во дупчотината во еден крај со јазол на почетокот по целата должина на дупката.

За да се утврдат параметрите за дупчење во овој метод, се применуваат истите пресметки како и во методот на техника на неконтинуирано полнење,

само што овој метод не го зема предвид дијаметарот на патронот со експлозив, туку тежината на детонаторскиот фитил по метар. За овој метод се користи детонаторскиот фитил со тежина од 80 [g / m¹].

3.11. Метод со детонаторски фитил поставен во повеќе линии

Овој метод е многу сличен на методот со детонаторски фитил со една линија, со единствена разлика во тоа што овој метод се користат повеќе линии за активирање на детонаторскиот фитил, прилагодувајќи ја тежината на метар од линиите на детонаторски фитил, со тежината на метар детонаторски фитил од 12 [g/m], што значи дека во зависност од видот на детонаторски фитил, мора да се одреди и бројот на линиите што треба да се користат за да се достигне тежина од 12 [g/m].

Сите пресметки за да се одреди геометријата на дупчење се исти како методот на детонаторски фитил со една линија.

3.12. Pro – cutting method

Овој метод на минирање на карпеста маса се изведува само со примарни дупчотини, без употреба на контурни дупчотини.

Во овој метод, примарните дупчотини од крајната граница, во линија со проектираната етажа, мора да се дупчат на помало растојание меѓу нив, во споредба со другиот метод на дупчење на примарните дупчотини на полнење на првите редови.

Додека во однос на полнење со експлозив, нивното полнење останува исто како и другите методи на дупчење на примарните дупчотини во првите редови.

За да се одминира правилно со овој метод, потребно е да се ориентираат дупчотините со иницирање кон слободен простор, а исто така, мора да се овозможи слободен простор, чисто чело на етажата во време на иницирање, а не со премногу неочистен материјал или отпор во предните редови, и да не се влијае на енергијата на експлозивот бидејќи може да настане оштетување на етажата која треба да остане здрава како берма и косина. Сето ова се постигнува со прилагодување на врската на дупчотините, со примена на системот Нонел, и определување на правилни закаснувања при иницирањето.

Растојанието помеѓу дупчотините се пресметува врз основа на равенката:

$$a_{rc} = (0.4 \div 0.75) \cdot a \quad 3.24.$$

Каде се:

a - Растојанието помеѓу примарните дупчотини [m]

a_{rc} - Растојанието помеѓу примарните дупчотини и контурната линија [m]

Растојанието помеѓу примарните дупчотини и контурната линија се определува врз основа на равенката:

$$b_{rc} = (0.5 \div 0.8) \cdot b \quad 3.25.$$

Каде се : b - Растојание помеѓу редовите [m]

b_{rc} - Растојанието помеѓу редот на примарни дупчотини од контурната линија [m]

3.13. Техничка-технолошка и економска анализа на методите на контурни минирања

Во оваа докторска дисертација ќе бидат анализирани последните четири методи на контурни минирања, бидејќи овие методи се проучени на терен и за секоја од овие методи е извршен значителен број на минирања од авторот на оваа докторска, и според секое минирање се добиваат потребните податоци за анализа на техничко-технолошките и економските услови на секое контурно минирање.

Анализирани се податоците добиени од секое минирање за секој метод на контурно минирање и се добиени просечните резултати, кои ќе бидат претставени во *Табела 3.1*.

Табела 3.1. Техничко-технолошки и економски услови на методите на контурни минирања.

Table 3.1. Technical - technological and economic data of contour blasting methods

МЕТОДИ, Methods →		Noncontinual charging cutting technique Пригушено минирање	One line detonating cord cutting method Минирање со дет. Фитил со една линија	Multi line detonating cord cutting method Минирање со дет. Фитил со повеќе линии	Pro – cutting method Метода на пред цељење
No.	Карактеристики на методите Characteristics				
1	The cost of blasting [€/m ²] Трошоци за минирање	8.25	8.94	11.05	7.09
2	The capacity of drilling machine [m/h] Капацитет на дупчалката	250	250	250	200
3	The necessary number of drilling machines, Потребен број на дупчалки	3	3	3	2
4	The drilling diameter [mm], Дијаметар на дупчење	76	76	76	89
5	The distance between rows avg. [m] Растојание помеѓу редови (средно)	2.00	2.00	1.80	2.20
6	The distance between drilling on the row [m], Растојание помеѓу дупките во редот	0.75	0.75	0.70	1.50
7	Quality of cutting, Квалитет на отсечување	Very high, многу високо	Very high, многу високо	High, високо	Medium, средно
8	The degree of mass fragmentation between the cutting row and the production row Процент на фрагментација	High високо	High високо	Medium средно високо	Extremely higher Крајно високо
9	The time of drillings charging [h] Периоди за дупчење	2	1.7	2.1	1
10	The noise level, Ниво на прашина	Medium	High	High	Low
11	The gases release level Ниво на гасови	High	Very high	Very high	Low
12	The utilization of blasting energy Искористување на енергијата од експлозивот	High високо	Medium средно	High високо	Low ниско

4.0. ОДРЕДУВАЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ

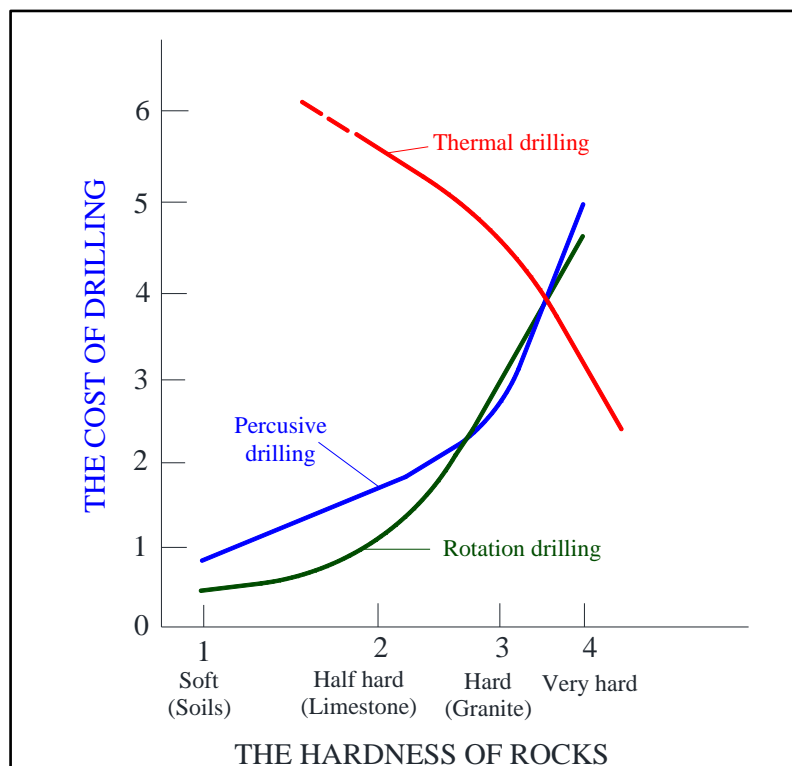
4.1. Одредување на параметри на дупчење

4.1.1. Избор на дупчечки машини и дијаметар на дупчење

Одлучувачки фактор што ја одредува примената на еден систем за дупчење е видот на карпата и распоредот на соодветните параметри. Споредба на трошоците за трите најчести методи на дупчење (ротација, ударно и термичко) во функција на ефикасноста на дупчењето, заклучуваме дека најниска цена се постигнува кај меките и средните карпи со ротирачки машини за дупчење.

Во тврдите карпи ако одиме со ударни машини, ќе имаме помали трошоци додека за многу силни карпи се користи системот на термичко дупчење.

При избор на машините за дупчење, најчесто се одлучуваме за системот на ротационо - ударно дупчење, што дава многу добри резултати при дупчење.

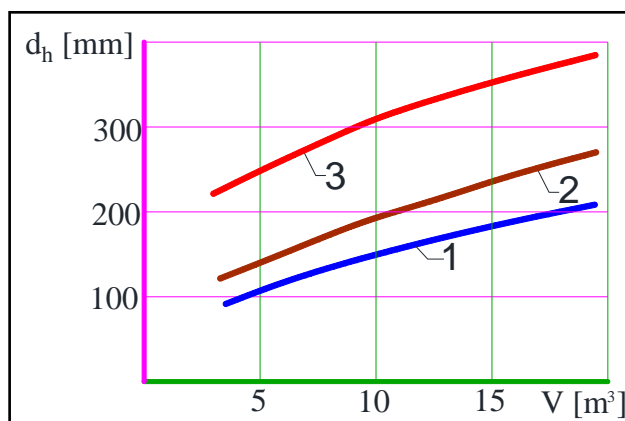


Дијаграм 4.1. Влијание на тврдината на карпите врз трошоците за дупчење во зависност од видот на дупчењето.

Diagram 4.1. Impact of rock hardness on drilling cost depending on the type of drilling

Со зголемувањето на дијаметарот на дупчењето заедно со зголемувањето на обемот на лажицата на багерот, се намалува цената на минираната карпа од која имаме многу големи парчиња.

Таквата зависност е дадена во следниот дијаграм.



Дијаграм 4.2. Оптимална зависност на дијаметарот на дупчење од обемот на корпата од багерот

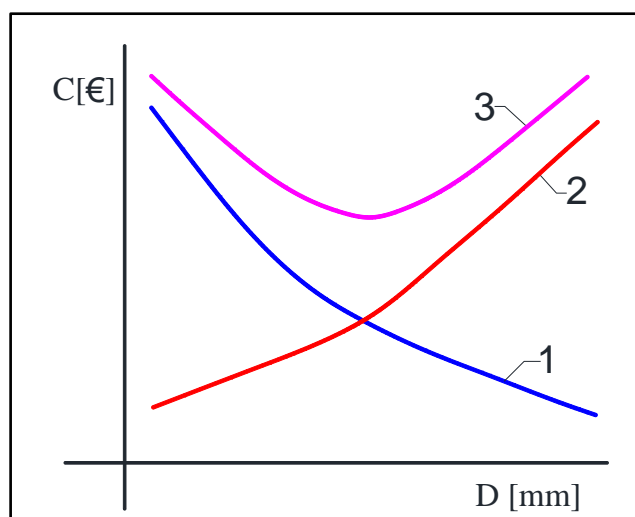
Diagram 4.2. Optimal dependence of drilling diameter on loading spoon volume

1. Карпи кои се тешко кршливи
2. Средно тврди карпи
3. Карпи кои лесно се кршат (меки карпи)

Како критериум на оптималност може да се искористат општите трошоци за дупчење и минирање, товарање и транспорт.

$$C = C_{d+b} + C_{l+t} \quad [€] \quad 4.1.$$

Тие се во обратно пропорционални едни со други, а минималната цена може да се изведе како функција на овие зависимости. Ова јасно се гледа во дијаграмот 4.3.

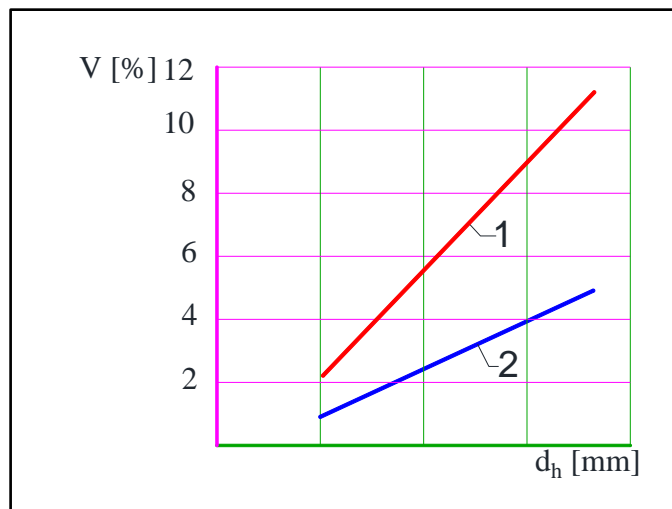


Дијаграм 4.3. Зависност од цената на варовник за дупчење и минирање, товарање и транспорт од квалитетот на пукањето.

Diagram 4.3. Dependence of limestone cost for drilling and blasting, loading, and transportation on the quality of the cracking

1. C_{d+b} – цена на дупчење и минирање

2. C_{i+t} – цената на товариње и транспортот
3. C – вкупна цена.



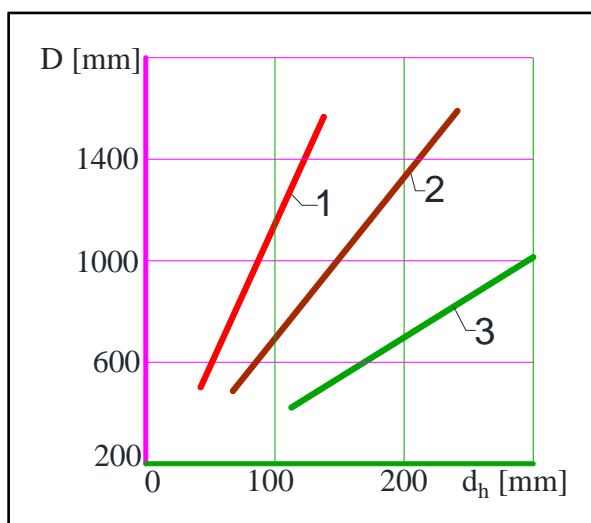
Дијаграм 4.4. Влијание на дијаметарот на дупчење врз добивката на големи парчиња > 1200 [mm] врз минираната маса.

Diagram 4.4. Impact of drilling diameter on the profit of large pieces > 1200 [mm] on the mined massif

1. Карпи кои се тешко кршливи
2. Карпи со просечна цврстина

Од дијаграмот 4.4. може да се види дека дијаметарот на дупчењето е пропорционален со квалитетот на минирањето (големината на парчињата).

Зависноста од дијаметарот за дупчење [d] во однос на големи парчиња [D] се гледа од следниот дијаграм:



Дијаграм 4.5. Зависност на големина на парчињата од миниран материјал, од дијаметарот на дупчење

Diagram 4.5. Dependence of large pieces in material mined, by drilling diameter

1. Карпи кои се тешко кршливи
2. Просечни карпи
3. Карпи кои лесно се кршат

4.1.2. Преметка на параметри на дупчење при изведување на минирањата

Врз основа на физичко-механичките податоци на варовникот прикажани погоре, за двата случаи, тогаш можеме да заклучиме дека овие карпи имаат приближно еднаква цврстина и тоа ни овозможува да избереме параметри за дупчење со исти вредности.

Се земаат максималните димензии на големи парчиња:

1. Врз основа на корпата за товарање имаме:

$$D = 0,7 d, [m] \quad 4.2.$$

каде:

d – зафатнина на корпата за товарање (земено од товарач со корпа со волумен од $0,9 [m^3]$)

$$D = 0,7 \times 0,9 = 0,63 [m].$$

2. Со оглед на тоа што барањата на каменоломите обично се големи парчиња кои не ја надминуваат големината на $600 [mm]$.

3. Според европски стандарди при изградба на патишта максималните парчињата не треба да надминуваат $500 [mm]$, а ова се однесува на материјалот поставен во основата на автопатот (долен слој).

Затоа се усвојува:

$$D = 0,50 [m]$$

Од овде следува:

$$d_h = k \times D \quad 4.3.$$

каде:

k – Коефициент на пропорција $(0,1)$ земен од литература.

D – Дијаметар на големите парчиња

d_h – Дијаметар на дупчење

$$d_h = 0,1 \times 500 = 50 [mm].$$

Го усвојуваме дијаметарот на дупчењето поголем од пресметаниот дијаметар, за да би имале подобра ефикасност при минирање.
 $d_h = 89$ [mm].

Стандардни дијаметри на круни за дупчење се: $\phi 60$, $\phi 76$, $\phi 89$, $\phi 100$, $\phi 105$, $\phi 120$ итн. Од овде гледаме дека дијаметарот $\phi 89$ одговара на дијаметарот на дупчалката во овој случај.

Основни податоци:

<u>За патот</u>	<u>За рудникот</u>
$h = 10$ [m]	$h = 10$ [m]
$\gamma = 2,596$ [t/m ³]	$\gamma = 2,64$ [t/m ³]
$\beta = 63$ [°]	$\beta = 75$ [°]
$d_h = 89$ [mm].	$d_h = 89$ [mm].

– Линија на најмал отпор – Товар, ЛНО

$$W = 53 \cdot k_t \cdot d_h \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}} \quad [m] \quad 4.4.$$

$$W = 53 \cdot 1.1 \cdot 0.089 \cdot \sqrt{\frac{0.85}{2.596 \div 2.64}} = 2.94 \div 2.97 \quad [m]$$

ЛНО може да се пресмета и врз основа на образецот по Арч - Ричардсон:

$$W = (25 - 35) \cdot d_h \quad 4.5.$$

$$W = (25 - 35) \times 0,089 = (2,2 - 3,1) \quad [m].$$

Усвоено е: $W = 2,8$ [m], бидејќи од пракса е утврдено дека дава солидни резултати.

За случајот кога дупчењето е под агол $\beta = 63^\circ$, треба да се пресмета и горниот ЛНО, бидејќи се разликува од вистинската ЛНО, како резултат на самиот работен агол, и во случај кога аголот за дупчење на производот е со агол $\beta = 75^\circ$, горниот ЛНО се разликува многу малку од вистинскиот ЛНО и оваа разлика е за 0,01 [m], така што ќе се игнорира.

Горната ЛНО се пресметува врз основа на следната равенка:

$$W_u = \frac{W}{\sin\beta} = \frac{2.8}{\sin 63^\circ} = 3.14 \quad [m]$$

- Растојанието помеѓу дупчотините во редот, може да се пресмета врз основа на максимално дозволените парчиња:

$$a = (3 - 5) \cdot D, \text{ [m]} \quad 4.6.$$

$$a = (3 - 5) \cdot 0,5 = 1,5 - 2,5 \text{ [m]}$$

Со оглед на тоа, **растојанието помеѓу дупчотините во редот, ќе биде:**

$$a = m \cdot W = 1 \cdot 2,8 = 2,8 \text{ [m].}$$

каде е земено: **a = 3 [m]**

m – Коефициент на зближување на дупките (0,75 – 1,5).

- **Растојанието помеѓу редовите „ b “** е пресметано врз основа на образецот:

$$b = (0,85 - 1) \cdot W \quad 4.7.$$

$$b = (0,85 - 1) \cdot 2,8 = (2,38 \div 2,8) \text{ [m]}$$

Оваа вредност често се одредува и врз основа на формулата:

$$W = b \times \sin \beta \Rightarrow b = W / \sin \beta \quad 4.8.$$

$$b = 2,8 / \sin 63^\circ = 2,8 / 0,891 = 3,14 \text{ [m].}$$

каде е усвоено: **b = 2,8 [m].**

Дупчењето ќе се изведува во шаховска шема со димензии:

$$\underline{a \times b = 2,8 \text{ [m]} \cdot 2,8 \text{ [m].}}$$

За проверка и илустрација на добиените вредности ќе направиме пресметка за блок со ширина 10,4 [m], 11,66 [m] и 14 [m] а дупчењето ќе се изврши на три и четири реда со примарни дупки и еден ред со контурни дупки, и ова може да се види и е претставено во пресеците на полињата за дупчење, на сликите подолу.

Одредувањето на должината на поддупчувањето се пресметува врз основа на односот подолу. Ефективната должина на поддупчење за првиот ред ќе биде:

$$l_{sd} = (5 - 10) \cdot d_h \quad 4.9.$$

Каде имаме:

$$l_{sd} = (5 - 10) \cdot 0,089 = 0,445 - 0,89 \text{ [m]}$$

Според Арч - Ричардсон имаме:

$$l_{sd} = (0.2 \div 0.5) \cdot W = (0.2 \div 0.5) \cdot 2.8 = 0.56 \div 1.4 \text{ [m]}$$

Според Лангерфос имаме:

$$l_{sd} = (0.1 \div 0.3) \cdot W = (0.1 \div 0.3) \cdot 2.8 = 0.28 \div 0.84 \text{ [m]}$$

$l_{sd} = 0,50 \text{ [m}^1\text{]}$ – длабочината на поддупчување што треба да биде под нивото на платото на етажата.

За вториот, третиот и четвртиот ред должината на дупчењето ќе се зголеми за $0,2 \text{ [m}^1\text{]}$. При тоа, ефективната должина на дупчење ќе биде:

$$l_d = \frac{h + l_{sd}}{\sin\alpha} \quad 4.10.$$

Каде:

h – Висина на етажата (м)

l_{sd} – Поддупчење што варира во однос на растојанието од местото на дупчење (м)

а. Во случај кога дупчењето е паралелно со дупчењето на контурата за случајот на патот ќе имаме:

$$l_{d1} = \frac{h + l_{sd1}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.5}{\sin 63^\circ} = 11.8 \text{ [m]}$$

$$l_{d2} = \frac{h + l_{sd2}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.7}{\sin 63^\circ} = 12.0 \text{ [m]}$$

$$l_{d3} = \frac{h + l_{sd3}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.9}{\sin 63^\circ} = 12.2 \text{ [m]}$$

Просекот на длабочина на дупчење ќе биде:

$$l_{md} = \frac{l_{d1} + l_{d2} + l_{d3}}{3} = \frac{11.8 + 12.0 + 12.2}{3} = 12 \text{ [m]}$$

Количината на миниран материјал што ја добиваме од метар за дупчење:

$$V_{1m} = \frac{h \cdot a \cdot b}{l_{md}} = \frac{10 \cdot 2.8 \cdot 2.8}{12} = 6.533 \left[\frac{m^3}{m^1} \right]$$

б. Во случај кога дупчењето на производот е паралелно со дупчењето на контурата, во случај на рудникот:

$$l_{d1} = \frac{h + l_{sd1}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.5}{\sin 75^\circ} = 10.9 [m]$$

$$l_{d2} = \frac{h + l_{sd2}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.7}{\sin 75^\circ} = 11.1 [m]$$

$$l_{d3} = \frac{h + l_{sd3}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.9}{\sin 75^\circ} = 11.3 [m]$$

Просекот на дупчење ќе биде:

$$l_{md} = \frac{l_{d1} + l_{d2} + l_{d3}}{3} = \frac{10.9 + 11.1 + 11.3}{3} = 11.1 [m]$$

Количината на минирани материјал што ја добиваме од метар за дупчење:

$$V_{1m} = \frac{h \cdot a \cdot b}{l_{md}} = \frac{10 \cdot 2.8 \cdot 2.8}{11.1} = 7.063 \left[\frac{m^3}{m^1} \right]$$

в. Во случај кога дупчењето на производот е вертикално, за случајот на патот:

$$l_{d1} = \frac{h + l_{sd1}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.5}{\sin 90^\circ} = 10.5 [m]$$

$$l_{d2} = \frac{h + l_{sd1}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.7}{\sin 90^\circ} = 10.7 [m]$$

$$l_{d3} = \frac{h + l_{sd1}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.9}{\sin 90^\circ} = 10.9 [m]$$

$$l_{d4} = \tan\beta \cdot b_c - \tan\beta \cdot b_{cd} = \tan 63^\circ \cdot 2.8 - \tan 63^\circ \cdot 0.75 = 4 [m]$$

b_{cd} – Растојанието помеѓу примарните дупки и контурата за дупчење.

Просекот на дупчење ќе биде:

$$l_{md} = \frac{l_{d1} + l_{d2} + l_{d3}}{3} = \frac{10.9 + 11.1 + 11.3 + 4}{4} = 9.325 [m]$$

Во овој случај, дупчењето со длабочина од 3 ÷ 4 [m] треба да се дупчи пред дупчењето на контурата, бидејќи површинскиот дел помеѓу дупчењето на примарните дупки и дупчењето на контурата, останува премногу далеку и може да се појават големи блокови по минирањето. Ова може да се види на слика 10.

Количината на минирани материјал што го добиваме од метар за дупчење:

$$V_{1m} = \frac{h \cdot a \cdot b}{l_{md}} = \frac{10 \cdot 2.8 \cdot 2.8}{9.325} = 8.407 \left[\frac{m^3}{m^1} \right]$$

г. Во случај кога дупчењето на производот е вертикално, во овој случај за рудникот:

$$l_{d1} = \frac{h + l_{sd1}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.5}{\sin 90^\circ} = 10.5 [m]$$

$$l_{d2} = \frac{h + l_{sd2}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.7}{\sin 90^\circ} = 10.7 [m]$$

$$l_{d3} = \frac{h + l_{sd2}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.9}{\sin 90^\circ} = 10.9 [m]$$

Што се однесува до четвртиот ред во овој случај, треба да се усвои агол на дупчење $\beta_1 = 85^\circ$ за да се избегне контакт на дупчењето на контурата (во подот) со дупчотините кои се направени во примерните редови (третиот ред) и должината на ова дупчење е:

$$l_{d4} = \frac{h + l_{sd3}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.9}{\sin 85^\circ} = 10.94 [m]$$

Просекот на дупчење ќе биде:

$$l_{md} = \frac{l_{d1} + l_{d2} + l_{d3} + l_{d4}}{4} = \frac{10.5 + 10.7 + 10.9 + 10.94}{4} = 10.76 [m]$$

Количината на минирани материјал што ја добиваме од метар за дупчење:

$$V_{1m} = \frac{h \cdot a \cdot b}{l_{md}} = \frac{10 \cdot 2.8 \cdot 2.8}{10.76} = 7.286 \left[\frac{m^3}{m^1} \right]$$

4.1.3. Пресметка на параметрите за дупчење на контурната линија

Пресметката на параметрите за дупчење на контурата, за патот и рудникот, ќе се направи со една единствена пресметка, бидејќи физичко-механичките својства на карпите се приближно исти.

За да се добијат добри резултати на отсекување на масата со минирање со контурни дупки, најважно е да се изберат соодветните параметри за дупчење: дијаметар на дупчење (d_{hc}), растојание помеѓу контурните дупки (a_c), растојание помеѓу контурните и примарните дупки (b_c), поддупчување при контурно дупчење (l_{sdc}) и аголот на дупчење што треба да биде според проектот.

Дијаметарот на контурно дупчење, пресметано врз основа на дијаметарот на патроните со експлозив:

$$d_{cd} = (1.5 \div 3) \times d_{ec} \quad 4.11.$$

$$d_{cd} = (1.5 \div 3) \cdot 28 = 42 \div 84 \text{ [mm]}$$

ова се однесува на експлозивни патрони од 25 mm до 32 mm

$$\text{Усвоено } d_{cd} = 76 \text{ [mm]}$$

Врз основа на искуството, дијаметарот на контурните дупки се движи од 60 ÷ 82 [mm].

Дупчалките кои се користат се предвидени за поголеми дијаметри на дупчење и се користи дијаметар од 76 mm.

Растојанието помеѓу контурните дупкотини пресметано врз основа на дијаметарот на дупчење:

$$a_k = (8 \div 14) d_{cd} \quad 4.12.$$

$$a_k = (8 \div 14) \cdot 0.076 = 0,608 \div 1,064 \text{ [m]}$$

Соодветно е, **$a_k = 0,75 \text{ [m]}$** , бидејќи во пракса има доста добри резултати.

Растојанието помеѓу примарните дупкотини и контурните дупкотини пресметано врз основа на растојанието помеѓу контурните дупкотини и дијаметарот на дупчење:

$$b_k = (2 \div 3,6) \cdot (a_k + d_{cd}) \quad 4.13.$$

$$b_k = (2 \div 3,6) \cdot (0,75 + 0,076) = 1,65 \div 2,97 \text{ [m]}$$

Кога примарните дупкотини се паралелни на контурите, соодветно се добива: **$b_k = 2 \text{ [m]}$** .

Кога примарните дупкотини се под агол 90° , соодветно **$b_k = 2,8 \text{ [m]}$** .

Врз основа на горе наведеното за растојание помеѓу редови, ќе се пресмета за дупчење на контурните дупки, и е пресметува врз основа на равенката:

$$b_{cu} = \frac{b_c}{\sin\beta} = \frac{2}{\sin 63^\circ} = 2.24 \text{ [m]}$$

Должината на контурното дупчење, ќе пресметува во оваа форма кога примарните дупкотини се под агол од 90° :

$$l_{cd} = \frac{h + l_{sd}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.5}{\sin 63^\circ} = 11.8 \text{ [m]}$$

Должината на контурно дупчење, се пресметува кога примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини:

$$l_{cd} = \frac{h + l_{sd3}}{\sin\beta} = \frac{10 + 0.9}{\sin 63^\circ} = 12.2 \text{ [m]}$$

Поддупчувањето на контурните дупки се зема $l_{sd} = 0,5 \text{ [m]}$, кога примарните дупчотини се под агол од 90° .

Во случај кога примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, контурното дупчење е еднакво на последниот ред на дупчење на примарните дупчотини или се зголемува за $0,2 \text{ [m]}$.

4.1.4. Избор на машина за дупчење

За да се одреди или усвои дупчалка за дупчење потребно е да се знае:

- Физичко-механичките својства на масивот,
- Технолошките параметри на експлоатација,
- Видот на експлозив со мин.- технички параметри,
- Методот на иницирање,
- Потребниот степен на фрагментација

За горе споменатите услови, за многу добри резултати (врз основа на искуство) се обезбедени и планирани ротационо - ударни машини за дупчење, а некои типови од нив се претставени подолу:

- | | |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1. Atlas Copco ROC 512 HC | 8. Furukawa HCR 900 ESII / ES20 |
| 2. Atlas Copco ROC 601 | 9. Furukawa HCR 1200 EDII |
| 3. Atlas Copco ROC D7 | 10. Furukawa HCR 1500 EDII / D20II |
| 4. Monta Berto 10 | 11. Furukawa DCR 20 |
| 5. Monta Berto 9 | 12. Furukawa PCR - 200 |
| 6. Monta Berto 8 | 13. Furukawa PCR – 200Dth |
| 7. Hauser | 14. Tamrock |

Врз основа на ова, се предлага и усвоена е дупчалка „FURUKAWA HCR 1200 ESII“ или друга машина за дупчење со слични карактеристики (Слика 4.1.).



Слика 4.1. Машината за дупчење FURUKAWA HCR 1200 ESII
Figure 4.1. The drilling machine FURUKAWA HCR 1200 ESII

Табела 4.1. Технички карактеристики за машина за дупчење “FURUKAWA HCR 1200 ESII”

Table 4.1. The technical characteristics of the drilling machine “FURUKAWA HCR 1200 ESII”

Тежина и димензи	
Работна тежина ROPS/FOPS кабина	14,700 kg
Вкупна должина	9,975 mm
Вкупна ширина	3,125 mm
Ширина на гасеници	2,400 mm
Вкупна висина	3,605 mm
Вкупна висина (за транспорт)	2,975 mm
Чекан	
Модел	HD712
Тежина	220 kg
Стапка на удар	2,300 min ⁻¹
Број на ротации	0 – 190 min ⁻¹
Подвозје	
Должина на гасеници	3,480 mm
Контакт со почва	2,780 mm
Ширина на чекан	330 mm
Растојание од земја	460 mm
Агол на осцилација	±7.5 ⁰
Брзина на движење	0 - 3.1 km/h
Градибилност	57.7% (30 ⁰)
Машина (погон)	
Производител и модел	Cumins QSB6.7
Тип	Турбополнач, Дизел со воздушно ладење, Директно вбризување, Електричен управувач

Моќност	179 KW / 2,500 min ⁻¹
Капацитет на гориво	420 литри
Хидраулична пумпа	
Варијабилна пумпа со прстени	2
Пумпа за брзини	3
Резервоар за уље за хидраулика	215 литри
Компресор	
Модел	PDS265-S35D (AIRMAN)
Тип	1-stage Compression уљено ладење
Проток на воздух	7.8 m ³ /min
Работен притисок на воздух	1.03 МПа
Чекан	
Модел	JE326-132
Тип	Проширен чекан
Агол на дигање	Горе 45 ⁰ Доле 20 ⁰
Агол на вртење	Десно 35 ⁰ Лево 5 ⁰
Должина на истегнување	1,200 mm
Водилка	
Модел	GN832-30
Должина	7,800 mm
Должина на цевка	4,620 mm
Должина на цевка R/P	4,440 mm
Должина на водич	1,200 mm
Вртење на водич	Десно 30 ⁰ Лево 90 ⁰
Агол на навалување	170 ⁰
Водич за ротација	Option
Максимална сила на влечење	29.5 kN
Тип на пренос	Хидрауличен пренос со ланец
Колектор на прашина	
Капацитет на вшмукување	30 m ³ /min
Број на филтри	5
Пренос за ланец	
Капацитет на пренос	6
Должина на ланец	3,660 mm (12 ft.)
Контролна рачка	1
Bit & Rod	
Препорачан дијаметар	76 - 102 mm
Вид на ударна шипка	Cross, Button, Ballistic, Conical
Големина на шипка	38R, 38H, 45R, (51R)
Должина на шипка	3,660 mm (12 ft.)
Целосна должина (Max)	4,270 mm (14 ft.)

4.1.5. Пресметката на капацитетот на машината за дупчење

Главните работни параметри при употреба на машината за дупчење "FURUKAWA HCR 1200 ESII" се:

Просечната брзина на дупчење е: $v = 41$ [m/h]

Капацитетот на машината за бушење на една смена е:

$$L_{OG} = v \cdot T_{sh} \cdot k_v \quad [m^1/смена]$$

Каде се:

v – брзина на дупчење [m/h]

k_v – коефициент на искористување на времето за дупчење

T_{sh} – број на часови во една смена

T_h - Времето кое се користи пресметано според оваа формула:

$$k_v = (t_{sh} - t_{ro} - t_{ps} - t_{up})/t_{sh}$$

каде се:

t_{sh} – часови работа во една смена (8 h)

t_{ro} – времетраењето на операцијата за промена на шипките (1 h)

t_{ps} – време за планирани застои (1 h)

t_{up} – време за непланирани застои (1 h)

$$k_v = (8 - 1 - 1 - 1) / 8$$

$$\mathbf{k_v = 0,652}$$

$$L_{OG} = 41 \cdot 8 \cdot 0.652 = 214 \quad [m^1/смена]$$

Дневен капацитет на машината за дупчење:

$$L_{DG} = L_{OG} \cdot n_{sh} = 214 \cdot 1 = 214 \quad [m/ден]$$

Капацитет на годишно дупчење:

$$L_{VG} = L_{DG} \cdot n_d = 214 \cdot 250 = 53500 \quad [m/годишно]$$

4.2. Избор на тип на Експлозив

4.2.1. Избор на тип на експлозив за примарни дупчотини

При отстранување на карпести маси на автопатот, и при површинска експлоатација во рудниците, се применува методот на масовно минирање со длабоки мински дупчотини, додека секундарно минирање не се применува за кршење на блокови, бидејќи компаниите кои работат на овие работи, поседуваат хидраулични чекани за кршење на блокови.

Изборот на брзина на детонација што мора да го има експлозивот, се заснова на равенка:

$$D = K_0 \cdot \frac{C \cdot \gamma}{\Delta} = (0.63 \div 1) \cdot \frac{(1800 \div 2000) \cdot (2.6 \div 2.7)}{0.85 \div 1.25} = 2359 \div 6353 \left[\frac{m}{s} \right]$$

D – брзина на детонација на експлозивот [m/s]

Δ – густина на експлозивот, 1.05 [g/cm³]

γ - волуменска тежина на карпата, 2.6 ÷ 2.7 [g/cm³]

C – Брзината на сеизмички бранови во варовник (од литература), 1800 – 2000 [m/s].

K₀ – Коефициентот што ја има вредноста (0,63 - 1), и има поголема вредност за хомогени карпи.

Имајќи ги предвид добиените резултати кои условуваат избор на тип на експлозив како и земајќи ја во предвид досегашната успешна практика на примена на експлозивот „АНФОКОС“, се препорачува овој вид експлозив или експлозив со друго комерцијално име во зависност од производителот, но да има карактеристики приближно исто како и „АНФОКОС“, користен за операции на минирање на автопатите и во рудниците.

Најдобри технички и економски ефекти даваат експлозивите што ги исполнуваат овие два услови:

D/V = min и

Q/C = max

Каде се:

D – брзина на детонација на експлозивот [m/s]

V – количина на ослободени гасови [l/kg]

Q – Енергија на експлозија [Kcal/kg]

C – цена на експлозивот [€/kg]

Постојат големи разлики помеѓу брзината на детонацијата и волуменот на ослободените гасови, додека параметарот Q / C е приближно ист.

Табела 4.2. D/V параметри за некои видови експлозив
 Table 4.2. D/V parameters for some types of explosives

Тип на експлозив	D – брзина на детонација на експлозивот [m/s].	V – количина на ослободени гасови [l/kg]	D/V
ANFEKS M – 4	2700	968	2,789
ANFEKS M – 3	2700	993	2,719
ANFEKS	2500	1038	2,408
NITROL II	3600	1024	3,516
NITROL I	3200 – 3400	1024	3,222
VITEZIT 5c	3300	1013	3,258
VITEZIT 5b	3700	1005	3,681
VITEZIT 5a	3900	1010	3,861
VITEZIT 5	4000	973	4,110
KAMNIT 4	3000 – 3300	888	3,547
KAMNIT 3	3300	908	3,634
KAMNIT 2	3000 – 3300	930	3,387
KAMNIT 1	3000 – 3300	943	3,340
KAMNIKTIT 2"V"	3300 – 3500	1000	3,400
KAMNIKTIT 1"V"	3700 – 3900	983	3,866
AMONAL "V"	4200 – 4400	972	4,424
AMONAL	4300 – 4500	965	4,559
REINFORCT "V"			
DETONAL N	4000 – 4200	857	4,784
DETONAL	4000 – 4200	875	4,686
AMONIT	3800	914.5	4.155
AMG – 1	5300 – 5500	835	6.467
AMG – 2	4500 – 4700	969	4.747
AMG – 3	3800 – 4000	984	3.963
NOBELEX – TG	5000	835	5.988
NOBELEX – 100	5000	930	5.376
ANFOKOS	2900	985	2.944
EMEX	5500	920	5.978
EMULEX_1	5500	910	6.043

4.2.2. Избор на тип на експлозив за контурни дупчотини

Етажите на завршните контури на автопатот се предвидува да останат стабилни подолго време, колку ќе се користи автопатот и исто така етажите на завршната косина во рудникот треба да останат стабилни подолго време. За да нема рушење на контурите на теренот околу рудникот и патеката на автопатот, при што се бара голема безбедност, и да нема големи пукнатини на етажите и да нема висечки камења, за подоцна да нема одрони или самци кои ќе паќаат на бремите и автопатот се предвидуваат контурни минирања.

Ова се постигнува со примена на методи на контурни минирања, каде за овој вид минирање треба да се избере експлозив со големи брзини на детонација и во патрони.

Изборот на брзината на детонацијата што експлозивот мора да ја има за контурните дупчотини се заснова на равенката:

$$D = K_0 \cdot \frac{C \cdot \gamma}{\Delta} = (0.85 \div 1.2) \cdot \frac{(1800 \div 2000) \cdot (2.6 \div 2.7)}{1 \div 1.27} = 3132 \div 7020 \left[\frac{m}{s} \right]$$

D – брзина на детонација на експлозивот [m/s]

Δ – густина на експлозивот, , (1 ÷ 1.27 [g/cm³])

γ - волуменска тежина на карпата 2.6 ÷ 2.7 [g/cm³]

C – Брзината на ширење на сеизмички бранови во варовник (од литература) е 1800 – 2000 [m/s].

K_0 – Коефициентот што ја има вредноста (0,63 - 1), има поголема вредност за хомогени карпи. Од резултатите добиени од искуството при контурни минирања, се усвојуваат вредностите на коефициентот (0,85 - 1,2).

Имајќи ги предвид добиените резултати кои условуваат избор на вид експлозив како и земајќи ја предвид досегашната успешна практика на примена на експлозивот „Powermite Max“, се препорачува овој вид експлозив или експлозив со друго име во зависност од производителите, но да има карактеристики слични на оние на „Powermite Max“, користени за контурни минирања на автопатот и во рудник.

Некои видови експлозиви што се користени за изведување на контурни минирања се прикажани на табелата подолу.

Табела 4.3. Видови експлозивни од различни производители и нивни минерско - технички карактеристики

Table 4.3. Some types of explosives of different manufacturers and their technical characteristics

Тип на експлозив Type of explosive	Производител Manufacturer	Карактеристики на експлозивите/Characteristics for explosives					
		Density [g/cm ³]	Detonation velocity [m/s]	Oxygen balance [%]	Energy of explosion [Kcal/kg]	Volume of gases [l/kg]	Temperature of explosion [°C]
Amonit	Extraco	0.98-1.1	4000 ± 200	0.08	974	914.5	2834
Noblex TG 100	Nitromak	1.20	5000±500	-	638-1022		2187-2956
Lambrex 2	Austin	1.05	4200	0.00	865	856	2313
contour							
Emuline	Austin	1.2	5500	2.3	765	910	
Emex	Extraco	1.2±0.05	5500±200	0.80	965	920	1990
Powermite Max	Nitromak	1.10 ÷	5000	-	1089	825	2830
	- Dyno	1.15					
	Nobel						

4.3. Дизајнирање на мински серии

Бидејќи карпестиот масив треба да се дупчи и се минира, а потоа да се товара и да се транспортира, неопходно е да се одреди ширината на блокот на минирање, за да се создадат услови за непречена работа за машини во зависност од нивната големина. Ширината на блокот за минирање при отворањето на нова етажа се одредува врз основа на ширината на влезниот пресек, додека ширината на блокот на минирање пред експлоатацијата на етажа е одредена од бројот на редови за дупчење, од линијата на најмал отпор W, растојанието помеѓу редовите б, и.т.н.

Врз основа на досегашното искуство, ширината на блокот за минирање не треба да го надминува бројот на четири реда, а ова е усвоено со цел да не се влијае на задниот дел од етажата при минирање и да се оштети етажната берма што треба да остане здрава, за да има поголема безбедност и стабилност. Бројот на редови се одредува и врз основа на потребната ширина на работната берма и врз основа на специфичното полнење на експлозив.

Геометријата за дупчење и минирање се определува со услов да се постигне степен на дробење на материјалот со минимален остаток на големи парчиња, при што е дозволено е 5 ÷ 15 [%] од минираниот материјал.

Дупчењето ќе биде поставено во шах шема, по димензии $a \times b = 2,8 \text{ [m]} \times 2,8 \text{ [m]}$. Оваа пресметка на горе наведената геометрија за дупчење се однесува на експлозивите од типот АНФО, кој е индустриски експлозив и има брзина на детонација 2900 [m / s].

Со оглед на широчината на експлоатациониот блок, (11,66 m), за случајот на автопатот, и 10.4 [m] за рудникот, во случај кога примарните

дупчотини се паралелни со контурните, дупчењето ќе се изврши во три реда а податоците за сериите од овие случаи се прикажани во Табела 4.4. и во Табела 4.5., врз основа на горенаведените пресметки.

Табела 4.4. Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните, во случај за автопат

Table 4.4. Drilling geometry parameters, when product drilling is parallel to contour drilling, in track's case

Параметри	симбол	вредност	Ед.мер.
Висина на етажа	h	10	[m]
Дијаметар на примарни дупчотини	d _h	89	[mm]
Дијаметар на контурни дупчотини	d _{hc}	76	[mm]
Дијаметар на патронот за примарни дупчотини	d _p	89	[mm]
Дијаметар на патронот за контурни дупчотини	d _{pc}	27	[mm]
Агол на дупчење за примарни дупчотини	β	63	[°]
Агол на дупчење за контурни дупчотини	α	63	[°]
Линија на најмал отпор (Л.Н.О)	W	2.8	[m]
Најголемо растојание меѓу редови	W _u	3.14	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за примарни дупчотини	a	2.8	[m]
Растојание помеѓу редови за примарни дупчотини	b	2.8	[m]
Најголемо растојание помеѓу редови за примарни дупчотини	b _u	3.14	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за контурни дупчотини	a _c	0.75	[m]
Растојание помеѓу примарните и контурните дупчотини	b _c	2	[m]
Најголемо растојание помеѓу примарните и контурните дупчотини	b _{cu}	2.24	[m]
Должина на дупчотините во прв ред	l _{h1}	11.8	[m]
Должина на дупчотините во втор ред	l _{h2}	12.0	[m]
Должина на дупчотините во трет ред	l _{h3}	12.2	[m]
Должина на контурните дупчотини	l _{hc}	12.5	[m]
Број на примарни дупчотини (3 реда x 20 дупки)	n _h	60	дупчотини
Број на контурни дупчотини(1 ред x 80 дупки)	n _{hc}	80	дупчотини

Табела 4.5. Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните, во случај за рудник

Table 4.5. Drilling geometry parameters, when product drilling is parallel to contour drilling, in mine's case

Параметри	симбол	вредност	Ед.мер.
Висина на етажа	h	10	[m]
Дијаметар на примарни дупчотини	d_h	89	[mm]
Дијаметар на контурни дупчотини	d_{hc}	76	[mm]
Дијаметар на патронот за примарни дупчотини	d_p	89	[mm]
Дијаметар на патронот за контурни дупчотини	d_{pc}	27	[mm]
Агол на дупчење за примарни дупчотини	β	75	[°]
Агол на дупчење за контурни дупчотини	α	75	[°]
Линија на најмал отпор (Л.Н.О)	W	2.8	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за примарни дупчотини	a	2.8	[m]
Растојание помеѓу редови за примарни дупчотини	b	2.8	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за контурни дупчотини	a_c	0.75	[m]
Растојание помеѓу примарните и контурните дупчотини	b_c	2	[m]
Должина на дупчотините во прв ред	l_{h1}	10.9	[m]
Должина на дупчотините во втор ред	l_{h2}	11.1	[m]
Должина на дупчотините во трет ред	l_{h3}	11.3	[m]
Должина на контурните дупчотини	l_{hc}	11.5	[m]
Број на примарни дупчотини (3 реда x 20 дупки)	n_h	60	дупчотини
Број на контурни дупчотини (1 ред x 80 дупки)	n_{hc}	80	дупчотини

Во случај кога дупчотините се под агол од $\beta = 90^\circ$, блокот ќе биде 14 [m] за патека на автопат, а 14,2 [m] во рудникот, дупчотините ќе бидат во четири реда. Податоците за минските серии се прикажани во Табела 4.6. и Табела 4.7., врз основа на горенаведените пресметки.

Табела 4.6. Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се под агол од 90° , во случај за патека на автопат

Table 4.6. Drilling geometry parameters, when product drillings are at angle 90° , in track's case

Параметри	симбол	вредност	Ед.мер.
Висина на етажа	h	10	[m]
Дијаметар на примарни дупчотини	d_h	89	[mm]
Дијаметар на контурни дупчотини	d_{hc}	76	[mm]
Дијаметар на патронот за примарни дупчотини	d_p	89	[mm]
Дијаметар на патронот за контурни дупчотини	d_{pc}	27	[mm]
Агол на дупчење за примарни дупчотини	β	90	[$^{\circ}$]
Агол на дупчење за контурни дупчотини	α	63	[$^{\circ}$]
Линија на најмал отпор (Л.Н.О)	W	2.8	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за примарни дупчотини	a	2.8	[m]
Растојание помеѓу редови за примарни дупчотини	b	2.8	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за контурни дупчотини	a_c	0.75	[m]
Растојание помеѓу примарните и контурните дупчотини	b_c	2.8	[m]
Должина на дупчотините во прв ред	l_{h1}	10.5	[m]
Должина на дупчотините во втор ред	l_{h2}	10.7	[m]
Должина на дупчотините во трет ред	l_{h3}	11.3	[m]
Должина на дупчотините во четврти ред	l_{h4}	4	[m]
Должина на контурните дупчотини	l_{hc}	12.5	[m]
Број на примарни дупчотини (3 реда x 20 дупки)	n_h	80	дупчотини
Број на контурни дупчотини (1 ред x 80 дупки)	n_{hc}	80	дупчотини

Табела 4.7. Параметри за геометрија за дупчење, кога примарните дупчотини се под агол од 90° , во случај за рудник

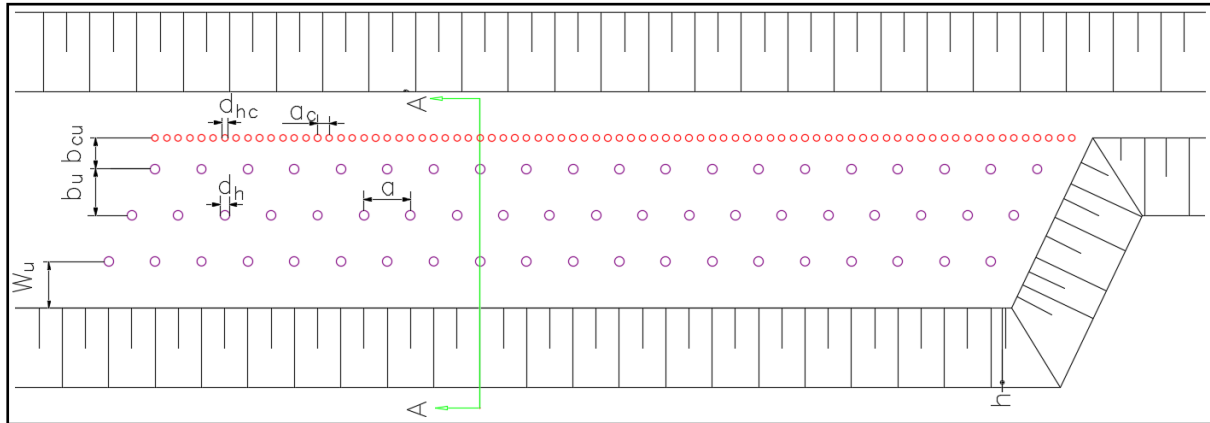
Table 4.7. Drilling geometry parameters, when product drillings are at angle 90° , in mine's case

Параметри	симбол	вредност	Ед.мер.
Висина на етажа	h	10	[m]
Дијаметар на примарни дупчотини	d_h	89	[mm]
Дијаметар на контурни дупчотини	d_{hc}	76	[mm]
Дијаметар на патронот за примарни дупчотини	d_p	89	[mm]
Дијаметар на патронот за контурни дупчотини	d_{pc}	27	[mm]
Агол на дупчење за примарни дупчотини	β	90	[$^{\circ}$]
Агол на дупчење за контурни дупчотини	α	75	[$^{\circ}$]
Линија на најмал отпор (Л.Н.О)	W	2.8	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за примарни дупчотини	a	2.8	[m]
Растојание помеѓу редови за примарни дупчотини	b	2.8	[m]
Растојание помеѓу дупчотините во ред за контурни дупчотини	a_c	0.75	[m]
Растојание помеѓу примарните и контурните дупчотини	b_c	3.0	[m]
Должина на дупчотините во прв ред	l_{h1}	10.5	[m]
Должина на дупчотините во втор ред	l_{h2}	10.7	[m]
Должина на дупчотините во трет ред	l_{h3}	10.9	[m]
Должина на дупчотините во четврти ред	l_{h4}	10.94	[m]
Должина на контурните дупчотини	l_{hc}	11.5	[m]
Број на примарни дупчотини (3 реда x 20 дупки)	n_h	80	дупчотини
Број на контурни дупчотини (1 ред x 80 дупки)	n_{hc}	80	дупчотини

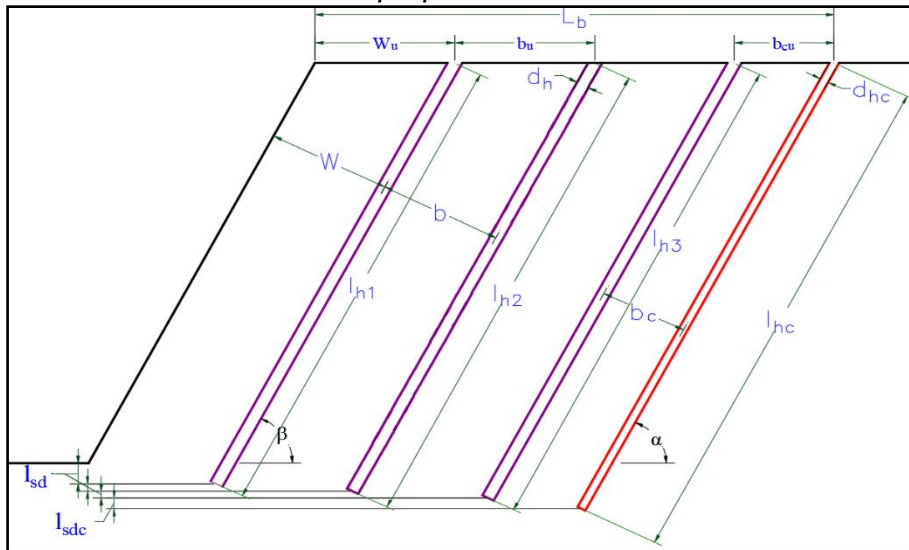
4.3.1. Дизајнирање на мински серии кога примарните дупчотини се паралелни на контурните дупчотини

Дизајнирањето на мински серии, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните, ќе се направи врз основана податоците што се презентирани на Табела 4.4. и Табела 4.5.

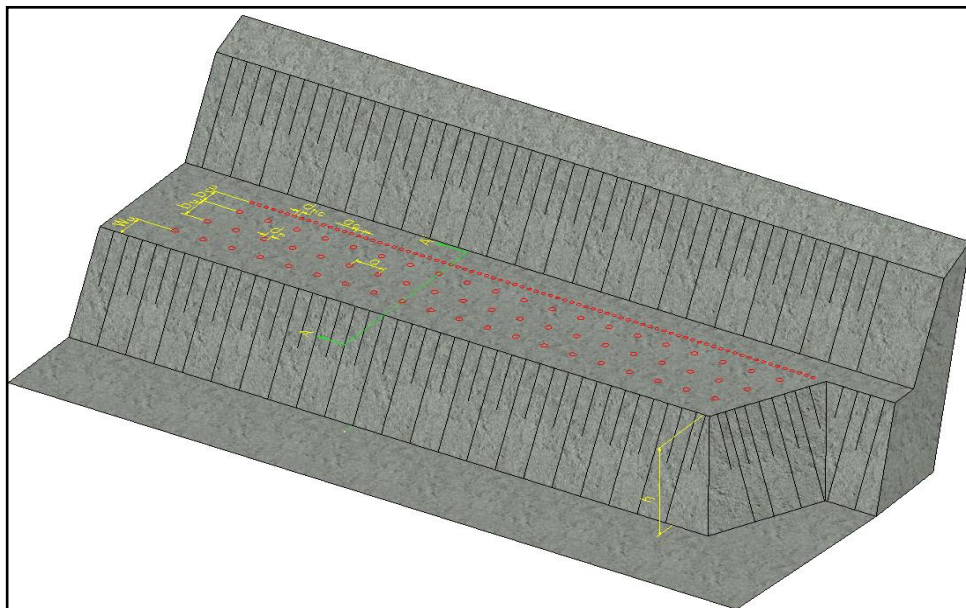
Врз основа на податоците што се прикажани во Табела 4.4. е дизајнирано полето во 2Д, и потоа е направен профилот А - А', а истите се претставени на Слика 4.2., додека на Слика 4.3. е претставено истото поле кое е дизајнирано во 3Д, за случај на автопатот.



Профил А – А'

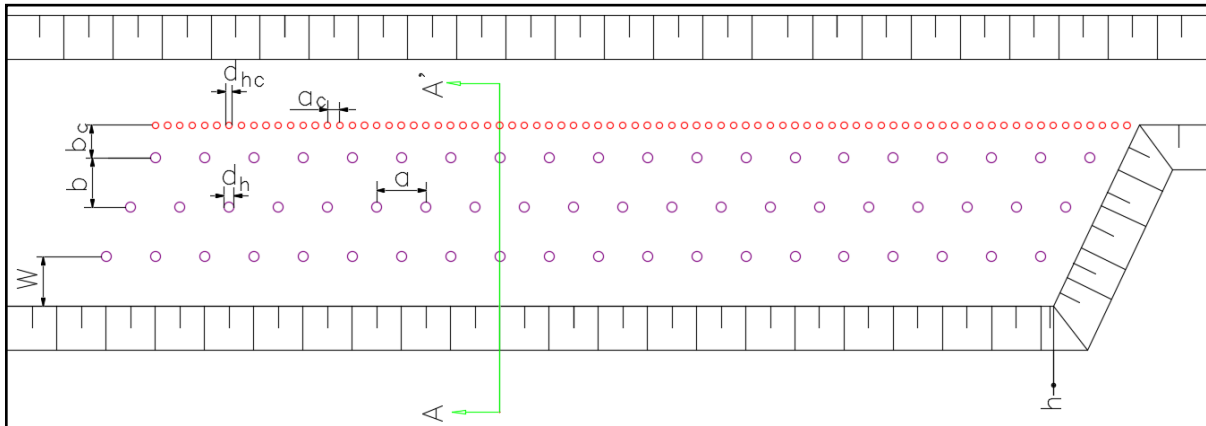


Слика 4.2. Локација на минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А'
Figure 4.2. The field of the blasting designed in 2D and the profile A – A'

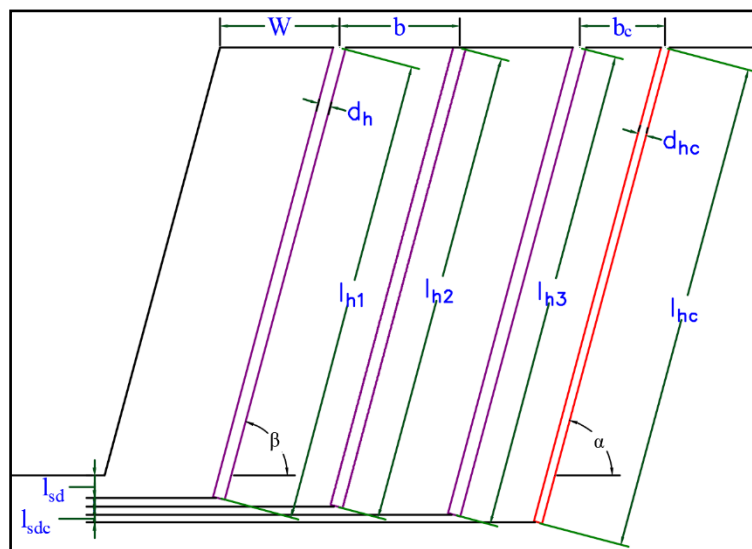


Слика 4.3. Минско поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.3. The field of the blasting designed in 3D

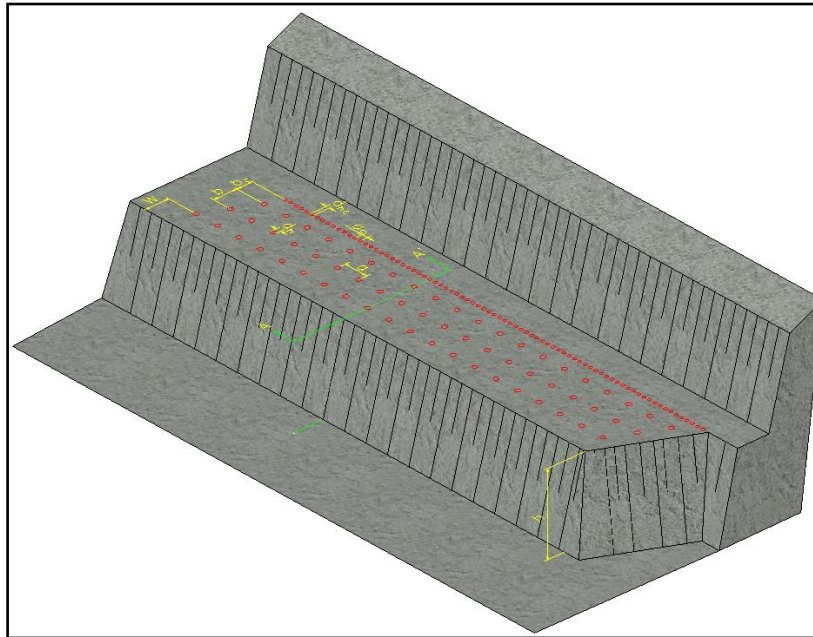
Врз основа на податоците што се прикажани на Табела 4.5. е дизајнирано полето во 2Д, а потоа се прави профилот А - А', а истите се претставени на Слика 4.4., додека на Слика 4.5. е прикажано истото минско поле кое е дизајнирано во 3Д, за случајот во рудник.



Профил А – А'

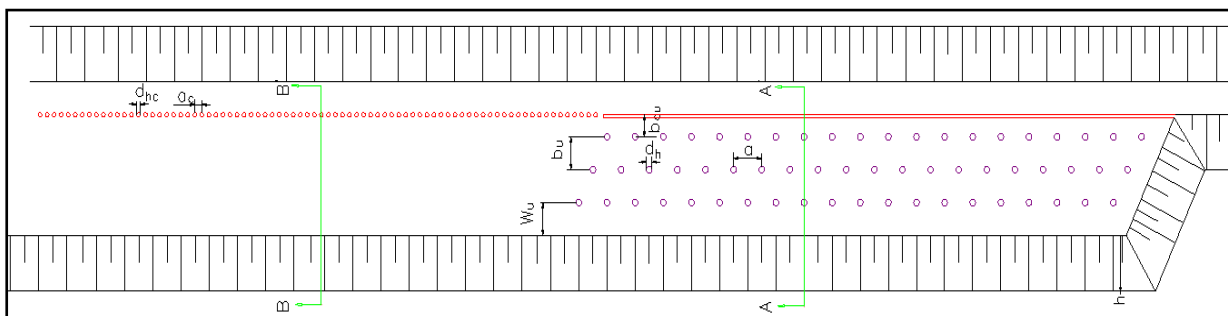


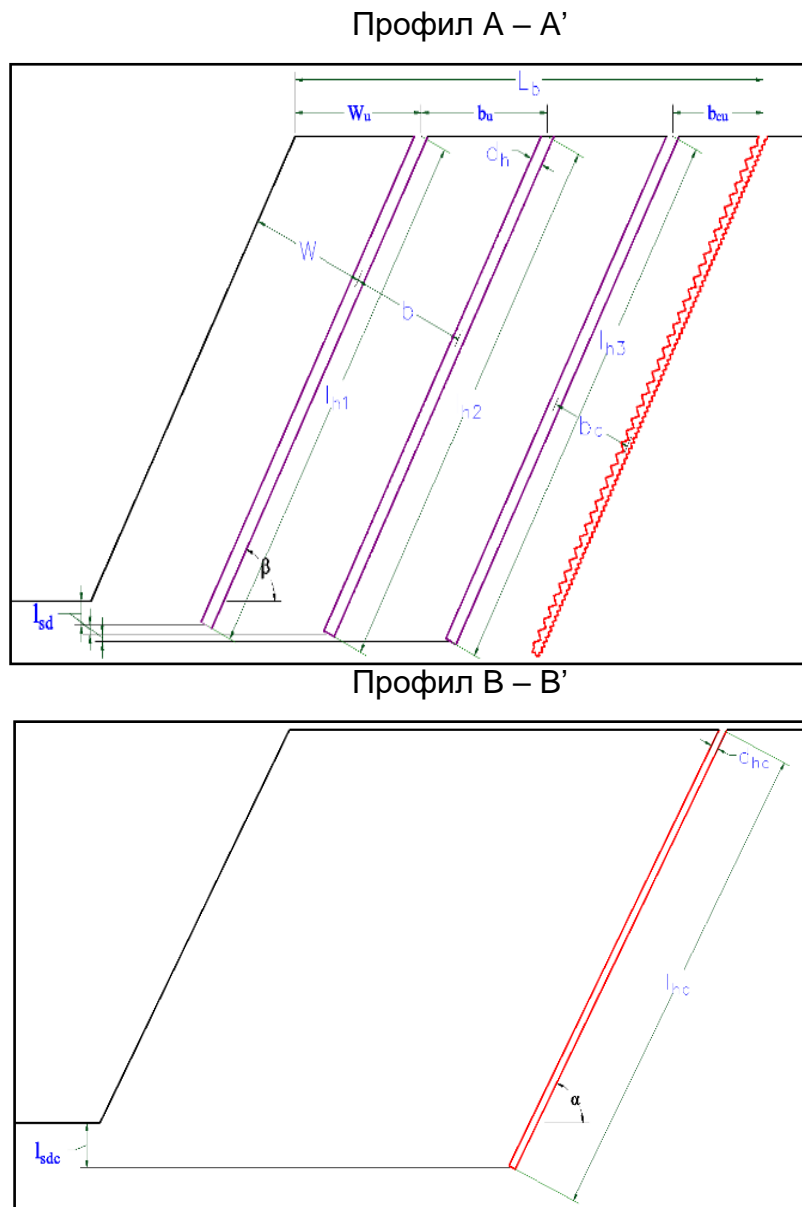
Слика 4.4. Минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А'
Figure 4.4. The field of the blasting designed in 2D and the profile A – A'



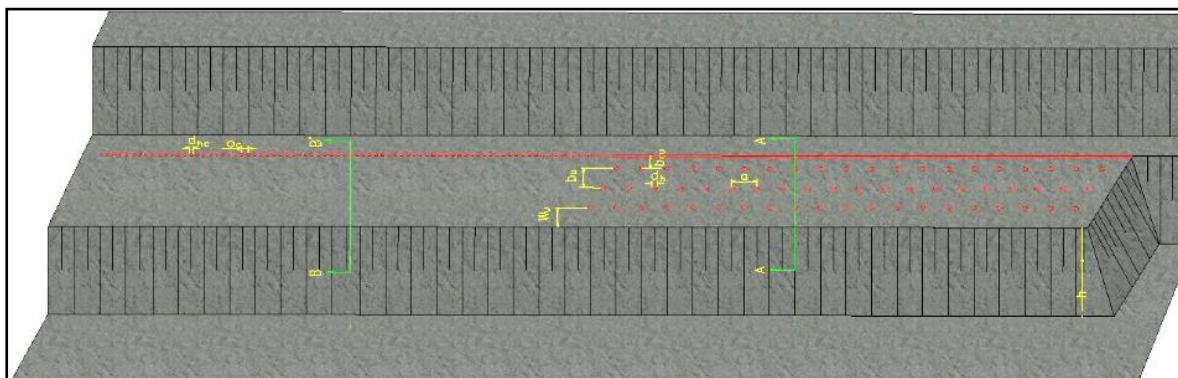
Слика 4.5. Минско поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.5. The field of the blasting designed in 3D

Врз основа на податоците презентирани на Табела 4.4. е дизајнирано полето во 2Д, за случај кога минирањето на контурата е направено претходно во еден ред, без дупчење, и за ова е направен профилот А - А' и профилот Б - Б', и овие се претставени на слика 4.6., Додека на слика 4.7. е претставено истото поле кое е дизајнирано во 3Д.



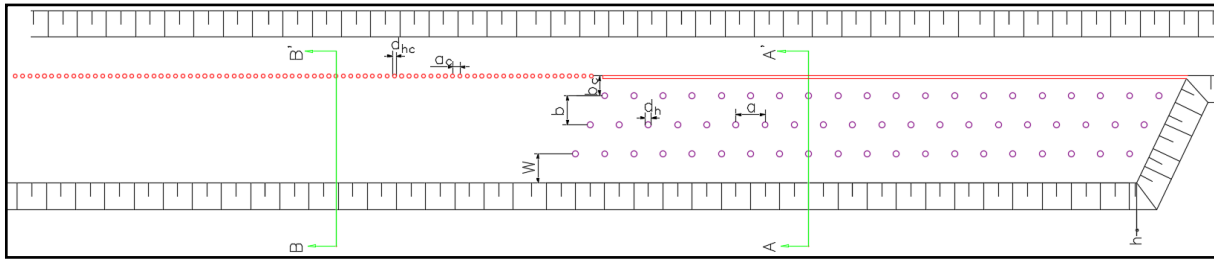


Слика 4.6. Минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А' и профил В – В'
Figure 4.6. The field of the blasting designed in 2D, profile A – A' and profile B – B'

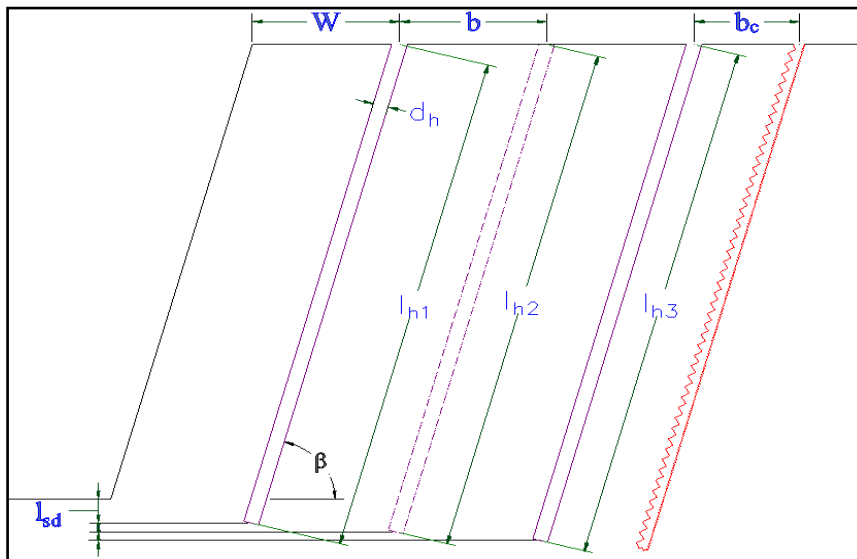


Слика 4.7. Минско поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.7. The field of the blasting designed in 3D

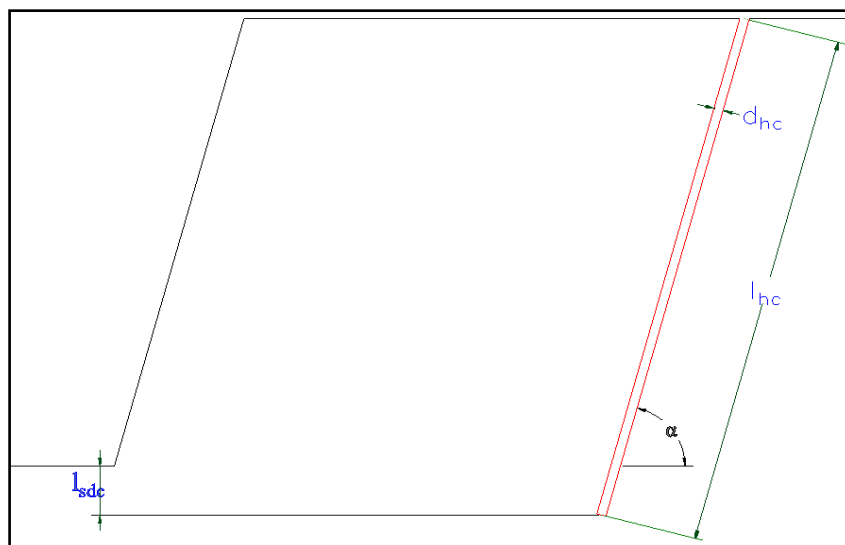
Врз основа на податоците презентирани на Табела 4.5. е дизајнирано полето во 2Д, за случај кога минирањето на контурата е направено претходно во еден ред, без дупчење, и за ова е направен профилот А - А' и профилот Б - Б', и овие се претставени на слика 4.8., Додека на слика 4.9. е претставено истото поле кое е дизајнирано во 3Д.



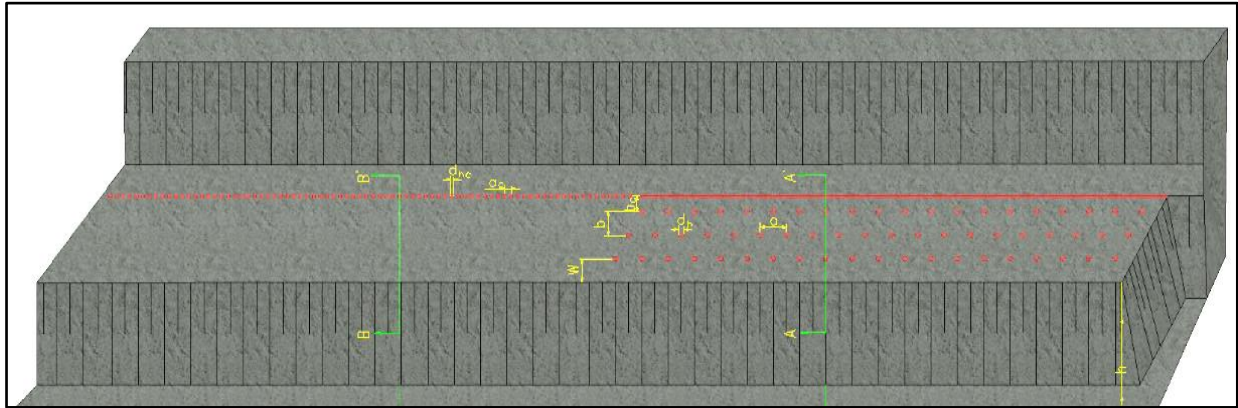
Профил А – А'



Профил В – В'



Слика 4.8. Минска серија дизајнирана во 2Д и профил А – А' и профил В – В'
Figure 4.8. The field of the blasting designed in 2D, profile A – A' and profile B – B'

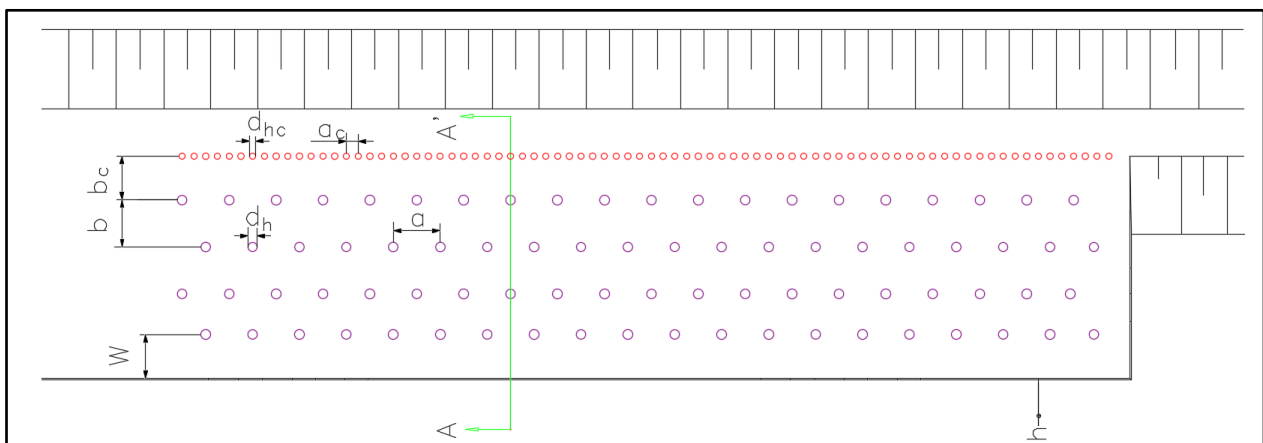


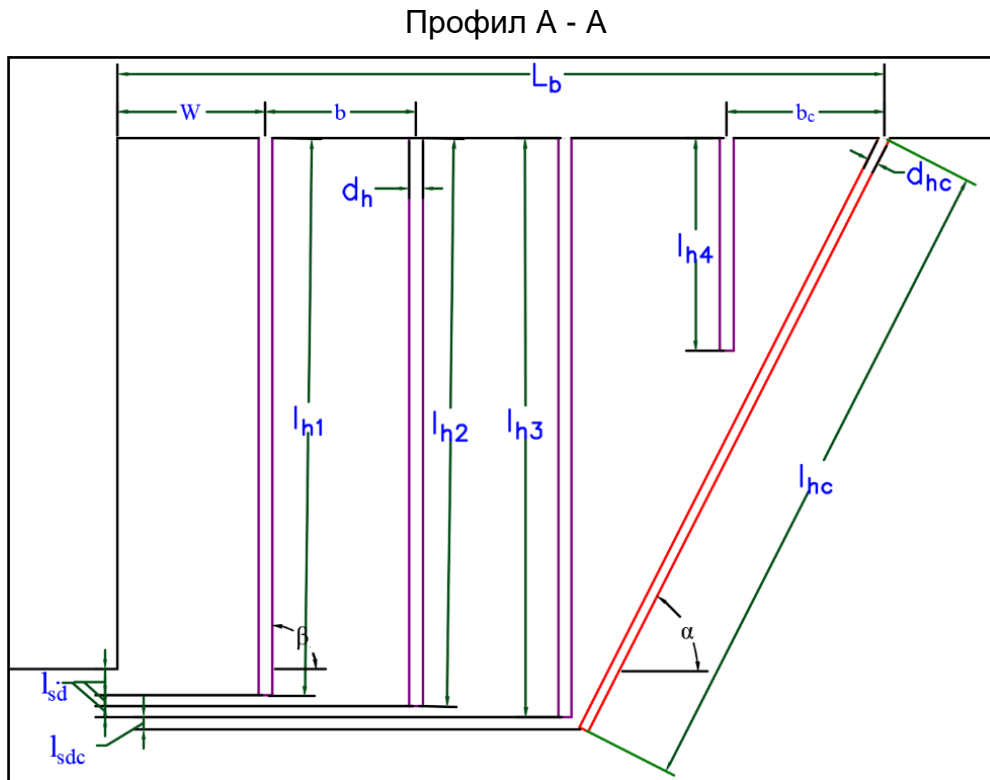
Слика 4.9. Минско поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.9. The field of the blasting designed in 3D

4.3.2. Дизајнирање на минска серија кога примарните дупчотини се под агол од 90°

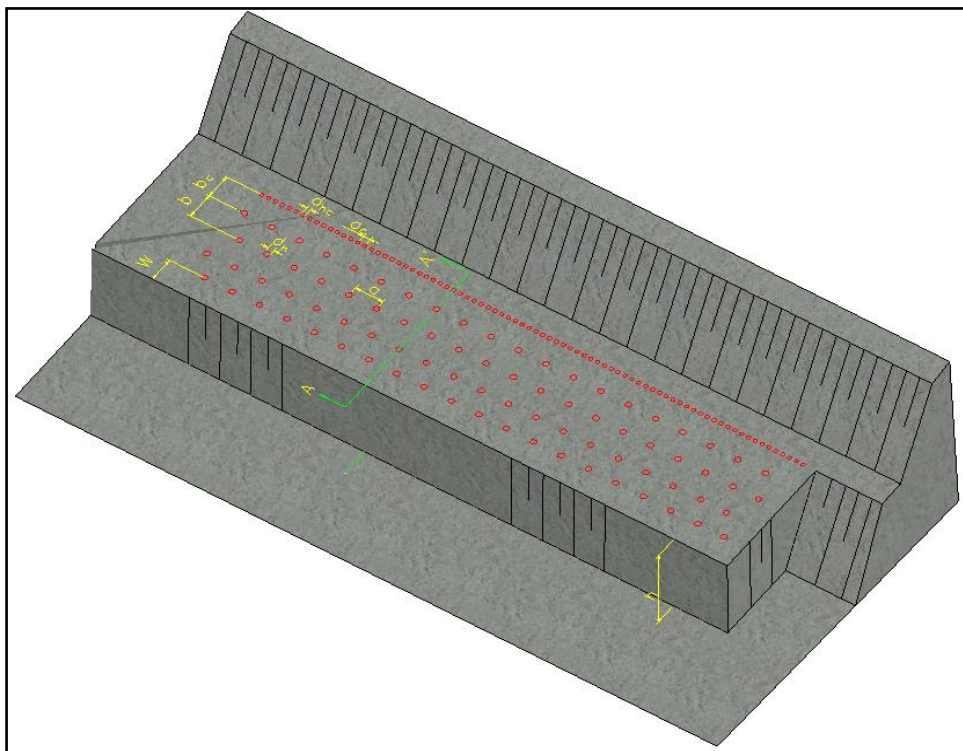
Дизајнирањето на мински серии, кога примарните дупчотини се под агол од 90° , ќе се направи врз основа на податоците што се презентирани на Табела 4.6. и Табела 4.7.

Врз основа на податоците што се прикажани во Табела 4.6. е дизајнирано полето во 2Д, и е направен профилот А - А', а истите се претставени на Слика 4.10., додека на Слика 4.11. е претставено истото поле кое е дизајнирано во 3Д, за случајот на автопатот.



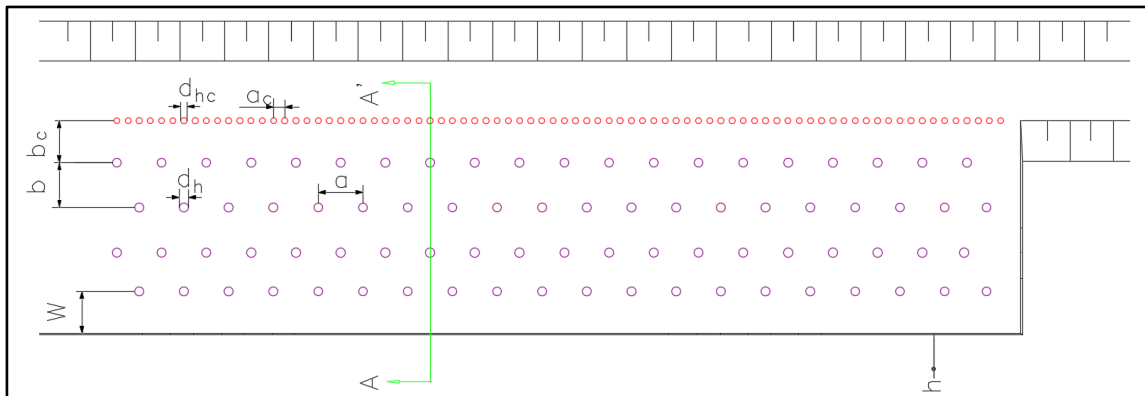


Слика 4.10. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А'
Figure 4.10. The field of the blasting designed in 2D and the profile A – A'

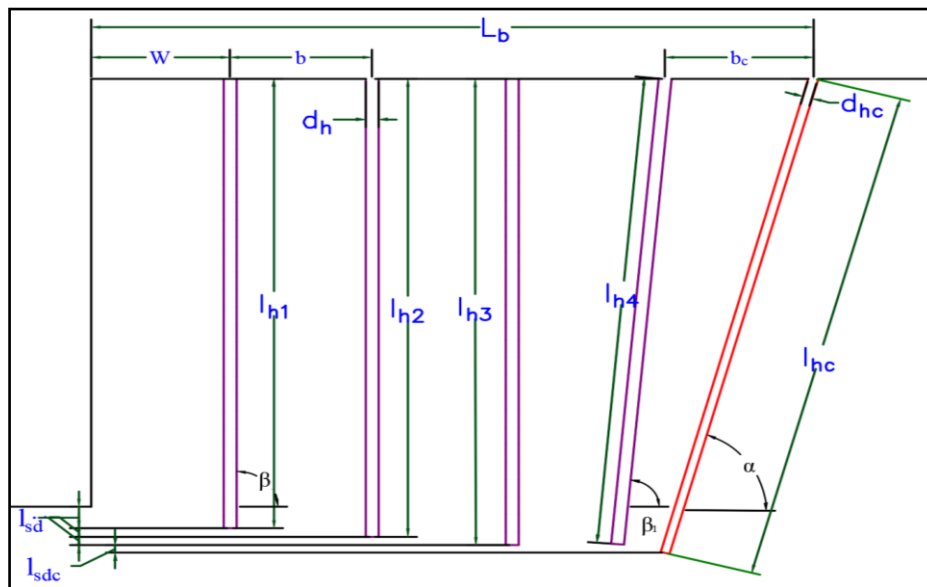


Слика 4.11. Минското поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.11. The field of the blasting designed in 3D

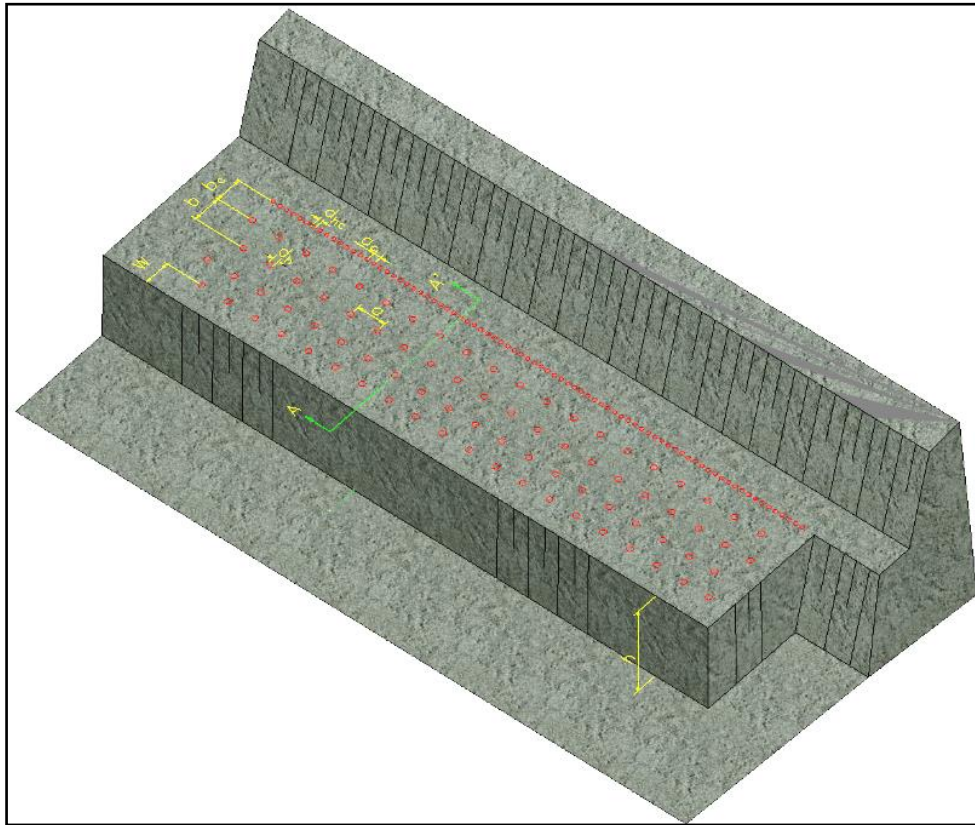
Врз основа на податоците што се прикажани на Табела 4.7. е дизајнирано полето во 2Д, а со тоа се прави профилот А - А', а истите се претставени на Слика 4.12., додека на Слика 4.13. е прикажано истото минско поле дизајнирано во 3Д, за случајот во рудник.



Профил А – А'

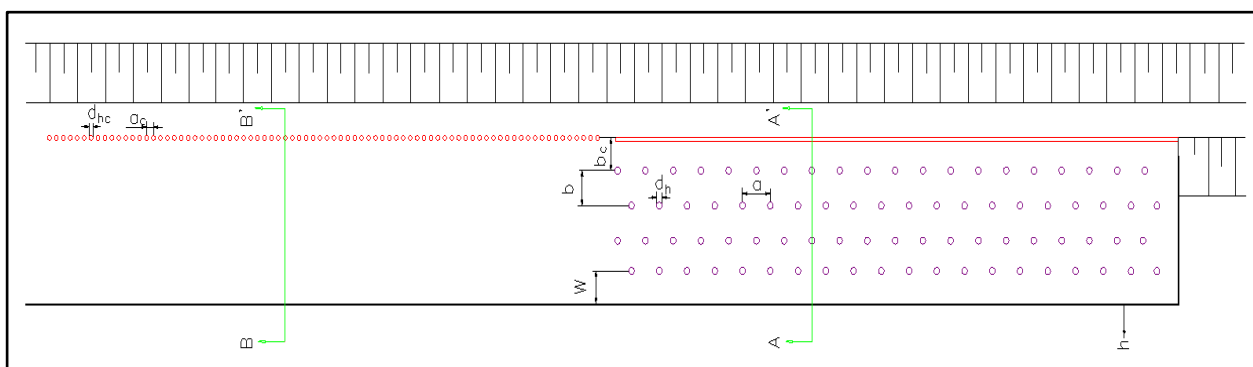


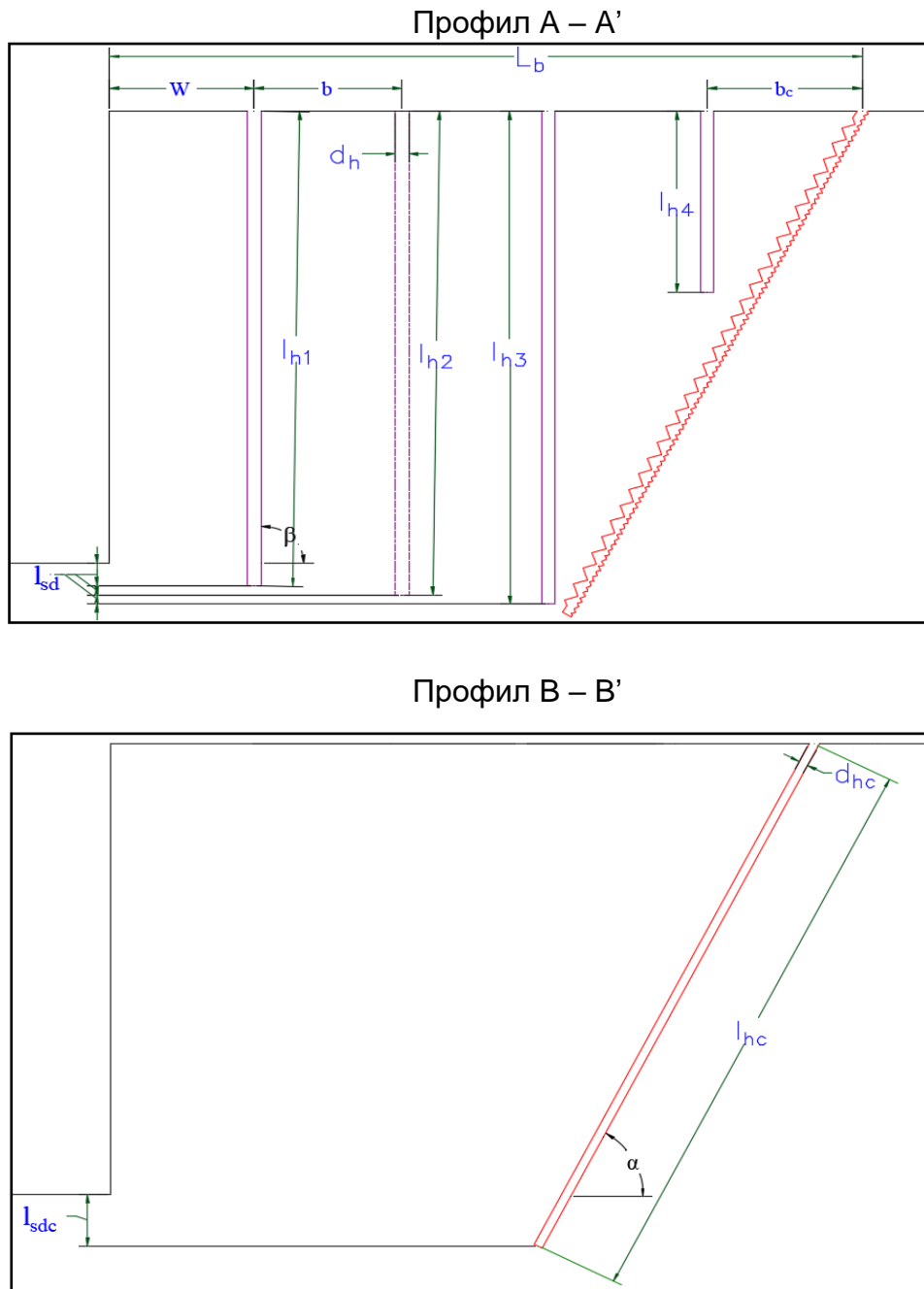
Слика 4.12. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А'
Figure 4.12. The field of the blasting designed in 2D and the profile A – A'



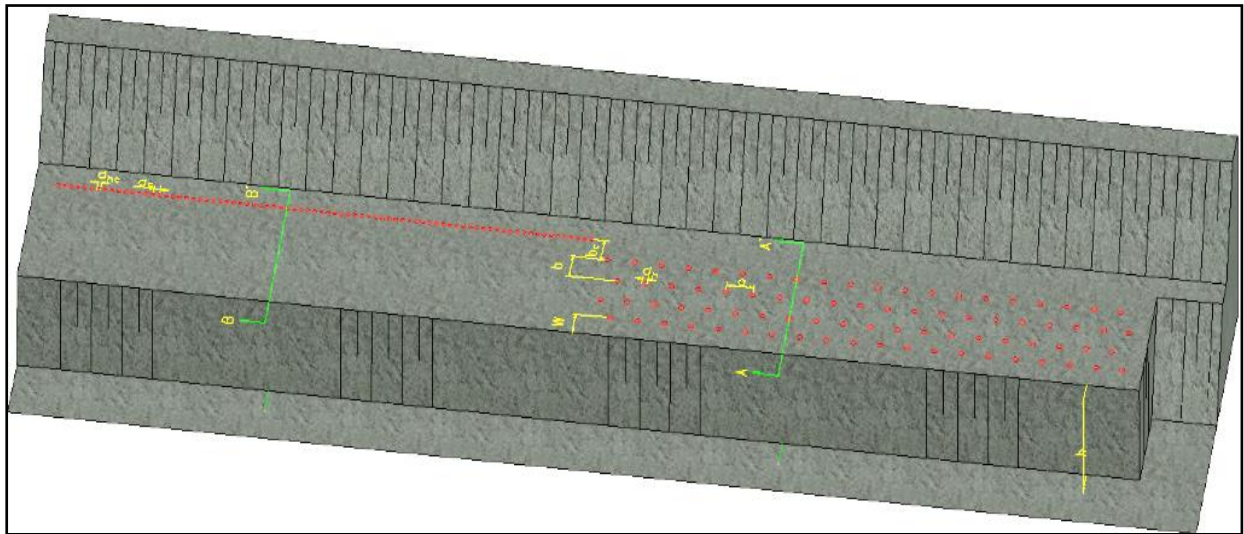
Слика 4.13. Минското поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.13. The field of the blasting designed in 3D

Врз основа на податоците презентирани на Табела 4.6. е дизајнирано полето во 2Д, за случајот кога минирањето на контурата е направено претходно во еден ред, без дупчење, за овој случај е направен профилот А - А', и профилот В - В', и се претставени на Слика 4.14. На сликата 4.15. е претставено истото поле кое е дизајнирано во 3Д, за случајот на пат.



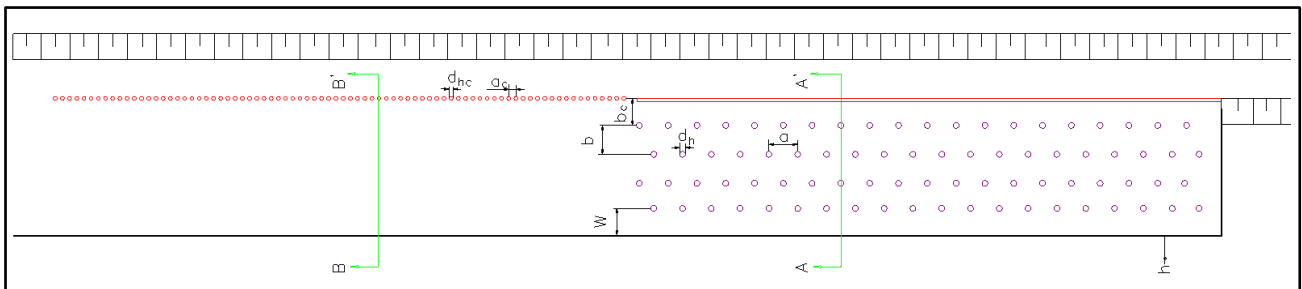


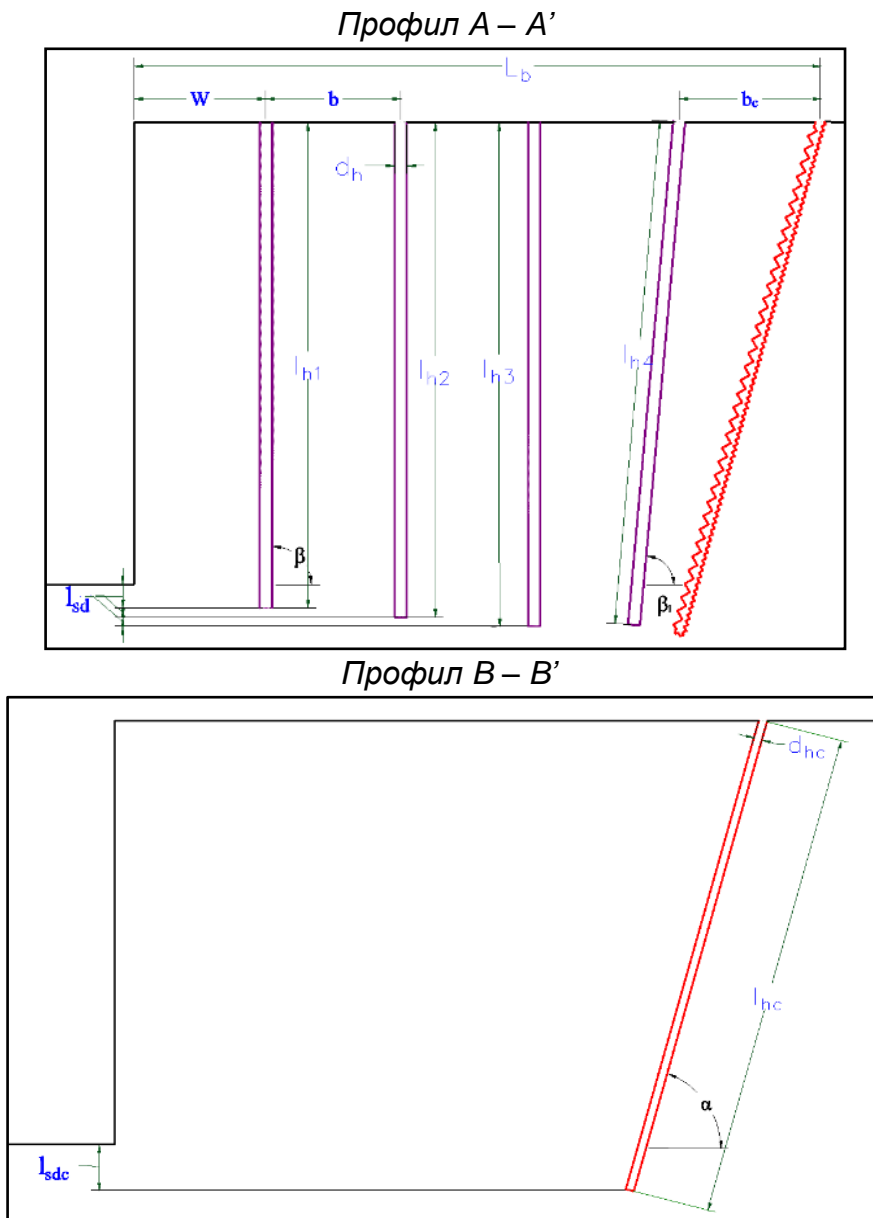
Слика 4.14. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А' и профил В – В'
Figure 4.14. The field of the blasting designed in 2D, profile A – A' and profile B – B'



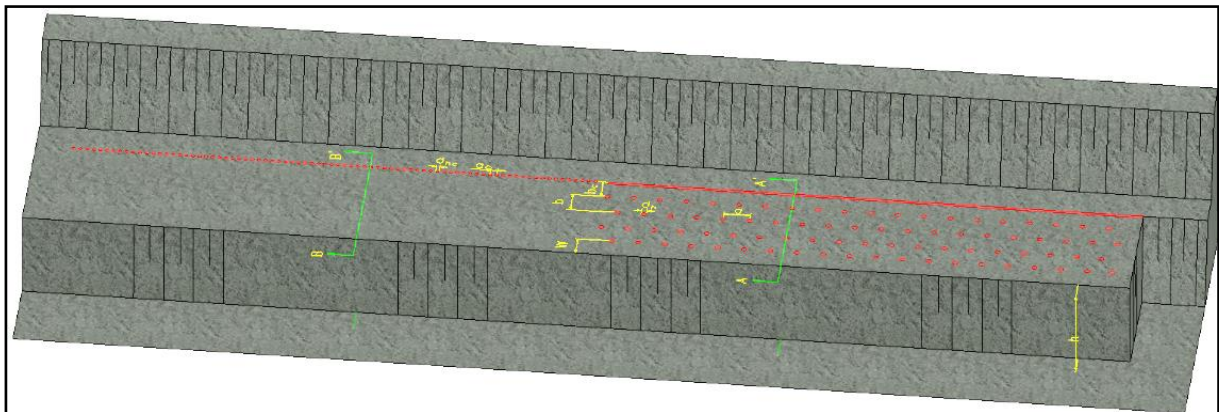
Слика 4.15. Минско поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.15. The field of the blasting designed in 3D

Врз основа на податоците презентирани на Табела 4.7. е дизајнирано полето во 2D, за случајот кога минирањето на контурата е направено претходно во еден ред, без дупчење, и е направен профилот А - А', и профилот В - В', и овие се претставени на Слика 4.16., додека на слика 4.17. е претставено истото поле кое е дизајнирано во 3Д, за случајот за рудник.





Слика 4.16. Минското поле дизајнирано во 2Д и профил А – А' и профил В – В'
Figure 4.16. The field of the blasting designed in 2D, profile A – A' and profile B – B'



Слика 4.17. Минско поле дизајнирано во 3Д
Figure 4.17. The field of the blasting designed in 3D



Слика 4.18. Поглед на процесот на дупчење на контурните дупчотини
Figure 4.18. View of the process of drilling of the contour drillings



Слика 4.19. Поглед на полето со контурни мински дупчотини
Figure 4.19. View of the field with contour drillings

5.0. МЕТОДИ НА ОПТИМИЗАЦИЈА

Во оваа докторска дисертација применуваме и анализата на повеќекритериумската оптимизација, која што наоѓа примена во рударството при решавање на одредени проблеми. Повеќекритериумското одлучување може да се применува за оптимален избор на рударска откопна метода, при оптимален избор на транспортно средство итн.

При примената на повеќекритериумското одлучување се земаат во предвид поголем број на критериуми, според кои што ќе се врши избор на најоптимална алтернатива.

Постојат голем број на оптимизациони методи и други квантитативни математички методи на операционите истражувања, кои можат да се применат во процесите на одлучување при проектирање и планирање во рударството. Од овој комплекс на методи, од позиција на примена, би можело да се издвојат следните групи на методи за моделирање:

- Модели на еднокритериумска оптимизација (на пример: линеарно програмирање, нелинеарно програмирање, динамичко програмирање итн.);
- Модели на повеќекритериумска оптимизација (на пример: метода ELECTRA, метода PROMETHEE, метода AHP и др.);
- Математичко-моделски оптимизациони пристапи развиени за решавање на специјални случаи при проектирање и планирање во рударството.

Математичко-моделските оптимизациони пристапи развиени за конкретни случаи при планирање и проектирање во рударството, во основа се релативно добри решенија, бидејќи истите се дефинирани за моделирање на реален идентифициран проблем. Оваа методологија е многу ефикасна, но и изразито сложена. Сложеноста се состои од големиот обем на подготвителни работи за дефинирање и разработка на математичкиот модел, кој може да се примени за решавање на одреден вид на проблем со релативно добра адаптивност за примена во слични случаи.

Во рударството има голем број сложени проблеми врз кои влијаат различни фактори. Затоа, пристапот кон решавање мора да биде од научна и истражувачка гледна точка.

Моделите за оптимизација со еден критериум имаат еден критериум и оптимизацијата се прави во крајност (минимум или максимум) на целната функција во зависност од барањата на идентификуваната одлука.

Повеќекритериумската оптимизација за разлика од еднокритериумската, користи поголем број на критериуми (критериумски функции). Еднокритериумската оптимизација користи само еден критериум во оптимизацијата, со што значително се намалува и реалноста на решавањето на самиот проблем.

Зголемениот број на критериуми во моделите на повеќекритериумската оптимизација значат не само реализирање на моделирањето, туку и пред сè зголемување на веродостојноста во добиените резултати. Процесот на оптимизација е во директна субјективна врска со доносителот на одлуката, односно „експертот“.

Големиот број на критериуми освен тоа што има свои предности, секако има и свои недостатоци. Недостатоците се предизвикани од големиот број на

критериуми, од начинот на нивното дефинирање, дефинирањето на нивните влијанија, односно тежини во самиот модел, што од своја страна го прави овој процес на математичко моделирање комплексен.

Дури и во денешни услови на развој на математиката како наука, не постои ниту една метода која би се карактеризирала со општост и моќност во решавањето на моделот.

Методите на повеќекритериумската оптимизација можат да се класифицираат во две поголеми групи, и тоа:

- Методи на повеќекритериумска анализа;
- Методи на повеќекритериумска оптимизација.

Табела 5.1. Компаративна анализа на основните карактеристики на овие два вида методи на оптимизација со повеќе критериуми.

Table 5.1. Comparative analysis of the basic characteristics of these two types of methods of multi-criteria optimization

Features, Карактеристики	Multi-attribute decision making methods, Методи на одлучување со повеќе атрибути	Multi-objective decision making methods
Criterion, Критериуми	Attributes, Атрибути	Goals, Цели
Purpose, Цели	Poorly defined, лошо дефинирано	Well defined, Добро дефинирано
Attribute, Атрибут	Well defined, добро дефинирано	Poorly defined, Лошо дефинирано
Limitation, Ограничувања	Included in attributes, вклучени во атрибутите	Active, Активен
Activities, Активности	Discrete (finite), дискретно(конечно)	Continuous (infinite), Континуирано
Interdependence, Меѓузависност	Not expressed, не изразено	Strongly expressed, Силно изразено
Application, Апликација	In the processes of selection, evaluation, design and planning, во процесите на селекција, евалуација, дизајн и планирање	When designing and planning, При дизајнирање и планирање

Иако методите на повеќекритериумската оптимизација се доста сложени, сепак истите имаат некои заеднички карактеристики како што се:

- Голем број на критериуми (ги креира доносителот на одлуката);
- Постојење на конфликтност помеѓу критериумите;
- Секој критериум има своја единица мерка и тежина (ретки се случаите кога овој услов не е исполнет);
- Субјективност во оптимизацијата (влијанието на доносителот на одлуката);
- Решенијата на овие видови на проблеми се:
 - Проектирање на најдобри акции (алтернативи);
 - Рангирање на алтернативите;

5.1. Метода PROMETHEE

Методата PROMETHEE е една од поновите методи во областа на повеќекритериумската оптимизација, при што е развиена во следниве варијанти: PROMETHEE I, PROMETHEE II, PROMETHEE III, PROMETHEE IV, PROMETHEE V, и како понови верзии PROMETHEE VI, PROMETHEE GDSS и PROMETHEE-GAIA. Името PROMETHEE, го добила од англисниот израз: “Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations” што во превод значи: Метода на преферентно организационо рангирање за дофатни вреднувања. Основите на методите PROMETHEE ги дале J. P. Brans (1984), J. P. Brans и B. Marschal (1984), J. P. Brans и P. Vincke (1985) и B. Marschal (1985).

Основна карактеристика на оваа метода претставува користењето на шест т.н. генерализирани критериуми (обичен критериум, квази критериум, критериум со линеарна преференција, ниво на критериум, критериум со линеарна преференција, подрачје на индиферентност и Gaussov критериум) за дефинирање на преференците на доносителот на одлуката, за конкретните критериуми на поставениот проблем.

Самиот доносител на одлуката може да воведо нови типови на генерализирани критериуми и да ги искаже своите преференци во однос на соодветните критериуми.

Алтернативите во кои не доминира ниту една друга се нарекуваат ефикасни решенија. Со оглед на табелата за евалуација за одреден проблем со повеќе критериуми, повеќето од алтернативите (честопати сите) се обично ефикасни.

Кога алтернативата е подобра за еден критериум, другата е често подобра за друг критериум. Следствено, неспоредливоста важи за повеќето споредбени парови, така што е невозможно да се одлучи без дополнителни информации. Оваа информација може на пример да вклучува:

- Размени меѓу критериумите;
- Вредносна функција што ги собира сите критериуми во една функција со цел да се добие моно-критериумски проблем за кој постои оптимално решение;
- Тежини кои ја даваат релативната важност на критериумите;
- Преференции поврзани со секоја споредба во парови во рамките на секој критериум;
- Прагови што ги одредуваат границите на претпочитани вредности;

Предложени се многу методи за помош при одлучување со повеќе критериуми. Сите овие методи започнуваат од истата табела за евалуација, но тие се разликуваат во зависност од дополнителните информации што ги бараат.

Методите на PROMETHEE бараат многу јасни дополнителни информации кои лесно се добиваат и разбираат од страна на носителите на одлуки и аналитичарите.

Во софтверот **PROMETHEE**, **PROMCALC** и **DECISION LAB**, на корисникот му е дозволено да воведо произволни броеви за тежините, олеснувајќи го изразувањето на релативната важност на критериумите.

Овие броеви потоа се делат со нивниот збир така што тежините се нормализираат автоматски.

Проценка на тежините на критериумите не е јасна. Тоа ги вклучува приоритетите и перцепциите на донесувачот на одлуки. Изборот на тежини е по

слободен избор. **PROMCALC** и **DECISION LAB** вклучуваат неколку алатки за чувствителност за да се доживеат различни тежини, со цел да се помогне во нивното поправање.

Влезот на индиферентноста е најголемо отстапување кое од страна на носителот на одлуката се смета за занемарливо, додека приоритетниот влез е најмалото отстапување кое се смета за доволно за да се создаде целосен приоритет.

5.2. Рангирање на PROMETHEE I и II

Постапката PROMETHEE се заснова на споредби во парови. Најпрво се дефинираат приоритетните индекси на преференции и тековите на надминување на вредноста.

5.2.1. Вкупни приоритетни индекси

Нека $a, b \in A$, и нека:

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j, \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^k P_j(b, a)w_j. \end{cases} \quad 5.1.$$

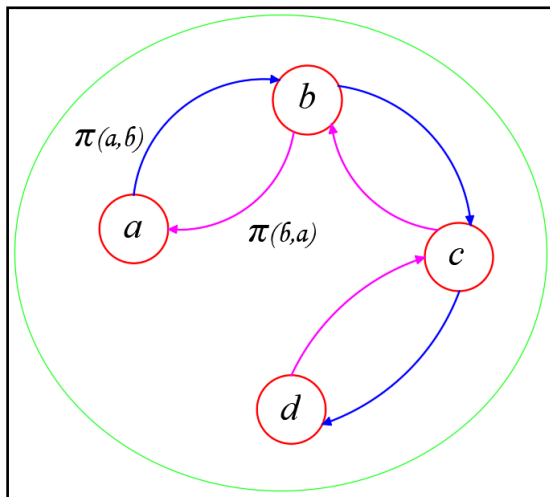
$\pi(a, b)$ е изразување со кој степен a е префериран од b во однос на сите критериуми и $\pi(b, a)$ како b е повеќе приоритетно од a . Во повеќето случаи постојат критериуми за кои a е повеќе приоритетно од b , а критериумите за кои b е повеќе приоритетно од a , како резултат на тоа, $\pi(a, b)$ и $\pi(b, a)$ обично се позитивни. Следниве својства важат за сите $(a, b) \in A$.

$$\begin{cases} \pi(a, a) = 0, \\ 0 \leq \pi(a, b) \leq 1, \\ 0 \leq \pi(b, a) \leq 1, \\ 0 \leq \pi(a, b) + \pi(b, a) \leq 1. \end{cases} \quad 5.2.$$

Јасно е дека:

$$\begin{cases} \pi(a, b) \sim 0 \text{ implies a weak global preference of } a \text{ over } b, \\ \pi(a, b) \sim 1 \text{ implies a strong global preference of } a \text{ over } b. \end{cases} \quad 5.3.$$

Веднаш штом ќе се пресметаат $\pi(a, b)$ и $\pi(b, a)$ за секој пар алтернативи на A , се добива целосен вредносен график на отчитување, вклучително и два лака помеѓу секој пар на јазли (види слика 5.1.).



Слика 5.1. График на движење на вредности
Figure 5.1. Valued outranking graph

5.2.2. Текови на вредности

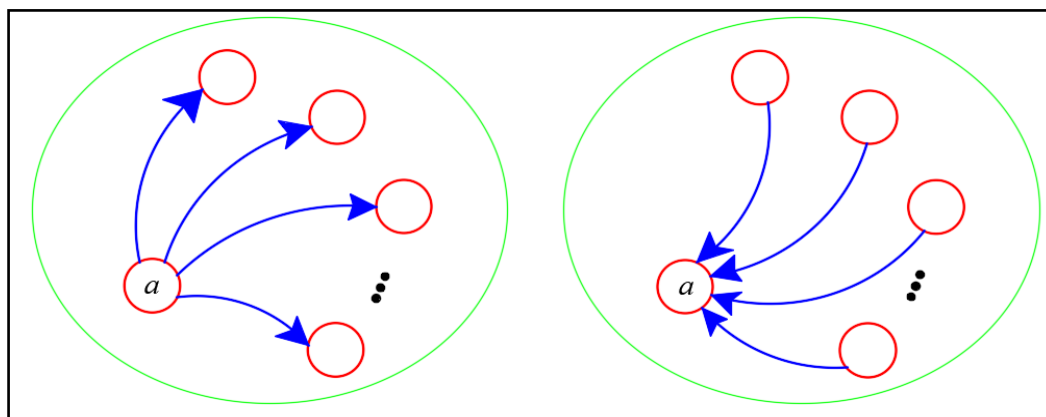
Секоја алтернатива a се соочува $(n-1)$ со други алтернативи во A . Дозволете ни да ги дефинираме двата следни текови на вредностите: По

- Позитивен проток на вредности

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad 5.4.$$

- Негативно движење на вредности

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad 5.5.$$



а) $\phi^+(a)$ Позитивни движења

б) $\phi^-(a)$ Негативни движење

Слика 5.2. PROMETHEE метод на текови на вредности

Figure 5.2. The PROMETHEE outranking flows

Методот на позитивни текови е како алтернатива за надминување на другите. Тоа е нејзината моќ, нејзиниот надминувачки карактер. Колку е поголем $\phi^+(a)$, толку е подобра алтернативата (слика 5.2. (а)).

Методот на негативни текови како алтернативата е надмината за сите други. Тоа е нејзината слабост, нејзиниот надминат карактер. Колку е помал $\phi^-(a)$, толку е подобра алтернативата (слика 5.2. (б)).

Во реални апликации, се препорачува на аналитичарите и на носителите на одлуки да ги земат предвид и PROMETHEE I и PROMETHEE II. Комплетниот ранг е лесен за употреба, но анализата на неспоредливостите честопати помага да се даде соодветна одлука.

5.2.3. Профили на алтернативите

Според дефиницијата за позитивните и негативните текови на вредности (Равенка 5.4.) и (Равенка 5.5.) и вкупните индекси (Равенка 5.1.), Имаме:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^k \sum_{x \in A} [P_j(a, x) - P_j(x, a)] w_j \quad 5.6.$$

Следствено,

$$\phi(a) = \sum_{j=1}^k \phi_j(a) w_j \quad 5.7.$$

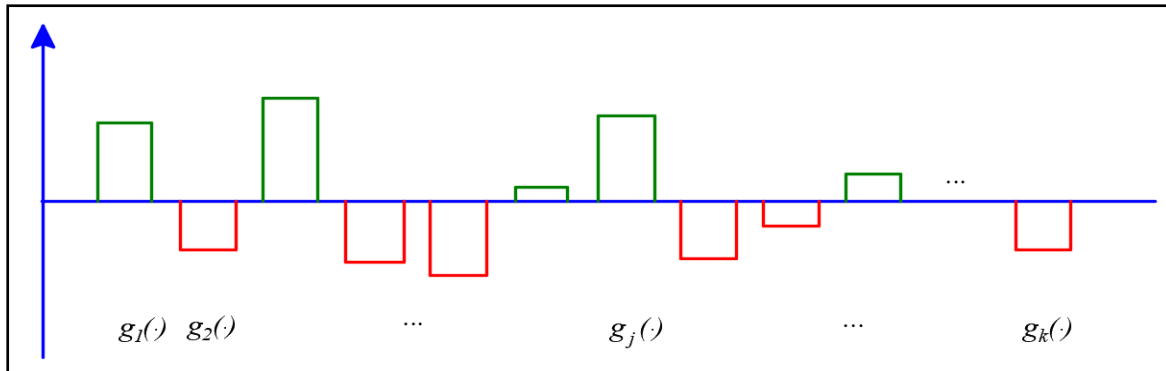
Ако:

$$\phi_j(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} [P_j(a, x) - P_j(x, a)] \quad 5.8.$$

$\phi_j(a)$ е единствен критериум на движење добиен кога се зема предвид само критериумот $g_j(\cdot)$ (100% од вкупната тежина е распределена на тој критериум). Тој изразува како алтернативата a е поголема ($\phi_j(a) > 0$) или поголема ($\phi_j(a) < 0$) од сите други алтернативи на критериумот $g_j(\cdot)$

Профилот на алтернативата се состои од множеството на сите единствени критериуми движење:

$$\phi_j(a), j = 1, 2, \dots, k.$$



Слика 5.3. Профил на алтернатива
Figure 5.3. Profile of an alternative

Профилите на алтернативите се особено корисни за да се цени нивниот „квалитет“ според различните критериуми. Тој е широко користен од носителите на одлуки за да се финализира нивната оценка.

Според (Равенка 5.7.), се забележува дека глобалното движење на алтернативите е скаларен производ помеѓу векторот на тежините и профилниот вектор на оваа алтернатива. Ова својство ќе биде широко користено при изградбата на рамнината GAIA.

5.3. Визуелен интерактивен модул GAIA

Прво, да ја разгледаме матрицата M ($n \times k$) на единствениот критериум на движење на сите алтернативи, како што е дефинирано во (Равенка 5.8.)

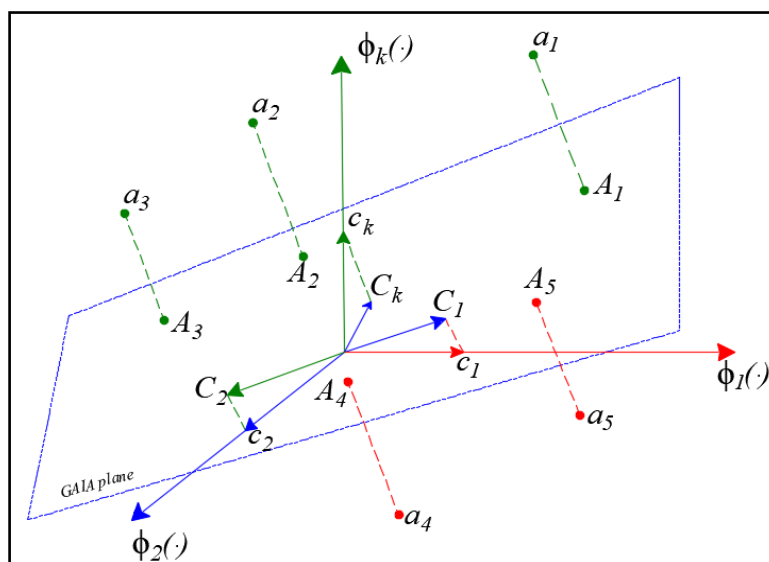
5.3.1. Рамнина GAIA

Информациите вклучени во матрицата M се пообемни од оној во табелата за оценување 4.2., Бидејќи степенот на приоритет даден со генерализираните критериуми се земени во предвид во M . Покрај тоа, $g_j(a_i)$ се изразени на нивната сопствена скала, додека $\phi_j(a_i)$ се бездимензионални. Покрај тоа, да забележиме дека M не зависи од тежината на критериумите.

Табела 5.2. Вкупно движење за еден критериум
Table 5.2. Single criterion net flows

	$\phi_1(\cdot)$	$\phi_2(\cdot)$	...	$\phi_j(\cdot)$	...	$\phi_k(\cdot)$
a_1	$\phi_1(a_1)$	$\phi_2(a_1)$	...	$\phi_j(a_1)$	...	$\phi_k(a_1)$
a_2	$\phi_1(a_2)$	$\phi_2(a_2)$	...	$\phi_j(a_2)$	...	$\phi_k(a_2)$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	\ddots	\vdots
a_i	$\phi_1(a_i)$	$\phi_2(a_i)$	...	$\phi_j(a_i)$	...	$\phi_k(a_i)$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	\ddots	\vdots
a_n	$\phi_1(a_n)$	$\phi_2(a_n)$	...	$\phi_j(a_n)$	...	$\phi_k(a_n)$

Следствено, множеството на n алтернативи може да се претстави како мноштво од n точки во k -димензионален простор. Според овој облак е во центар на потеклото. Бидејќи бројот на критериуми е обично поголем од два, невозможно е да се добие јасен преглед на релативната позиција на точките во однос на критериумите. Затоа, ги проектираме информациите вклучени во димензионалниот простор на k во рамнина. Дозволете ни да ги проектираме не само точките што ги претставуваат алтернативите, туку и единиците вектори на координатните оски што ги претставуваат критериумите. Потоа добиваме:



Слика 5.4. Проекција на GAIA рамнината
Figure 5.4. Projection on the GAIA plane

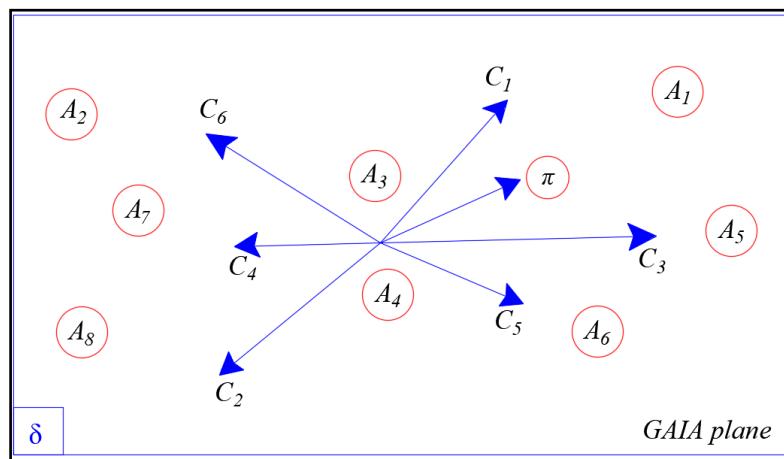
Рамнината GAIA е рамнина за која се зачувуваат што повеќе информации по проекцијата. Според техниката на анализа на главните компоненти, таа е дефинирана од двата сопствени вектори што одговараат на двете најголеми сопствени вредности на матрицата на коваријанса $M'M$ на вкупните мрежни

движења на единствен критериум. Се разбира, некои информации се губат по проекцијата. Рамнината GAIA е мета модел (модел на модел). Нека δ е зачувана количина на информации.

Во повеќето апликации што ги третираваме досега, δ беше поголем од 60% и во многу случаи поголем од 80%. Ова значи дека информациите обезбедени од рамнината GAIA се прилично веродостојни. Оваа информација е доста богата, помага да се разбере структурата на проблемот со повеќе критериуми.

5.3.2. Графички приказ на алтернативите и критериумите

Нека $(A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n)$ бидат проекциите на n точките што ги претставуваат алтернативите и нека $(C_1, C_2, \dots, C_j, \dots, C_k)$ бидат проекции на k единици вектори на оските на координата на IR^k што ги претставуваат критериумите. Потоа од GAIA рамнината го добиваме следниот тип:



Слика 5.5. Алтернативите и критериумите на GAIA рамнината
Figure 5.5. Alternatives and criteria in the GAIA plane

Тогаш следниве својства важат доколку δ е доволно висок:

P1: Колку е подолга оската на критериумот во рамнината на GAIA, толку повеќе се дискриминира овој критериум.

P2: Критериумите што изразуваат слични приоритет се претставени со оски ориентирани во приближно иста насока.

P3: Критериумите што изразуваат спротивставени приоритет се ориентирани во спротивни насоки.

P4: Критериумите кои не се поврзани едни со други во однос на предностите се претставени со ортогонални оски.

P5: Слични алтернативи се претставени со точки лоцирани едни до други.

P6: Алтернативите што се добри според одреден критериум се претставени со точки лоцирани во правец на соодветната оска на критериумот.

На примерот на *слика 5.5.*, Забележуваме:

- Дека критериумите $g_1(\cdot)$ и $g_3(\cdot)$ изразуваат слични предности и дека алтернативите a_1 и a_5 се прилично добри според овие критериуми.
- Дека критериумите $g_6(\cdot)$ и $g_4(\cdot)$ исто така изразуваат слични предности и дека алтернативите a_2 , a_7 и a_8 се прилично добри за нив.
- Дека критериумите $g_2(\cdot)$ и $g_5(\cdot)$ се прилично независни.
- Дека критериумите $g_1(\cdot)$ и $g_3(\cdot)$ силно се мешаат со критериумите $g_4(\cdot)$ и $g_2(\cdot)$.
- Дека алтернативите a_1 , a_5 и a_6 се прилично добри според критериумите $g_1(\cdot)$, $g_3(\cdot)$ и $g_5(\cdot)$.
- Дека алтернативите a_2 , a_7 и a_8 се прилично добри според критериумите $g_6(\cdot)$, $g_4(\cdot)$ и $g_2(\cdot)$.
- Дека алтернативите a_3 и a_4 никогаш не се добри, никогаш лоши по сите критериуми.

Иако рамнината GAIA вклучува само процент δ од вкупната информација, таа обезбедува моќна алатка за графичка визуелизација за анализа на проблем со повеќе критериуми. Особено станува јасна дискриминирачката моќ на критериумите, спротивставените аспекти, како и „квалитетот“ на секоја алтернатива за различните критериуми.

Одлуката PROMETHEE и оската на одлуката PROMETHEE обезбедуваат силна алатка за анализа на чувствителност. Пред да ја финализираме одлуката, му препорачуваме на донесувачот на одлука да симулира различни распределувања на тежината. Во секој случај, ситуацијата лесно може да се процени во рамнината на GAIA, препорачаните алтернативи се наоѓаат во насока на оската на одлуката. Бидејќи алтернативите и критериумите остануваат непроменети кога решението PROMETHEE се движи, анализата на чувствителност е особено лесна за управување. Со пилотирање на решението, управуваат софтверите PROMCALC и DECISION LAB. Процесот се прикажува графички, така што резултатите се лесни за проценување.

5.4. DECISION LAB софтвер

DECISION LAB е моментална имплементација на софтвер на методите PROMETHEE и GAIA. Развиен е од канадската компанија „Visual Decision“, во соработка со авторите. Го заменува софтверот PROMCALC што авторите го развија претходно.

DECISION LAB е апликација за оперативниот систем Windows која користи типичен интерфејс за табеларни пресметки за управување со податоците за проблем со повеќе критериуми (Слика 5.6.).

The screenshot shows the main window of the Visual PROMETHEE Academic software. The interface includes a menu bar (File, Edit, Model, Control, PROMETHEE-GAIA, GDSS, GIS, Custom, Assistants, Snapshots, Options, Help) and a toolbar. The main area displays a table for 'Scenario 1' with 12 criteria and 4 alternatives. The table includes columns for 'Unit', 'Preferences', 'Statistics', and 'Evaluations'. The 'Evaluations' section shows the results for each alternative across the 12 criteria, with color-coded cells indicating performance levels (e.g., G, A, B, G-VG).

Scenario 1	criteria1	criteria2	criteria3	criteria4	criteria5	criteria6	criteria7	criteria8	criteria9	criteria10	criteria11	criteria12
Unit	€/m ²	9-point	m/shift	piece	h	mm	m	m	9-point	9-point	9-point	9-point
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences												
Min/Max	min	max	max	min	min	min	max	min	min	max	min	min
Weight	10,00	9,00	4,00	4,00	6,00	8,00	9,00	5,00	6,00	4,00	3,00	3,00
Preference Fcn.	Linear	Usual	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	€ 1,07	n/a	25,00	0,50	0,37	6,50	0,37	0,12	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	€ 3,17	n/a	50,00	1,00	0,97	13,00	0,77	0,32	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics												
Minimum	€ 7,09	5,00	200,00	2,00	1,00	76,00	0,70	1,80	4,00	3,00	3,00	3,00
Maximum	€ 11,05	8,00	250,00	3,00	2,10	89,00	1,50	2,20	9,00	7,00	7,00	8,00
Average	€ 8,83	7,00	237,50	2,75	1,70	79,25	0,93	2,00	6,75	5,50	5,50	6,50
Standard Dev.	€ 1,44	1,22	21,65	0,43	0,43	5,63	0,33	0,14	1,79	1,66	1,66	2,06
Evaluations												
Alternative 1	€ 8,25	G-VG	250,00	3,00	2,00	76,00	0,75	2,00	G	G	A	G
Alternative 2	€ 8,94	G-VG	250,00	3,00	1,70	76,00	0,75	2,00	G	A	G	G-VG
Alternative 3	€ 11,05	G	250,00	3,00	2,10	76,00	0,70	1,80	B-A	G	G	G-VG
Alternative 4	€ 7,09	A	200,00	2,00	1,00	89,00	1,50	2,20	VG	B	B	B

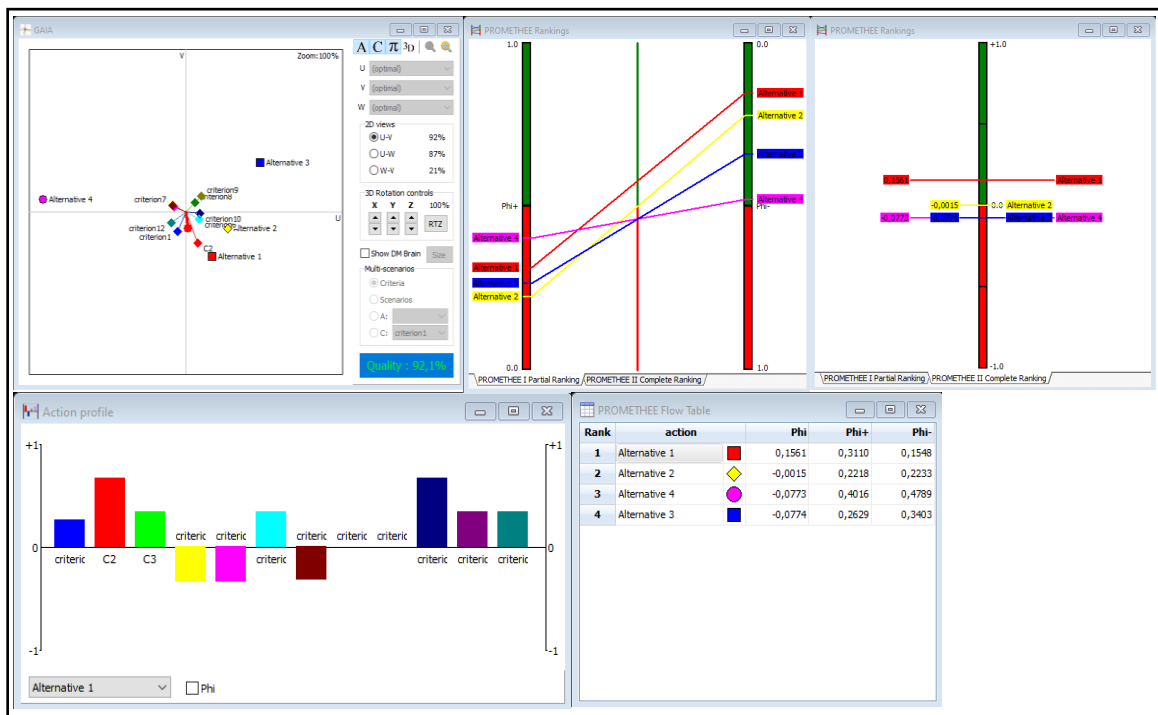
Слика 5.6. Главно мени

Figure 5.6. Main window

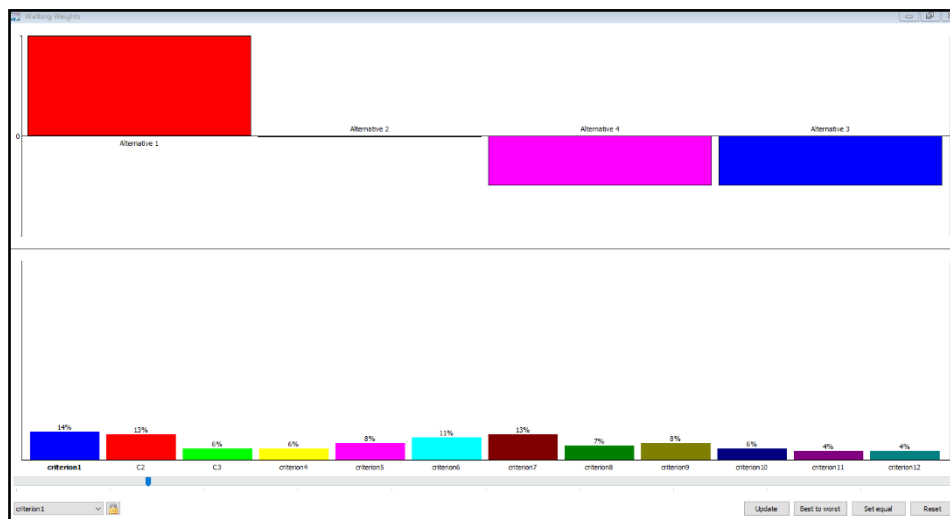
Сите податоци поврзани со методите PROMETHEE (проценки, приоритетни функции, тежини, ...) можат лесно да се дефинираат и внесуваат од корисникот. Покрај тоа, DECISION LAB му обезбедува на корисникот дополнителни карактеристики како што се дефинирање на квалитативни критериуми, третман на вредности што недостасуваат во табелата со повеќе критериуми или дефинирање на процентуални (променливи) влез во приоритетни функции. Категории на алтернативи или критериуми, исто така, може да се дефинираат за подобро идентификување на подгрупи на сродни ставки и за олеснување на анализата на проблемот со одлуката. Сите пресметки на PROMETHEE и GAIA се одвиваат во реално време и секоја измена на податоците веднаш се рефлектира во излезните прозорци. Рангирањето на PROMETHEE, акционите профили и GAIA рамнината се прикажани во посебни прозорци и лесно може да се споредат (Слика 5.7.).

Неколку интерактивни алатки и дисплеи се достапни за олеснување на обемна анализа на чувствителност и стабилност. Можно е да се пресметаат интервалите на стабилност на тежината за одделни критериуми или категории критериуми. Приказот за движењето на тежините (Слика 5.8.) Може да се користи за интерактивно модифицирање на тежините на критериумите и веднаш да се види влијанието на модификацијата врз целосното рангирање на PROMETHEE II и врз позицијата на оската на одлуката во рамнината на GAIA. Ова може да биде особено корисно кога носителот на одлуки нема јасна идеја за соодветните тежини на критериумите и сака да го истражи неговиот простор на слобода.

Процедурата PROMETHEE GDSS е исто така интегрирана во DECISION LAB преку дефинирање на неколку сценарија за проблем со иста одлука. Сценаријата ги делат истите списоци на алтернативи и критериуми, но можат да вклучуваат различни приоритетни функции, различни групи на тежини, па дури и различни проценки за некои критериуми. Секое сценарио може да се анализира одделно користејќи PROMETHEE и GAIA. Но, исто така е можно да се соберат сите сценарија и да се генерираат.



Слика 5.7. Рангирање на PROMETHEE, акциони профили, рамнина GAIA
Figure 5.7. PROMETHEE rankings, action profiles, GAIA plane



Слика 5.8. Движечки тежини
Figure 5.8. Walking weights

Рангирањето на групата PROMETHEE, како и рамнината на групата GAIA. Конфликтите меѓу носителите на одлуки можат лесно да се откријат и анализираат. На крајот од анализата, генераторот на извештаи за DECISION LAB може да произведе извештаи по мерка, вклучувајќи ги табелите и графиките што ги бара корисникот. Извештаите се во формат html за да можат лесно да се уредуваат во текст или да се објавуваат на хартија или на Интернет.

DECISION LAB може лесно да се поврзе со други програми, како на пример, бази на податоци. Неговиот сопствен интерфејс исто така може да се прилагоди на специфични потреби (специјално мени или дисплеј, дополнителни

модули за анализа). Следниот чекор во софтверот PROMETHEE е веб-имплементација што се развива под името Q-E-D (Мери-процени-одлучи).

5.5. Дефинирање на модел во процесот на донесување одлуки

Адаптација на условите за моделирање на процесот на донесување одлуки за оптимално донесување одлуки се прави во неколку фази и процесот на донесување одлуки може да се илустрира во следните фази:

1. Решавање на проблеми - првиот чекор во снимањето на низа проблеми;
2. Редослед на проблеми - нормално е дека секој проблем нема ист приоритет во решението, без оглед дали е привремен, во смисла на сложеност на решението и обем на работа;
3. Дефинирање на проблемот - Во оваа фаза се утврдуваат сите елементи на проблемот;
4. Внесени информации - дефинирање на проблемот заснован на базата на податоци;
5. Предвидување на иднината - имајќи предвид дека одлуката за третман на проблемот ќе се спроведе во иднина, потребно е оваа фаза да се вклучи како една од најважните, иако многу автори ја занемаруваат, односно не ја третираат во процесот на одлука;
6. Дефиниција на моделот - фаза во која моделот е дефиниран во процесот на донесување одлуки врз основа на претходните фази;
7. Моделирање - избор на модел, кој вклучува дефинирање дискретно (нумеричко) или аналогно решение за решавање на проблеми (модел), со употреба на соодветни методи и техники за моделирање;
8. Евалуација на резултатите - фаза на споредување на добиените резултати со очекуваните резултати на користените системи и нивно оценување;
9. Донесување одлуки - фаза на донесување одлуки на алтернативното решение донесено со моделирање, т.е. донесување одлука, без оглед дали е прифатено или не, или е потребно соодветно прилагодување;
10. Одлука / без одлука - фаза на извршување на одлуката без разлика дали има одлука. Ако нема одлука, таа може целосно или делумно да се реши, да се врати во системот;
11. Контрола на извршување - кога е донесена конечната одлука, треба да се обрне посебно внимание на контролата врз неговото извршување;
12. Анализа на последици - фаза во која мора да се анализираат последиците од извршувањето на одлуката врз реалните системи.

Доколку последиците се присутни, тогаш треба да се извршат анализи за да се отстранат со цел да се повторат во слична ситуација во претходниот процес на карактеризација.

5.5.1. Идентификување на факторите што имаат влијание во поставувањето и решавањето на проблемите

Врз основа на детално истражување на критериумите што влијаат на изборот на технологија и методот што треба да се користи за отстранување на карпестата маса, при отворање на автопат или во површински рудници, ќе бидат идентификувани факторите што влијаат на поставувањето на проблемот и при решавањето на проблеми.

Меѓу главните фактори кои влијаат на поставувањето на проблемот и решавањето на проблемите се:

1. Трошоците за дупчење на 1 [m²] на етажата;
2. Квалитет на дупчење на карпестата маса и ниво на пукнатини предизвикани на површината на етажата која е формирана;
3. Капацитет на машината за дупчење и методот на дупчење;
4. Времето на дупчење и потребниот број машини за дупчење;
5. Времето на полнење со експлозив на минските дупчотини;
6. Дијаметарот на дупчење;
7. Растојанието помеѓу дупчотините во редот и помеѓу редовите;
8. Влијанието на структурата на карпестата маса врз искористувањето на енергијата на експлозијата;
9. Димензии на одминирани парчиња помеѓу примарни дупчотини и контурни дупчотини;
10. Рационално искористување на енергијата од експлозивот;
11. Ниво на бучава во моментот на експлозија на контурните дупки;
12. Нивото на гасови ослободени за време на процесот на минирање.

При извршување на минирање во разни проекти, без оглед дали се работи на патишта или во површински рудници, секогаш мора да ги имаме предвид трошоците за минирање на контурите за дупчење на 1 [m²] карпеста маса, каде што цената на минирање на контурите секогаш треба да биде најниска што може.

Сите погоре споменати фактори влијаат на резултатите од минирањето на карпестата маса, но исто така влијаат и на трошоците за контурни минирања. Затоа е логично дека цената на минирањето на контурите е секогаш главниот

критериум, но не и единствениот критериум за избор на методот на контурни мински дупчотини.

Од оваа причина, има потреба да се применуваат методи за оптимизација со повеќе критериуми, со цел да се избере најсоодветната технологија и метод за изведување на контурни мински дупчотини.

Примената на теоријата на рангирање, примена на оптимизација со многу критериуми се изведува за неколку познати варијанти. Со оптимизација со повеќе критериуми ќе добиеме список на избрани варијанти, кои ќе бидат рангирани според критериумите и според извршената оптимизација.

5.5.2. Одредување на моделот

Целта на оваа докторска теза е да се утврди оптималната технологија и методи за минирање на карпестите маси, без да се предизвикаат пукнатини на етажата и новите косини што треба да се формираат.

Изборот на оптимална технологија и метода на контурни минирања, се врши преку оптимизација на повеќе критериуми а постапката за реализација на ова е според следниве чекори:

- Идентификација на алтернативни решенија
- Избор на критериуми за функции
- Одредување на критериумите на функциите
- Утврдување на нивните влијанија (тежини)
- Нормализација на тежини
- Избор на модел со повеќе критериуми
- Избор на метод за оптимизација со повеќе критериуми
- Модел решение
- Одредување на оптимално решение

5.5.3. Дефинирање на алтернативи

Утврдувањето на алтернативите е направено врз основа на *Поглавје 3* од оваа докторска теза, земајќи ги предвид економскиот и технолошкиот аспект на спроведувањето на овие алтернативи (методи) на терен.

Во *табела 5.6.* претставени се четири избрани алтернативи за понатамошна анализа и треба да се утврди најсоодветната алтернатива за примена.

Табела 5.3. Алтернативи
Table 5.3. Alternatives

No.Бр.	Alternatives/ Алтернативи	Symbol/ Ознака
1	Noncontinual charging cutting technique Техника на отсечување со дисконтинуирано полнење	A ₁
2	One line detonating cord cutting method Техника на отсечување со една линија детон. фитил	A ₂
3	Multi line detonating cord cutting method Техника на отсечување со повеќе линии од детон. фитил	A ₃
4	Pro – cutting method Метода на пред - цепање	A ₄

5.5.4. Идентификување и избор на критериуми

Земајќи ги предвид предодредените фактори кои влијаат на поставувањето и решавањето на проблемите, како и целосната анализа во *Поглавје 3*, се идентификуваат критериумите што имаат најголемо влијание врз моделот, кои ќе бидат презентирани подолу.

C1 - Овој критериум ги претставува трошоците за минирање на 1 [m²] карпеста маса, што мора да биде одминирани. На овие трошоци влијаат: геометријата на дупчењето, технологијата што се користи за изведување на минирањето, видот на експлозивот, видот на материјалот, бројот на работници, цената на експлозивот и средствата за иницирање, висината на надниците за работниците, трошоците за гориво, трошоците за масло, трошоците за опрема и одржување на машините за дупчење итн.

C2 - Овој критериум претставува квалитет на минирање на карпестата маса и ниво на пукнатини предизвикани од јачината на експлозија, и формирањето на етажата. Во овој случај, влијанието на експлозијата врз предизвикување пукнатини и растресување на етажата, треба да биде што е можно помало за да добиеме успешно контурно минирање а да остане здрава и безбедна етажа и косина односно берма.

Големо влијание на тоа имаат методот што се користи за контурни минирања, видот на употребениот експлозив и начинот на иницирање на дупчотините.

C3 - Овој критериум го претставува капацитетот на машината за дупчење. Капацитетот на машината за дупчење зависи од дијаметарот на дупчењето,

начинот на дупчење (со длабински чекан или надворешен чекан), структурата на карпестата маса и физичко-механичките карактеристики на карпестата маса. Капацитетот на машината за дупчење треба да биде максимален.

C4 - Овој критериум претставува потребен број машини за дупчење за реализација на одредена динамика на процесот на дупчење. Времето потребно за изведување на мински дупчотини и потребниот број машини за дупчење мора да биде минимално. Влијание врз ова има технологијата што се користи за изведување на дупчотините, потоа дијаметарот на дупчење, висината на етажата, физичко-механичките својства на карпестата маса, структурата на карпестата маса итн.

C5 - Овој критериум го претставува времето на извршување на процесот на полнење на минските дупчотини и потребниот број на работници за да ги наполнат дупчотините, каде што овој критериум секогаш треба да биде пресметан во минути. Влијание врз овој критериум е применетиот метод на контурни мински дупчотини, видот на експлозивот и средствата за иницирање што се користат за да се направи успешно дупчење и минирање, климатските услови, квалитетот на дупчењето итн.

C6 - Овој критериум го претставува дијаметарот на дупчење, кој мора да биде минимален, за да се овозможи најдобро искористување на енергијата на експлозивот, не дозволувајќи да има загуби, и да не се ослободува прекумерна енергија во процесот на минирање за да не се предизвика неконтролирани пукнатини во карпестата маса и на етажата што е формирана, туку само да се направат пукнатини меѓу две контурни дупчотини. Влијание врз овој критериум е видот на употребениот експлозив и геометријата на дупчењето.

C7 - Овој критериум претставува растојание помеѓу дупчотините во редот, каде што мора да биде што е можно поекономично, а применетиот метод на контурни минирања мора да биде максимално ефикасен а при поголеми растојанија помеѓу дупчотините во редот, цената на дупчење ќе биде помала. Физичко-механичките својства на карпестата маса, структурата на карпестата маса, видот на експлозивот и применетата метода на контурни минирања имаат влијание врз овој критериум.

C8 - Овој критериум претставува растојание помеѓу редовите, каде што за да биде што е можно поекономично, применетиот метод на контурни минирања мора да биде со минимални растојанија. Бидејќи колку што е помало растојанието помеѓу редовите, квалитетот на фрагментација на карпестата маса помеѓу контурните дупчотини и примарните дупчотини ќе биде подобро. Влијанието врз овој критериум има од физичко-механичките својства на карпестата маса, структурата на карпестата маса, видот на експлозивот и применетиот метод на минирање на контурни дупчотини.

C9 - Овој критериум претставува квалитет на фрагментација на карпи помеѓу примарните дупчотини и контурните дупчотини, каде што големината на

карпестите парчиња треба да биде што е можно помала, додека квалитетот на фрагментација треба да биде максимално ефикасен. Ова се постигнува со оптимално одредување на геометријата на дупчење, со примена на соодветен систем за иницирање и правилно ориентирање на правецот на минирање. Колку што е поголема фрагментацијата на карпестата маса, толку полесно ќе биде товарањето и транспортот на карпестите маси.

С10 - Овој критериум претставува искористување на енергија на експлозивот, каде што рационалното користење на енергија се врши со рамномерно распределување на количината на експлозив по должината на дупчотините. Рационалното искористување на енергија на експлозивот треба да биде максимална.

С11 - Овој критериум претставува ниво на бучава во моментот на иницирање на контурните дупчотини, што треба да биде што е можно минимално за да нема големо влијание врз околното население, машини и луѓе. Нивото на бучава се контролира врз основа на видот на употребениот експлозив, врз основа на количината на експлозивот и должината на детонаторскиот фитил (ако се користи), и видот на забавувањето со нонел конекторите и детонатори при извршувањето на контурните минирања.

С12 - Овој критериум го претставува нивото на испуштање гасови за време на процесот на минирање, каде што поради зачувување на животната средина и начинот на минирање мора да биде што е можно по еколошки, при што нивото на гасови мора да биде минимално. Нивото на ослободување на гасови се контролира според видот на експлозивот што се користи за извршување на контурните минирања и количината на експлозивот што се користи.

Критериумите избрани и опишани погоре се претставени во *Табела 5.4.*

Табела 5.4. Критериуми
Table 5.4. Criteria

No.	Criteria/ Критериуми	Symbol Ознака
1	The cost of cutting 1 [m ²] of rock mass/ Трошоци за цепање на 1м ² од масивот на етажата	C ₁
2	The cutting quality of the rock mass/ Квалитет на отсечениот дел од карпестиот масив	C ₂
3	Drilling machine capacity/ Капацитет на дупчалката	C ₃
4	The necessary number of drilling machines/ Потребен број на дупчалки	C ₄
5	Time of performing the drillings filling process/ Потребно време на дупчење	C ₅
6	The diameter of drilling/ Дијаметар на дупчење	C ₆
7	The distance between drillings on the row/ Растојание помеѓу дупчотините во редовите	C ₇
8	The distance between rows/ Растојание помеѓу редовите	C ₈
9	The quality of rock fragmentation between production drillings and contour drillings/ Квалитет на минираната карпеста маса помеѓу примарните и коонтурните дупки	C ₉
10	The utilisation of explosive's energy/ Искористување на енергијата од експлозивот	C ₁₀
11	The noise level at the moment of initiation of contour drillings/ Ниво на бучава при минрањето во моментот на иницирање	C ₁₁
12	The level of gases release during the explosion process/ Ниво на гасовити продукти за време на експлозија	C ₁₂

5.5.5. Утврдување на влијанијата (тежините) на критериумите

Секој од критериумите утврдени погоре има своја тежина во алтернативните решенија. Со цел да се утврдат тежините на критериумите за алтернативни решенија, се прави:

- Прецизна економска анализа на четирите алтернативи
- Се вршат консултации со инженер и други експерти од областа на површинската експлоатација и од областа на изградба на патишта
- Се прави пресметка на просечните тежини добиени од горенаведените постапки
- Анализа на резултатите добиени од минирањата извршени на различни места со примена на овие четири алтернативи

На овој начин се добиваат следниве тежини на функциите на критериумите, кои се претставени во *Табела 5.5*.

Табела 5.5. Тежини на критериумските функции
Table 5.5. Weight of criterion functions

No.	Criteria	Symbol	Weight
1	The cost of cutting 1 [m ²] of rock mass/ Трошоци за цепење на 1m ² од масивот на етажата	C ₁	10
2	The cutting quality of the rock mass/ Квалитет на отсечениот дел од карпестиот масив	C ₂	9
3	Drilling machine capacity/ Капацитет на дупчалката	C ₃	4
4	The necessary number of drilling machines/ Потребен број на дупчалки	C ₄	4
5	Time of performing the drillings filling process/ Потребно време на дупчење	C ₅	6
6	The diameter of drilling/ Дијаметар на дупчење	C ₆	8
7	The distance between drillings on the row/ Растојание помеѓу дупчотините во редовите	C ₇	9
8	The distance between rows/ Растојание помеѓу редовите	C ₈	5
9	The quality of rock fragmentation between production drillings and contour drillings/ Квалитет на минираната карпеста маса помеѓу примарните и коонтурните дупки	C ₉	6
10	The utilisation of explosive's energy/ Искористување на енергијата од експлозивот	C ₁₀	4
11	The noise level at the moment of initiation of contour drillings/ Ниво на бучава при минрањето во моментот на иницирање	C ₁₁	3
12	The level of gases release during the explosion process/ Ниво на гасовити продукти за време на експлозија	C ₁₂	3

5.5.6. Нормализирање на тежините и целта на критериумите

Другите критериуми ќе ги користат т.н. нормализирани тежини, т.е. збирот на тежините на критериумите мора да биде еднаков на 1. Откако тежината е нормализирана, Табела 5.6. ќе се добие, со давање на видот (цел) на критериумите.

Табела 5.6. Нормализирани тежини на критериумите и цели
Table 5.6. Normalized weights of criteria and purpose

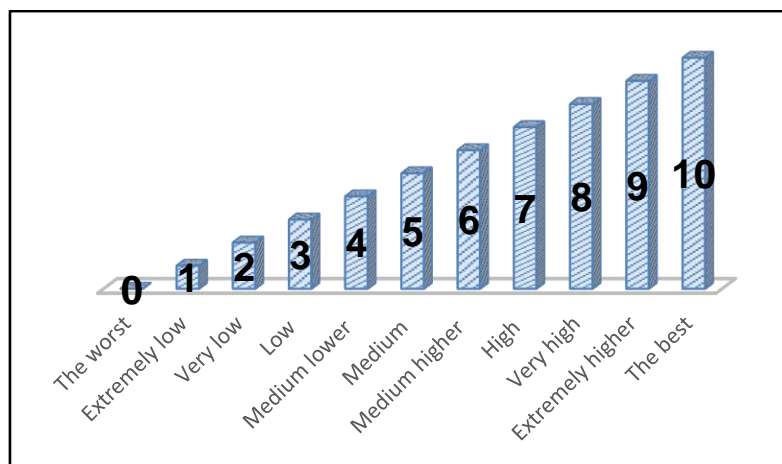
No.	Criteria (Критериум)	Symbol	Weight	Purpose
1	The cost of cutting 1 [m ²] of rock mass/ Трошоци за цепање на 1m ² од масивот на етажата	C ₁	0.14	min
2	The cutting quality of the rock mass/ Квалитет на отсечениот дел од карпестиот масив	C ₂	0.13	max
3	Drilling machine capacity/ Капацитет на дупчалката	C ₃	0.06	max
4	The necessary number of drilling machines/ Потребен број на дупчалки	C ₄	0.06	min
5	Time of performing the drillings filling process/ Потребно време на дупчење	C ₅	0.08	min
6	The diameter of drilling/ Дијаметар на дупчење	C ₆	0.11	min
7	The distance between drillings on the row/ Растојание помеѓу дупчотините во редовите	C ₇	0.13	max
8	The distance between rows/ Растојание помеѓу редовите	C ₈	0.07	min
9	The quality of rock fragmentation between production drillings and contour drillings/ Квалитет на минираната карпеста маса помеѓу примарните и коонтурните дупки	C ₉	0.08	max
10	The utilisation of explosive's energy/ Искористување на енергијата од експлозивот	C ₁₀	0.06	max
11	The noise level at the moment of initiation of contour drillings/ Ниво на бучава при минирањето во моментот на иницирање	C ₁₁	0.04	min
12	The level of gases release during the explosion process/ Ниво на гасовити продукти за време на експлозија	C ₁₂	0.04	min

5.5.7. Трансформација на квалитативните атрибути во квантитативни

По трансформацијата и евалуацијата на индивидуалните критериуми за секое алтернативно решение, добиваме модел на мулти-критериуми. (Табела 5.7.)

Во оваа табела се претставени вредностите на критериумите за секоја алтернатива и нивните нормализирани тежини.

Бидејќи моделот со повеќе критериуми се одредува со описни проценки, потребно е да се претворат во нумерички вредности. За таа цел, едноставно е да се користи линеарна скала на трансформација, прикажана на слика 5.9.



Слика 5.9. График на линеарна трансформација на квалитативните атрибути
Figure 5.9. The graph of linear transformation of attribute quality

Табела 5.7. Повеќекритериумски модел
Table 5.7. Multi-criteria model

Alternatives/ АЛТЕРНАТИВИ	Criteria/ КРИТЕРИУМИ											
	The cost of cutting 1 [m ²] of rock mass [€/m ²]	The cutting quality of the rock mass	Drilling machine capacity [m/shift]	The necessary number of drilling machines for the realization of certain dynamics of the drilling process [piece]	Time of performing the drillings filling process [h]	The diameter of drilling [mm]	The distance between drillings on the row [m]	The distance between rows [m]	The quality of rock fragmentation between production drillings and contour drillings	The utilisation of explosive's energy	The noise level at the moment of initiation of contour drillings	The level of gases release during the explosion process
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
Purpose/ ЦЕЛ	Min	Max	Max	Min	Min	Min	Max	Min	Min	Max	Min	Min
Alternative 1 A1	8.25	Very high	250	3	2	76	0.75	2	High	High	Medium	High
Alternative 2 A2	8.94	Very high	250	3	1.7	76	0.75	2	High	Medium	High	Very high
Alternative 3 A3	11.05	High	250	3	2.1	76	0.70	1.8	Medium lower	High	High	Very high
Alternative 4 A4	7.09	Medium	200	2	1	89	1.50	2.2	Extremely higher	Low	Low	Low
Weight w _j	0.14	0.13	0.06	0.06	0.08	0.11	0.13	0.07	0.08	0.06	0.04	0.04

5.5.8. Повеќекритериумски модел

Откако ќе се изврши процесот на трансформација на описни проценки во нумерички вредности, се добива повеќекритериумскиот модел што е претставен во Табела 5.8.

Табела 5.8. Трансформиран повеќекритериумски модел
Table 5.8. Transformed multi-criteria model

Alternatives/ АЛТЕРНАТИВИ	Criteria											
	The cost of cutting 1 [m ²] of rock mass [€/m ²]	The cutting quality of the rock mass	Drilling machine capacity [m/shift]	The necessary number of drilling machines for the realization of certain dynamics of the drilling process [piece]	Time of performing the drillings filling process [h]	The diameter of drilling [mm]	The distance between drillings on the row [m]	The distance between rows [m]	The quality of rock fragmentation between production drillings and contour drillings	The utilisation of explosive's energy	The noise level at the moment of initiation of contour drillings	The level of gases release during the explosion process
Purpose/ ЦЕЛИ	Min	Max	Max	Min	Min	Min	Max	Min	Min	Max	Min	Min
Alternative 1 A1	8.25	8	250	3	2	76	0.75	2	7	7	5	7
Alternative 2 A2	8.94	8	250	3	1.7	76	0.75	2	7	5	7	8
Alternative 3 A3	11.05	7	250	3	2.1	76	0.70	1.8	4	7	7	8
Alternative 4 A4	7.09	5	200	2	1	89	1.50	2.2	9	3	3	3
Weight/ Тежини	0.14	0.13	0.06	0.06	0.08	0.11	0.13	0.07	0.08	0.06	0.04	0.04

5.6. Решение на модел

Најчесто користениот метод на оптимизација при експлоатација е методот PROMETHEE, поради неговите предности во однос на другите методи на оптимизација. Со оглед дека овој метод е модел со повеќе критериуми, моделот ќе биде избран со употреба на методите PROMETHE I и PROMETHE II.

Методот PROMETHEE I ни дава делумно рангирање на алтернативите, додека методот PROMETHEE II ни дава комплетно рангирање на алтернативите.

Целосното рангирање на алтернативите на методот PROMETHEE II го класифицира овој метод како еден од најсоодветните методи за решавање на мулти-критериумски проблеми за оптимизација.

5.6.1. Решавање на повеќекритериумскиот модел со методот PROMETHEE

Врз основа на досегашните искуства во некои проекти за површинска експлоатација и во некои проекти за изградба на автопати и проблемите што се јавуваат при извршување на контурните минирања, а исто така, засновани на консултации со други инженери од областа на технологијата на дупчење и минирање, избрани се дванаесет (12) критериуми, кои имаат влијание врз контурните минирања.

Во основа, методот PROMETHEE користи пет генерализирани критериуми за да ги прикаже преференциите на донесувачот на одлуки за специфични критериуми.

Табела 5.9. Влезен модел
Table 5.9. Input model

Alternatives/ Алтернативи	Criteria/ Критериуми												
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	
Purpose/Цел	Min	Max	Max	Min	Min	Min	Max	Min	Min	Max	Min	Min	
A1	8.25	8	250	3	2	76	0.75	2	7	7	5	7	
A2	8.94	8	250	3	1.7	76	0.75	2	7	5	7	8	
A3	11.05	7	250	3	2.1	76	0.70	1.8	4	7	7	8	
A4	7.09	5	200	2	1	89	1.50	2.2	9	3	3	3	
Criterion character-istics	Weight/ Тежини	0.14	0.13	0.06	0.06	0.08	0.11	0.13	0.07	0.08	0.06	0.04	0.04
	Type/ Тип	V	III	II	II	V	II	V	V	I	III	III	I
	p, q	q = 0.5 p = 2	p = 2	q = 25	q = 0.5	q = 0.37 n = 0.97	p = 6.5	q = 0.37 p = 0.77	q = 0.12 n = 0.32	p = 2	p = 2		

Табела 5.10. Функција на преференции за алтернатива A_1
Table 5.10. Function of preference for A_1 alternative

C_1 – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_1(A_1) - C_1(A_s)$	$P_1 = (A_1, A_s)$
S=2	$8.25 - 8.94 = -0.69$	0.167
S=3	$8.25 - 11.05 = -2.80$	1
S=4	$8.25 - 7.09 = 1.16$	0
C_2 – Tip III - max		
(A_1, A_s)	$X=C_2(A_1) - C_2(A_s)$	$P_2 = (A_1, A_s)$
S=2	$8 - 8 = 0$	0
S=3	$8 - 7 = 1$	0.5
S=4	$8 - 5 = 3$	1
C_3 – Tip II - max		
(A_1, A_s)	$X=C_3(A_1) - C_3(A_s)$	$P_3 = (A_1, A_s)$
S=2	$250 - 250 = 0$	0
S=3	$250 - 250 = 0$	0
S=4	$250 - 200 = 50$	1
C_4 – Tip II - min		
(A_1, A_s)	$X=C_4(A_1) - C_4(A_s)$	$P_4 = (A_1, A_s)$
S=2	$3 - 3 = 0$	0
S=3	$3 - 3 = 0$	0
S=4	$3 - 2 = 1$	0
C_5 – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_5(A_1) - C_5(A_s)$	$P_5 = (A_1, A_s)$
S=2	$2 - 1.7 = 0.3$	0
S=3	$2 - 2.1 = -0.1$	0
S=4	$2 - 1 = 1$	0
C_6 – Tip II - min		
(A_1, A_s)	$X=C_6(A_1) - C_6(A_s)$	$P_6 = (A_1, A_s)$
S=2	$76 - 76 = 0$	0
S=3	$76 - 76 = 0$	0
S=4	$76 - 89 = -13$	1
C_7 – Tip V - max		
(A_1, A_s)	$X=C_7(A_1) - C_7(A_s)$	$P_7 = (A_1, A_s)$
S=2	$0.75 - 0.75 = 0$	0
S=3	$0.75 - 0.70 = 0.05$	0
S=4	$0.75 - 1.50 = -0.75$	0
C_8 – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_8(A_1) - C_8(A_s)$	$P_8 = (A_1, A_s)$
S=2	$2 - 2 = 0$	0
S=3	$2 - 1.8 = 0.2$	0
S=4	$2 - 2.2 = -0.2$	0.4
C_9 – Tip I - min		
(A_1, A_s)	$X=C_9(A_1) - C_9(A_s)$	$P_9 = (A_1, A_s)$
S=2	$7 - 7 = 0$	0
S=3	$7 - 4 = 3$	0
S=4	$7 - 9 = -2$	1
C_{10} – Tip III - max		

(A_1, A_s)	$X=C_{10}(A_1) - C_{10}(A_s)$	$P_{10} = (A_1, A_s)$
S=2	$7 - 5 = 2$	1
S=3	$7 - 7 = 0$	0
S=4	$7 - 3 = 4$	1

C₁₁ – Tip III - min		
(A_1, A_s)	$X=C_{11}(A_1) - C_{11}(A_s)$	$P_{11} = (A_1, A_s)$
S=2	$5 - 7 = -2$	1
S=3	$5 - 7 = -2$	1
S=4	$5 - 3 = 2$	0

C₁₂ – Tip I - min		
(A_1, A_s)	$X=C_{12}(A_1) - C_{12}(A_s)$	$P_{12} = (A_1, A_s)$
S=2	$7 - 8 = -1$	1
S=3	$7 - 8 = -1$	1
S=4	$7 - 3 = 4$	0

Табела 5.11. Функција на преференции за алтернатива A₂
Table 5.11. Function of preference for A₂ alternative

C₁ – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_1(A_1) - C_1(A_s)$	$P_1 = (A_1, A_s)$
S=1	$8.94 - 8.25 = 0.69$	0
S=3	$8.94 - 11.05 = -2.11$	1
S=4	$8.94 - 7.09 = 1.85$	0

C₂ – Tip I - max		
(A_1, A_s)	$X=C_2(A_1) - C_2(A_s)$	$P_2 = (A_1, A_s)$
S=1	$8 - 8 = 0$	0
S=3	$8 - 7 = 1$	1
S=4	$8 - 5 = 3$	1

C₃ – Tip V - max		
(A_1, A_s)	$X=C_3(A_1) - C_3(A_s)$	$P_3 = (A_1, A_s)$
S=1	$250 - 250 = 0$	0
S=3	$250 - 250 = 0$	0
S=4	$250 - 200 = 50$	1

C₄ – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_4(A_1) - C_4(A_s)$	$P_4 = (A_1, A_s)$
S=1	$3 - 3 = 0$	0
S=3	$3 - 3 = 0$	0
S=4	$3 - 2 = 1$	0

C₅ – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_5(A_1) - C_5(A_s)$	$P_5 = (A_1, A_s)$
S=1	$1.7 - 2 = -0.3$	1
S=3	$1.7 - 2.1 = -0.4$	1
S=4	$1.7 - 1 = 0.7$	0

C₆ – Tip V - min		
(A_1, A_s)	$X=C_6(A_1) - C_6(A_s)$	$P_6 = (A_1, A_s)$
S=1	$76 - 76 = 0$	0
S=3	$76 - 76 = 0$	0
S=4	$76 - 89 = -13$	1

C₇ – Tip V - max		
(A_1, A_s)	$X=C_7(A_1) - C_7(A_s)$	$P_7 = (A_1, A_s)$

S=1	$0.75 - 0.75 = 0$	0
S=3	$0.75 - 0.70 = 0.05$	1
S=4	$0.75 - 1.50 = -0.75$	0
C₈ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_8(A_1) - C_8(A_s)$	$P_8 = (A_1,A_s)$
S=1	$2 - 2 = 0$	0
S=3	$2 - 1.8 = 0.2$	0
S=4	$2 - 2.2 = -0.2$	1
C₉ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	$X=C_9(A_1) - C_9(A_s)$	$P_9 = (A_1,A_s)$
S=1	$7 - 7 = 0$	0
S=3	$7 - 4 = 3$	0
S=4	$7 - 9 = -2$	1
C₁₀ – Tip I - max		
(A₁,A_s)	$X=C_{10}(A_1) - C_{10}(A_s)$	$P_{10} = (A_1,A_s)$
S=1	$5 - 7 = -2$	0
S=3	$5 - 7 = -2$	0
S=4	$5 - 3 = 2$	1
C₁₁ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	$X=C_{11}(A_1) - C_{11}(A_s)$	$P_{11} = (A_1,A_s)$
S=1	$7 - 5 = 2$	0
S=3	$7 - 7 = 0$	0
S=4	$7 - 3 = 4$	0
C₁₂ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	$X=C_{12}(A_1) - C_{12}(A_s)$	$P_{12} = (A_1,A_s)$
S=1	$8 - 7 = 1$	0
S=3	$8 - 8 = 0$	0
S=4	$8 - 3 = 5$	0

Табела 5.12. Функција на преференции за алтернатива A₃
Table 5.12. Function of preference for A₃ alternative

C₁ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_1(A_1) - C_1(A_s)$	$P_1 = (A_1,A_s)$
S=1	$11.05 - 8.25 = 2.8$	0
S=2	$11.05 - 8.94 = 2.11$	0
S=4	$11.05 - 7.09 = 3.96$	0
C₂ – Tip I - max		
(A₁,A_s)	$X=C_2(A_1) - C_2(A_s)$	$P_2 = (A_1,A_s)$
S=1	$7 - 8 = -1$	0
S=2	$7 - 8 = -1$	0
S=4	$7 - 5 = 2$	1
C₃ – Tip V - max		
(A₁,A_s)	$X=C_3(A_1) - C_3(A_s)$	$P_3 = (A_1,A_s)$
S=1	$250 - 250 = 0$	0
S=2	$250 - 250 = 0$	0
S=4	$250 - 200 = 50$	1
C₄ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_4(A_1) - C_4(A_s)$	$P_4 = (A_1,A_s)$
S=1	$3 - 3 = 0$	0
S=2	$3 - 3 = 0$	0
S=4	$3 - 2 = 1$	0

C₅ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	X=C₅ (A₁) – C₅ (A_s)	P₅ = (A₁,A_s)
S=1	2.1 – 2 = 0.1	0
S=2	2.1 – 1.7 = 0.4	0
S=4	2.1 – 1 = 1.1	0
C₆ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	X=C₆ (A₁) – C₆ (A_s)	P₆ = (A₁,A_s)
S=1	76 – 76 = 0	0
S=2	76 – 76 = 0	0
S=4	76 – 89 = -13	1
C₇ – Tip V - max		
(A₁,A_s)	X=C₇ (A₁) – C₇ (A_s)	P₇ = (A₁,A_s)
S=1	0.70 – 0.75 = -0.05	0
S=2	0.70 – 0.75 = -0.05	0
S=4	0.70 – 1.50 = -0.80	0
C₈ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	X=C₈ (A₁) – C₈ (A_s)	P₈ = (A₁,A_s)
S=1	1.8 – 2 = -0.2	1
S=2	1.8 – 2 = -0.2	1
S=4	1.8 – 2.2 = -0.4	1
C₉ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	X=C₉ (A₁) – C₉ (A_s)	P₉ = (A₁,A_s)
S=1	4 – 7 = -3	1
S=2	4 – 7 = -3	1
S=4	4 – 9 = -5	1
C₁₀ – Tip I - max		
(A₁,A_s)	X=C₁₀ (A₁) – C₁₀ (A_s)	P₁₀ = (A₁,A_s)
S=1	7 – 7 = 0	0
S=2	7 – 5 = 2	1
S=4	7 – 3 = 4	1
C₁₁ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	X=C₁₁ (A₁) – C₁₁ (A_s)	P₁₁ = (A₁,A_s)
S=1	7 – 5 = 2	0
S=2	7 – 7 = 0	0
S=4	7 – 3 = 4	0
C₁₂ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	X=C₁₂ (A₁) – C₁₂ (A_s)	P₁₂ = (A₁,A_s)
S=1	8 – 7 = 1	0
S=2	8 – 8 = 0	0
S=4	8 – 3 = 5	0

Табела 5.13. Функција на преференции за алтернатива A₄

Table 5.13. Function of preference for A₄ alternative

C₁ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	X=C₁ (A₁) – C₁ (A_s)	P₁ = (A₁,A_s)
S=1	7.09 – 8.25 = -1.16	1
S=2	7.09 – 8.94 = -1.85	1
S=3	7.09 – 11.05 = -3.96	1
C₂ – Tip I - max		
(A₁,A_s)	X=C₂ (A₁) – C₂ (A_s)	P₂ = (A₁,A_s)
S=1	5 – 8 = -3	0

S=2	$5 - 8 = -3$	0
S=3	$5 - 7 = -2$	0
C₃ – Tip V - max		
(A₁,A_s)	$X=C_3 (A_1) - C_3 (A_s)$	$P_3 = (A_1,A_s)$
S=1	$200 - 250 = -50$	0
S=2	$200 - 250 = -50$	0
S=3	$200 - 250 = -50$	0
C₄ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_4 (A_1) - C_4 (A_s)$	$P_4 = (A_1,A_s)$
S=1	$2 - 3 = -1$	1
S=2	$2 - 3 = -1$	1
S=3	$2 - 3 = -1$	1
C₅ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_5 (A_1) - C_5 (A_s)$	$P_5 = (A_1,A_s)$
S=1	$1 - 2 = -1$	1
S=2	$1 - 1.7 = -0.7$	1
S=3	$1 - 2.1 = -1.1$	1
C₆ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_6 (A_1) - C_6 (A_s)$	$P_6 = (A_1,A_s)$
S=1	$89 - 76 = 13$	0
S=2	$89 - 76 = 13$	0
S=3	$89 - 76 = 13$	0
C₇ – Tip V - max		
(A₁,A_s)	$X=C_7 (A_1) - C_7 (A_s)$	$P_7 = (A_1,A_s)$
S=1	$1.50 - 0.75 = 0.75$	1
S=2	$1.50 - 0.75 = 0.75$	1
S=3	$1.50 - 0.70 = 0.80$	1
C₈ – Tip V - min		
(A₁,A_s)	$X=C_8 (A_1) - C_8 (A_s)$	$P_8 = (A_1,A_s)$
S=1	$2.2 - 2 = 0.2$	0
S=2	$2.2 - 2 = 0.2$	0
S=3	$2.2 - 1.8 = 0.4$	0
C₉ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	$X=C_9 (A_1) - C_9 (A_s)$	$P_9 = (A_1,A_s)$
S=1	$9 - 7 = 2$	0
S=2	$9 - 7 = 2$	0
S=3	$9 - 4 = 5$	0
C₁₀ – Tip I - max		
(A₁,A_s)	$X=C_{10} (A_1) - C_{10} (A_s)$	$P_{10} = (A_1,A_s)$
S=1	$3 - 7 = -4$	0
S=2	$3 - 5 = -2$	0
S=3	$3 - 7 = -4$	0
C₁₁ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	$X=C_{11} (A_1) - C_{11} (A_s)$	$P_{11} = (A_1,A_s)$
S=1	$3 - 5 = -2$	1
S=2	$3 - 7 = -4$	1
S=3	$3 - 7 = -4$	1
C₁₂ – Tip I - min		
(A₁,A_s)	$X=C_{12} (A_1) - C_{12} (A_s)$	$P_{12} = (A_1,A_s)$
S=1	$3 - 7 = -4$	1
S=2	$3 - 8 = -5$	1
S=3	$3 - 8 = -5$	1

На сличен начин се одредени вредностите на преферентните три алтернативи и се прикажани во табела 5.14.

Табела 5.14. Вредности на преферентната функција
Table 5.14. Preference function values

$P_1(a_1, a_2)$	= 0.167	$P_1(a_1, a_3)$	= 0	$P_1(a_1, a_4)$	= 0
$P_2(a_1, a_2)$	= 0	$P_2(a_1, a_3)$	= 0.5	$P_2(a_1, a_4)$	= 1
$P_3(a_1, a_2)$	= 0	$P_3(a_1, a_3)$	= 0	$P_3(a_1, a_4)$	= 1
$P_4(a_1, a_2)$	= 0	$P_4(a_1, a_3)$	= 0	$P_4(a_1, a_4)$	= 0
$P_5(a_1, a_2)$	= 0	$P_5(a_1, a_3)$	= 0	$P_5(a_1, a_4)$	= 0
$P_6(a_1, a_2)$	= 0	$P_6(a_1, a_3)$	= 0	$P_6(a_1, a_4)$	= 1
$P_7(a_1, a_2)$	= 0	$P_7(a_1, a_3)$	= 0	$P_7(a_1, a_4)$	= 0
$P_8(a_1, a_2)$	= 0	$P_8(a_1, a_3)$	= 0	$P_8(a_1, a_4)$	= 0.4
$P_9(a_1, a_2)$	= 0	$P_9(a_1, a_3)$	= 0	$P_9(a_1, a_4)$	= 1
$P_{10}(a_1, a_2)$	= 1	$P_{10}(a_1, a_3)$	= 0	$P_{10}(a_1, a_4)$	= 1
$P_{11}(a_1, a_2)$	= 1	$P_{11}(a_1, a_3)$	= 1	$P_{11}(a_1, a_4)$	= 0
$P_{12}(a_1, a_2)$	= 1	$P_{12}(a_1, a_3)$	= 1	$P_{12}(a_1, a_4)$	= 0
$P_1(a_2, a_1)$	= 0	$P_1(a_2, a_3)$	= 1	$P_1(a_2, a_4)$	= 0
$P_2(a_2, a_1)$	= 0	$P_2(a_2, a_3)$	= 0.5	$P_2(a_2, a_4)$	= 1
$P_3(a_2, a_1)$	= 0	$P_3(a_2, a_3)$	= 0	$P_3(a_2, a_4)$	= 1
$P_4(a_2, a_1)$	= 0	$P_4(a_2, a_3)$	= 0	$P_4(a_2, a_4)$	= 0
$P_5(a_2, a_1)$	= 0	$P_5(a_2, a_3)$	= 0.05	$P_5(a_2, a_4)$	= 0
$P_6(a_2, a_1)$	= 0	$P_6(a_2, a_3)$	= 0	$P_6(a_2, a_4)$	= 1
$P_7(a_2, a_1)$	= 0	$P_7(a_2, a_3)$	= 0	$P_7(a_2, a_4)$	= 0
$P_8(a_2, a_1)$	= 0	$P_8(a_2, a_3)$	= 0	$P_8(a_2, a_4)$	= 0.4
$P_9(a_2, a_1)$	= 0	$P_9(a_2, a_3)$	= 0	$P_9(a_2, a_4)$	= 1
$P_{10}(a_2, a_1)$	= 0	$P_{10}(a_2, a_3)$	= 0	$P_{10}(a_2, a_4)$	= 1
$P_{11}(a_2, a_1)$	= 0	$P_{11}(a_2, a_3)$	= 0	$P_{11}(a_2, a_4)$	= 0
$P_{12}(a_2, a_1)$	= 0	$P_{12}(a_2, a_3)$	= 0	$P_{12}(a_2, a_4)$	= 0
$P_1(a_3, a_1)$	= 0	$P_1(a_3, a_2)$	= 0	$P_1(a_3, a_4)$	= 0
$P_2(a_3, a_1)$	= 0	$P_2(a_3, a_2)$	= 0	$P_2(a_3, a_4)$	= 0
$P_3(a_3, a_1)$	= 0	$P_3(a_3, a_2)$	= 0	$P_3(a_3, a_4)$	= 1
$P_4(a_3, a_1)$	= 0	$P_4(a_3, a_2)$	= 0	$P_4(a_3, a_4)$	= 0
$P_5(a_3, a_1)$	= 0	$P_5(a_3, a_2)$	= 0	$P_5(a_3, a_4)$	= 0

$P_6(a_3, a_1) = 0$	$P_6(a_3, a_2) = 0$	$P_6(a_3, a_4) = 1$
$P_7(a_3, a_1) = 0$	$P_7(a_3, a_2) = 0$	$P_7(a_3, a_4) = 0$
$P_8(a_3, a_1) = 0.4$	$P_8(a_3, a_2) = 0.4$	$P_8(a_3, a_4) = 1$
$P_9(a_3, a_1) = 1$	$P_9(a_3, a_2) = 1$	$P_9(a_3, a_4) = 1$
$P_{10}(a_3, a_1) = 0$	$P_{10}(a_3, a_2) = 1$	$P_{10}(a_3, a_4) = 1$
$P_{11}(a_3, a_1) = 0$	$P_{11}(a_3, a_2) = 0$	$P_{11}(a_3, a_4) = 0$
$P_{12}(a_3, a_1) = 0$	$P_{12}(a_3, a_2) = 0$	$P_{12}(a_3, a_4) = 0$
$P_1(a_4, a_1) = 0.44$	$P_1(a_4, a_2) = 0.9$	$P_1(a_4, a_3) = 1$
$P_2(a_4, a_1) = 0$	$P_2(a_4, a_2) = 0$	$P_2(a_4, a_3) = 0$
$P_3(a_4, a_1) = 0$	$P_3(a_4, a_2) = 0$	$P_3(a_4, a_3) = 0$
$P_4(a_4, a_1) = 1$	$P_4(a_4, a_2) = 1$	$P_4(a_4, a_3) = 1$
$P_5(a_4, a_1) = 1$	$P_5(a_4, a_2) = 0.55$	$P_5(a_4, a_3) = 1$
$P_6(a_4, a_1) = 0$	$P_6(a_4, a_2) = 0$	$P_6(a_4, a_3) = 0$
$P_7(a_4, a_1) = 0.95$	$P_7(a_4, a_2) = 0.95$	$P_7(a_4, a_3) = 1$
$P_8(a_4, a_1) = 0$	$P_8(a_4, a_2) = 0$	$P_8(a_4, a_3) = 0$
$P_9(a_4, a_1) = 0$	$P_9(a_4, a_2) = 0$	$P_9(a_4, a_3) = 0$
$P_{10}(a_4, a_1) = 0$	$P_{10}(a_4, a_2) = 0$	$P_{10}(a_4, a_3) = 0$
$P_{11}(a_4, a_1) = 1$	$P_{11}(a_4, a_2) = 1$	$P_{11}(a_4, a_3) = 1$
$P_{12}(a_4, a_1) = 1$	$P_{12}(a_4, a_2) = 1$	$P_{12}(a_4, a_3) = 1$

Одредување на индексот на преференција:

$$IP(a_i, a_s); i = \overline{1.4}; s = \overline{1.4}; j = \overline{1.7} \quad i \neq s$$

Индексот на преференција на првата алтернатива во однос другите изнесува:

$$IP(a_1, a_2) = 0.14 \cdot 0.167 + 0.06 \cdot 1 + 0.04 \cdot 1 + 0.04 \cdot 1 = 0.1634$$

$$IP(a_1, a_3) = 0.14 \cdot 1 + 0.13 \cdot 0.5 + 0.04 \cdot 1 + 0.04 \cdot 1 = 0.285$$

$$IP(a_1, a_4) = 0.13 \cdot 1 + 0.06 \cdot 1 + 0.11 \cdot 1 + 0.07 \cdot 0.4 + 0.08 \cdot 1 + 0.06 \cdot 1 = 0.468$$

Дефиницијата на индексот на преференции се изведува за секоја од алтернативите (A_i, A_s), со степенот на преферирање A_i наспроти вкупниот A_s и со вклучувањето на карактеристиките на одделните критериуми.

Графичкиот поим од висок степен може да се користи за анализа, односно график чии јадра се дозволени алтернативи.

Оценетиот график на висок степен го одредува текот на влез и излез за секоја база. Притоа, ги одредуваме главните индекси на преференции за алтернативната A_1 , во споредба со другите алтернативни AS јадра.

Мрежниот тек е разликата помеѓу влезниот и излезниот тек. Анализата утврди дека колку е поголем излезот, толку повеќе алтернативи преовладуваат во алтернативата A_1 и колку е помал влезниот тек, толку е помал бројот на други алтернативи што ќе доминираат во A_1 .

Мрежниот тек е валиден доколку што е повисок овој резултат, и алтернативата A_i има повисоко место во рангирањето. PROMETHEE II методот во однос на методот PROMETHEE I се разликува само во неколку чекори, што би го одредиле целосното рангирање на алтернативите по делумното рангирање.

По пресметката, индексите на преференции, влез, излез и индекси на мрежниот тек се прикажани во табелата подолу.

Табела 5.15. Индекси на преференции, влез, излез и мрежен тек
Table 5.15. Indices of preferences, input, output, and net flow

	A_1	A_2	A_3	A_4	Φ^+	Φ
A_1	0.00	0.16	0.29	0.47	0.31	0.134
A_2	0.00	0.00	0.21	0.47	0.23	-0.029
A_3	0.11	0.17	0.00	0.38	0.22	-0.109
A_4	0.41	0.43	0.49	0.00	0.44	0.004
Φ^-	0.17	0.25	0.33	0.44		

5.6.1.1 Решавање на моделот со методот PROMETHEE I

Фазата на одредување на редоследот на поделба и матрицата на највисоката оценка според методот PROMETHEE I е дадена во Табела 5.17 и 5.18.

Табела 5.16. Утврдување на делумно рангирање
Table 5.16. Determining of the partial ranking

	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	-	ДА	ДА	НЕ
A_2	НЕ	-	ДА	НЕ
A_3	НЕ	НЕ	-	НЕ
A_4	НЕ	НЕ	НЕ	-

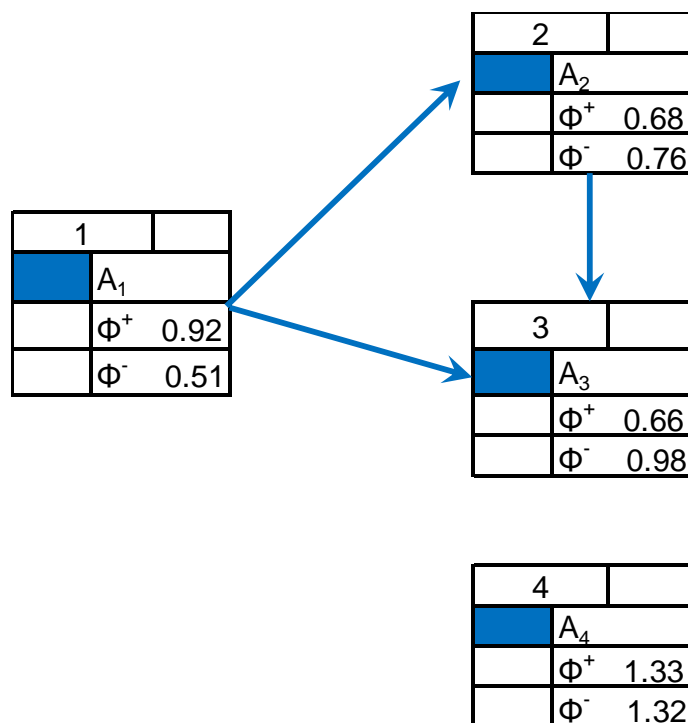
Табела 5.17. Матрица на високи рангирања
Table 5.17. Matrix at higher ranks

	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	-	1	1	0
A_2	0	-	1	0
A_3	0	0	-	0
A_4	0	0	0	-

Податоците од повисок степен обезбедуваат можност за одредување на делумно рангирање на алтернативни решенија според методот PROMETHEE I.

Табела 5.18. Делумно рангирање според методот PROMETHEE I
Table 5.18. A partial ranking under PROMETHEE I method

Alternatives/ Алтернативи	Symbol/Симбол	Preferred over/ Преферира над
Alternative I	A ₁	A ₂ , A ₃
Alternative II	A ₂	A ₃
Alternative III	A ₃	Not preferred/ Не преферира
Alternative IV	A ₄	Not preferred/ Не преферира

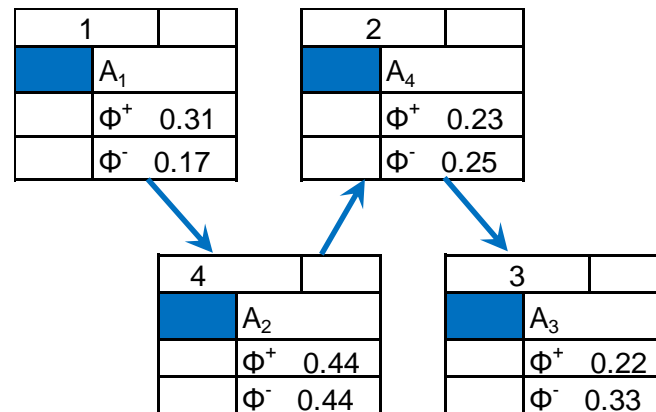


Слика 5.10. График за делумно рангирање на алтернативите со методот PROMETHEE I

Figure 5.10. Graph for partial ranking of the alternatives with PROMETHEE I method

5.6.1.2 Решавање на моделот со методот PROMETHEE II

Редоследот на алтернативите според методот PROMETHEE II се заснова на мрежен протокок. На слика 5.11. е дијаграм на мрежен проток на алтернативни јадра, според методот PROMETHEE II и графички рангирање на алтернативи според овој метод.



Слика 5.11. График за рангирање на алтернативите со методот PROMETHEE II
Figure 5.11. Graph for ranking of the alternatives with PROMETHEE II method

Конечното рангирање на четирите алтернативи според методот на оптимизирање на критериумите со мулти-критериумски метод PROMETHEE II ќе биде како во Табела 5.19.

Табела 5.19. Конечно рангирање на алтернативи засновано на методот PROMETHEE II

Table 5.19. Final ranking of alternatives based on the method PROMETHEE II

Alternatives/ Алтернативи	Symbol/ Симбол	Φ	Ranking/ РАНГ
Noncontinual charging cutting technique/ Дисконтинуирано полнење со отсечување	A ₁	0.134	1
One line detonating cord cutting method/ Метода на отсечување со детонаторски фитил поставен во една линија	A ₂	-0.029	3
Multi line detonating cord cutting method/ Метода на отсечување со детонаторски фитил поставен во повеќе линии	A ₃	-0.109	4
Pro – cutting method/ Метод на предцепење	A ₄	0.004	2

5.6.1.3 Рангирање на алтернативи според PROMETHEE I и PROMETHEE II

Резултатите постигнати по примената на методите на мулти-критериуми PROMETHEE I и PROMETHEE II покажаа дека решението според двете е идентично. Конечниот ранг на четирите алтернативи е: A1-A3-A4-A2. Според резултатите добиени со решавање на моделот на повеќе критериуми, како оптимално решение за следната апликација, е претставено во Табела 5.20

Табела 5.20. Рангирање на алтернативи засновани врз повеќе-критериумски методи PROMETHEE I и PROMETHEE II

Table 5.20. Ranking of alternatives based on multi-criteria methods PROMETHEE I and PROMETHEE II

Alternatives/ Алтернативи	PROMETHEE I Preferred over/ Преферира над	PROMETHEE II Rank/ РАНГ
A ₁	A ₂ , A ₃	1
A ₂	A ₃	3
A ₃	Not preferred/ НЕ преферира	4
A ₄	Not preferred/ НЕ преферира	2

6.0. ПОДГОТОВКА И ИЗВЕДУВАЊЕ НА МИНИРАЊАТА

Подготовката и извршувањето на минирањата значи дејствие што треба да се преземеме за да се овозможи завршување на минирањата со ефикасни и сигурни резултати.

Подготовката и извршувањето на минирањето вклучува: пресметки што треба да се направат за да се утврди количината на експлозив, дефинирање на начинот на иницирање и иницијалните средства потребни за извршување на минирањето, да се утврди процесот на полнење на дупчотините со експлозив и одреди поврзувањето на минската серија.

6.1. ПРЕСМЕТКА НА ПОТРЕБНА КОЛИЧИНА НА ЕКСПЛОЗИВ ЗА МИНИРАЊЕ

Врз основа на параметрите за дупчење прикажани во *Табела 4.4.*, *Табела 4.5.*, *Табела 4.6.* и *Табела 4.7.*, за сите следни случаи, ќе се извршат пресметки на количината на експлозив, волуменот на одминиран материјал, специфичната потрошувачка на експлозив за примарни дупчотини, специфичната потрошувачка на експлозив за контурни дупчотини, и одредување на иницијалните средства за примарни и контурни дупчотини.

За да се пресмета количината на експлозив за примарните дупчотини, мора да биде одредена должината на чепот, со цел да се одреди должината на експлозивното полнење во дупките, во зависност од должината на дупчотината, а за контурните дупчотини, должината на полнење не е точно утврдена, бидејќи овие дупчотини не се зачепуваат, а нивното полнење е наизменично - дисконтинуирано.

Определувањето на должината на чепот, се пресметува преку следните релации:

$$L_c = (0.7 \div 1.0) \cdot W = (0.7 \div 1.0) \cdot 2.8 = 1.96 \div 2.8 \text{ [m]}$$

$$L_c = (20 \div 35) \cdot d_h = (20 \div 35) \cdot 0.089 = 1.78 \div 3.12 \text{ [m]}$$

$$L_c = (0.8 \div 1.2) \cdot b = (0.8 \div 1.2) \cdot 2.8 = 2.24 \div 3.36 \text{ [m]}$$

Врз основа на досегашното искуство, третиот образец, кој го зема предвид растојанието помеѓу редовите, има добри резултати во праксата и оваа равенка е утврдена по анализирање на стотици минирања извршени на различни места на слични карпи од варовник.

Соодветно е усвоено: $l_c = 2,8 \text{ [m]}$, додека за должина на дупчење $l_d = 4 \text{ [m]}$, се усвојува должината на чепот: $l_c = 2 \text{ [m]}$.

Пресметките ќе бидат направени во табеларна форма со Microsoft Excel.

За да се направат пресметките на експлозив за примарните дупчотини, ќе се користи равенката:

$$Q_e = \sum_{i=1}^n \frac{\pi \cdot d_h^2}{4} \cdot [(l_{hi} - l_s) \cdot n_h] \cdot \Delta \quad 6.1.$$

За да се направат пресметките на експлозив за контурни дупчотини, ќе се користи равенката:

$$Q_{ec} = \sum_{i=1}^n \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \cdot \left(\frac{l_{hi}}{l_p + l_e} + 1 \right) \cdot l_p \cdot \Delta \cdot n_h \quad 6.2.$$

Каде се:

d_p – дијаметар на патрониран експлозив [m]

l_d – должина на дучотините [m]

l_p – должина на патрониран експлозив [m]

l_e – должина на празни меѓу-чепови (делови) [m]

l_c – должина на чепот [m]

Δ – густина на експлозивот [kg/m³]

N_d – број на дупчотини

6.1.1. Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, случај за автопат патека

Табела 6.1. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волумен на одминираниот материјал

Table 6.1. Calculation of the necessary material for to do the blasting, the specific charge, the overall length of drilling and the volume of blasted material

Project		"Kosovo Motorway Project"								
Region – Municipality		Prizren - Prizren								
Detonating company		"Jaha Company"								
Date of detonation										
Naming/ Параметар	Symbol/ Ознака	Contour/ Контурни минирања				Production/Примарни миирања				
		Total	Unit	Total	Unit	Total	Unit	Total	Unit	
Group		G,1	G,2			G.1	G.2	G.3		
Total drilling length	L_d	496	496	992	m'	236	240	244	720	m'
Number of holes	n_h	40	40	80	holes	20	20	20	60	holes
Distance between holes	a	0.75	0.75		m'	2.8	2.8	2.8		m'
Distance between rows	b	2	2		m'	2.8	2.8	2.8		m'
Hole diameter	d_h	76	76		mm	89	89	89		mm
Drilling angle	α, β	63	63		°	63	63	63		°
Stemming	l_s	8.8	8.8		m'	2.8	2.8	2.8		m'
Cartridge diameter	d_p	27	27		mm	89	89	89		mm
Cartridge length	l_p	25.00	25.00		cm	33.00	33.00	33.00		cm
Compression	C	0%	0%		%	4%	4%	4%		%
Explosive density	Δ	1.15	1.15		g/cm ³	0.85	0.85	0.85		g/cm ³
Effective diameter of compression	d^1	27.000	27.000		mm	90.835	90.835	90.835		mm
Effective length of compression	l^1	25	25		cm	31.68	31.68	31.68		cm
Drilling length	l_h	12.4	12.4		m'	11.8	12	12.2		m'
Volume of rock per hole	V_h	14.923	14.923		m ³	78.509	78.338	78.167		m ³
Average rock height	h	9.948	9.948		m'	10.014	9.992	9.970		m'
Cartridge mass	q_s	0.165	0.165		kg	1.744	1.744	1.744		kg
Calculated number of cartridges in hole	n_c	14.59	14.59		pcs.	28.41	29.04	29.67		pcs.
Estimated number of cartridges	n_{ec}	15	15		pcs.	28	29	30		pcs.
Filling length	l_{ch}	3.65	3.65		m'	9.00	9.20	9.40		m'
Hole filling in m'	Q_m	0.66	0.66		kg/m	5.51	5.51	5.51		kg/m
Filling of a hole	Q_h	2.40	2.40		kg	49.55	50.65	51.75		kg
Specific consumption of EXP.	q_{sch}	0.26	0.26	0.29	kg/m ²	0.63	0.65	0.66	0.65	kg/m ³
Subdrilling	Q	1.10	1.10		kg	0.50	0.70	0.90		kg
Total filling amount with EXP.	V	96.0	96.006	192.0	kg	990.99	1013.01	1035.0	3039.0	kg
Measure the volume of obtained	V_{md}	596.91	596.91	1193.8	m ³	1570.2	1566.76	1563.3	4700.3	m ³
Detonating cord	L_f	546	546	1092.0	m'	302	306	310	918.0	m'
The length of cut cartridge	l_p	25	25		cm					
The distance between cartridges on detonating cord	l_p	60	60		cm					
The number of empty parts with charged parts	N_{ec}	14.59	14.59		pcs.					
The number of cartridges	N_p	16	16		pcs.					
The number of empty parts	N_e	15	15		parts					
The length of cgarqing with empty parts	l_{ce}	12.65	12.65		m					
Explosive patrons	N_{pt}	584	584	1167	Patr.					

6.1.2. Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, случај за рудник

Табела 6.2. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волуменот на одминираниот материјал

Table 6.2. Calculation of the necessary material for to do the blasting, the specific charge, the overall length of drilling and the volume of blasted material

Naming	Symbol	Contour/ Контурни минирања			Production/ Примарни минирања				
		Total	Unit	Total	Unit	Total	Unit	Total	Unit
Project		"Prishtinë - Hani i Elezit Motorway Project"							
Region – Municipality		Ferizaj - Kaçanik							
Detonating company		"Jaha Company"							
Date of detonation		-----							
Group		G.1	G.2		G.1	G.2	G.3		
Total drilling length	L _d	460	460	920	m'	218	222	226	666 m'
Number of holes	n _h	40	40	80	holes	20	20	20	60 holes
Distance between holes	a	0.75	0.75		m'	2.8	2.8	2.8	m'
Distance between rows	b	2	2		m'	2.8	2.8	2.8	m'
Hole diameter	d _h	76	76		mm	89	89	89	mm
Drilling angle	α,β	75	75		°	75	75	75	°
Stemming	l _s	8.1	8.1		m'	2.8	2.8	2.8	m'
Cartridge diameter	d _p	27	27		mm	89	89	89	mm
Cartridge length	l _p	25.00	25.00		cm	33.00	33.00	33.00	cm
Compression	C	0%	0%		%	4%	4%	4%	%
Explosive density	Δ	1.15	1.15		g/cm ³	0.85	0.85	0.85	g/cm ³
Effective diameter of compression	d ^f	27.000	27.000		mm	90.835	90.835	90.835	mm
Effective length of compression	l ^f	25	25		cm	31.68	31.68	31.68	cm
Drilling length	l _h	11.5	11.5		m'	10.9	11.1	11.3	m'
Volume of rock per hole	V _h	15.012	15.012		m ³	78.624	78.571	78.517	m ³
Average rock height	h	10.008	10.008		m'	10.029	10.022	10.015	m'
Cartridge mass	q _s	0.165	0.165		kg	1.744	1.744	1.744	kg
Calculated number of cartridges in hole	n _c	13.53	13.53		pcs.	25.57	26.20	26.83	pcs.
Estimated number of cartridges	n _{ec}	14	14		pcs.	26	26	27	pcs.
Filling length	l _{ch}	3.38	3.38		m'	8.10	8.30	8.50	m'
Hole filling in m'	Q _m	0.66	0.66		kg/m	5.51	5.51	5.51	kg/m
Filling of a hole	Q _h	2.23	2.23		kg	44.59	45.70	46.80	kg
Specific consumption of EXP.	q _{sch}	0.26	0.26	0.29	kg/m ²	0.57	0.58	0.60	0.58 kg/m ³
Subdrilling	Q	1.10	1.10		kg	0.50	0.70	0.90	kg
Total filling amount with EXP.	V	89.0	89.038	178.1	kg	891.892	913.914	935.936	2741.7 kg
Measure the volume of obtained	V _{md}	600.49	600.49	1201.0	m ³	1572.48	1571.41	1570.35	4714.2 m ³
Detonating cord	L _r	510	510	1020.0	m'	284	288	292	864.0 m'
The length of cut cartridge	l _p	25	25		cm				
The distance between cartridges on detonating cord	l _p	60	60		cm				
The number of empty parts with charged parts	N _{ec}	13.53	13.53		pcs.				
The number of cartridges	N _p	15	15		pcs.				
The number of empty parts	N _e	14	14		parts				
The length of charging with empty parts	l _{ce}	11.75	11.75		m				
Explosive patrons	N _{pt}	541	541	1082	Patrons				

6.1.3. Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се под агол од 90°, во случај за траса на автопат

Табела 6.3. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волумен на одминираниот материјал

Table 6.3. Calculation of the necessary material for to do the blasting, the specific charge, the overall length of drilling and the volume of blasted material

Project		"Kosovo Motorway Project"									
Region – Municipality		Prizren - Prizren									
Detonating company		"Jaha Company"									
Date of detonation											
Naming/ Параметри	Symbol	Contour/ Контурно минирање				Production/ Примарно минирање					
		Total		Unit		Total		Unit			
Group		G.1	G.2			G.1	G.2	G.3	G.4		
Total drilling length	L _d	500	500	1000	m'	80	210	214	218	722	m'
Number of holes	n _h	40	40	80	holes	20	20	20	20	80	holes
Distance between holes	a	0.75	0.75		m'	2.8	2.8	2.8	2.8		m'
Distance between rows	b	2	2		m'	2.8	2.8	2.8	2.8		m'
Hole diameter	d _h	76	76		mm	89	89	89	89		mm
Drilling angle	α,β	63	63		°	90	90	90	90		°
Stemming	l _s	8.8	8.8		m'	2	2.8	2.8	2.8		m'
Cartridge diameter	d _p	27	27		mm	89	89	89	89		mm
Cartridge length	l _p	25.00	25.00		cm	33.00	33.00	33.00	33.00		cm
Compression	C	0%	0%		%	4%	4%	4%	4%		%
Explosive density	Δ	1.15	1.15		g/cm ³	0.85	0.85	0.85	0.85		g/cm ³
Effective diameter of compression	d ^f	27.000	27.000		mm	90.835	90.835	90.835	90.835		mm
Effective length of compression	l ^f	25	25		cm	31.68	31.68	31.68	31.68		cm
Drilling length	l _h	12.5	12.5		m'	4	10.5	10.7	10.9		m'
Volume of rock per hole	V _h	15.056	15.056		m ³	31.360	78.400	78.400	78.400		m ³
Average rock height	h	10.038	10.038		m'	4.000	10.000	10.000	10.000		m'
Cartridge mass	q _s	0.165	0.165		kg	1.744	1.744	1.744	1.744		kg
Calculated number of cartridges in hole	n _c	14.71	14.71		pcs.	6.31	24.31	24.94	25.57		pcs.
Estimated number of cartridges	n _{ec}	15	15		pcs.	6	24	25	26		pcs.
Filling length	l _{ch}	3.68	3.68		m'	2.00	7.70	7.90	8.10		m'
Hole filling in m'	Q _m	0.66	0.66		kg/m	5.51	5.51	5.51	5.51		kg/m
Filling of a hole	Q _h	2.42	2.42		kg	11.01	42.39	43.49	44.59		kg
Specific consumption of EXP.	q _{sch}	0.26	0.26	0.29	kg/m ²	0.35	0.54	0.55	0.57	0.53	kg/m ³
Subdrilling	Q	1.10	1.10		kg	0.00	0.50	0.70	0.90		kg
Total filling amount with EXP.	V	96.8	96.780	193.6	kg	220.2	847.8	869.9	891.9	2829.8	kg
Measure the volume of obtained	V _{md}	602.25	602.25	1204.5	m ³	627.2	1568.0	1568.0	1568.0	5331.2	m ³
Detonating cord	L _f	550	550	1100.0	m'	146	276	280	284	986.0	m'
The length of cut cartridge	l _p	25	25		cm						
The distance between cartridges on detonating cord	l _p	60	60		cm						
The number of empty parts with charged parts	N _{ec}	14.71	14.71		pcs.						
The number of cartridges	N _p	16	16		pcs.						
The number of empty parts	N _e	15	15		parts						
The length of charging with empty parts	l _{ce}	12.75	12.75		m						
Explosive patrons	N _{pt}	588	588	1176	Patr.						

6.1.4. Пресметки за минско поле во кое примарните дупчотини се под агол од 90°, во случај за рудник

Табела 6.4. Пресметка на потребниот материјал за минирање, специфично полнење, целокупната должина на дупчотините и волуменот на одминираниот материјал

Table 6.4. Calculation of the necessary material for to do the blasting, the specific charge, the overall length of drilling and the volume of blasted material

Project		"Prishtinë - Hani i Elezit Motorway Project"									
Region – Municipality		Ferizaj - Kaçanik									
Detonating company		"Jaha Company"									
Date of detonation											
Naming/ Параметри	Symbol	Contour/ Контурно минирање				Production/ Примарно минирање					
		Total		Unit		Total		Unit			
Group		G.1	G.2			G.1	G.2	G.3	G.4		
Total drilling length	L _d	460	460	920	m'	210	214	218	218.8	860.8	m'
Number of holes	n _h	40	40	80	holes	20	20	20	20	80	holes
Distance between holes	a	0.75	0.75		m'	2.8	2.8	2.8	2.8		m'
Distance between rows	b	2	2		m'	2.8	2.8	2.8	2.8		m'
Hole diameter	d _h	76	76		mm	89	89	89	89		mm
Drilling angle	α,β	75	75		°	90	90	90	85		°
Stemming	l _s	8.1	8.1		m'	2.8	2.8	2.8	2.8		m'
Cartridge diameter	d _p	27	27		mm	89	89	89	89		mm
Cartridge length	l _p	25.00	25.00		cm	33.00	33.00	33.00	33.00		cm
Compression	C	0%	0%		%	4%	4%	4%	4%		%
Explosive density	Δ	1.15	1.15		g/cm ³	0.85	0.85	0.85	0.85		g/cm ³
Effective diameter of compression	d ¹	27.000	27.000		mm	90.835	90.835	90.835	90.835		mm
Effective length of compression	l ¹	25	25		cm	31.68	31.68	31.68	31.68		cm
Drilling length	l _h	11.5	11.5		m'	10.5	10.7	10.9	10.94		m'
Volume of rock per hole	V _h	15.012	15.012		m ³	78.400	78.400	78.400	78.387		m ³
Average rock height	h	10.008	10.008		m'	10.000	10.000	10.000	9.998		m'
Cartridge mass	q _s	0.165	0.165		kg	1.744	1.744	1.744	1.744		kg
Calculated number of cartridges in hole	n _c	13.53	13.53		pcs.	24.31	24.94	25.57	25.69		pcs.
Estimated number of cartridges	n _{ec}	14	14		pcs.	24	25	26	26		pcs.
Filling length	l _{ch}	3.38	3.38		m'	7.70	7.90	8.10	8.14		m'
Hole filling in m'	Q _m	0.66	0.66		kg/m	5.51	5.51	5.51	5.51		kg/m
Filling of a hole	Q _h	2.23	2.23		kg	42.39	43.49	44.59	44.81		kg
Specific consumption of EXP.	q _{sch}	0.26	0.26	0.29	kg/m ²	0.54	0.55	0.57	0.57	0.56	kg/m ²
Subdrilling	Q	1.10	1.10		kg	0.50	0.70	0.90	0.90		kg
Total filling amount with EXP.	V	89.0	89.038	178.1	kg	847.85	869.87	891.89	896.30	3505.9	kg
Measure the volume of obtained	V _{md}	600.49	600.49	1201.0	m ³	1568.0	1568.0	1568.0	1567.7	6271.7	m ³
Detonating cord	L _r	510	510	1020.0	m'	276	280	284	284.8	1124.8	m'
The length of cut cartridge	l _p	25	25		cm						cm
The distance between cartridges on detonating cord	l _p	60	60		cm						cm
The number of empty parts with charged parts	N _{ec}	13.53	13.53		pcs.						pcs.
The number of cartridges	N _p	15	15		pcs.						pcs.
The number of empty parts	N _e	14	14		parts						parts
The length of charging with empty parts	l _{ce}	11.75	11.75		m						m
Explosive patrons	N _{pt}	541	541	1082	Patr.						Patr.

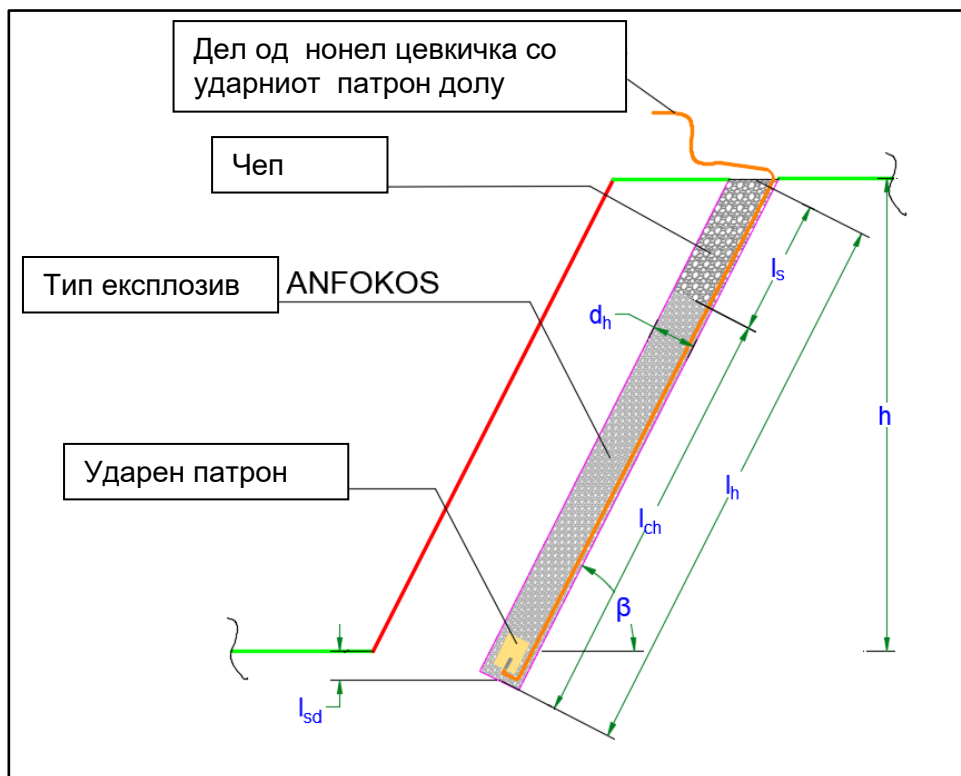
6.2. Полнење на примарните мински дупчотини со користење на НОНЕЛ систем за иницирање

За полнење на дупчотините за примарно минирање се препорачува тип на експлозив АНФОКОС и SuperPower 90 за ударни патрони, што одговараат на својствата на карпестиот масив и околината во која ќе се користат.

Прво, во ударниот патрон се вметнува Нонел детонаторот и со него се пушта до крајот на дупчотината, потоа се пополнува дупчотината до нивото одредено со АНФОКОС, (до чепот), а ако сакаме резултатите да бидат подобри можеме и да поставиме друг Нонел детонатор во дупчотината. (Слика 6.1.).

Кога ќе биде завршен процесот на полнење на дупчотините, тие потоа се зачепуваат. Вообичаено зачепувањето се врши со инертен материјал од дупчотините, кршен камен, или глина која ја набиваме со дрвена шипка, а потоа се поврзуваат дупчотините во мрежа со нонел конектори.

Процесот на полнење на дупчотините оди исто како и во случај кога дупчотините се паралелни со контурните дупчотини, како и примарните дупчотини дупчени под агол од 90° .



Слика 6.1. Шематски приказ на полнење на примарни мински дупчотини, со користење на Нонел систем за иницирање

Figure 6.1. Schematic presentation of drilling filling of the product, using for initiation the Nonel system

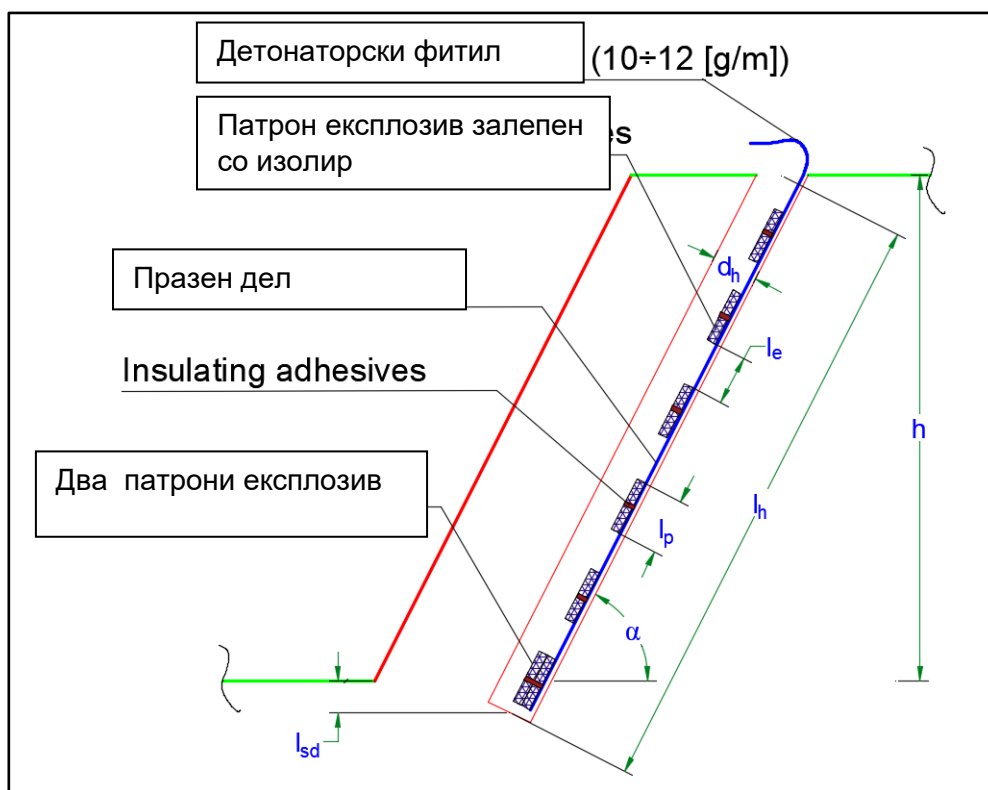
6.3. Полнење на контурни мински дупчотини

За полнење на контурните дупчотини, се препорачуваат експлозиви од типот „Powermite Max“ и детонаторски фитил со тежина од 12 [g/m].

Полнењето на контурните дупчотини се врши со наизменично полнење, со врзани патрони на детонаторски фитил на одредено растојание едни од други.

Прво, два патрони со експлозив или еден подолг се врзуваат со детонаторски фитил и заедно се пуштаат до крајот на дупчотината (Слика 6.3.) потоа го сечеме детонаторскиот фитил толку за да имаме доволно за поврзување со другите дупчотини (Слика 6.4.), а истата постапка се повторува и за другите дупчотини. Потоа се пушта детонаторскиот фитил заедно со патроните со експлозив кои се залепени или врзани на детонаторскиот фитил со изолир, Слика 6.5.

На врвот на дупчотината мора да се остави чеп без да се пополни $0,5 \div 0,6$ [m], за да не се сруши односно оштети прагот или бермата на етажата Слика 6.2 и Слика 6.6.



Слика 6.2. Шематски приказ на полнење на контурни мински дупчотини
Figure 6.2. Schematic representation of contour drilling fill

Подолеу се дадени неколку фотографии што се направени за време на полнењето на контурните мински дупчотини на автопатот.



Слика 6.3. Приказ на пуштање на првиот патрон-ударен во контурните дупчотини
Figure 6.3. The appearance of placing the first cartridge in the contour drilling



Слика 6.4. Приказ на поврзување на детонаторски фитил со главната линија
Figure 6.4. The appearance of the detonating cord connection of contour drilling to the main line of detonating cord



Слика 6.5. Процедура на полнење на контурните дупчотини
Figure 6.5. The procedure of filling the contour drilling



Слика 6.6. Приказ на врзани патрони на растојание од 0.6[m]
Figure 6.6. The length of the yarn cartridges with distance of 0.6 [m]

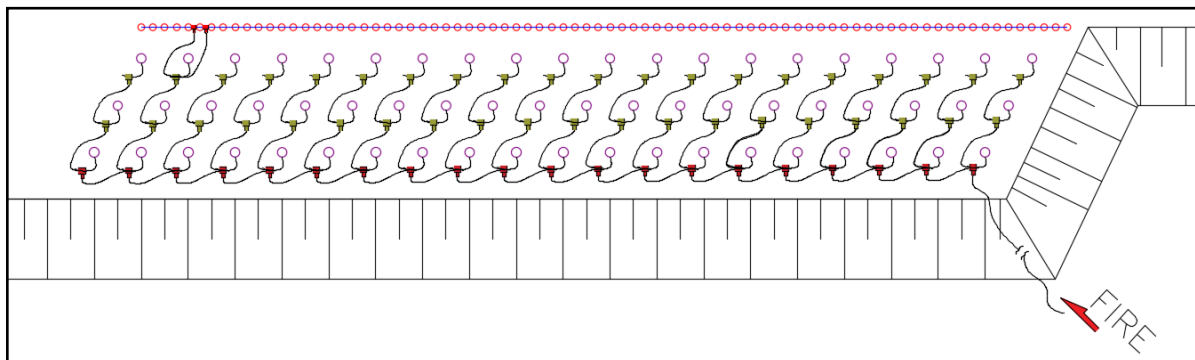
6.4. Шеми на поврзување на минско поле

Постојат неколку методи на шеми за поврзување на минско поле, како што се: метод за поврзување со електричен детонатор, метод за поврзување со електронски детонатори, метод на поврзување со детонаторски фитил, и метод на поврзување со Нонел систем.

Во продолжение, ќе го разгледаме само начинот на поврзување на минското поле со Нонел систем за иницирање, бидејќи оваа техника е лесно применлива, обезбедува голема слобода, сигурност и овозможува повеќе комбинации со различни забавувања и е многу безбеден систем за поврзување и иницирање на минските серии.

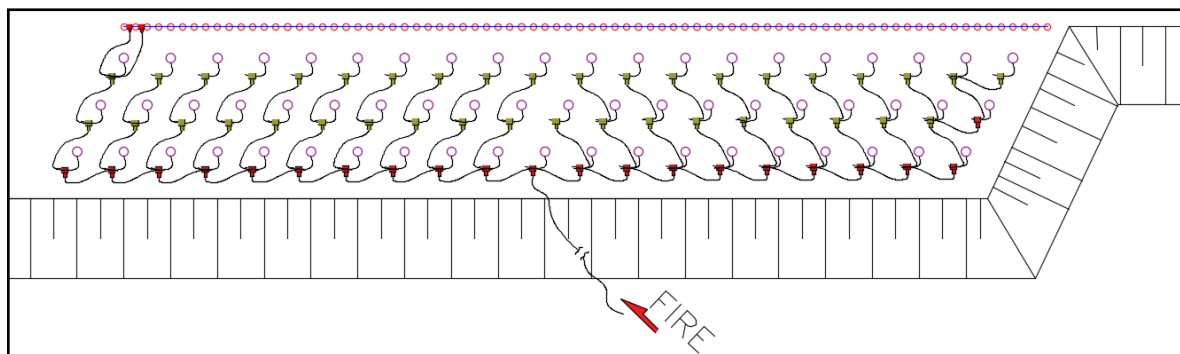
6.4.1. Поврзување на минското поле со Нонел систем

За да се овозможи безбедно иницирање со системот Нонел, треба да се обрне внимание на поврзувањето на Нонел детонаторите кои се во дупката, и на Нонел конекторите кои се секогаш на површината и со кои се поврзуваат сите дупки каде претходно е путен нобел детонатор со ударен патрон. Оваа мрежа се прави од една дупка до друга и од еден ред до друг. Откако сите овие операции се извршени на секоја дупкотина и сите конектори се усогласени со секој детонатор во дупкотините на контурните дупкотини, минското поле се смета за поврзано. Поврзаните серии изгледаат како на сликите подолу, во различни случаи:



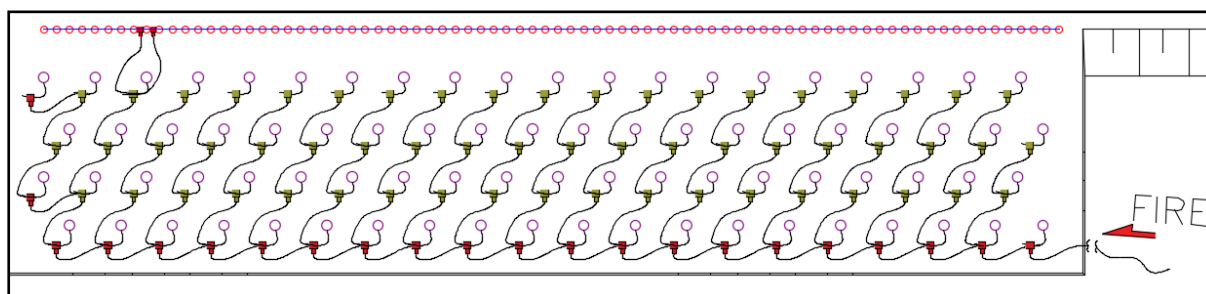
Слика 6.7. Шематска приказ на минското поле поврзано со системот Нонел, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, каде полето е иницирано од десната страна од него, и за двата случаи

Figure 6.7. Schematic presentation of the field connection to the Nonel system, when the product drilling is parallel to the contour drilling, where the field is initiated on the right side of it, for both cases



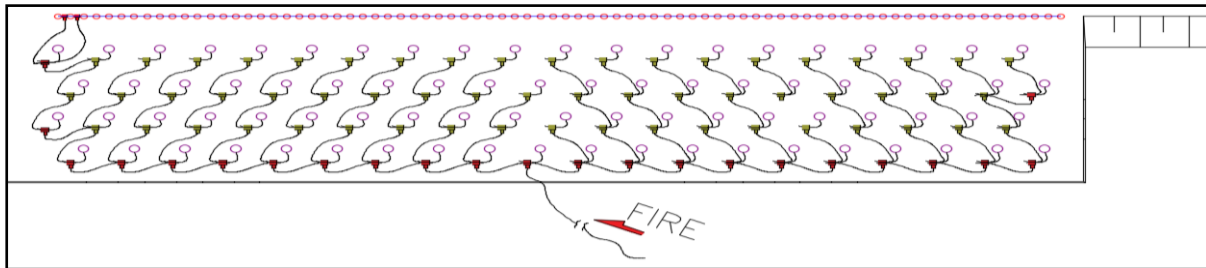
Слика 6.8. Шематска приказ на минското поле со системот Нонел, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, каде што полето е иницирано од средина, и за двата случаи

Figure 6.8. Schematic presentation of the field connection to the Nonel system, when the product drilling is parallel to the contour drilling, where the field is initiated in the middle of it, for both cases



Слика 6.9. Шематска приказ на минското поле со системот Нонел, кога примарните дупчотини се под агол од 90° , каде што полето е иницирано од десна страна, и за двата случаи.

Figure 6.9. Schematic presentation of the connection of the field to the Nonel system when the product drillings are drilled at angle 90° , where the field is initiated on the right side of it, for both cases



Слика 6.10. Шематска приказ на минското поле со системот Нонел, кога примарните дупкотини се под агол од 90° , каде што полето е иницирано од средина, и за двата случаи.

Figure 6.10. Schematic presentation of the connection of the field to the Nonel system when the product drillings are drilled at angle 90° , where the field is initiated in the middle of it, for both cases

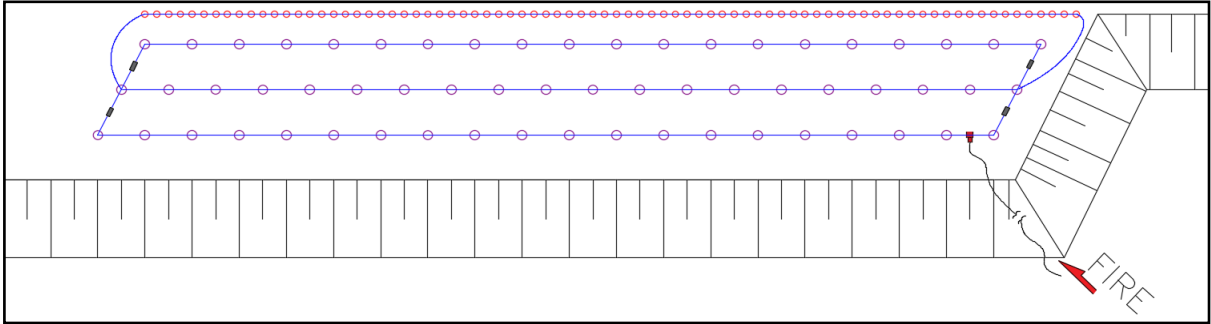
При поврзување на минското поле, во кое има контурни дупкотини, мора да се има предвид дека секогаш први се палат контурните дупкотини, а потоа се иницираат примарните дупкотини. Ако полето е премногу долго, треба да се иницира од средина, така што времето за иницирање на примарните дупкотини е подолго од времето на контурните дупкотини.

Ако мора да се иницираат некои примарни дупкотини, пред контурните, треба да имаме во предвид да нема примарни дупкотини во редот во близина на контурните дупки, не треба да се иницираат пред контурните дупкотини, и ако примарните дупкотини, се под агол од 90° степени, не треба да се иницираат примарните дупкотини од последните два реда пред контурните дупкотини (ред со кратки дупкотини и ред со долги дупкотини).

Сето ова е така затоа што примарните дупкотини треба да немаат влијание на етажата што се формира зад нив.

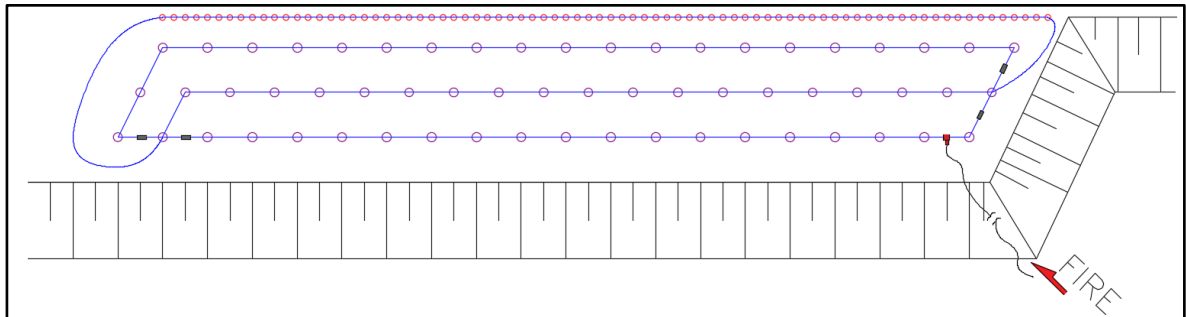
6.4.2. Поврзување на минско поле со детонаторски фитил

За да овозможиме безбедно поврзување со детонаторски фитил, треба да се поврзи секоја линија за активирање на фитилот со секоја линија за активирање на минското поле. По поврзувањето на секој дел од детонаторски фитил со главната линија за активирање со фитилот на површината, треба да се постават на главната линија забавувања меѓу редовите, за да се направи одложување (каснење) меѓу нив. Некои случаи на поврзување со детонаторски фитил се претставени на сликите подолу, од слика 6.11. до слика 6.14.



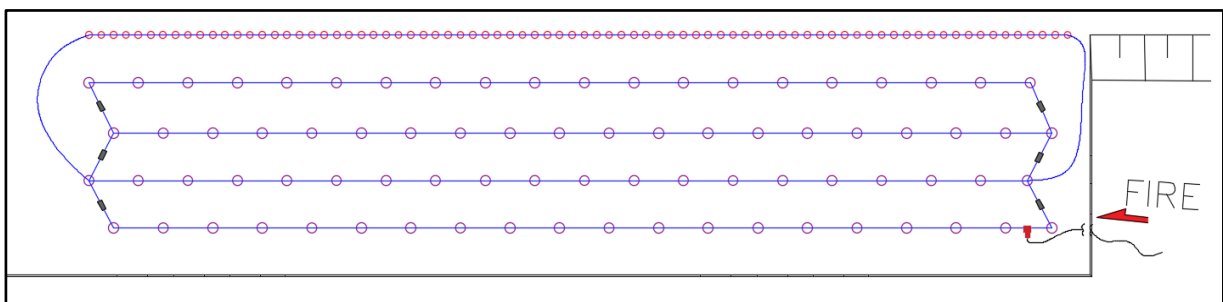
Слика 6.11. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, каде што полето е иницирано од десната страна од него, и за двата случаи

Figure 6.11. Schematic presentation of the field connection with detonating cord, when the product drilling is parallel to the contour drilling, where the field is initiated on the forehead side of it, for both cases



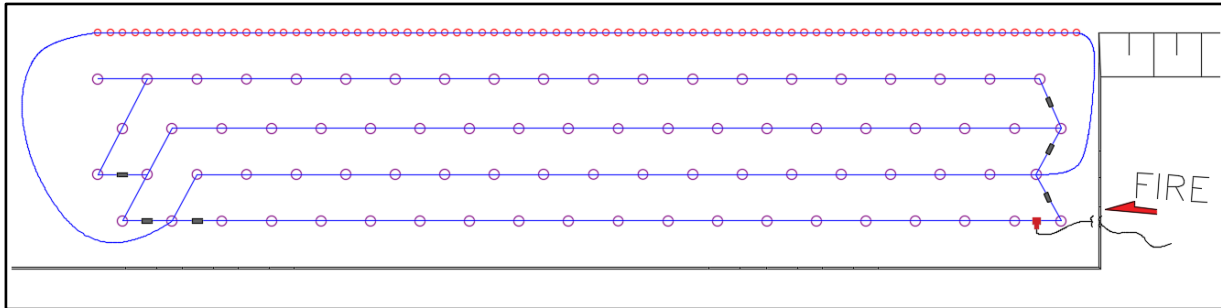
Слика 6.12. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупчотини се паралелни со контурните дупчотини, каде што полето е иницирано од десната страна од него, но на левата страна поврзувањето е закосено и за двата случаи

Figure 6.12. Schematic presentation of the field connection with detonating cord, when the product drilling is parallel to the contour drilling, where the field is initiated on the right side of it, but at the left side the connection is curved, for both cases



Слика 6.13. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупчотини се под агол од 90° , каде што полето е иницирано од десна страна, и за двата случаи

Figure 6.13. Schematic presentation of the connection of the field connection with detonating cord, when the product drillings are drilled at angle 90° , where the field is initiated on the forehead side of it, for both cases



Слика 6.14. Шематски приказ на минското поле со детонаторски фитил, кога примарните дупчотини се под агол од 90° , и полето е иницирано од десната страна од него, но на левата страна поврзувањето е закосено и за двата случаи
Figure 6.14. Schematic presentation of the connection of the field connection with detonating cord, when the product drillings are drilled at angle 90° , where the field is initiated on the right side of it, but at the left side the connection is curved, for both cases

При поврзување на минското поле, во кое има контурни дупчотини, мора да се има предвид дека секогаш први се иницираат контурните дупчотини, а потоа се иницираат примарните дупчотини. Ако сакаме да го оставиме задниот дел (лево) треба да се иницира од десна страна но врската мора да биде со закаснување од левата страна, за да може да се придвижи минираниот материјал во вистинската насока на десно. (Сл. 6.13)

Ако мора да иницираме некои примарни дупчотини, пред контурните, треба да имаме во предвид да нема примарни дупчотини во редот во близина на контурните дупки, не треба да се иницираат пред контурните дупчотини, и ако примарните дупчотини, се под агол 90° степени, не треба да се иницираат примарните дупчотини од последните два реда пред контурните дупчотини (ред со кратки дупчотини и ред со долги дупчотини). (Сл. 6.14)

Сето ова е направено така што примарните дупчотини не влијаат на етажата што се формира зад нив.

6.4.3. Поврзување на минско поле со електронски систем за иницирање

Електронскиот систем за иницирање е систем што ни овозможува да го забавиме иницирањето помеѓу дупките и меѓу редовите како што посакуваме. Ова ни овозможува да го отфрлиме материјалот во насоката што ја сакаме и да иницираме во согласност со времето што сме го одредиле.

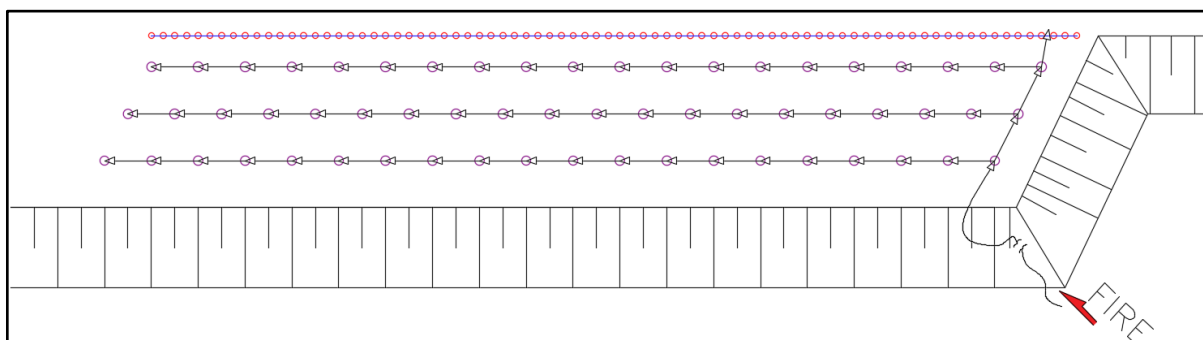
Во контурното минирање, ова ни овозможува безбедно да започне формирање на контурната линија во времето што ни одговара, и да бидеме независни од должината на полето за минирање.

Иницирањето според времето што го сакаме ќе се направи со тоа што прво ќе се направи план за иницирање на дупките во кој било софтвер погоден за системот што се користи (некои од овие софтвери се претставени во Поглавје 7), а потоа треба да се изврши пренесување на овие податоци на лице место. После тоа, за време на процесот на полнење на дупките и поставување на детонаторите во дупчотините, податоците за времето на иницирање се поставуваат за секој детонатор одделно, пред да се спушти детонаторот во дупката и без да се стави во патронот за иницирање. Оваа постапка продолжува

сè додека сите детонатори не се постават во дупките на предвиденото место (планираното минирање) според планот претходно разработен во софтверот.

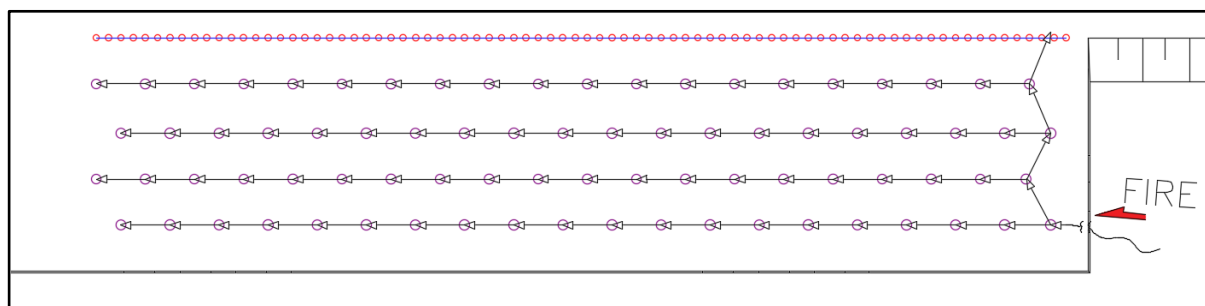
Откако сите детонатори ќе бидат ставени во дупките и ќе заврши процесот на полнење, мора да се изврши поврзување на дупките на површината со помош на конекторите од електронскиот систем.

Поврзувањето на контурната линија со примарните дупкотини се врши со електронски детонатор, кој се поставува на иницијалниот кабел и се лепи со изолациона лента. Исто така, овој детонатор претходно е програмиран да иницира според претходно планираното време од софтверот. Полето поврзано со овој систем за иницирање изгледа како на слика 6.15. и слика 6.16. Иницирањето на овој систем се врши со помош на електронска машина за иницирање.



Слика 6.15. Поврзување на полето со систем за електронско минирање кога примарните дупки се паралелни со контурните дупки

Figure 6.15. Connecting the field to the electronic blasting system when production drillings are parallel to contour drillings



Слика 6.16. Поврзување на полето со систем за електронско минирање, кога примарните дупки се под агол од 90° , додека контурните дупки се паралелни со проектираниот агол на етажата

Figure 6.16. Connecting the field to the electronic blasting system, when the production drillings are at an angle of 90° , while the contour drillings are at the projected angle of the bench

7.0. ПРЕДВИДУВАЊА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД МИНИРАЊАТА СО СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ

Примената на различни софтвери за минирање ни овозможува да ги предвидуваме резултатите од минирање и ефектите на минирање во околината. Ова ни овозможува да извршиме разни анализи, користејќи различни форми на започнување со минирање, користејќи различни успорувања, начинина иницирање помеѓу дупчотините во редовите и помеѓу редовите.

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

Во денешно време имаме многу софтверски програми за минирање, како што се: Blastplan, O-Pitblast, Datamine, BlastIQ, SHOTPlus, JKSimBlasat, BlastMetriX 3D, Blades, BlastmapTM III итн.

Некои предвидувања на резултатите од неколку мински серии ќе бидат направени и прикажани понатаму, со користење на софтверот Blastplan и O-Pitblast. За споменатите програми кои се користени во оваа дисертација имам добиено лиценца за нивно користење со временско ограничување.

7.1. BLASTPLAN СОФТВЕР ЗА МИНИРАЊЕ ЗА ПРЕСМЕТКА НА ЕФЕКТИТЕ ОД МИНИРАЊЕ

Овие методи се нарекуваат контурни минирања, бидејќи со нивна помош се прави отсечување или расцепување на карпата по длабочина, со цел да се формира здрава етажа односно берма, и стабилни етажни косини без пукнатини раседи и други деформитети.

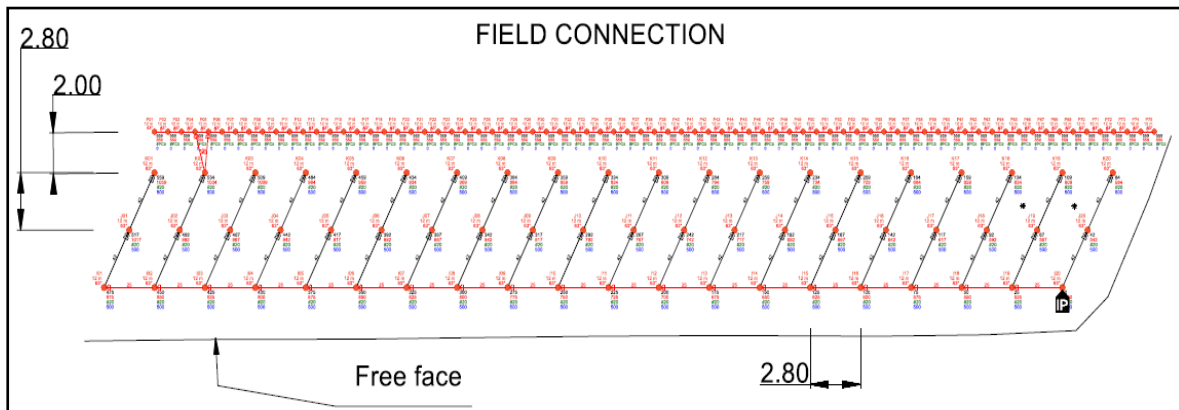
Со помош на овие минирања, можно е да се формира безбедна етажа, која може да остане непроменета со години, овозможувајќи да се одвуваат различни работи, без ризик од оштетување на нив како резултат на лизгање и одрони. Овие контурни минирања можат да се користат во рудници и за градежни цели, во случај на изградба на патишта со различен карактер.

7.1.1. Иницирање на контурни дупчотини во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms]

а. Поврзување на минското поле

За да се постави иницирање на минското поле во комбинација со конектор Nonel 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms], тоа мора да направи така што, најпрвин се поврзуваат сите дупчотини а меѓу нив, почитувајќи ги правилата за иницирање со Nonel системот, се прави поврзување на контурната линија на дупчотините со детонаторски фитил, а потоа се поврзуваат со примарните детонатори со контурни дупчотини со Nonel конектор 25 [ms]. Конекторот Nonel 25 [ms] на првиот ред е поставен за да направиме задоцнување помеѓу дупчотините и го ставаме конекторот Nonel 42 [ms] за задоцнување меѓу редовите.

Поврзаното поле и редоследот на иницирање во комбинација со конекторот Nonel 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] изгледа како *Слика 7.1*.

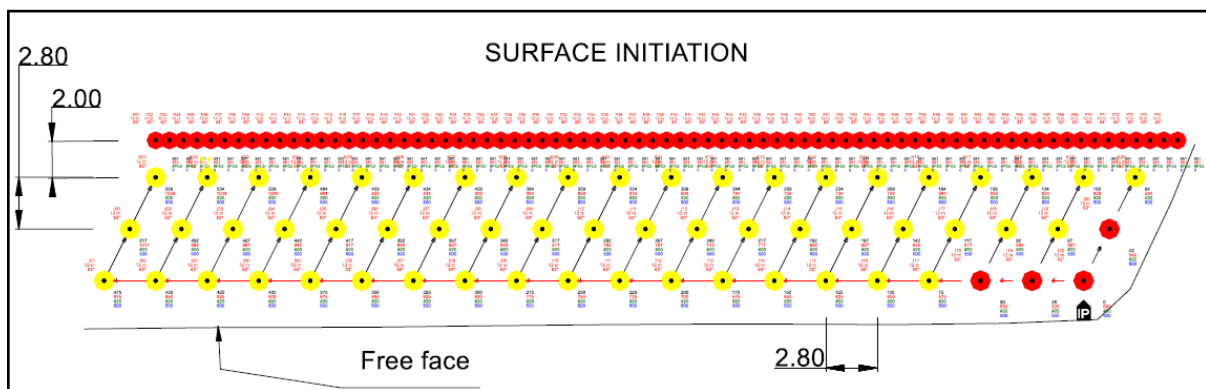


Слика 7.1. Поврзување на минско поле во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms]

Figure 7.1. Field connection in combination with Nonel connector 25 [ms] and Nonel connector 42 [ms]

б. Иницирање на контурни дупчотини

Во овој случај е прикажано да се види начинот на иницирање на дупчотините, а случајот на иницирање на минското поле е прикажан на Слика 7.2.



Слика 7.2. Површинско иницирање на минското поле
Figure 7.2. Surface initiation of drillings

На Слика 7.2 со жолта боја се прикажани дупчотините кои се иницирани на површината, за поврзување во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms], а со црвена боја е претставено иницирање во дупчотината, и претставени се контурните дупчотини што формираат пукнатина меѓу нив, пред иницирање на примарните дупчотини во редот кој е блиску до контурната линија.

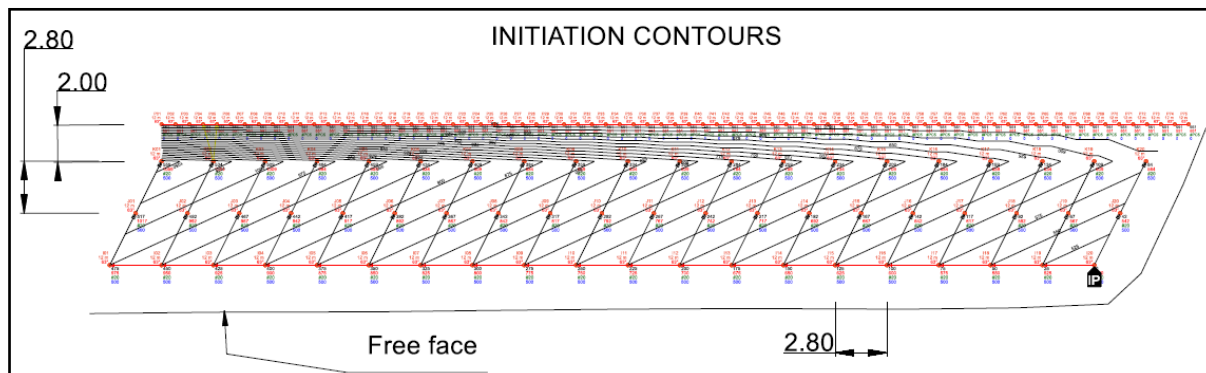
Со анализа на времето на иницирање на дупчотините, врз основа на поврзувањето на минското поле направено со комбинацијата на Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms], а со иницијација со нонел детонатор 500 [ms] во дупчотините, можеме да видиме дека контурните дупчотини започнуваат да ја сечат карпата пред да се иницира најблискиот ред од примарните дупчотини.

Времето потребно за започнување на иницирање во дупчотината е 559 [ms], а истовремено е и времето за започнување на иницирање на контурните дупчотини. При овие минирања мора да се внимава на времето кое треба да се постави за иницирање на контурните дупчотини пред првата дупчотина од редот што е најблизу до контурната линија.

с. Иницирање на контурните дупчотини

Во овој случај, интервалот е 25 [ms] помеѓу контурите за иницирање.

Во врска со иницирањето на минското поле во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms]. Иницирањето на контурните дупчотини е прикажано на *слика 7.3*.

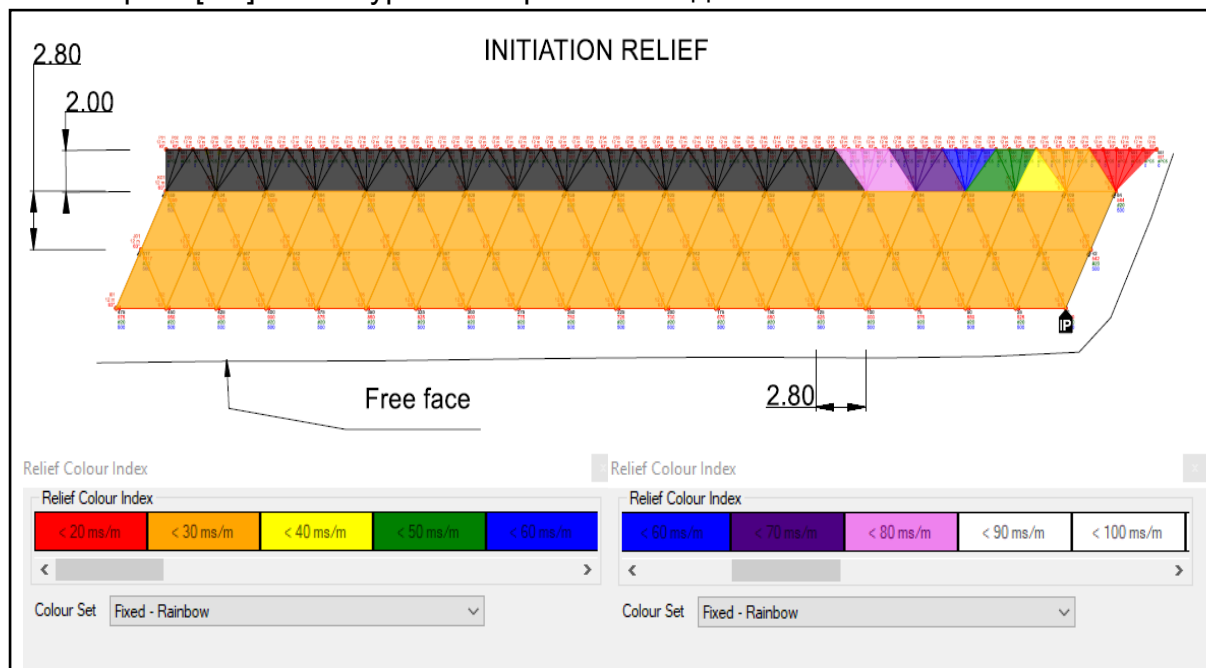


Слика 7.3. Иницирање на контурните дупчотини
Figure 7.3. The initiation contours of the contour blasting

д. Редослед на иницирање

Редоследот на иницирање ќе биде прикажан во боја и боите може да се променат ако времето на започнување со иницирање помеѓу дупчотините варира, но ако времето на иницирање на дупчотините не се променува, тогаш редоследот на иницирање е претставен во иста боја за сите дупчотини.

Редоследот на иницирање за овој случај со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] за контурно минирање изгледа како на *слика 7.4*.

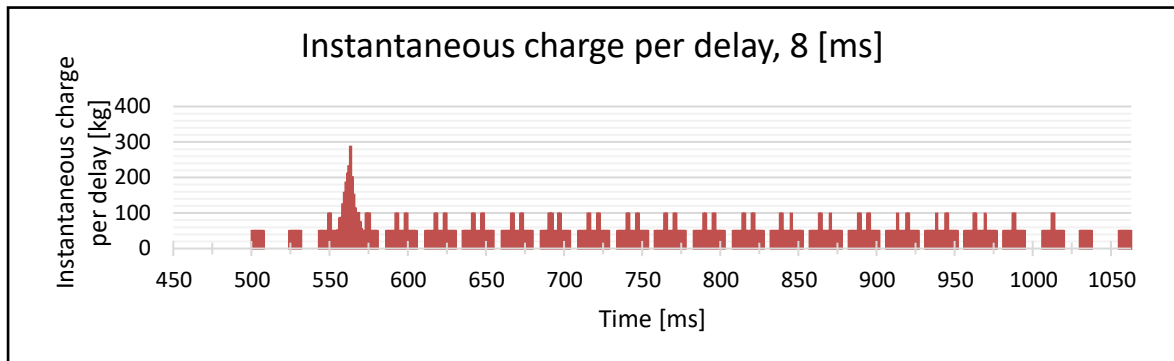


Слика 7.4. Редослед на иницирање за контурно минирање
Figure 7.4. The initiation relief of the contour blasting

Врз основа на табелата презентирана во случај на примена на командата Show Relief, можеме да видиме дека со сина боја е прикажано времето на забавување помеѓу дупчотините < 30 [ms / m], додека зелената боја е време на забавување помеѓу редовите ≥ 30 [ms / m].

е. Моментно полнење со закаснување

Моментно експлозивно полнење со закаснување во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] е прикажано на Дијаграм 7.1.

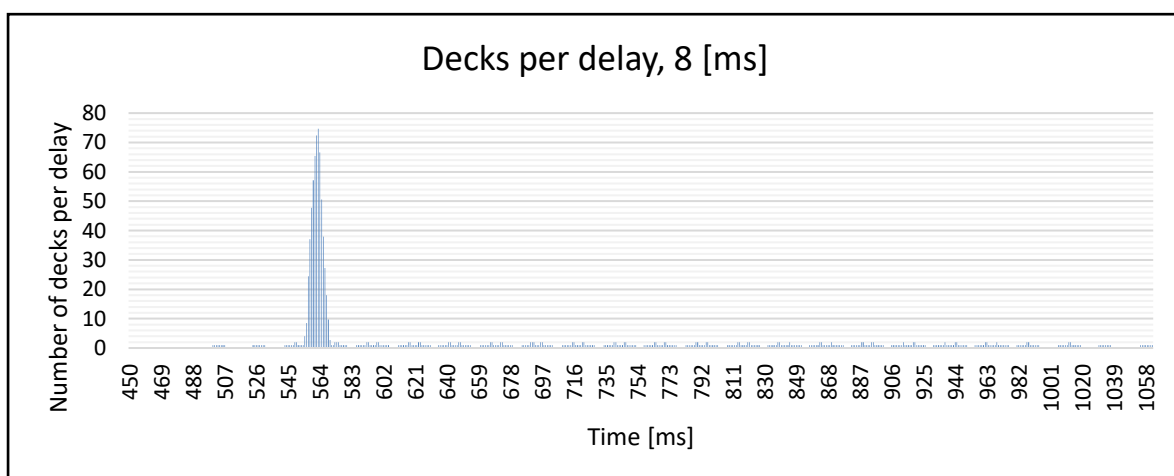


Дијаграм 7.1. Моментно полнење со закаснување
Diagram 7.1. Instantaneous charge per delay

На Дијаграм 7.1, се гледа вообичаено иницирање на експлозивот со закаснување, каде што во овој случај на поврзување е 285 [кг], и таа количина на моментно иницирање со закаснување започнува на почетокот од 563 [ms].

ф. Закаснување со меѓучеп

Бројот на меѓу чепови со закаснување при поврзувањето во комбинација на Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] за контурно минирање е прикажан на Дијаграм 7.2.



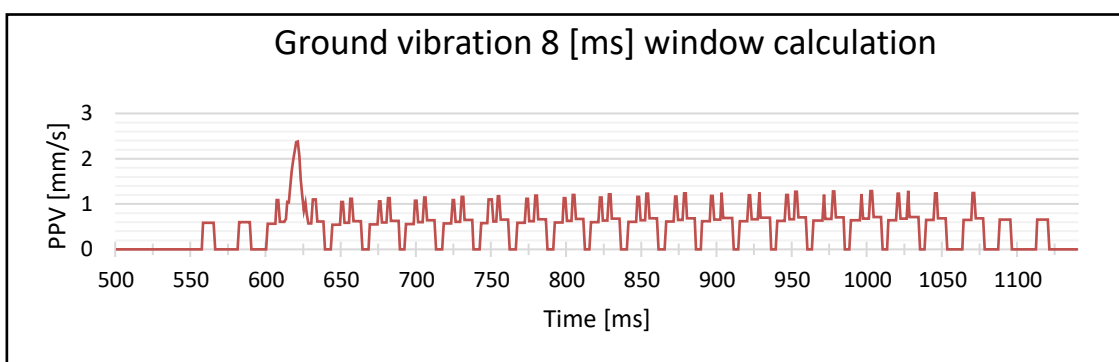
Дијаграм 7.2. Број на меѓучепови со закаснување
Diagram 7.2. Number of decks per delay

На Дијаграм 7.2, се гледа бројот на меѓу чепови со закаснување за овој случај на максимална врска се 76 дупчотини, а максималните меѓу чепови со закаснување започнуваат во времето на иницирање 563 [ms].

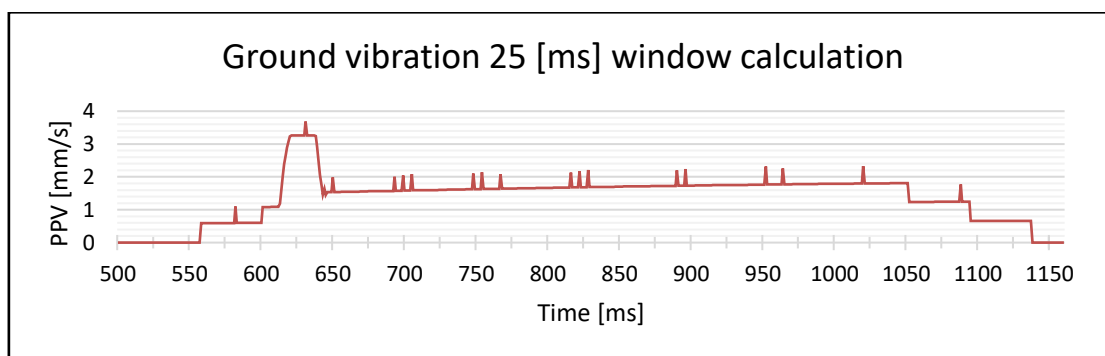
г. Анализа на вибрациите на земјата

По пресметувањето на земјените вибрации, тие податоци за вибрациите можеме да прикажеме во CSV датотеки и со Excel софтверот може да ги анализираме и направиме дијаграми на вибрациите на земјата.

Вибрациите на земјата при поврзување на полето во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] се прикажани на Дијаграм 7.3, а и б, при што растојанието помеѓу минската серија и некој објект е на 145 m.



a).



b).

Дијаграм 7.3. Земјени вибрации при иницирање на серија во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms], за контурни минирања а). Вибрации на земјата 8 [ms] од пресметка, б). Вибрации на земјата со [25ms] од пресметка.

Diagram 7.3. Ground vibration for connection in combination with Nonel connector 25 [ms] and Nonel connector 42 [ms] for contour blasting, a). Ground vibration 8 [ms] window calculation, b). Ground vibration 25 [ms] window calculation

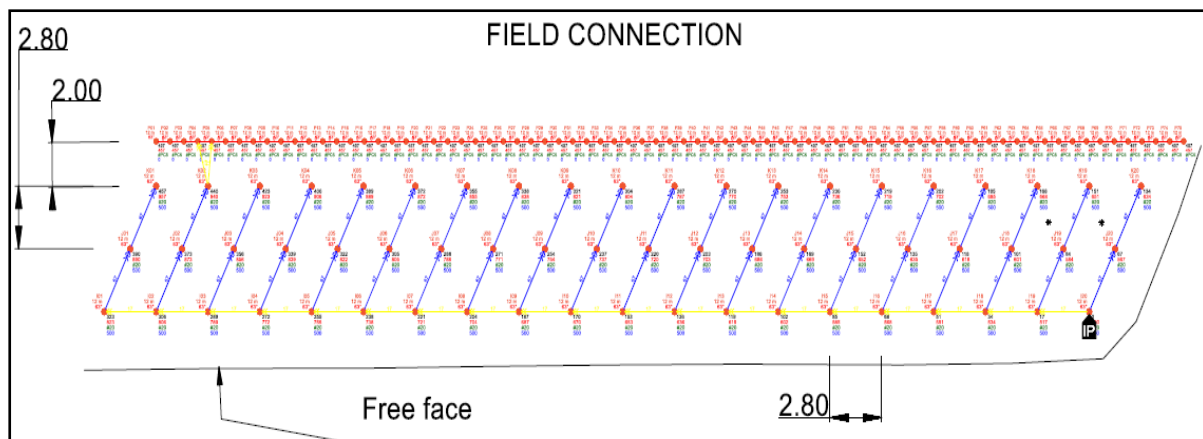
Врз основа на Дијаграм 7.3. а) максималните вибрации на земјата се 2,38 [mm/s], во времето на иницирање 621 [ms]. б). максималната вибрација на земјата е 3,685 [mm/s], во време на иницирање 631 [ms].

7.1.2. Иницирање на контурни дупчотини во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms]

а. Поврзување на минското поле

За да се направи иницирање на минското поле во комбинација со конекторот Nonel 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms], тоа мора да се направи така што, најпрвин се поврзуваат на сите дупчотини а меѓу нив со овие типови конектори, почитувајќи ги правилата за иницијализација со Nonel системот. Потоа се прави поврзување на контурната линија на дупчотините со детонаторски фитил, а потоа се поврзуваат примарните детонатори (дупки) со контурните дупчотини со Nonel конектор 17 [ms]. Конекторот Nonel 17 [ms] го поставуваме на првиот ред за да направиме задоцнување помеѓу дупчотините а конекторот Nonel 67 [ms] се поставува за задоцнување меѓу редовите.

Поврзаното поле и редоследот на иницирање во комбинација со конекторот Nonel 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms] изгледа како *Слика 7.5*.

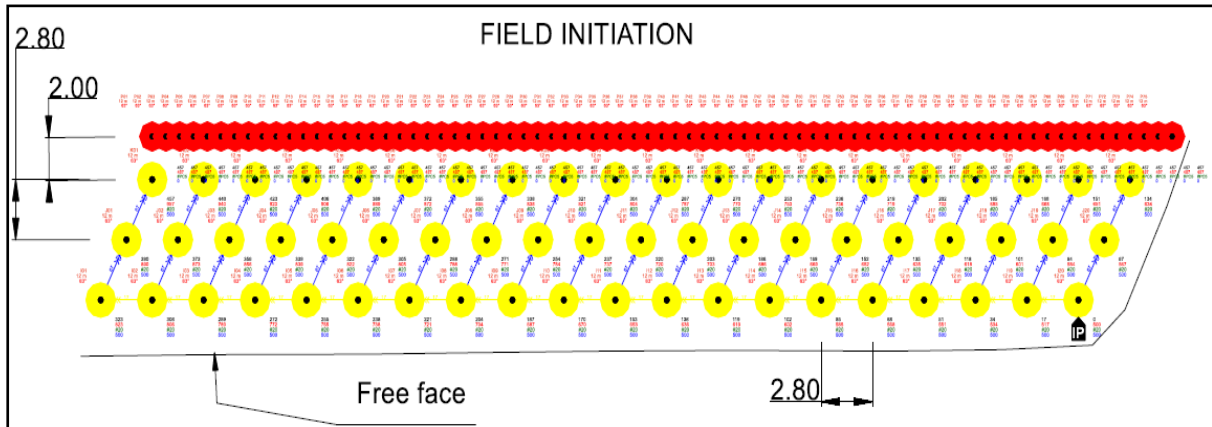


Слика 7.5. Поврзување во минско поле во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms]

Figure 7.5. Field connection in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 67 [ms]

б. Инцирање на минското поле

На сликата подолу може да се види начинот на иницирање на дупчотините, и шемата на иницирање на минското поле (*Слика 7.6*).



Слика 7.6. Површинско иницирање на минското поле
Figure 7.6. Surface initiation of drillings

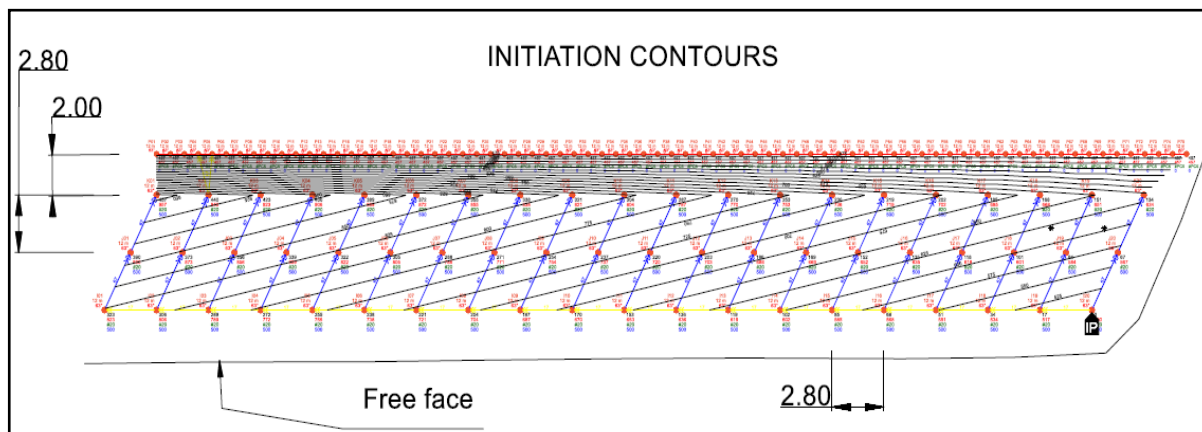
На Слика 7.6., со жолта боја се прикажани дупчотините кои се иницирани на површината, со поврзување во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms], а со црвена боја се прикажани иницирањата на дупчотините внатре во минската дупкотина и се претставени и контурните дупки кои создаваат пукнатина меѓу нив, пред да се започне иницирањето на буферниот ред, (примарни дупки) близу кон контурната линија.

Со анализа на времето на иницирање на дупчотините, врз основа на поврзувањето на минското поле направено со комбинацијата на Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms], а со иницијација со нонел детонатор 500 [ms] во дупчотините, можеме да видиме дека контурните дупкотини почнуваат да ја пресекуваат карпата пред да започне најблискиот ред односно буферниот ред од примарните дупкотини. Времето потребно за иницирање на минското поле е 457 [ms], и тоа е време за започнување на иницирање на контурната линија. При овие експлозии мора да се внимава и да се иницираат најпрво дупките на контурната линија пред примарните дупкотини што се близу до контурната линија.

с. Иницирање на контурните дупкотини

Во овој случај, интервалот помеѓу контурите за иницирање е 17 [ms].

Шемите со иницирањето на минското поле во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms] како и иницирањето на контурните дупкотини се прикажани на слика 7.7.

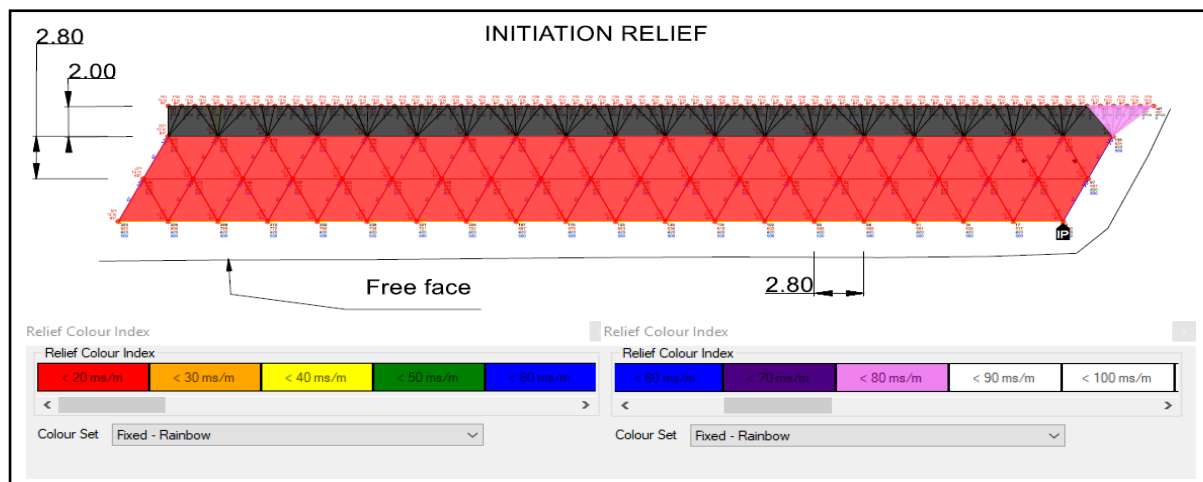


Слика 7.7. Иницирање на контурните дупчотини
Figure 7.7. The initiation contours of the contour blasting

d. Редослед на иницирање

Редоследот на иницирање ќе биде прикажан во боја и боите може да се променуваат ако времето на иницирање помеѓу дупчотините варира, но ако времето на иницирање на дупчотините не се променува, тогаш редоследот на иницирање е претставен во иста боја за сите дупчотини.

Редоследот на иницирање за овој случајот со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms] за контурно оддвојување изгледа како на *слика 7.8*.

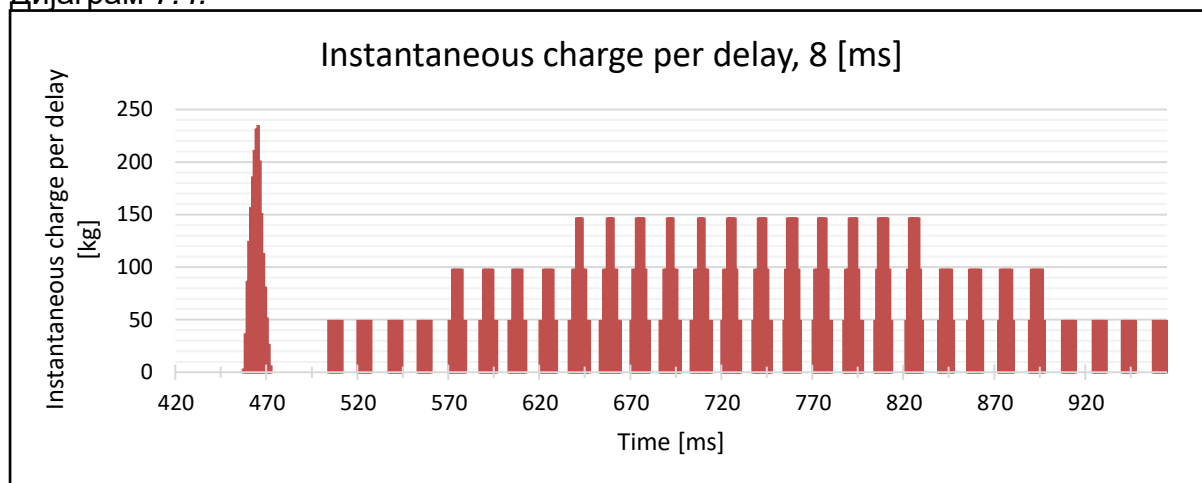


Слика 7.8. Редослед на иницирање на контурното минирање
Figure 7.8. The initiation relief of the contour blasting

Врз основа на табелата презентирана во случај на примена на командата **Show Relief**, можеме да ги видиме боите кои го прикажуваат времето на зацаснување помеѓу дупчотините.

е. Моментно иницирање со закаснување

Моментно иницирање со закаснување во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms] за контурно минирање е прикажано на Дијаграм 7.4.

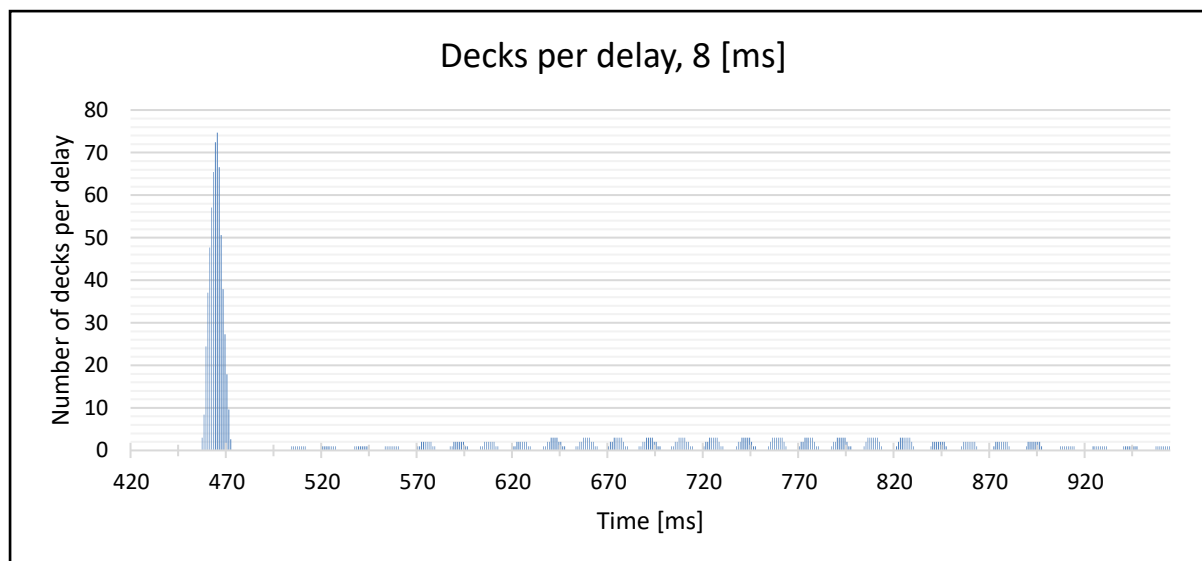


Дијаграм 7.4. Моментно иницирање со закаснување
Diagram 7.4. Instantaneous charge per delay

На Дијаграм 7.4, се гледа моментно иницирање со закаснување на експлозијата, при што во овој случај максимално иницирање има од 234 [kg], и таа количина на моментно иницирање по закаснување, започнува од 465 [ms].

ф. Закаснување со меѓучеп

Бројот на меѓучепови со закаснување при поврзувањето во комбинација Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms] за контурно минирање е прикажан на Дијаграм 7.5.



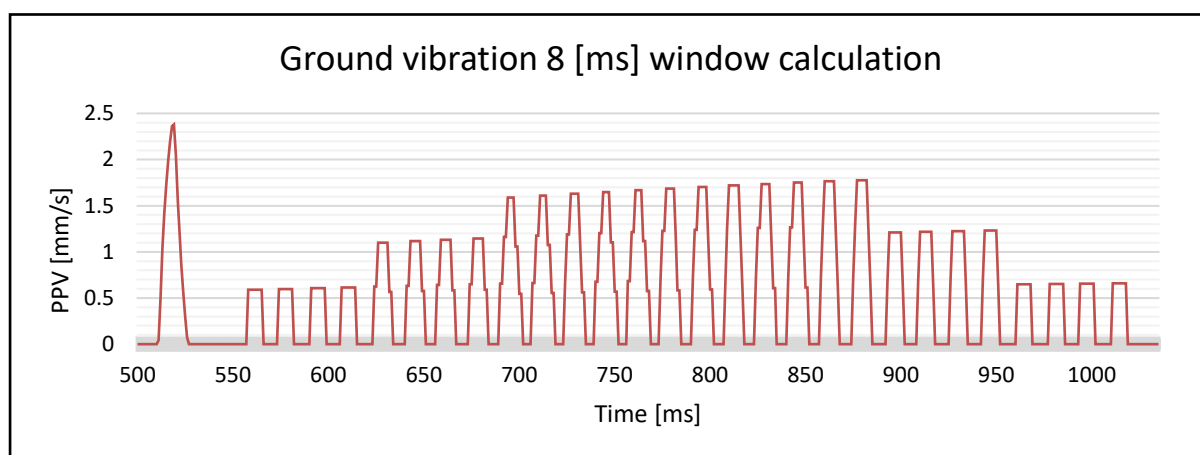
Дијаграм 7.5. Закаснување со меѓучеп
Diagram 7.5. Number of decks per delay

На Дијаграм 7.5. се гледа бројот на меѓучепови со закаснување за овој случај на со 76 дупчотини, а иницирањата на полнењето со меѓучепови започнуваат совреме на закаснување на иницирање од 465[ms].

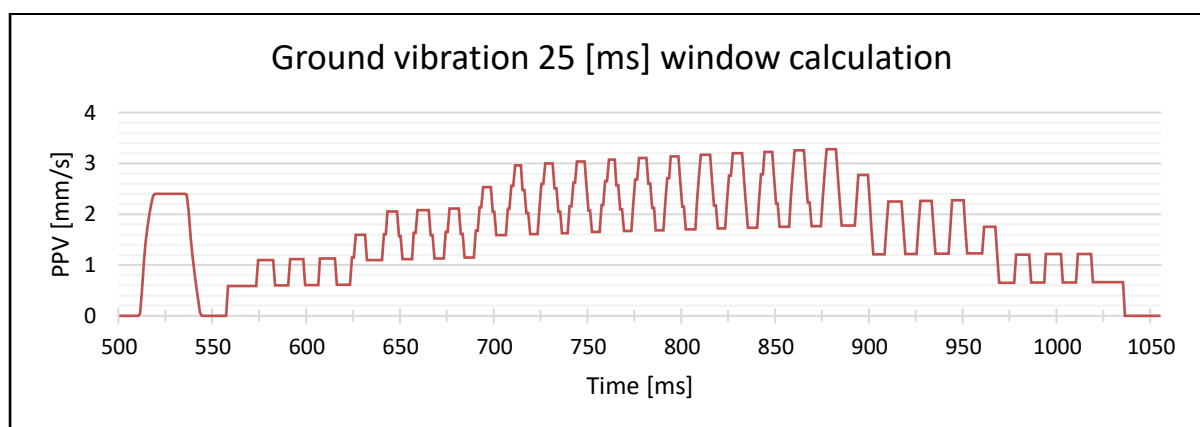
г. Анализа на вибрациите на земјата

По пресметувањето на земјените вибрации, тие податоци за вибрациите може да се снимаат во CSV датотеки и со Excel софтверот може да се анализираат и да направиме дијаграми за вибрациите на тлото.

Вибрациите на тлото при иницирање на полето во комбинација со Nonel конектор 17 [ms] и Nonel конектор 67 [ms] се прикажани на Дијаграм 7.6. а и б, за растојание помеѓу центарот на контурните дупки и објектот од 145 [m].



a).



b).

Дијаграм 7.6. Земјени вибрации за поврзување во комбинација со Nonel конектор 25 [ms] и Nonel конектор 42 [ms] за контурно минирање, а). Вибрации на земјата 8 [ms] прозорец пресметка, б). Вибрации на земја 25 пресметка на прозорецот од [ms] Diagram 7.6. Ground vibration for connection in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 67 [ms] for contour blasting, a). Ground vibration 8 [ms] window calculation, b). Ground vibration 25 [ms] window calculation

Врз основа на Дијаграм 7.6., а). максималните вибрации на земјата се 2,38 [mm/s], во времето на иницирање од 465 [ms]. б). максималната вибрација на тлото е 3.279 [mm/s], во време на иницирање од 877 [ms] до 882 [ms].

7.2. O-Pitblast софтверска апликација за предвидување на ефектите од минирање

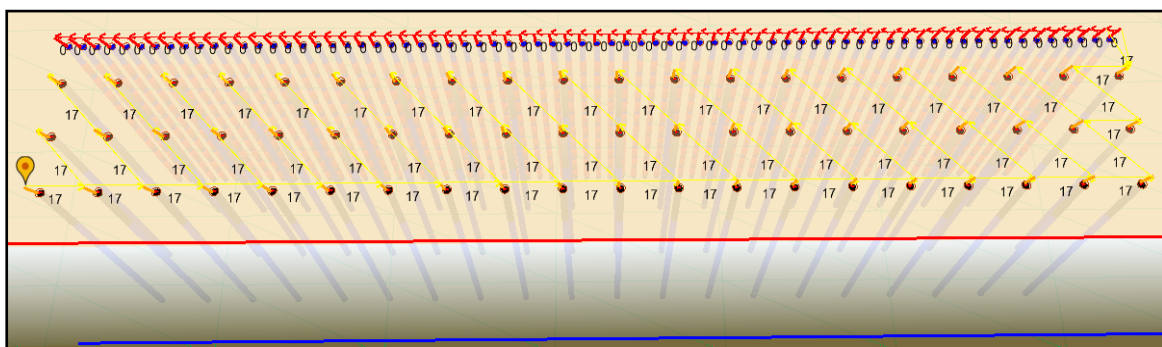
O-Pitblast е софтвер кој користи во технологијата за дупчење и минирање за дизајнирање на полињата за минирање.

Овој софтвер ни овозможува да направиме предвидувања на резултатите од минирање, засновани на можноста за користење или правење симулации. Со изработка на симулации, со овој софтвер имаме можност да го предвидиме нивото на вибрации на различни растојанија од минирањето, степенот на фрагментација на минираниот материјал, бројот на дупчења иницирани во исто време и количината на експлозив инициран во истото време.

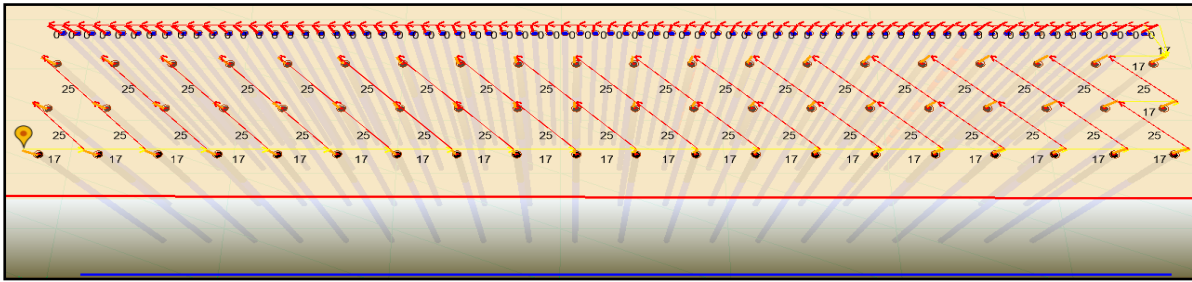
7.2.1. Иницирање на контурното минирање со три реда на мински дупчотини

а. Поврзување на минското поле

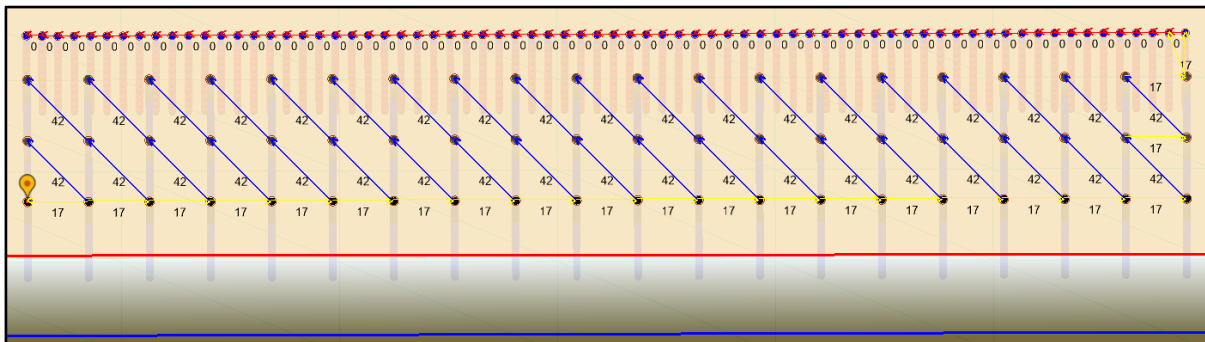
За да се започне иницијација на полето со комбинирање на Nonel конектори, треба да се направи поврзување на сите дупки меѓу нив со овие типови конектори, почитувајќи ги правилата за започнување со системот Nonel и да се направи поврзување на контурната линија на дупчења со активирачки кабел, и после тоа да се направи поврзување на минското поле со контурни дупчења со Nonel конектор. Поврзаното поле и редоследот на иницирање во некои комбинации на Nonel конектори изгледа како на сликите од Слика 7.9. до слика 7.15.



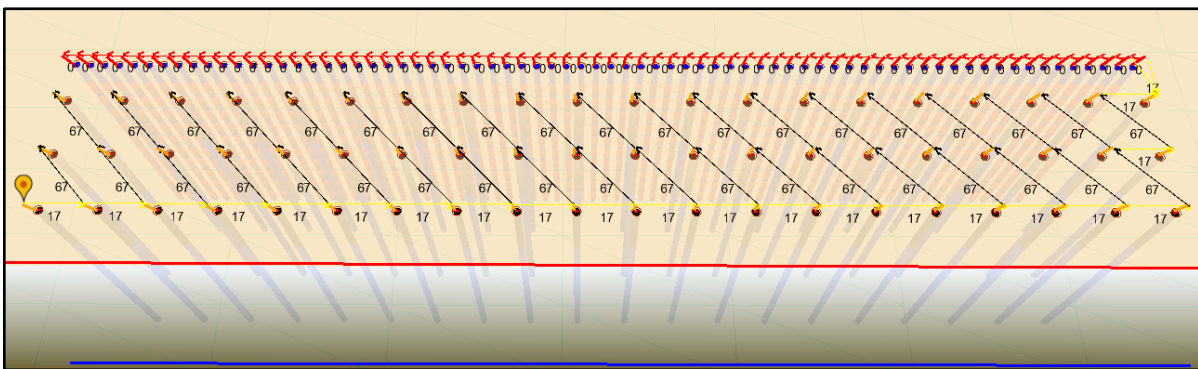
Слика 7.9. Минско поле со Нонел конектори 17 [ms]
Figure 7.9. Field connection with Nonel connector 17 [ms]



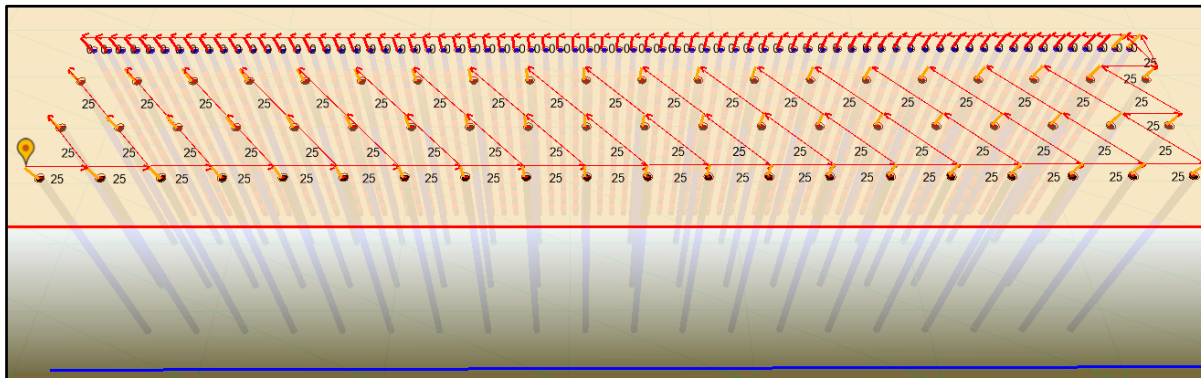
Слика 7.10. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 17 [ms] и Нонел конектори 25 [ms]
Figure 7.10. Field connection in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 25 [ms]



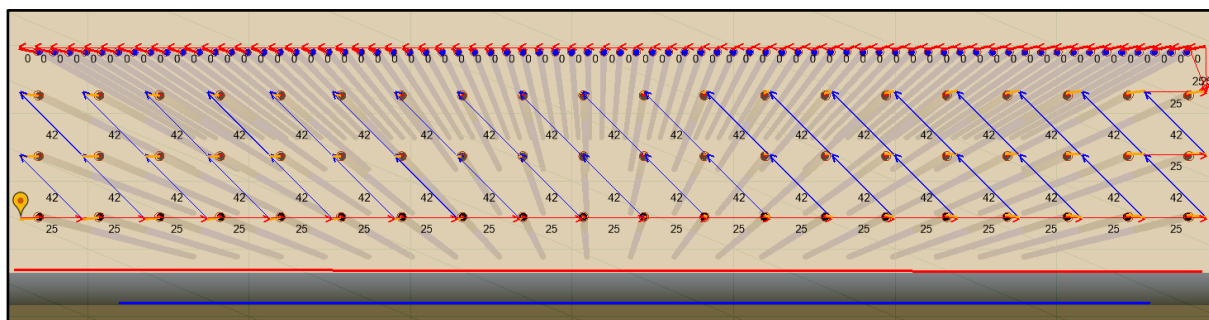
Слика 7.11. Минско поле во комбинација на Нонел конектори 17 [ms] и Нонел конектори 42 [ms]
Figure 7.11. Field connection in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 42 [ms]



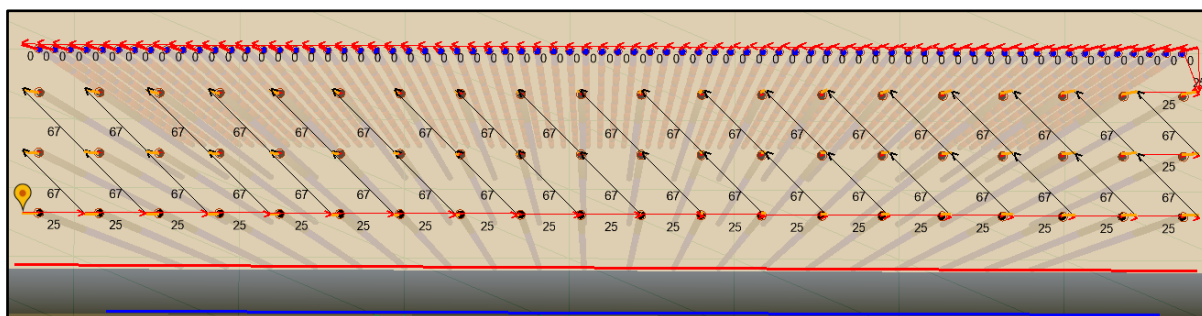
Слика 7.12. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 17 [ms] и Нонел конектори 67 [ms]
Figure 7.12. Field connection in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 67 [ms]



Слика 7.13. Минско поле со Нонел конектори 25 [ms]
Figure 7.13. Field connection with Nonel connector 25 [ms]



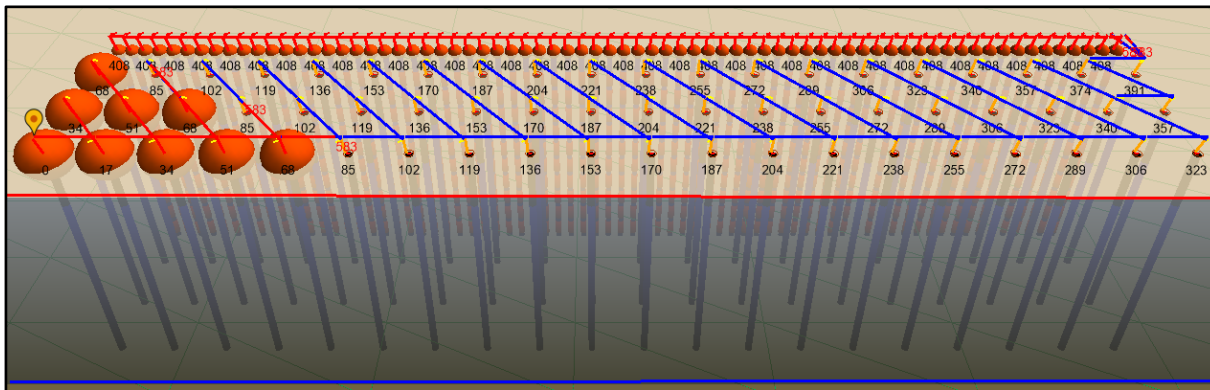
Слика 7.14. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 25 [ms] и Нонел конектори 42 [ms]
Figure 7.14. Field connection in combination with Nonel connector 25 [ms] and Nonel connector 42 [ms]



Слика 7.15. Минско поле во комбинација со Нонел конектори 25 [ms] и Нонел конектори 67 [ms]
Figure 7.15. Field connection in combination with Nonel connector 25 [ms] and Nonel connector 67 [ms]

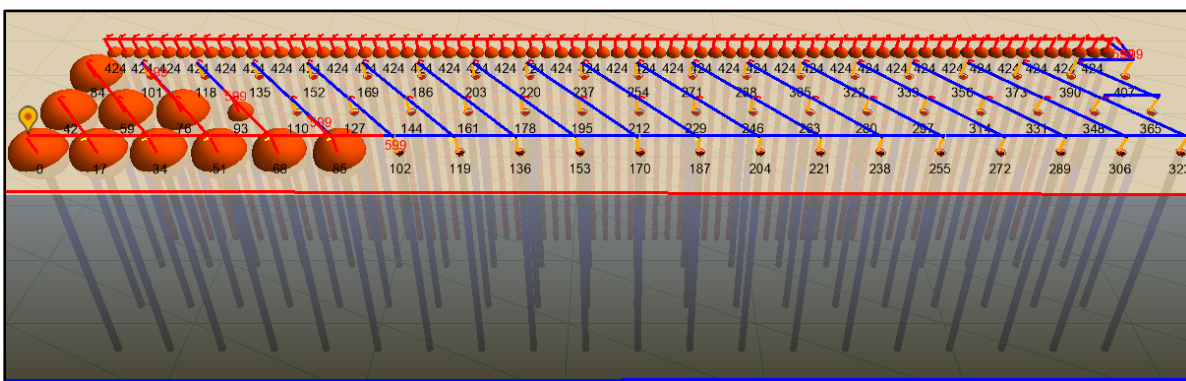
б. Иницирање на минското поле

Во овој случај е дадена можност да се види редоследот за иницијација на дупките, (случајот со иницирање на терен е претставен на сликите подолу од Слика 7.16. до слика 7.22.) На овие минирања мора да бидеме внимателни да ја започнеме контурна линија пред првата дупка на редот што е близу до контурната линија.



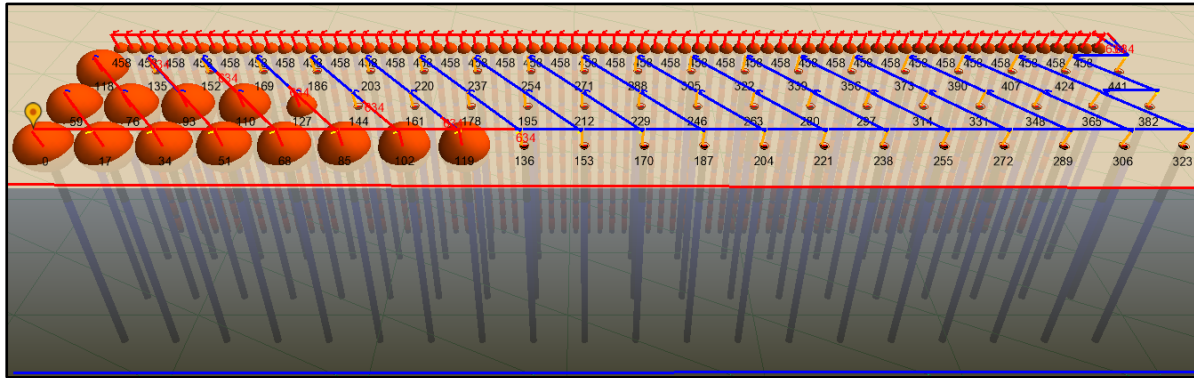
Слика 7.16. Иницирање на минското поле поврзано со Нонел конектори 17 [ms]
Figure 7.16. The Initiation of connected field with Nonel connector 17 [ms]

Во овој случај, со анализа на времето на започнување на дупчењето, засновано врз врската на површината направена со Nonel конектор 17 [ms] и започнувањето со Nonel детонатор 500 [ms] во дупките, можеме да видиме дека контурните дупки започнуваат да сечат карпата во времето 408 [ms], и ова е 160 [ms] пред првата дупка на најблискиот ред на примарните дупкотини кое почнува во 568 [ms]. Времето потребно за започнување на целата серија на минирање е 408 [ms], а исто толку е и времето за започнување на контурната линија.



Слика 7.17. Иницирање на минското поле во комбинација со Нонел конектор 17 [ms] и Нонел конектор 25 [ms]
Figure 7.17. The Initiation of connected field in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 25 [ms]

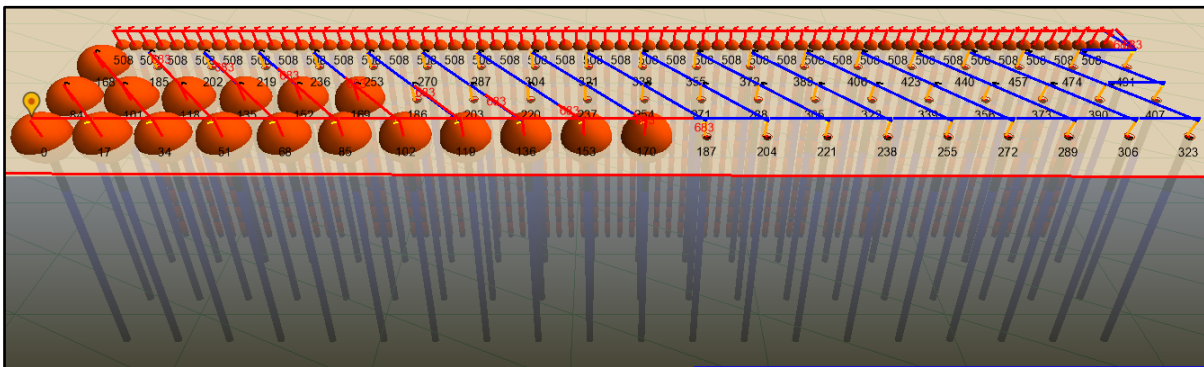
Во овој случај, со анализа на времето на започнување на иницирањето, базирано на основа на врската на површината направена со комбинација на Nonel конекторот 17 [ms], и Nonel конекторот 25 [ms], и иницијацијата со Nonel детонаторот 500 [ms] во дупката, можеме да видиме дека контурните дупки започнуваат да ја сечат карпата во времето од 424 [ms], и ова е 160 [ms] пред првата дупка на првиот ред на примарните дупкотини да биде иницирана за 584 [ms]. Времето потребно за започнување иницијација на целото минско поле е 424 [ms], а исто толку е и времето за активирање на контурната линија.



Слика 7.18. Иницирање на минско поле поврзано во комбинација на Нонел конектор 17 [ms] и Нонел конектор 42 [ms]

Figure 7.18. The Initiation of connected field in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 42 [ms]

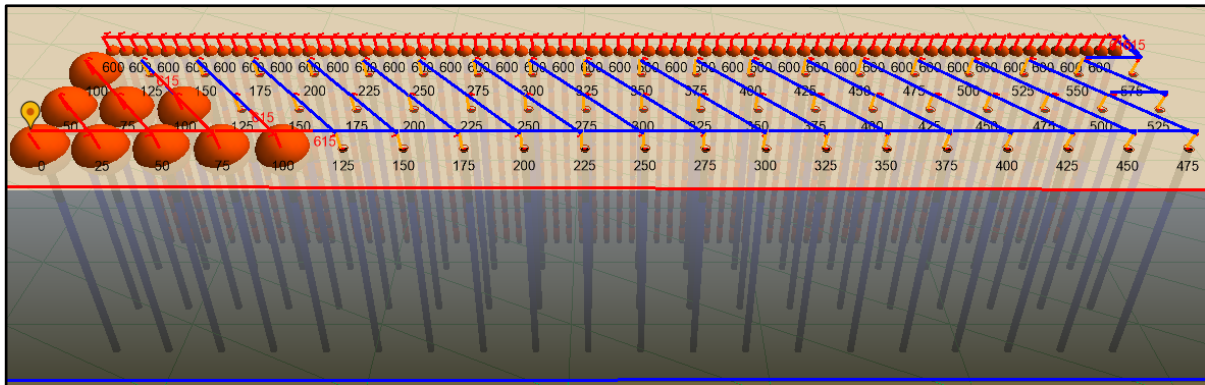
Во овој случај, со анализа на времето на започнување на иницирањето, врз основа на врската на минската површина направена со комбинација на Nonel конекторот 17 [ms], и Nonel приклучокот 42 [ms], и иницијацијата со Nonel детонаторот 500 [ms] во дупката, можеме да видиме дека контурните дупки започнуваат да ја сечат карпата во времето 458 [ms], и ова е 160 [ms] пред првата дупка на најблискиот ред на примарните дупкотини да биде иницирано во 618 [ms]. Времето потребно за започнување на целата минска површина е 458 [ms], и исто е време за иницирање на контурната линија.



Слика 7.19. Иницирање на минското поле поврзано во комбинација на Нонел конектор 17 [ms] и Нонел конектор 67 [ms]

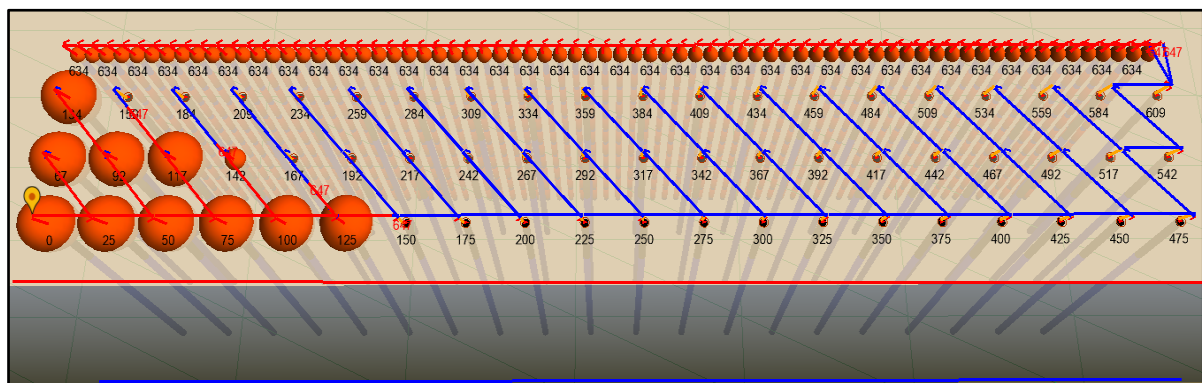
Figure 7.19. The Initiation of connected field in combination with Nonel connector 17 [ms] and Nonel connector 67 [ms]

Во овој случај, со анализа на времето на започнување на иницирањето, врз основа на поврзувањето на минското поле направено со комбинација на Nonel конекторот 17 [ms], и Nonel конекторот 67 [ms], и иницијацијата со Nonel детонаторот 500 [ms] во дупката, можеме да видиме дека контурните дупки започнуваат да ја пресекуваат карпата во времето 508 [ms], и ова е 160 [ms] пред првата дупка на најблискиот ред на примарните дупкотини да започне за 668 [ms]. Времето потребно за започнување на целата серија за иницирање на минското поле е 588 [ms], а истото време е и за иницирање на контурната линија.



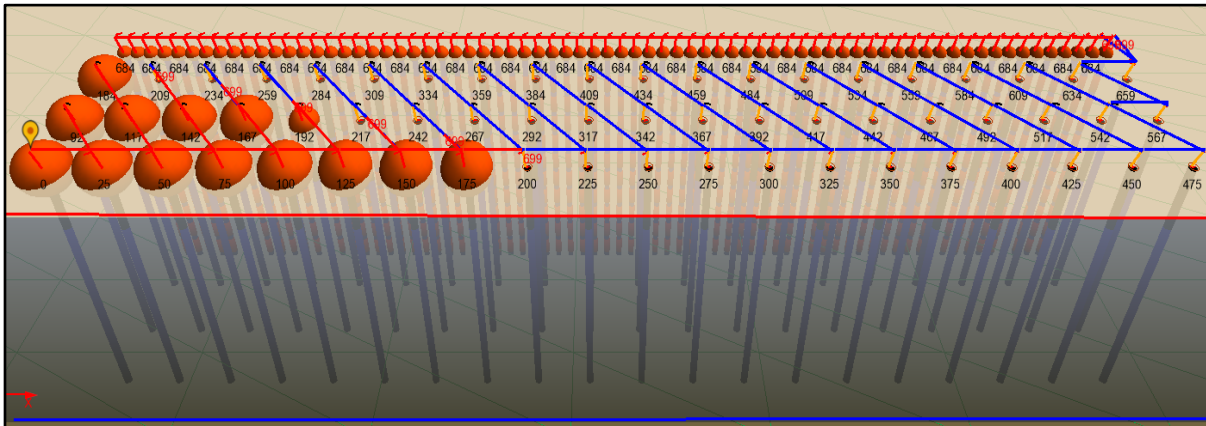
Слика 7.20. Иницирање на минско поле поврзано со Нонел конектор 25 [ms]
Figure 7.20. The Initiation of connected field with Nonel connector 25 [ms]

Во овој случај, со анализа на времето на започнување на дупчењето, засновано врз врската на површината направена со Nonel конектор 25 [ms] и започнувањето со Nonel детонаторот 500 [ms] во дупката, можеме да видиме дека контурните дупки почнуваат да ја отсекуваат карпата во исто време од првите дупки на најблискиот ред од примарните дупкотини кои се иницирани со 600 [ms]. Времето потребно за започнување на целата серија на миирање е 600 [ms], и исто толку е време потребно за иницирање на контурната линија.



Слика 7.21. Иницирање на минско поле поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms] и Нонел конектор 42 [ms]
Figure 7.21. The Initiation of connected field in combination with Nonel connector 25 [ms] and Nonel connector 42 [ms]

Во овој случај, со анализа на времето на започнување на иницирањето, врз основа на врската на минското поле направена со комбинација на Nonel конекторот 25 [ms], и Nonel приклучокот 42 [ms], и започнувањето со Nonel детонаторот 500 [ms] во примарната дупка, можеме да видиме дека контурните дупчења започнуваат да ја пресекуваат карпата истовремено со првото дупчење на најблискиот ред на примарните дупкотини и е иницирано во 634 [ms]. Времето потребно за започнување на целата површина на дупчење е 634 [ms], а исто толку е и времето за започнување на контурната линија.



Слика 7.22. Иницирање на минско поле поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms] и Нонел конектор 67 [ms]

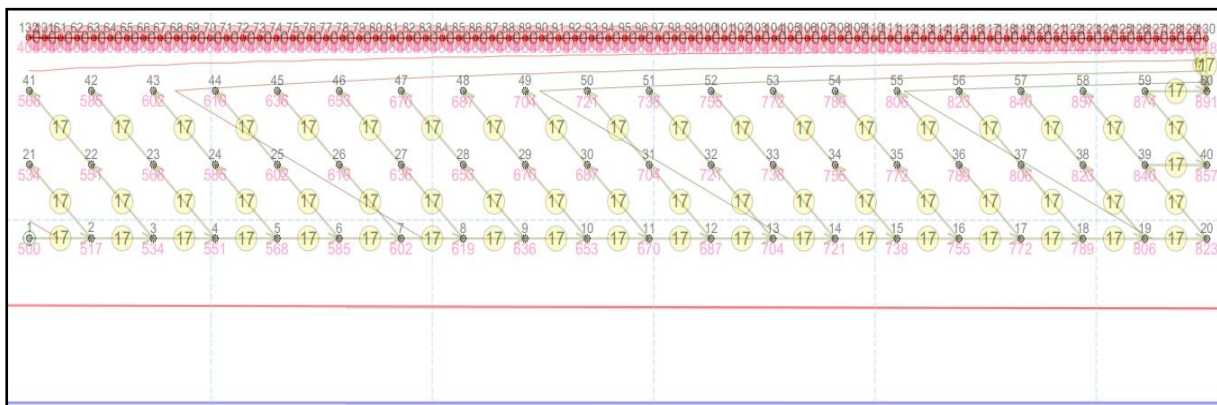
Figure 7.22. The Initiation of connected field in combination with Nonel connector 25 [ms] and Nonel connector 67 [ms]

Во овој случај, со анализа на времето на започнување на дупчењето, засновано на врската на минското поле направена со комбинација на Nonel конекторот 25 [ms], и Nonel конекторот 67 [ms], и започнувањето со Nonel детонаторот 500 [ms], можеме да видиме дека контурните дупки започнуваат да ја пресекуваат карпата истовремено до првото дупчење на најблискиот ред на примарните дупкотини и е иницирано во 684 [ms]. Времето потребно за започнување на целата површина на дупчење е 684 [ms], и исто толку е време за започнување на контурната линија.

с. Иницирање на контурните дупкотини

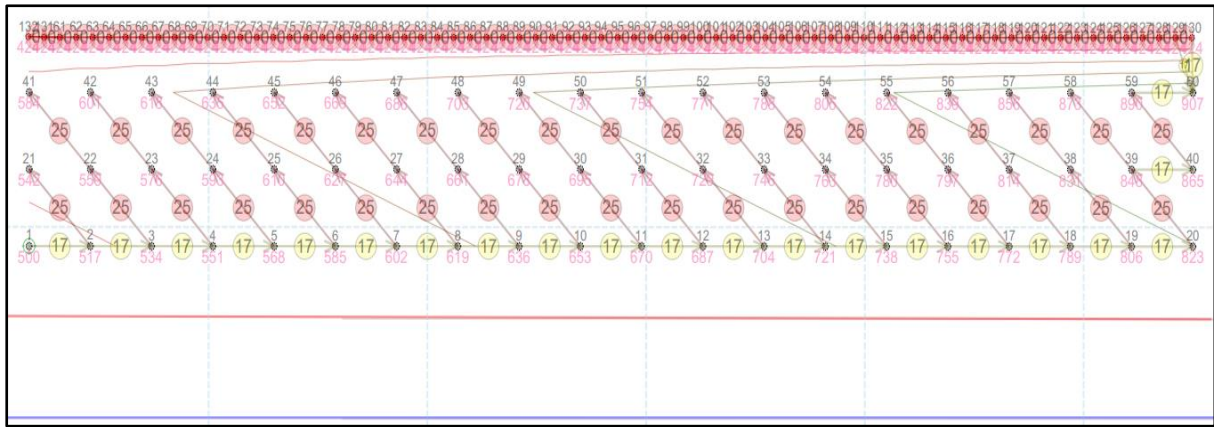
Во овој случај, интервалот е 100 [ms] помеѓу контурите за иницирање.

Во врска со иницирањето на минското поле во комбинација со Nonel конектори, иницирањето на контурните дупкотини се прикажани подолу на сликите од Слика 7.23. до Слика 7.29.

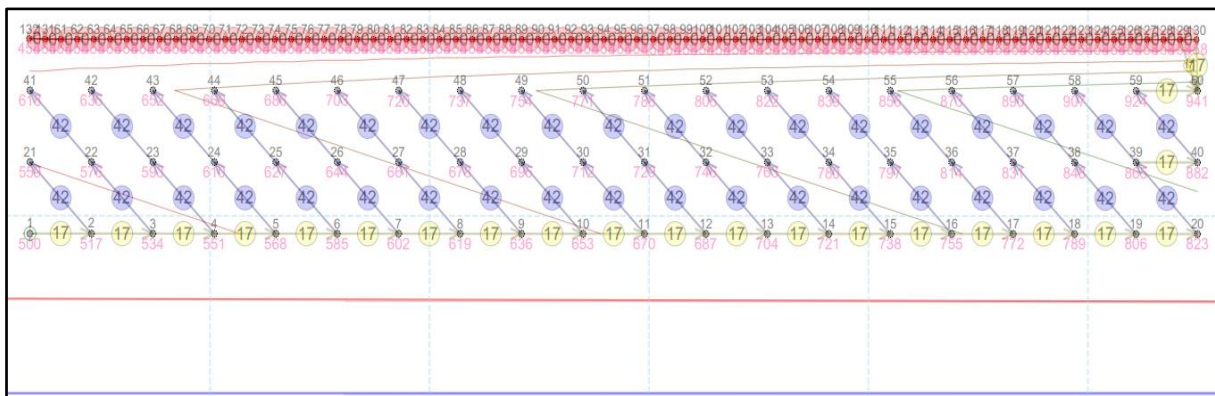


Слика 7.23. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со Нонел конектор 17 [ms]

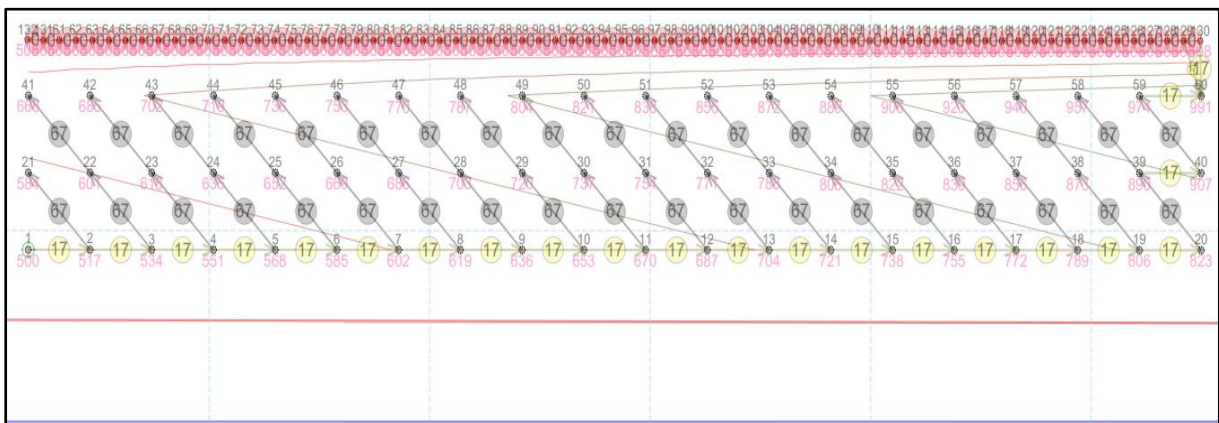
Figure 7.23. The initiation contours of the contour blasting for connection with Nonel connector 17 [ms]



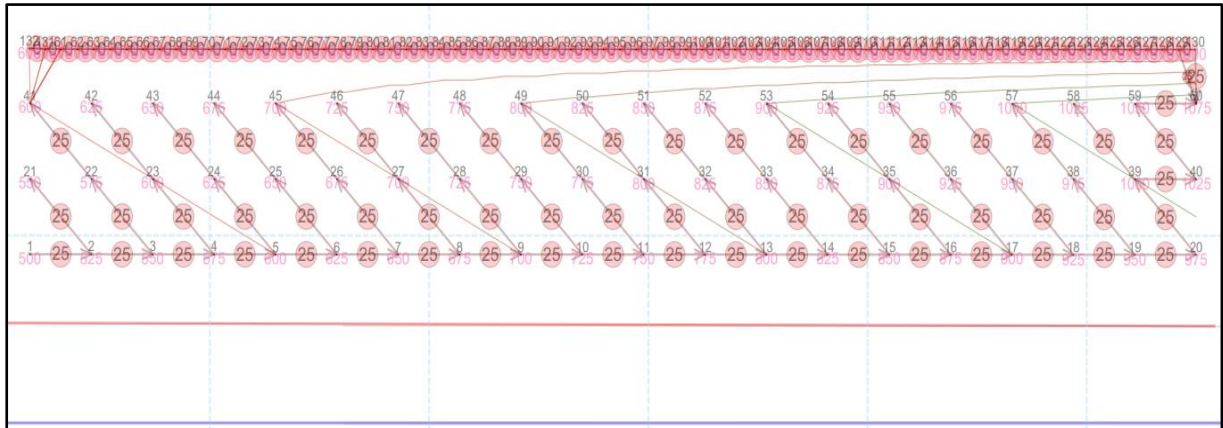
Слика 7.24. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms]
Figure 7.24. The initiation contours of the contour blasting in combination with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 25 [ms]



Слика 7.25. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]
Figure 7.25. The initiation contours of the contour blasting in combination with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 42 [ms]

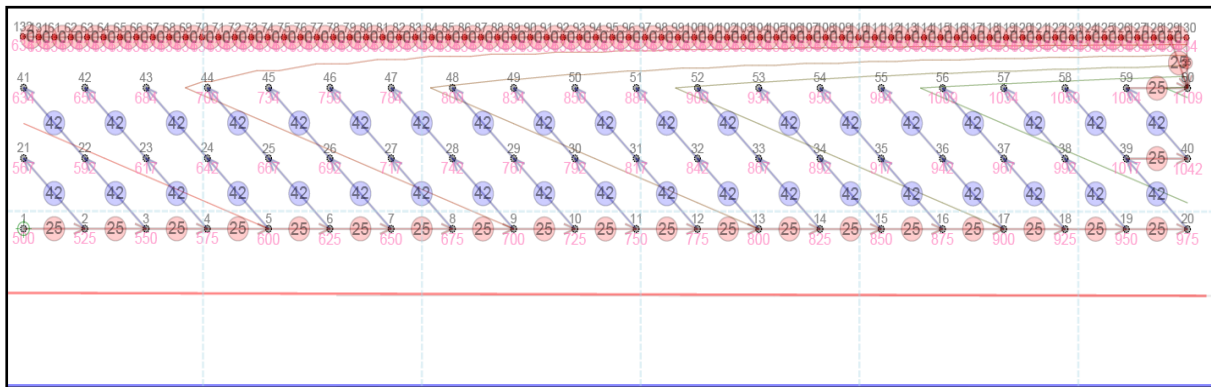


Слика 7.26. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]
Figure 7.26. The initiation contours of the contour blasting in combination with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 67 [ms]



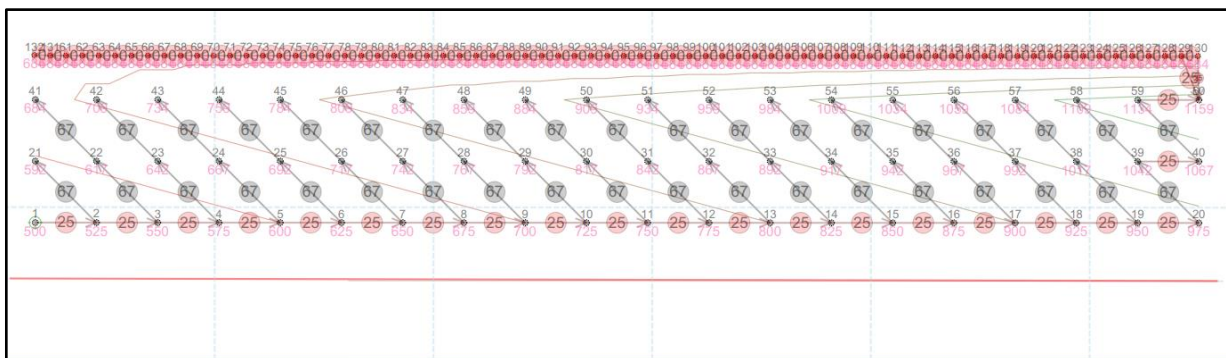
Слика 7.27. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со Нонел конектор 25 [ms]

Figure 7.27. The initiation contours of the contour blasting for connection with Nonel connector 25 [ms]



Слика 7.28. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Figure 7.28. The initiation contours of the contour blasting in combination with Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 42 [ms]



Слика 7.29. Иницирање на контурите со контурно минарање поврзано со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]

Figure 7.29. The initiation contours of the contour blasting in combination with Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 67 [ms]

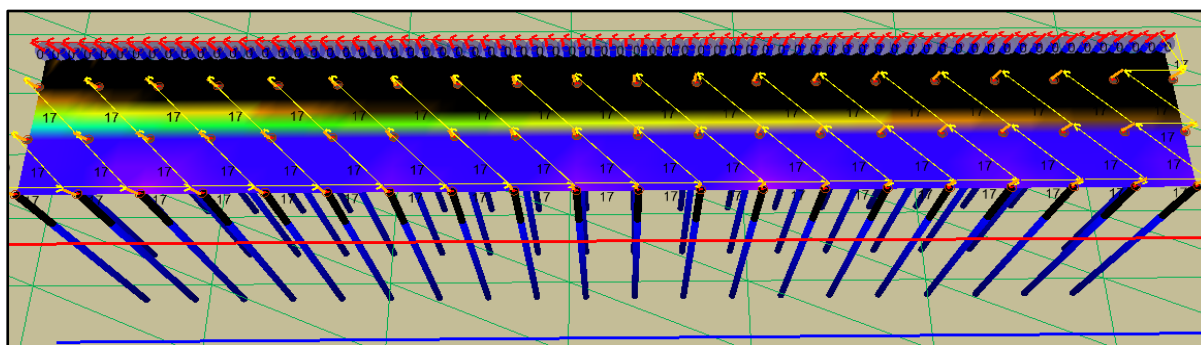
d. Редослед на иницирање

Редоследот на иницијацијата ќе биде претставен во боја и боите може да се променат ако времето на започнување помеѓу дупките варира, но ако времето на започнување на дупчењето не се промени, тогаш релјефот за иницијација е претставен во иста боја за целото дупчење. Варијацијата на иницирање во времето според бојата е претставена, на Слика 7.30.



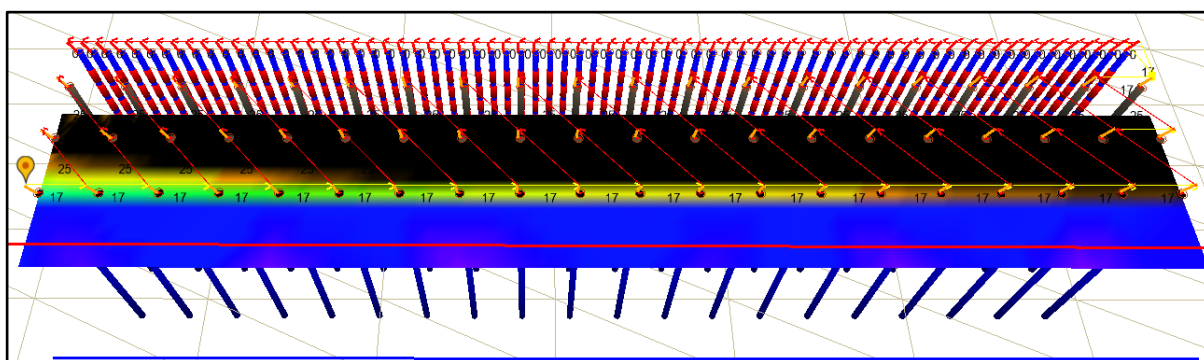
Слика 7.30. Бои на времето на одложувања
Figure 7.30. Colors of the time of delays

Редоследот на иницијација за некои случаи со комбинации на Нонел конектори при контурното минирање се прикажани од Слика 7.31. до Слика 7.37.



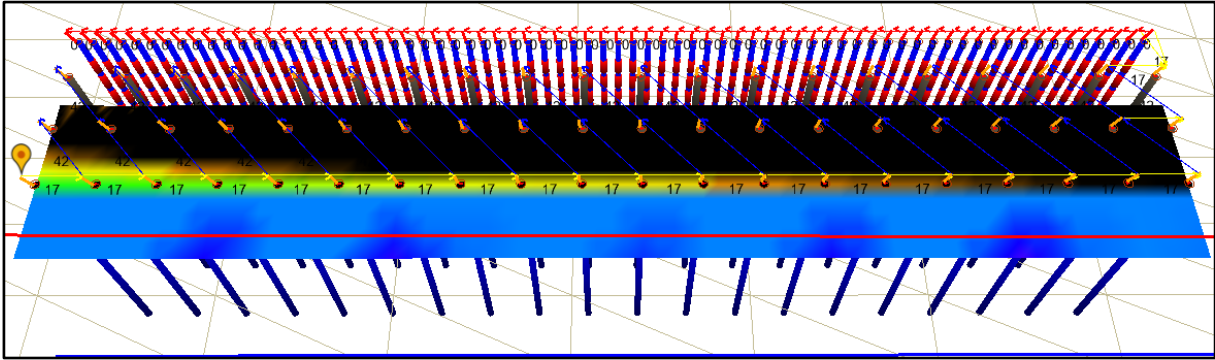
Слика 7.31. Редоследот на иницијација при контурно минирање со Нонел конектор 17 [ms]

Figure 7.31. The initiation relief of the contour blasting for connection with Nonel connector 17 [ms]

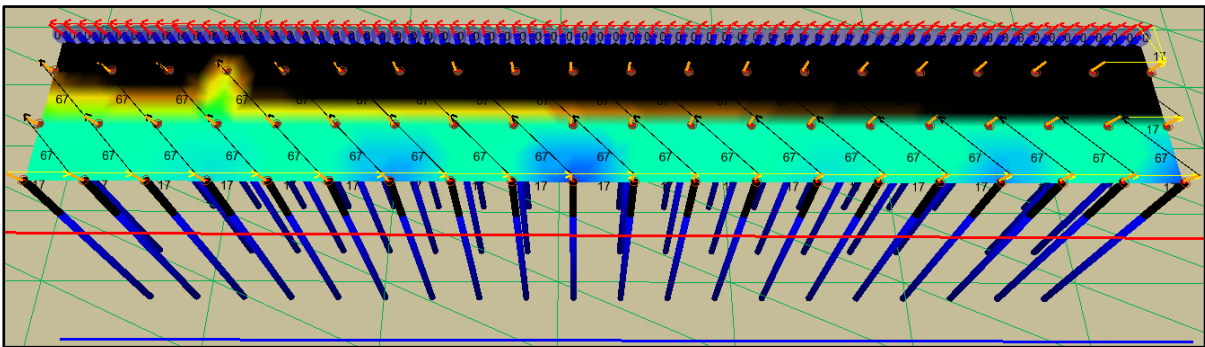


Слика 7.32. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms]

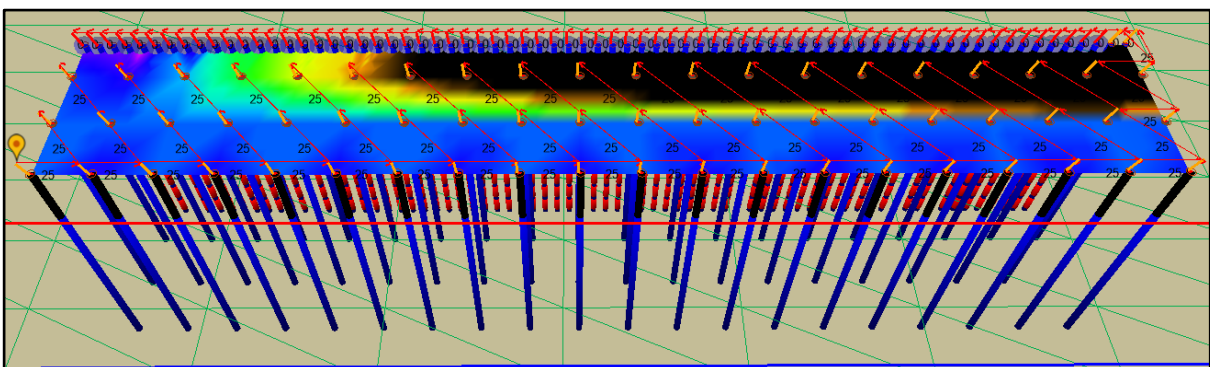
Figure 7.32. The initiation relief of the contour blasting for connection in combination with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 25 [ms]



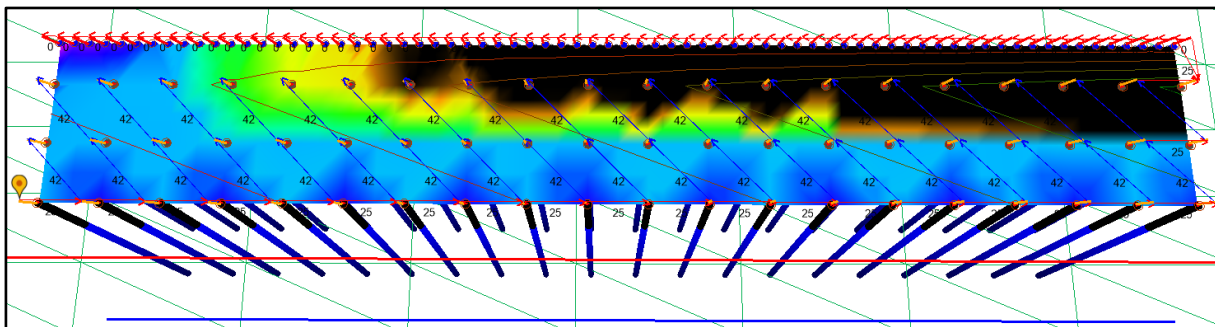
Слика 7.33. Редоследот на иницијација при контурно минарање со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]
Figure 7.33. The initiation relief of the contour blasting for connection in combination with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 42 [ms]



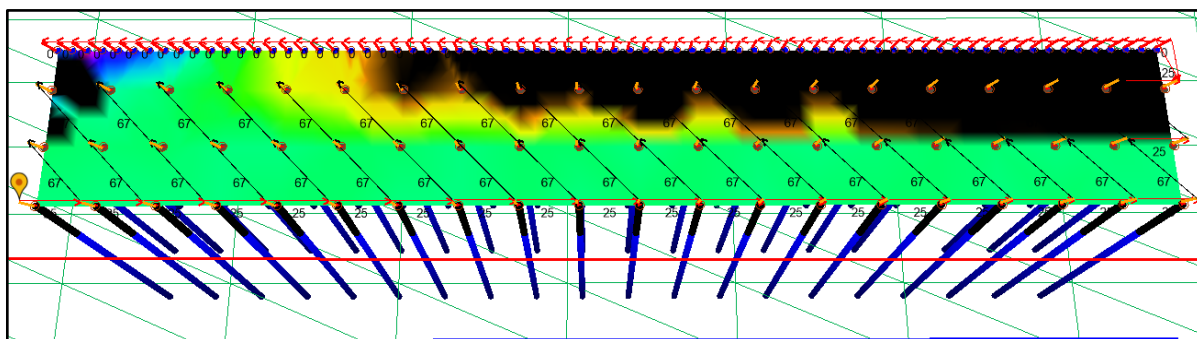
Слика 7.34. Редоследот на иницијација при контурно минарање со комбинација на Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]
Figure 7.34. The initiation relief of the contour blasting for connection in combination with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 67 [ms]



Слика 7.35. Редоследот на иницијација при контурно минарање со Нонел конектор 25 [ms]
Figure 7.35. The initiation relief of the contour blasting for connection with Nonel connector 25 [ms]



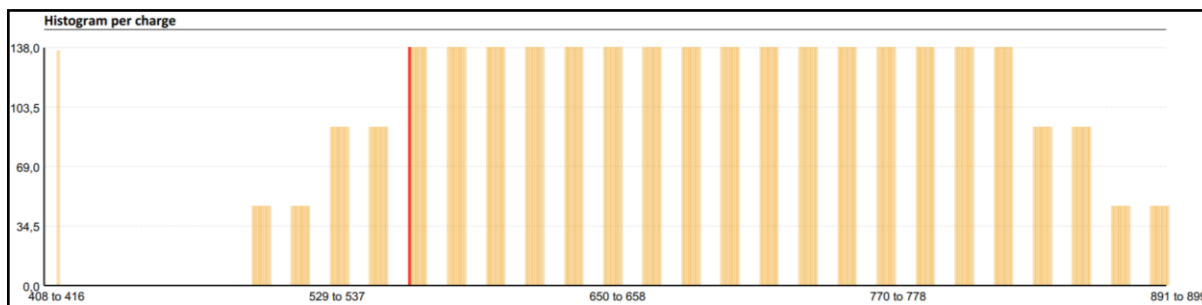
Слика 7.36. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]
Figure 7.37. The initiation relief of the contour blasting for connection in combination with Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 42 [ms]



Слика 7.37. Редоследот на иницијација при контурно минирање со комбинација на Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]
Figure 7.37. The initiation relief of the contour blasting for connection in combination with Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 67 [ms]

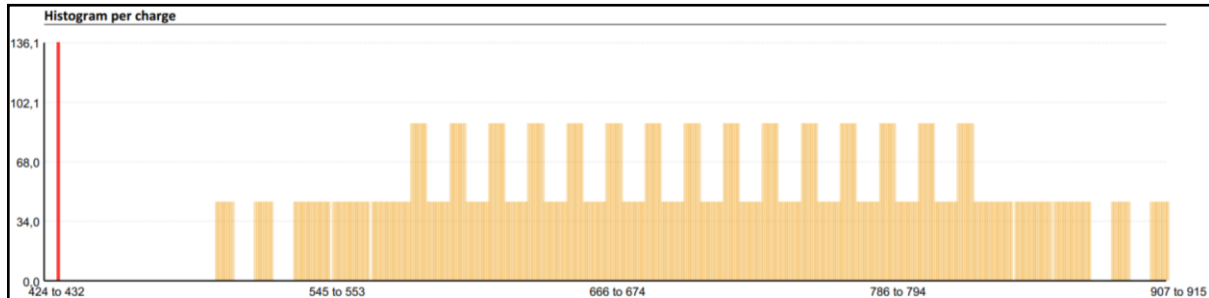
е. Моментно иницирање со закаснување

Моментното иницирање со закаснување на поврзувањето во некои комбинации со Нонел конектори при контурното минирање се прикажани од Дијаграм 7.7. до Дијаграм 7.13.



Дијаграм 7.7. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 17 [ms]
Diagram 7.7. The histogram of instantaneous charge per delay for connection with Nonel connector 17 [ms]

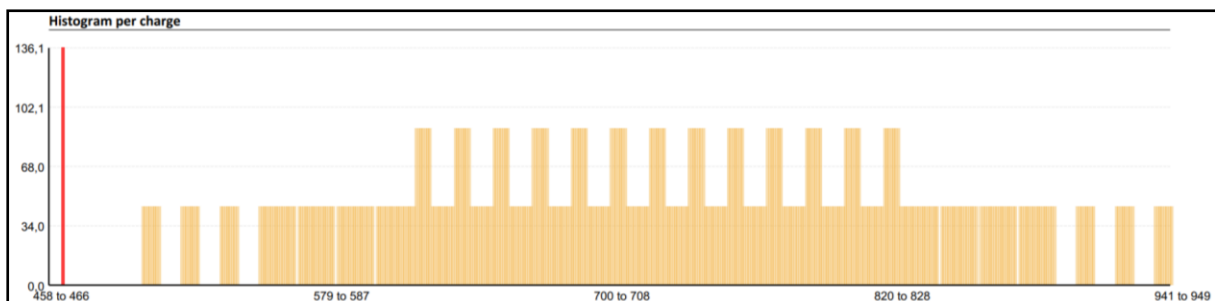
На Дијаграм 7.7. се гледа моментното иницирање со закаснување на иницирањето, каде што во овој случај на поврзување, максимумот е 138 [kg], а таа количина на моментно палење со закаснување е помеѓу времето на започнување 561 [ms] и 569 [ms], и продолжува да се повторува на секои 17 [ms] до времето на иницирање 823 [ms] до 831 [ms].



Дијаграм 7.8. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms]

Diagram 7.8. The histogram of instantaneous charge per delay for combination of connection with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 25 [ms]

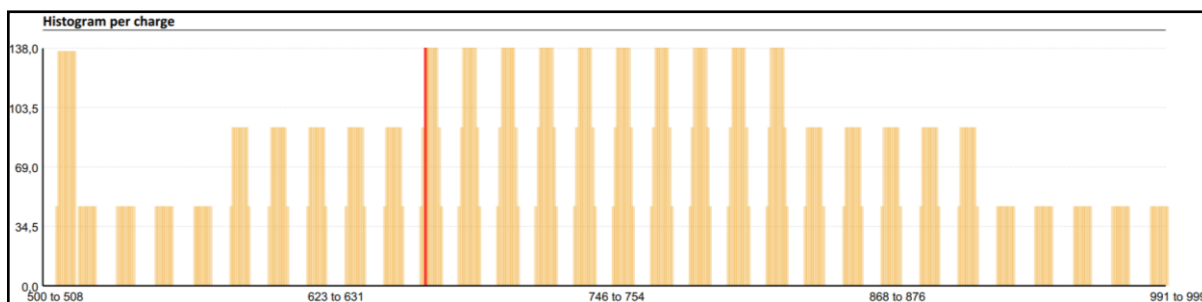
На Дијаграм 7.8. се гледа моментното иницирање со закаснување на експлозивот, каде што во овој случај на поврзување максимумот е 136.1 [kg], а таа количина на моментно полнење со закаснување е помеѓу времето на започнување 424 [ms] и 432 [ms], а количината на експлозивот во контурните дупки е прикажано со црвена линија на хистограмот. Оваа количина за моментно иницирање во примарните дупчотини е со максимум од 90 [kg].



Дијаграм 7.9. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Diagram 7.9. The histogram of instantaneous charge per delay for combination of connection with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 42 [ms]

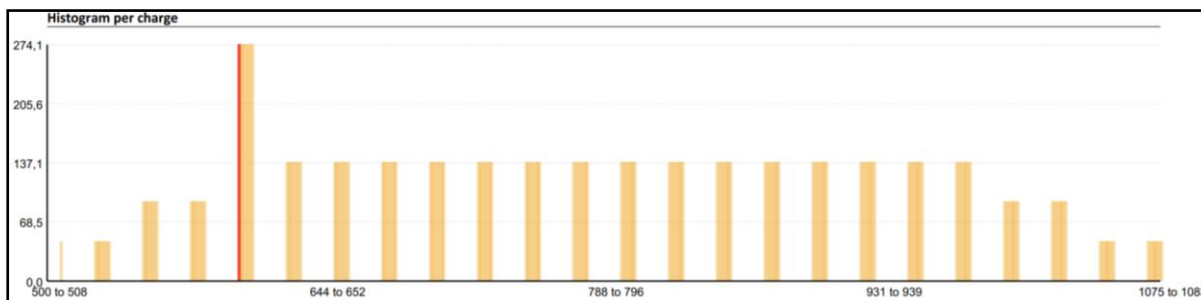
На Дијаграм 7.9. се гледа моментното иницирање со закаснување на експлозивот, каде што во овој случај на поврзување максимумот е 136.1 [kg], а таа количина на моментно иницирање со закаснување е помеѓу времето на започнување 458 [ms] и 466 [ms], а количината на експлозивот во контурните дупки е прикажано со црвена линија на хистограмот. Оваа количина за моментно иницирање во примарните дупчотини е со максимум од 90 [kg].



Дијаграм 7.10. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]

Diagram 7.10. The histogram of instantaneous charge per delay for combination of connection with Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 67 [ms]

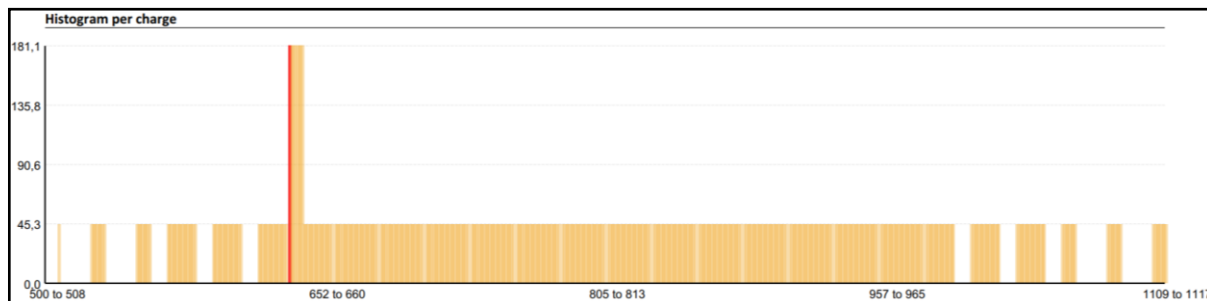
На Дијаграм 7.10. се гледа моментното иницирање со закаснување на експлозивот, каде што во овој случај на поврзување максимумот е 138 [kg], а таа количина на полнење со закаснување е помеѓу времето на започнување 663 [ms] и 671 [ms], и продолжува да се повторува на секои 829 [ms].



Дијаграм 7.11. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 25 [ms]

Diagram 7.11. The histogram of instantaneous charge per delay for connection with Nonel connector 25 [ms]

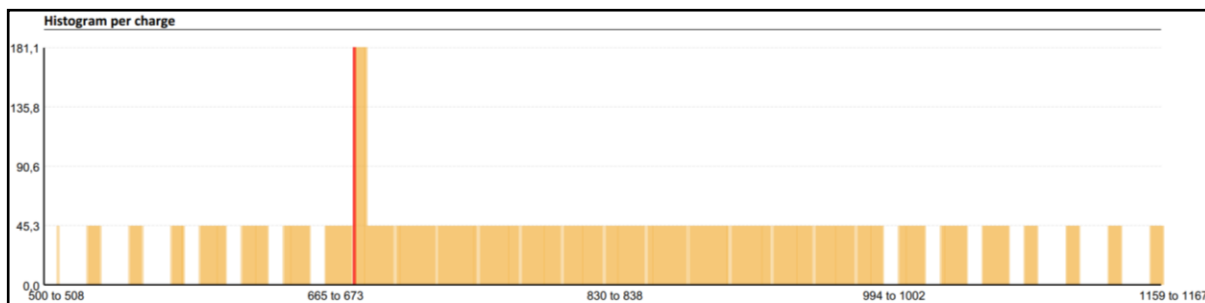
На Дијаграм 7.11. се гледа моментното иницирање со закаснување на експлозивот, каде што во овој случај на поврзување максимумот е 274.1 [kg], а таа количина на моментно полнење со закаснување е помеѓу времето на започнување 593 [ms] и 601 [ms].



Дијаграм 7.12. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Diagram 7.12. The histogram of instantaneous charge per delay for combination of connection with Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 42 [ms]

На Дијаграм 7.12. се гледа моментното иницирање со закаснување на експлозивот, каде што во овој случај на поврзување максимумот е 181.1 [kg], а таа количина на моментно полнење со закаснување е помеѓу времето на започнување 627 [ms] и 635 [ms].

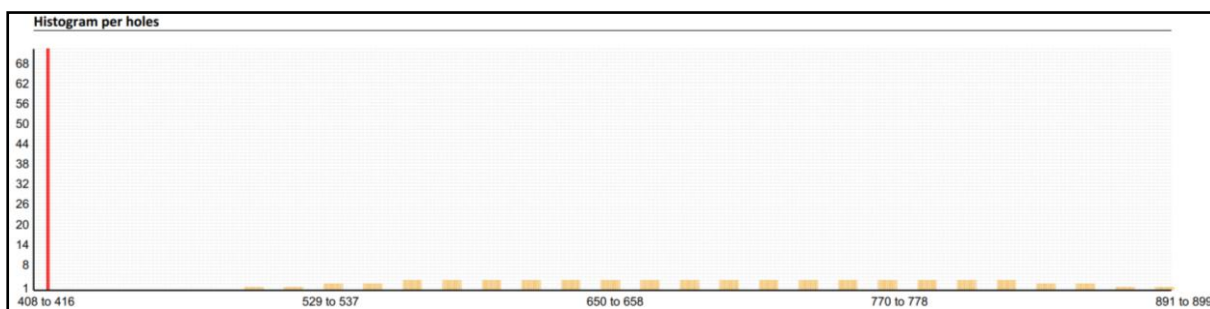


Дијаграм 7.13. Хистограм на моментното иницирање со закаснување при поврзување со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]
Diagram 7.13. The histogram of instantaneous charge per delay for combination of connection with Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 67 [ms]

На Дијаграм 7.13. се гледа моментното иницирање со закаснување на експлозивот, каде што во овој случај на поврзување максимумот е 181.1 [kg], а таа количина на моментно полнење со закаснување е помеѓу времето на започнување 677 [ms] и 685 [ms].

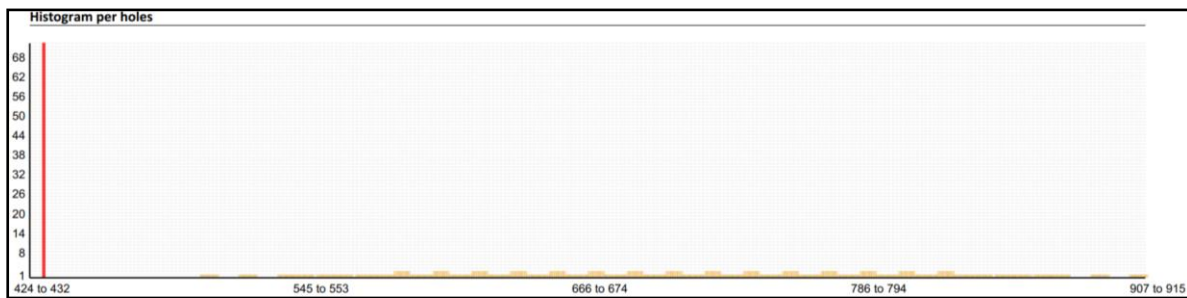
f. Закаснување со меѓучеп

Бројот на закаснување со меѓучеп при поврзувањето во комбинација со Нонел конектори за контурно минирање се прикажани на сликите подолу, од Дијаграм 7.14. до Дијаграм 7.20.



Дијаграм 7.14. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 17 [ms]
Diagram 7.14. The number of decks per delay, at connection with Nonel connector 17 [ms]

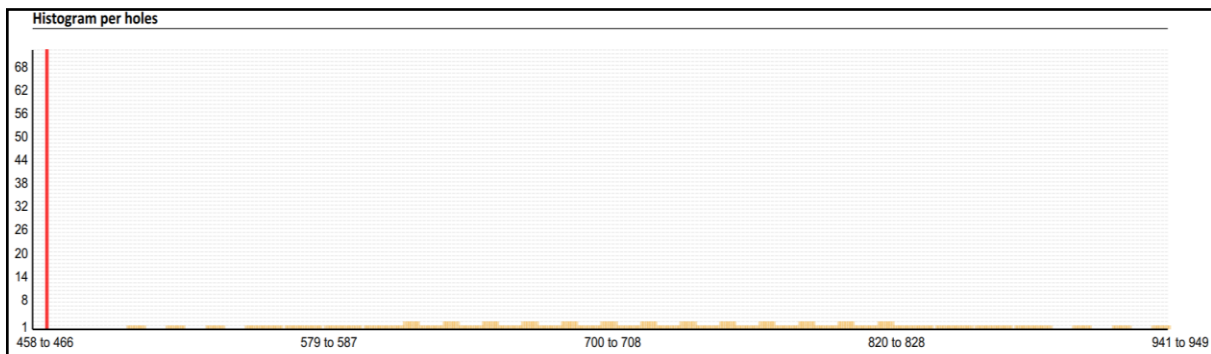
На Дијаграм 7.14., се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 72 дупки, и ова максимално закаснување е меѓу време на иницирање од 408 [ms] и 416 [ms], на контурната линија. Во овој случај имаме три закаснувања со меѓучеп од примарните дупкотини.



Дијаграм 7.15. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms]

Diagram 7.15. The number of decks per delay, at combination of connection with Nonel connector 17 [ms], and 25 [ms]

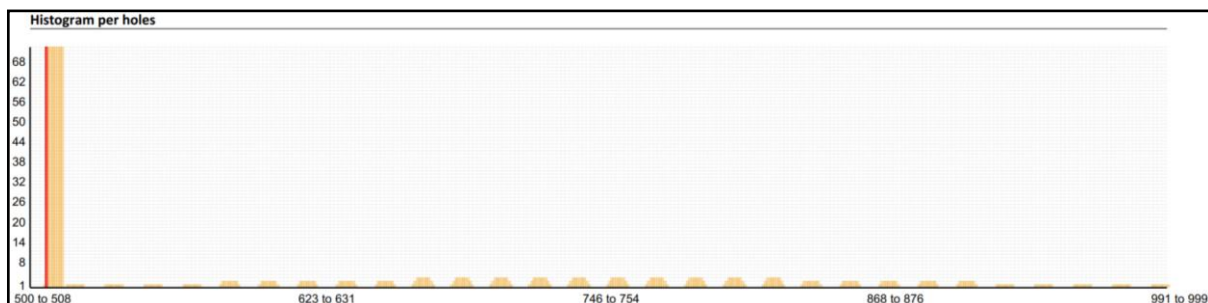
На Дијаграм 7.15., се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 72 дупки, и максималните закаснувања се помеѓу иницирано време од 424 [ms] до 432 [ms]. Во овој случај имаме две закаснувања со меѓучеп од примарните дупкотини и време од 8 [ms], а помеѓу дупките 1 [ms] за време на иницирањето.



Дијаграм 7.16. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Diagram 7.16. The number of decks per delay, at combination of connection with Nonel connector 17 [ms], and 42 [ms]

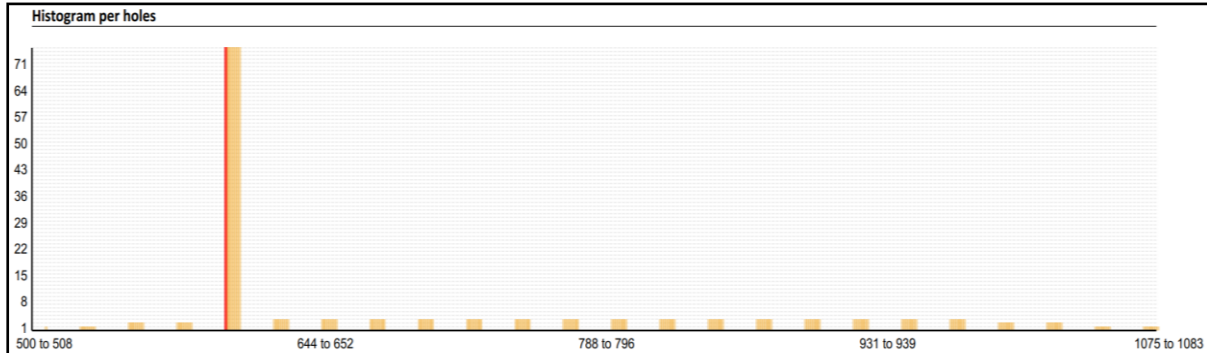
На Дијаграм 7.16., се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 72 дупки, и максималните закаснувања се помеѓу иницирано време од 458 [ms] до 466 [ms]. Во овој случај имаме две закаснувања со меѓучеп од примарните дупкотини и време од 8 [ms], а помеѓу дупките 1 [ms] за време на иницирањето.



Дијаграм 7.17. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]

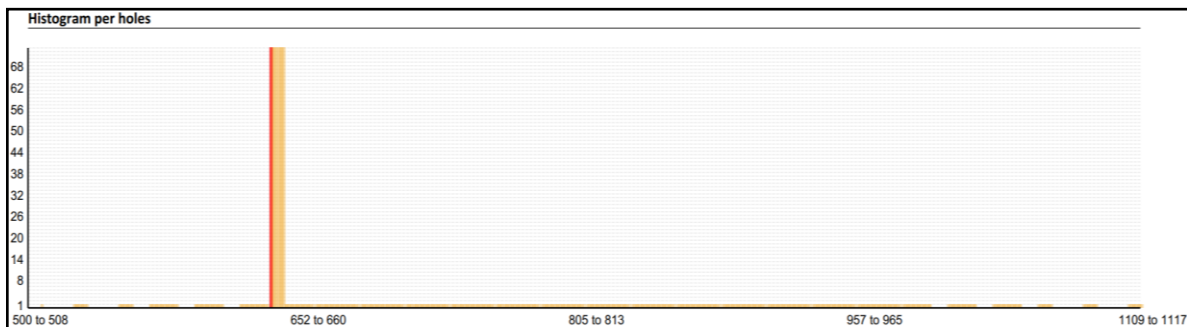
Diagram 7.17. The number of decks per delay, at combination of connection with Nonel connector 17 [ms], and 67 [ms]

На Дијаграм 7.17., се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 73 дупки помеѓу време од 8 [ms] (72 дупки се за контурното минирање, а 1 дупка е за примарното поле), и овде максималното закаснување се помеѓу време на иницијација од 500 [ms] и 508 [ms]. Во овој случај имаме три закаснувања со меѓучеп од примарните дупкотини и време од 8 [ms], а помеѓу дупките 1 [ms] за време на иницирањето.



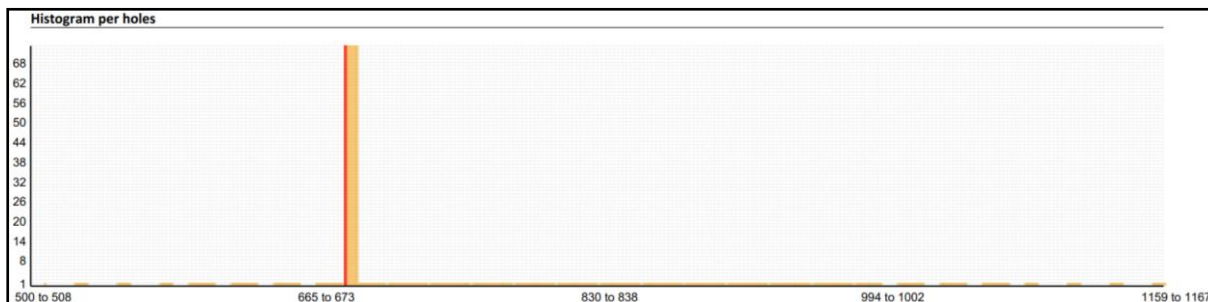
Дијаграм 7.18. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 25 [ms]
Diagram 7.18. The number of decks per delay, at connection with Nonel connector 25 [ms]

На Дијаграм 7.18., се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 75 дупки помеѓу време од 8 [ms] (72 дупки се за контурното минирање, а 3 дупки се за примарното поле), и овде максималното закаснување се помеѓу време на иницијација од 593 [ms] до 601 [ms]. Во овој случај имаме три закаснувања со меѓучеп од примарните дупкотини.



Дијаграм 7.19. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]
Diagram 7.19. The number of decks per delay, at combination of connection with Nonel connector 25 [ms], and 42 [ms]

На Дијаграм 7.19., се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 73 дупки помеѓу време од 8 [ms] (72 дупки се за контурното минирање, а 1 дупка е за примарното поле), и овде максималното закаснување се помеѓу време на иницијација од 627 [ms] и 635 [ms]. Во овој случај имаме едно закаснување со меѓучеп помеѓу примарните дупкотини од 8 [ms].



Дијаграм 7.20. Број на меѓучепови за закаснување, поврзани со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]

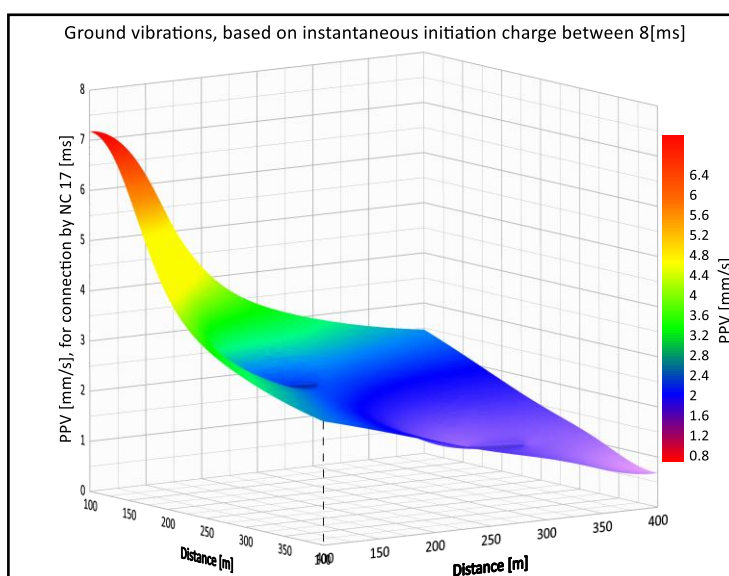
Diagram 7.20. The number of decks per delay, at combination of connection with Nonel connector 25 [ms], and 67 [ms]

На Дијаграм 7.20. се прикажани закаснувања со меѓучеп, во овој случај поврзани се максимум 73 дупки помеѓу време од 8 [ms] (72 дупки се за контурното минирање, а 1 дупка е за примарното поле), и овде максималното закаснување се помеѓу време на иницијација од 677 [ms] и 685 [ms]. Во овој случај имаме едно закаснување со меѓучеп помеѓу примарните дупкотини од 8 [ms].

г. Анализа на вибрациите на тлото

По пресметувањето на вибрациите на тлото, тие податоци за вибрациите можеме да се извезуваат во .xlsx датотеки и со Ексел софтверот може да се анализираат а потоа се прават дијаграмите на вибрациите на тлото.

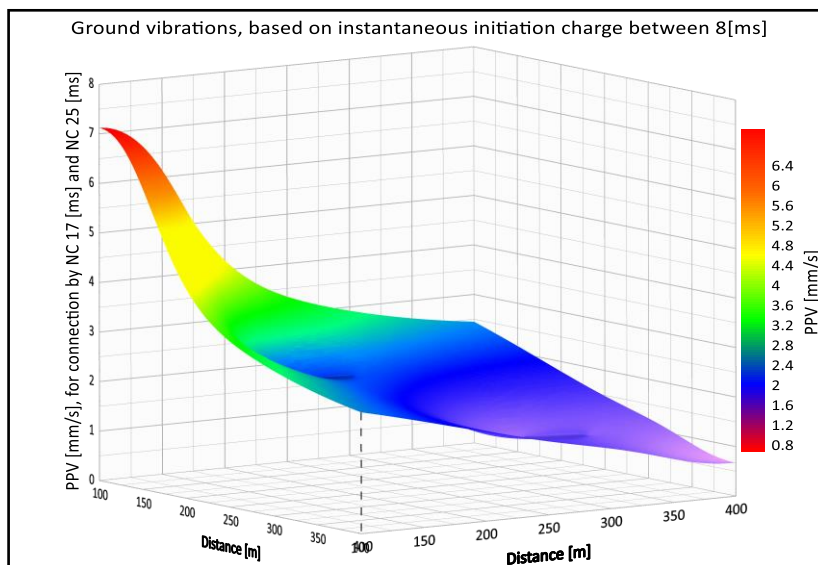
Вибрациите на тлото при поврзување на полето со некои комбинации на поврзување со Нонел конектори се прикажани подолу од Дијаграм 7.21. до Дијаграм 7.27., за растојание помеѓу центарот на контурното минирање и објектот од 100 [m] до 400 [m].



Дијаграм 7.21. Земјени вибрации при поврзување со Нонел конектор 17 [ms]

Diagram 7.21. Ground vibration for the case of connection by Nonel connector 17 [ms]

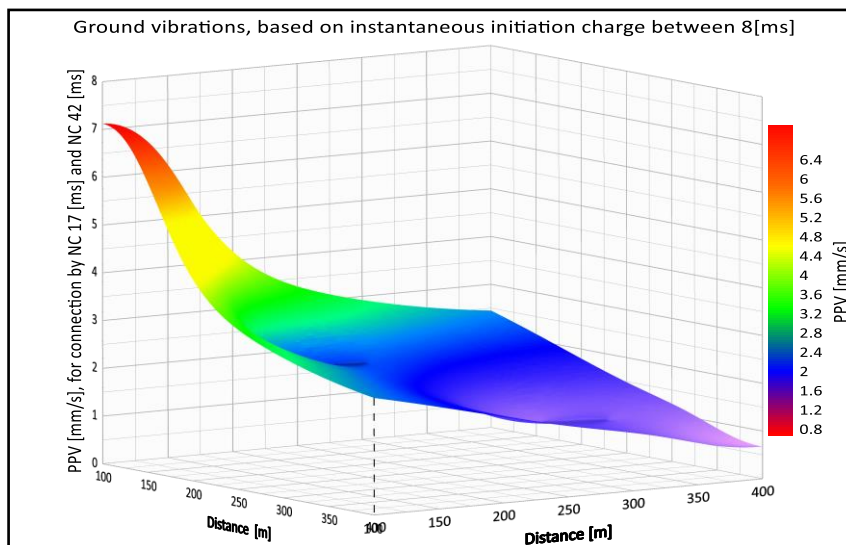
Земено од Дијаграм 7.21., вибрациите на тлото на растојание од 100 [m] се 7,18 [mm/s], а вибрациите на тлото на растојание од 400 [m] се 0,68 [mm/s].



Дијаграм 7.22. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 25 [ms]

Diagram 7.22. Ground vibration for the case of combination of connection by Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 25 [ms]

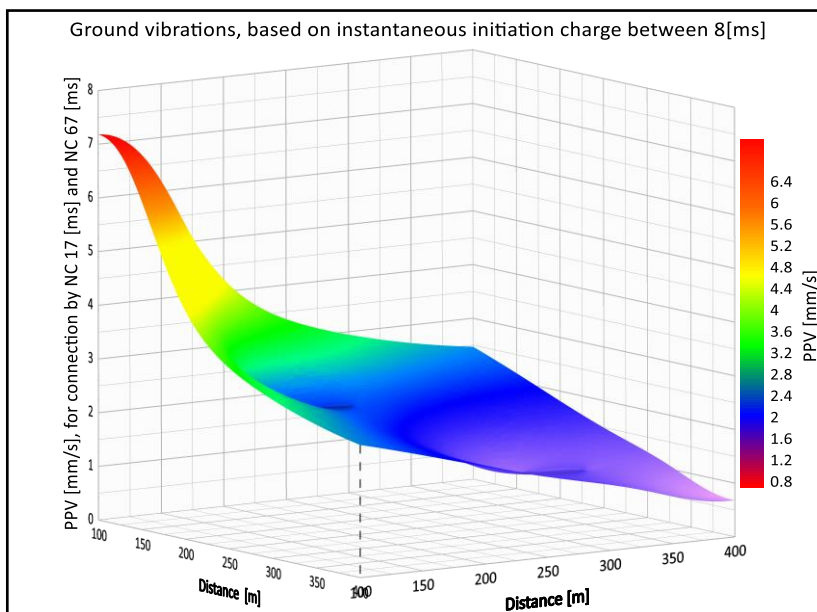
Земено од Дијаграм 7.22., вибрациите на плото на растојание од 100 [m] се 7,121 [mm/s], а вибрациите на растојание од 400 [m] се 0,675 [mm/s].



Дијаграм 7.23. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Diagram 7.23. Ground vibration for the case of combination of connection by Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 42 [ms]

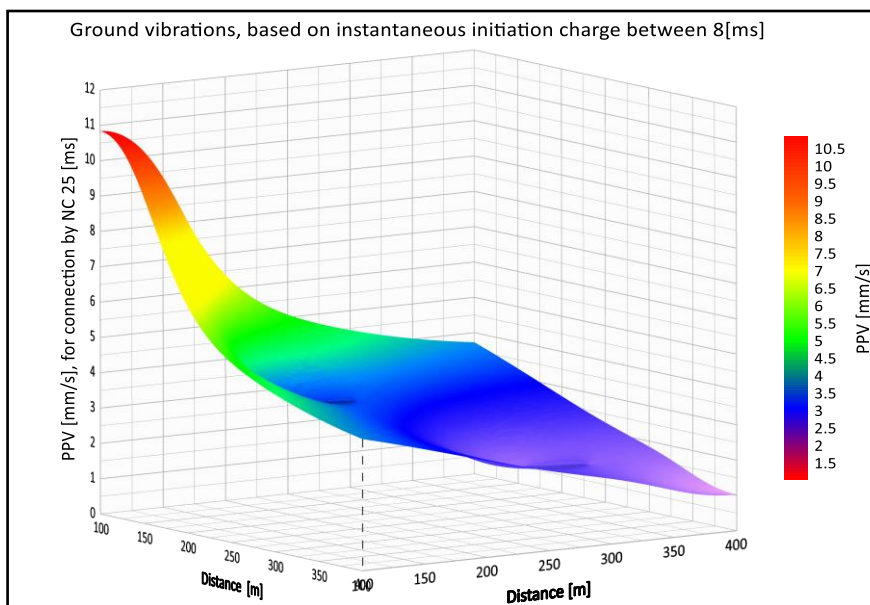
Земено од Дијаграм 7.23., вибрациите на плото на растојание од 100 [m] се 7,121 [mm/s], а вибрациите на земјата на растојание од 400 [m] се 0,675 [mm/s].



Дијаграм 7.24. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 17 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]

Diagram 7.24. Ground vibration for the case of combination of connection by Nonel connector 17 [ms], and Nonel connector 67 [ms]

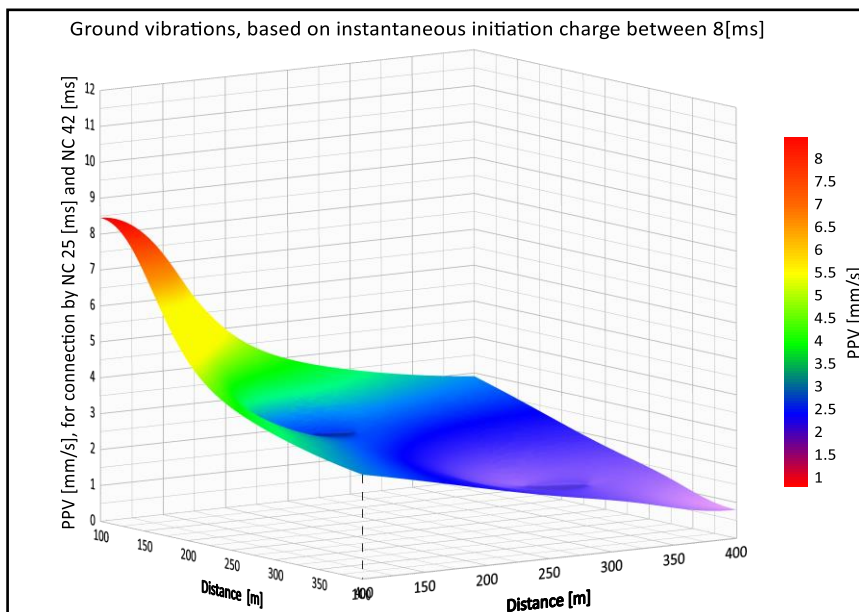
Земено од Дијаграм 7.24., вибрациите на тлото на растојание од 100 [m] се 7,18 [mm/s], а вибрациите на растојание од 400 [m] се 0,68 [mm/s].



Дијаграм 7.25. Земјени вибрации при поврзување со Нонел конектор 25 [ms]

Diagram 7.25. Ground vibration for the case of connection by Nonel connector 25 [ms]

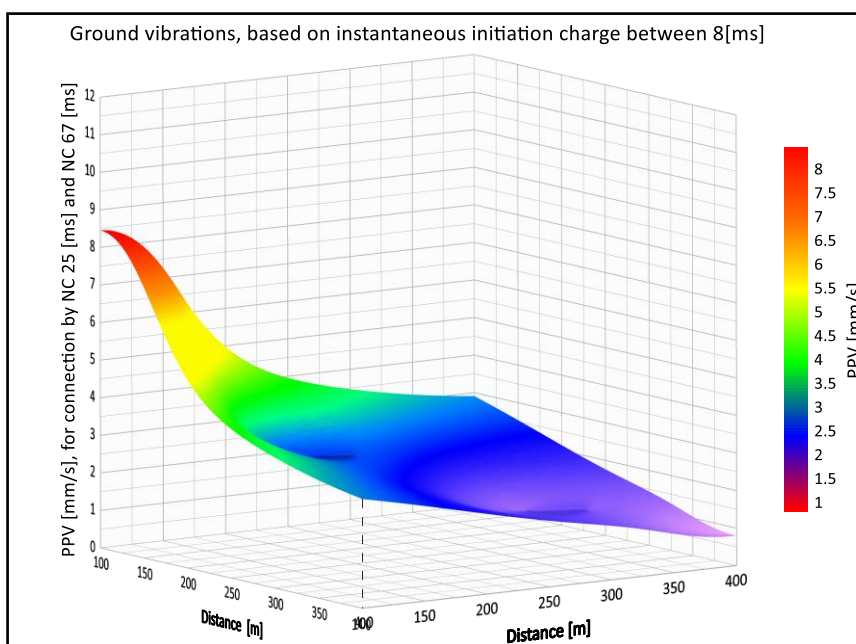
Земено од Дијаграм 7.25., вибрациите на земјата на растојание од 100 [m] се 10.838 [mm/s], а вибрациите на земјата на растојание од 400 [m] се 1.027 [mm/s].



Дијаграм 7.26. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 42 [ms]

Diagram 7.26. Ground vibration for the case of combination of connection by Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 42 [ms]

Земено од Дијаграм 7.26., вибрациите на тлото на растојание од 100 [m] се 8,452 [mm/s], а вибрациите на растојание од 400 [m] се 0,801 [mm/s].



Дијаграм 7.27. Земјени вибрации при поврзување во комбинација со Нонел конектор 25 [ms], и Нонел конектор 67 [ms]

Diagram 7.27. Ground vibration for the case of combination of connection by Nonel connector 25 [ms], and Nonel connector 67 [ms]

Земено од Дијаграм 7.27., вибрациите на тлото на растојание од 100 [m] се 8,452 [mm/s], а вибрациите на земјата на растојание од 400 [m] се 0,801 [mm/s].

8.0 РЕЗУЛТАТИ И КОМЕНТАР

За проучување и анализи на контурните минирања, податоците за минирањата се добиени од градежните работи на автопатот Морина - Мердаре, во кои се реализирани над 300 серии со контурни минирања, а при работите на автопатот Приштина - Хани и Елезит, се реализирани 5 контурни минирања, додека на работите на автопатот Ѓњилане, се реализирани 7 контурни минирања.

Сите овие податоци за резултатите од минирањата се обработени и анализирани.

Врз основа на овие податоци, разработени се случаите презентирани во поглавјата погоре.

Од елаборацијата и анализата на првите 50 минирања извршени на автопатот Морина - Мердаре, беше можно да се добијат некои емпириски формули кои ни служат за да направиме пресметки на параметрите на методите за контурните минирања.

Овие емпириски формули се:

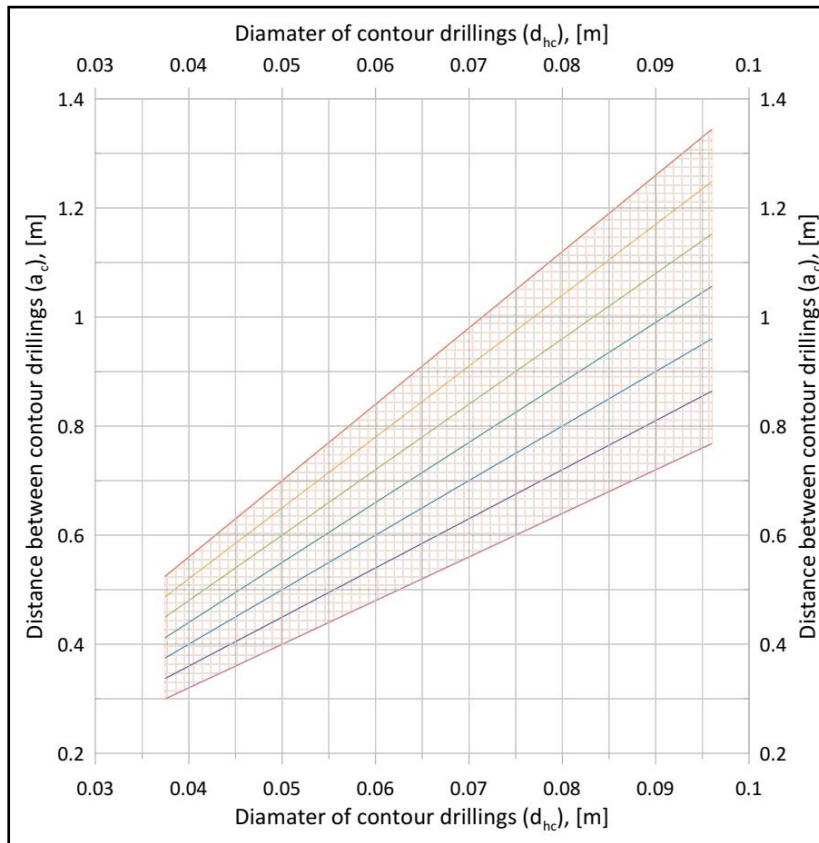
- Емпириска формула за пресметување на дијаметарот на дупчење 4.11.
- Емпириска формула за пресметување на растојанието помеѓу редовите на контурните дупки 4.12., и
- Емпириска формула за пресметување на растојанието помеѓу редовите на контурни дупки и примарното минско поле 4.13.

Добивањето на формулацијата за емпириската формула 4.11. се засноваше на корелацијата помеѓу дијаметарот на експлозивното полнење и дијаметарот на дупчењето. Оваа корелација и вредноста на коефициентот беа утврдени, правејќи промена во дијаметарот на дупчењето, сè додека не се постигнат најдобрите резултати.

Овде, постигнатите вредности на коефициентот се од $1,5 \div 3$.

Добивањето на формулацијата на емпириската формула 4.12. се засноваше на корелацијата помеѓу дијаметарот на дупчењето и растојанието помеѓу дупките во редовите на контурните дупчења. Вредностите на коефициентот се добиени со промена на дијаметарот на дупчењето на контурните дупчења, сè додека не се добијат најдобри резултати. Вредностите на овој коефициент за одредување на растојанието помеѓу контурните дупчења се од $8 \div 14$.

Откако се направија голем број пресметки за да се одреди растојанието помеѓу контурните дупки и дијаметарот на контурните дупки, резултатите од овие пресметки беа префрлени на софтверот „Графер“ и добиен е дијаграм кој е претставен на слика 8.1., кој го претставува односот помеѓу дијаметарот на дупчењето и растојанието помеѓу контурните дупки, а исто така, ни овозможува да ги одредиме овие два параметри без да правиме пресметки.



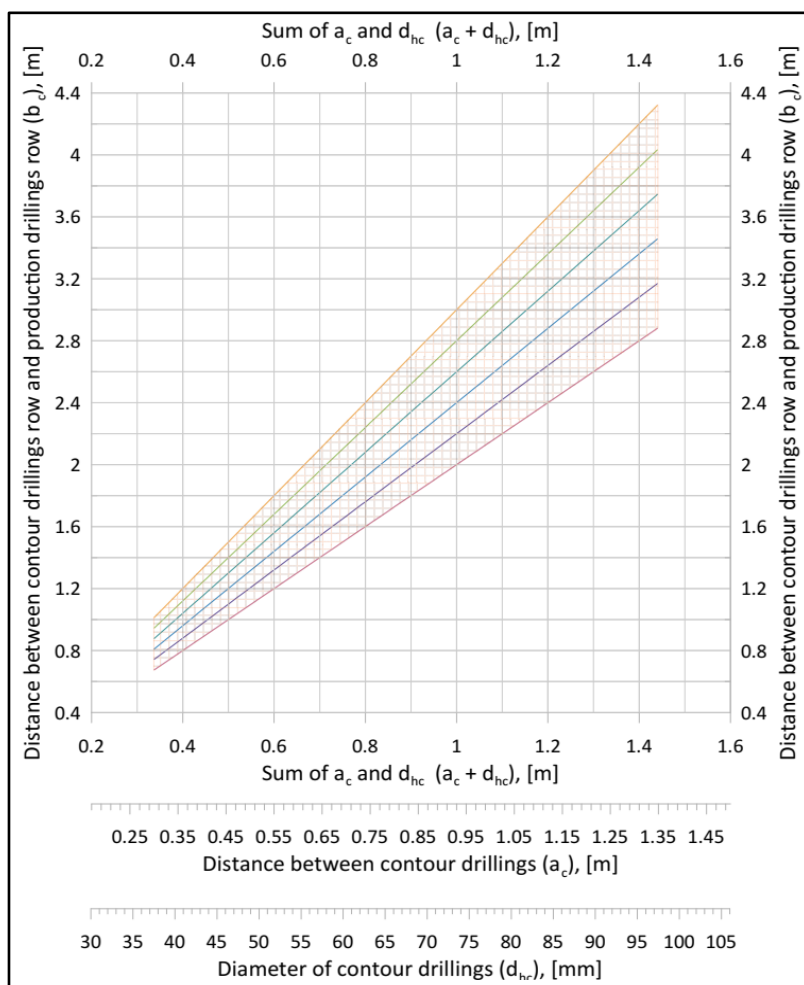
Дијаграм 8.1. Дијаграм за одредување на дијаметарот на дупките и растојанието помеѓу контурните дупки во редот
Diagram 8.1. Diagram of determining the diameter of the drillings and the distance between the contour drillings in row

Според Дијаграм 8.1. вредностите што мора да ги имаат параметрите прикажани на дијаграмот мора да бидат во засенчената област, кои се во функција едни со други.

Формулација на емпириска формула 4.13., беше направена врз основа на односот на растојанието помеѓу редот за контурни дупки и примарното минско поле, и растојанието помеѓу контурните дупки во редот и дијаметарот на дупчењето.

Оваа формула има коефициент, кој ни овозможува да го одредиме растојанието помеѓу редот на контурни дупки и примарното минско поле, каде што вредностите на овој коефициент се добиваат со промена на дијаметарот на контурните дупки и растојанието помеѓу контурните дупки во редот, додека да се постигнат најдобри резултати. Вредностите на овој коефициент се од 2 ÷ 3,6.

Откако направивме голем број пресметки за да се одреди растојанието помеѓу контурните дупки и примарното поле, резултатите од овие пресметки беа пренесени во софтверот „Графер“ и добиен е дијаграм, кој е претставен на слика 8.2. каде е прикажано растојанието помеѓу контурните дупчења во редот и растојанието помеѓу контурните дупки во редот и примарните дупкотини, исто така, ни овозможува да ги утврдиме овие параметри без да треба да правиме пресметки.



Дијаграм 8.2. Дијаграм за одредување на растојанието помеѓу редот за контурни дупчења и редот на примарното минско поле

Diagram 8.2. Diagram for determining the distance between the contour drillings row and the production drillings row

Според Дијаграм 8.2. вредностите што мора да ги имаат параметрите прикажани на дијаграмот мора да бидат во засенчената област, кои се во функција едни на други.

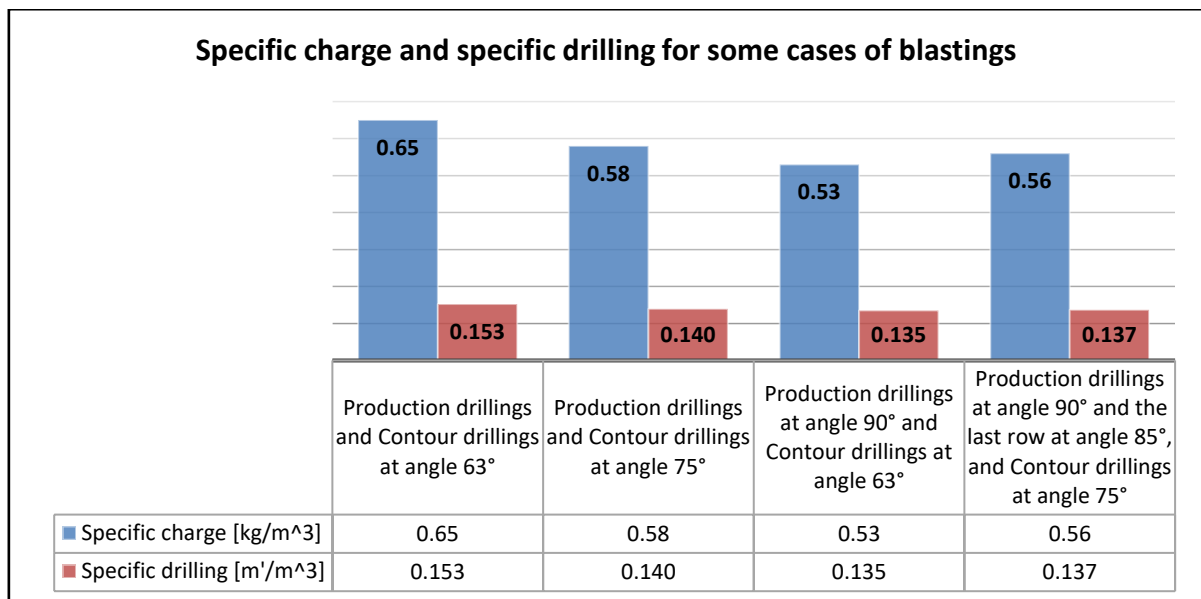
Со модификација на равенката 6.1. за пресметка на експлозивот, е добиена равенката 6.2. за пресметки на експлозив со дисконтинуирано полнење со прекини (за дупчење на контури). Оваа равенка е добиена по измената на равенката за која станува збор, и ни овозможува да направиме многу точни пресметки на количината на експлозив за дупките или за сите контурни дупки.

Со разложување на равенката 6.1. и равенката 6.2. табелата 6.1. направивме пресметка во софтверот Microsoft Excel, за пресметки на експлозиви. Оваа табела е исто така има формули за пресметување на волуменот на минираната маса, каде што во овој случај е можно да се пресмета специфичното полнење на експлозивите. Оваа табела исто така ја пресметува должината на иницијалниот вод и ни овозможува да правиме други пресметки на минирање во зависност од формулите што ги поставуваме. Оваа форма на табела се користи за пресметки за сите минирања што се реализирани во работите на автопатите споменати погоре и во сите минирања реализирани во површинските полиња во Косово, а исто така сега се користи и за пресметки на

минирањата. Оваа форма на пресметка има голема предност во однос на пресметките направени во некои софтвери за минирање, бидејќи нема дополнителни трошоци за неговата употреба, бидејќи софтверот Microsoft Excel е скоро достапен на сите компјутери и оваа табела може да ја работи и користи секој инженер за минирање. Точноста на пресметките со оваа табела е 100 [%], ако формулите и податоците се поставени правилно. Оваа табела исто така ни овозможува да ги направиме потребните пресметки за минирање за многу кратко време, овозможувајќи ни да го искористиме подобро времето и да изгубиме што е можно помалку време во пресметката.

Базирано од Табела 6.1., Табела 6.2., Табела 6.3., и Табела 6.4. е направен дијаграм кој е прикажан на Дијаграм 8.3.

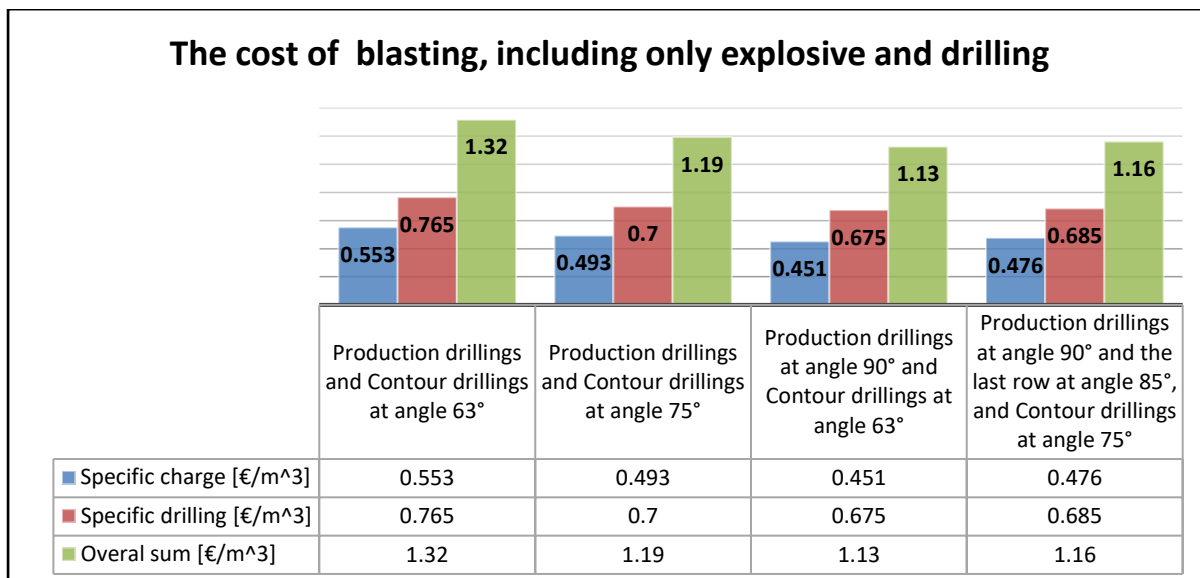
Од она што можеме да видиме од Дијаграм 8.3. можеме да видиме дека методот на минирање на контурата кога контурните дупки се наоѓаат под агол 63° , а примарните дупки се под агол 90° , е методот што има најмало полнење со експлозив и дијаметарот на дупчењето е помал во споредба со другиот метод.



Дијаграм 8.3. Дијаграм на специфично полнење и специфично дупчење, за некои случаи на минирање

Diagram 8.3. The diagram of specific charge and specific drilling, for some cases of blastings

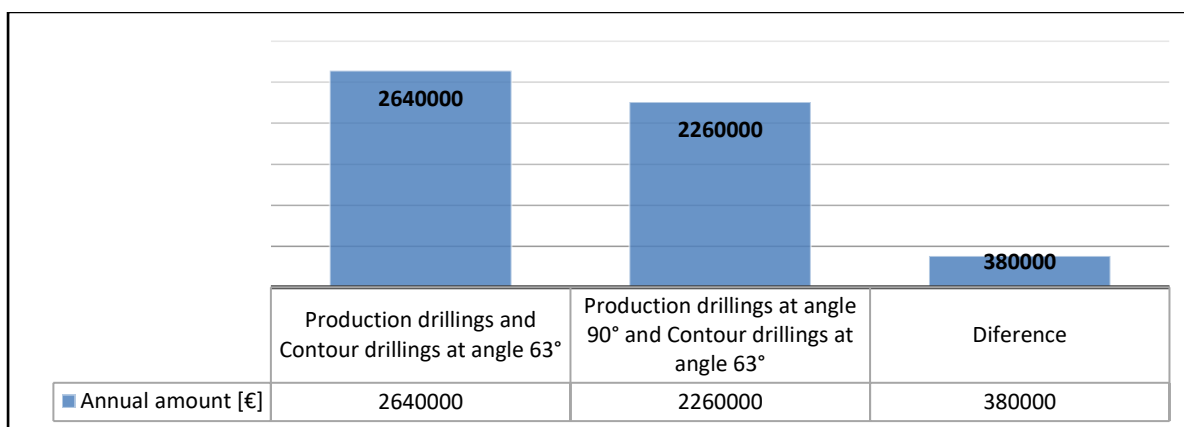
Ако ова го изразиме во евра, кога имаме цена на експлозив 0,85 [€/кг] и цена на дупчење 5 [€/ м], тогаш ќе ги имаме резултатите како на Дијаграм 8.4.



Дијаграм 8.4. Трошоци за минирање, вклучувајќи само експлозив и дупчење
Diagram 8.4. The cost of blasting, including only explosive and drilling

За време на извршувањето на минирањето на контурите на почетокот на автопатот, се користеше методот на минирање кога примарните дупчотини и контурните дупки беа под ист агол, во овој случај под агол 63°. Но, подоцна кога се пресметаа трошоците за минирање, односно дека се многу високи, тогаш методот на минирање е променет и се започна со примената на методот на минирање кога примарните дупчотини се под агол од 90°, а контурните дупки се под агол од 63°.

Со примена на овој метод, заштедена е значителна сума пари во текот на една година. Ова е затоа што динамиката на работите беше 2,000,000 [m³/годишно] и оваа сума на заштеда е претставена на Дијаграм 8.5.

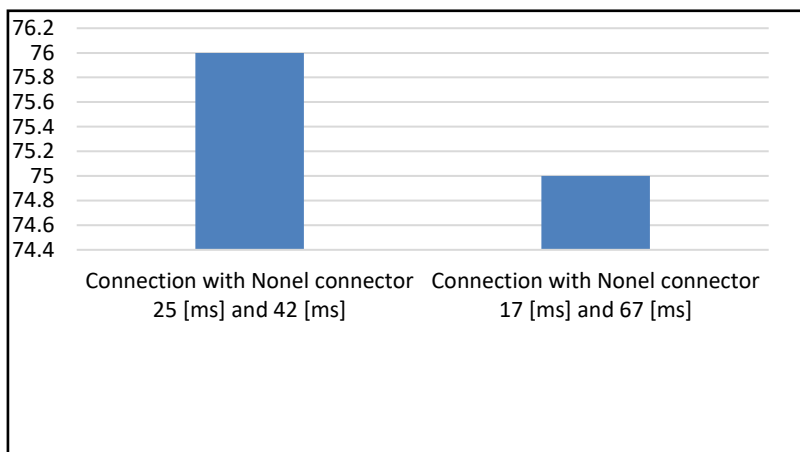


Дијаграм 8.5. Годишен износ на заштеда [€], вклучувајќи само експлозив и дупчење
Diagram 8.5. Annual amount of savings [€], including only explosive and drilling

Софтверите **Blastplan** и **O-Pitblast** беа искористени за анализа на резултатите од минирање и нивното влијание врз животната средина.

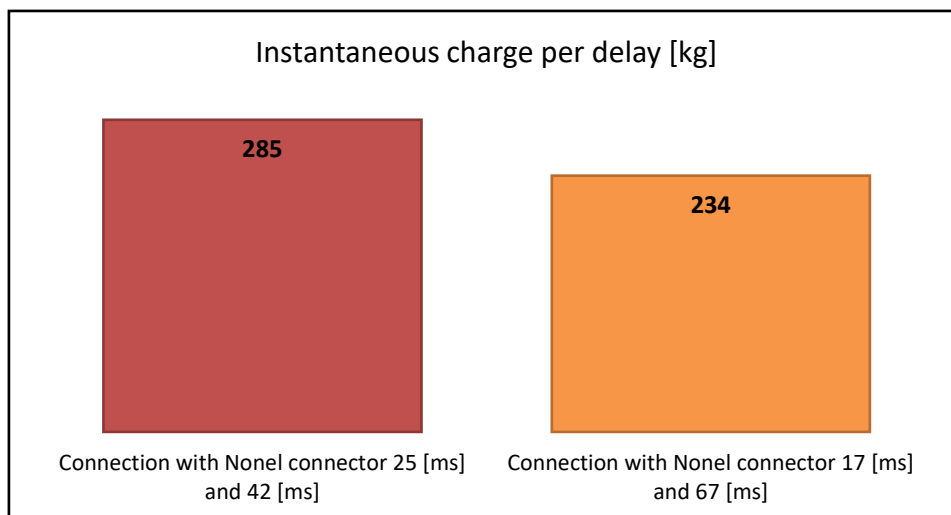
Резултатите добиени од анализата на резултатите од минирање со софтверот Blastplan за некои случаи на минирање се претставени подолу:

За случајот на студија за контурно минирање, бројот на дупки со моментно палење е прикажан на Дијаграм 8.6. Овде е случај кога дупчењето на примарното минско поле е под ист агол со дупчењето на контурата, за случајот со автопат и рудник.



Дијаграм 8.6. Закаснување со меѓучеп при контурно минирање
Diagram 8.6. Decks per delay for contour blasting's

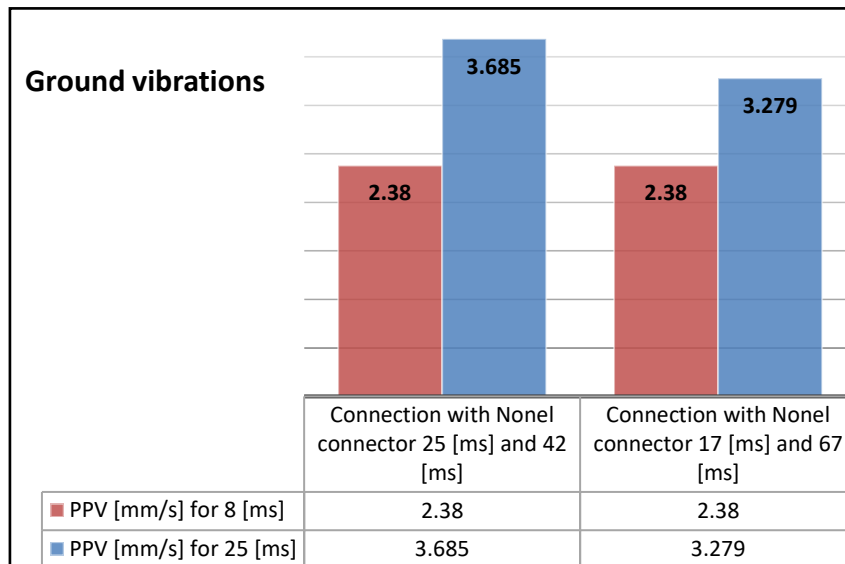
Според овие резултати прикажани на Дијаграм 8.6., не постои голема разлика во максималниот број на минирани дупчотини истовремено, така што разликата е само за едно дупчење, но бидејќи бројот на контурни дупки е голем и количината на експлозив во нив е релативно голема, тогаш комбинацијата на Nonel конектор 17 [ms] и 67 [ms] има предност да се користи во однос на комбинациската врска со конекторите Nonel 25 [ms] и 42 [ms]. Што се однесува до количината на експлозив за моментно палење при минирање на контурата, е прикажан на Дијаграм 8.7.



Дијаграм 8.7. Моментно палење со одложување при минирање на контура
Diagram 8.7. Instantaneous charge per delay for contour blasting's

Според количината на експлозив за моментно палење, сепак комбинацијата на Nonel конекторот 17 [ms] и 67 [ms], има предност во однос на комбинацијата на поврзување со Nonel конекторот 25 [ms] и 42 [ms], бидејќи максималната количина на експлозив при моментно палење е за 51[кг] помалку.

Нивото на вибрации на тлото за двата случаи на студија за контурни експлозии е прикажано на Дијаграм 8.8.



Дијаграм 8.8. Вибрации на почвата при контурно минирање
Diagram 8.8. Ground vibrations for contour blasting's

Нивото на вибрации на тлото прикажано на Дијаграм 8.8., е дадено за случајот со временски интервали од 8 [ms] и 25 [ms], каде што овие случаи ги вклучуваат сите иницирани дупки во овој временски интервал и целата количина експлозив инициран во овој временски интервал.

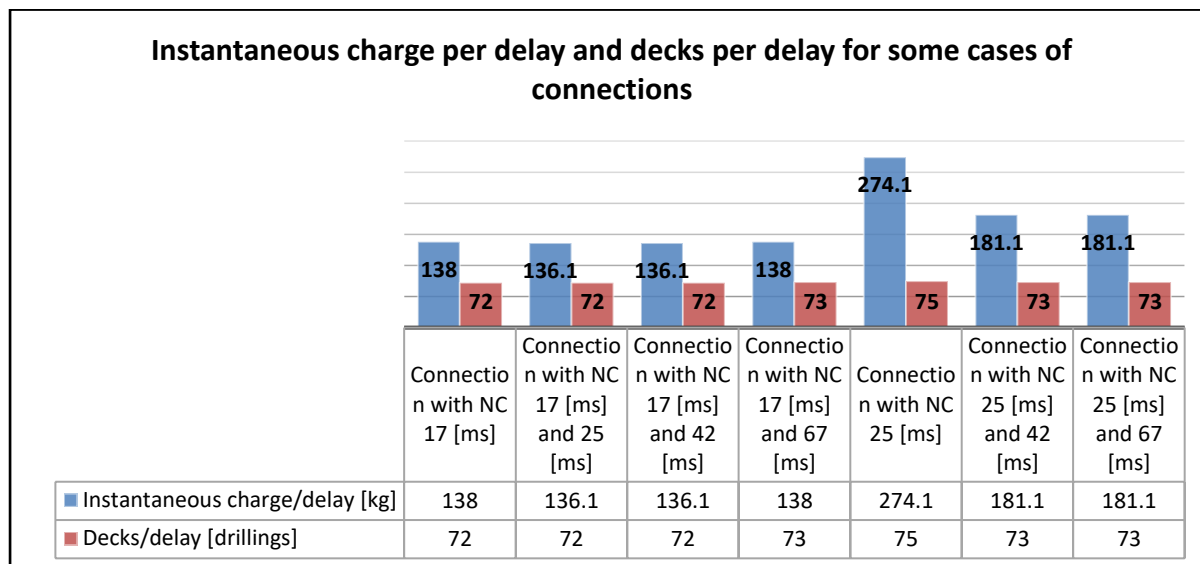
Ако се погледне на нивото на вибрациите на тлото во временскиот интервал од 8 [ms], тогаш комбинацијата на врската со Nonel конекторот 25 [ms] и 42 [ms] и комбинацијата на врската со Nonel конекторот 17 [ms] и 67 [ms] имаат иста вредност на вибрациите на тлото. При разгледување на нивото на вибрациите на тлото според временскиот интервал од 25 [ms], произлегува дека врската на полето само со конектори Nonel 17 [ms] и 67 [ms] е подобра од другата комбинација, бидејќи таа има ниско ниво на вибрации на тлотоzemјата.

Резултатите добиени од анализата на резултатите од минирање со софтвер O-Pitblast за некои случаи на минирање се претставени подолу.

Анализа на резултатите од минирање со софтвер O-Pitblast, е направена за неколку различни случаи на минирање, анализирајќи ги податоците за минирање за случаи на различни видови дупчење на контурни и примарни дупки.

Добиените резултати по направената анализа за секој случај одделно, за количина на моментно инициран експлозив и бројот на дупки што експлодираат

истовремено, се прикажани на сликите од Дијаграм 7.7. до дијаграм 7.20. и се збирно претставени на Дијаграм 8.9.



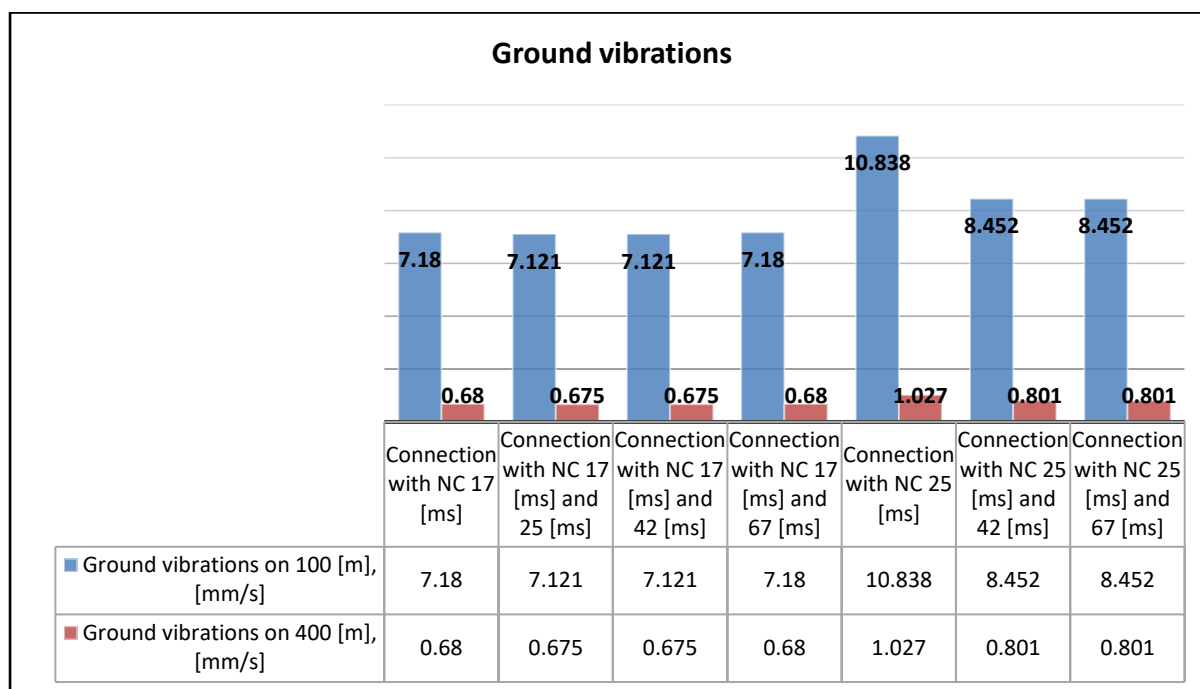
Дијаграм 8.9. Моментно иницирање со закаснување и одложено иницирање за некои случаи на поврзување

Diagram 8.9. Instantaneous charge per delay and decks per delay for some cases of connections

Со анализа на податоците презентирани на Дијаграм 8.9. се гледа дека комбинациите при поврзување на дупките со Nonel конектор 17 [ms] / 25 [ms] и Nonel конектор 17 [ms] / 42 [ms] имаат помало количество експлозив што се иницира истовремено, односно има помал број на дупки што се иницираат истовремено.

Од ова може да се види дека овие комбинации на поврзување со Nonel конектор 17 [ms] се подобри за употреба, бидејќи има помали количини експлозив и помал број дупки кои се иницираат истовремено, што значи дека во овие случаи ќе има пониско ниво на вибрации на тлото.

При анализа на податоците презентирани на сликите од Дијаграм 7.21. до Дијаграм 7.27. кои беа изработени по анализа на податоците за некои случаи на минирање со различни комбинации на поврзување, каде што резултатите добиени од анализата на секој случај одделно за нивото на вибрациите, се претставени на Дијаграм 8.10.



Дијаграм 8.10. Вибрации на тлото при различни случаи на поврзување
Diagram 8.10. Ground vibrations for some cases of connections

Од она што се гледа на Дијаграм 8.10. произлегува дека методот на поврзување на дупките со Nonel конектор 17 [ms] / 25 [ms] и Nonel конектор 17 [ms] / 42 [ms] има најниско ниво на вибрации на тлото, а од ова се заклучува дека овие комбинации се најбезбедни за употреба кога во близина има објекти.

Меѓутоа, ако тргнеме од аспект на ориентација на силите од експлозија, методот на поврзување со Nonel конекторот 17 [ms] / 67 [ms] е подобар од овие претходни случаи, бидејќи со овој метод на поврзување има повеќе слободни површини, како резултат на поголемо закаснување помеѓу редовите, Слика 7.19., Со ова се овозможува карпестата маса да се исфрли напред и да има доволно време за поместување од цврстиот карпест масив, не дозволувајќи разнесениот материјал од следниот ред да се судри со изминираниот материјал од претходниот ред, каде што во таков случај би имале реверзија на силите од експлозијата во правец на косината од етажата која е во формирање.

Ова реверзија или рефлексija на ударните бранови, ќе влијае на оштетувањето на горниот раб на етажата, или во најлош случај дури и колапс на целата косина од етажата, ако масивот што се минира не е стабилен. За време на контурно минирање при работа на автопат, во повеќето случаи се користеше овој метод на поврзување на дупките, само во некои случаи кога недостасуваа овие конектори Nonel, тогаш се користеа други со друго закаснување, но секогаш се внимаваше да се добие најниско можно ниво на вибрации на тлото и најголемо можно ослободување на енергијата од ударниот бран кон слободното чело помеѓу редовите.

Погоре во насловот 4.3. е елабориран методот на контурно минирање со примарни дупки и без примарни дупки, Слика 8.1. Во двата случаи, резултатите од отсечувањето на карпестата маса се добри и оневозможуваат примарните дупкотини да имаат влијание врз етажата што се формира. Разликата помеѓу

овие два случаи е што во случај на минирање на контура без примарни дупки, постои поголема можност да имаме блокови помеѓу примарните дупки и контурните дупки, каде што во овој случај примарните дупки се дупчат и се минираат откако ќе се изминираат контурните дупки и формира контурата на етасжната косина. Во случај кога минирањето на контурата се изведува заедно со примарните дупки, имаме подобра фрагментација на карпестата маса.



Слика 8.1. Поглед на контурно минирање без примарни дупки
Figure 8.1. View of contour blasting without production drillings

Со примена на овие две методи докажано е дека минирање на контури без примарни дупкотини може да се користи само во плочести карпи, додека за масивни карпи не се предлага да се користи оваа метода бидејќи може да има многу голем процент на блокови, каде што потоа ќе биде многу потешко да се изврши товарањето и транспортот на минираниот материјал.

Контурно минирање во комбинација со примарно минирање може да се користи за кој било вид карпа.

Исто така, бројот на редови за примарното минирање пред контурните дупки е од голема важност, бидејќи ова директно влијае на резултатите од минирање, влијае на квалитетот на отсечување на карпестата маса и влијае на стабилноста на косината од етажата.

Врз основа на резултатите од минирањата извршени на проектите за автопати, максималниот број на редови на примарните дупки пред контурни дупчки треба да биде 4 (четири) или помалку, бидејќи тоа влијае на ископаниот материјал во примарниот дел, што треба да се исфрли напред, а не да влијае на површината на етажата што е во формирање на завршни косини.

Резултатите од изведените минирања со оваа метода и поврзување кое е опишано претходно, може да се видат од слика 8.2. до слика 8.7.



Слика 8.2. Ефекти од минирање на контура со еден до три реда на примарни дупки
Figure 8.2. Effects of blasting in case of contour blasting with one to three rows of production drilling



Слика 8.3. Поглед одблизу на резултатите од минирање на контурата, со еден до три редови примарни дупчотини
Figure 8.3. Close-up view of contour blasting results, with one to three rows of production drillings



Слика 8.4. Поглед од далечина на резултатите од минирање на контура, со еден до три реда примарни дупчотини
Figure 8.4. View from a distance of the results of contour blasting, with one to three rows of production drillings

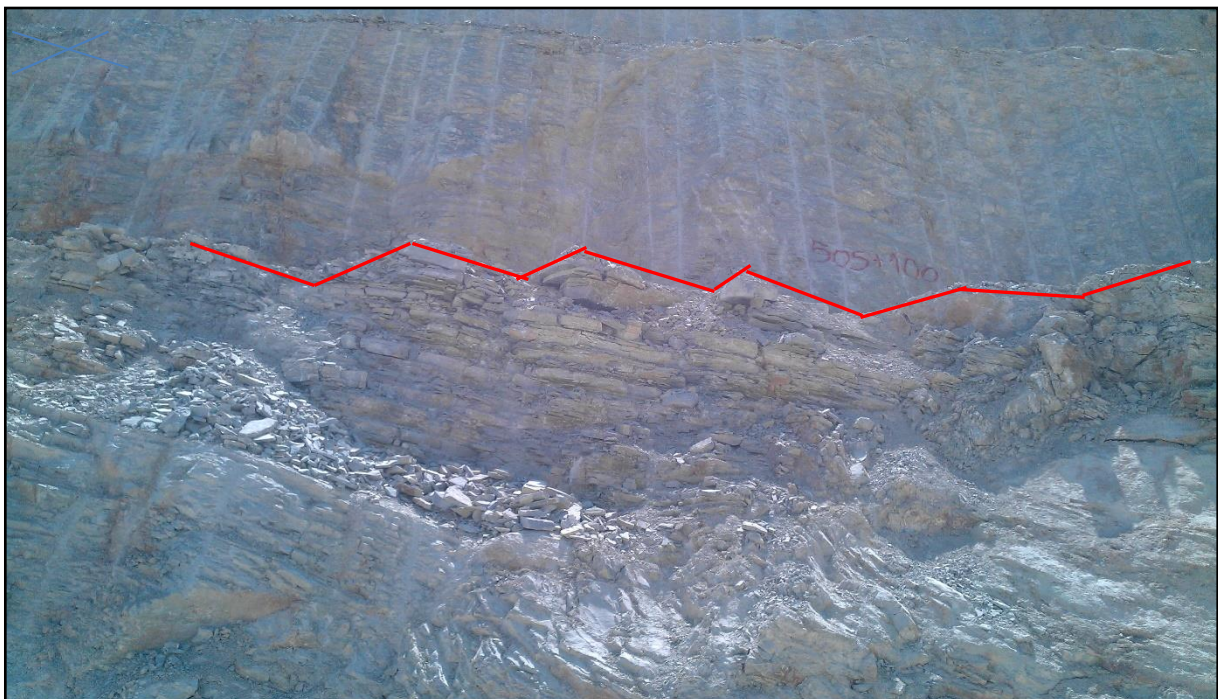


Слика 8.5. Поглед по отстранување на минираниот материјал за отсекување на косина од етажа со контурно минирање, со еден до три реда примарни дупки
Figure 8.5. The view after removing the mined material of cutting the bench with contour blasting, with one to three rows of production drillings



Слика 8.6. Поглед на случај на минирање на контура, со повеќе од 4 (четири) редови на примарни дупчотини

Figure 8.6. The view of a case of contour blasting, with more than 4 (four) rows of production drillings



Слика 8.7. Поглед на оштетувањето на работ на етажата од минирањето, прикажано на претходната слика

Figure 8.7. View of the bench edge damage, from the blasting shown in the previous figure

Примената на контурното минирање даде многу добри резултати и во обликувањето на ивиците од етажите и косините каде што немаше оштетување на наклонот по линијата на контурните дупки, туку само се направени отсечувања на етажата, а се гледаат и трагови од контурни дупки по косината што претставува најдобар параметар за ефектот при примена на контурните минирања. Ова може да се види на сликите подолу слика 8.8. и на слика 8.9, при што се гледаат дупките по косината каде има останати траги по висина на етажата.



Слика 8.8. Поглед на контурните дупки по косината од етажата
Figure 8.8. View of contour drillings on the bench slope



Слика 8.9. Поглед на траги од контурни дупки на чело од етажите
Figure 8.9. View of traces of contour drillings on the bench forehead

При примена на оваа метода полнењето на контурните дупки се врши со детонаторски кабел и патрониран експлозив, каде што има дисконтинуирано полнење со одделени патрони по линијата од детонаторскиот фитил а со цел да се зачува формата на етажата и косината и да се добие најдобар ефект на отсечување од дупка до дупка. Полнењето се врши со употреба на детонаторски фитил и патрони од експлозив кои се лепат на детонаторскиот фитил за активирање со изолациона лента, (изолир).

При тоа патроните се поставуваат (лепат) на одредени растојанија едни од други, од долу кон врвот на дупката, каде што горниот дел од дупката не треба да се полни на растојание од $50 \div 60$ [cm], (чеп) за да не се оштети ивицата од горниот дел на етажата.

За време на овие минирање, постигнато е специфично експлозивно полнење на кое се исразува во $[kg/m^2]$. Специфичната вредност на полнењето во текот на сите минирање со овие методи се движи од $0,28 \div 0,30$ $[kg/m^2]$.

На овој опишан начин се направени над 300 контурни минирања - експлозии на контури вдолж автопатите во Косово. Со примена на овие контурни минирања, беше овозможено да се формираат стабилни падини - косини без добивање на блокови и добра гранулација за товарање. Ова може да се види на следните слики.

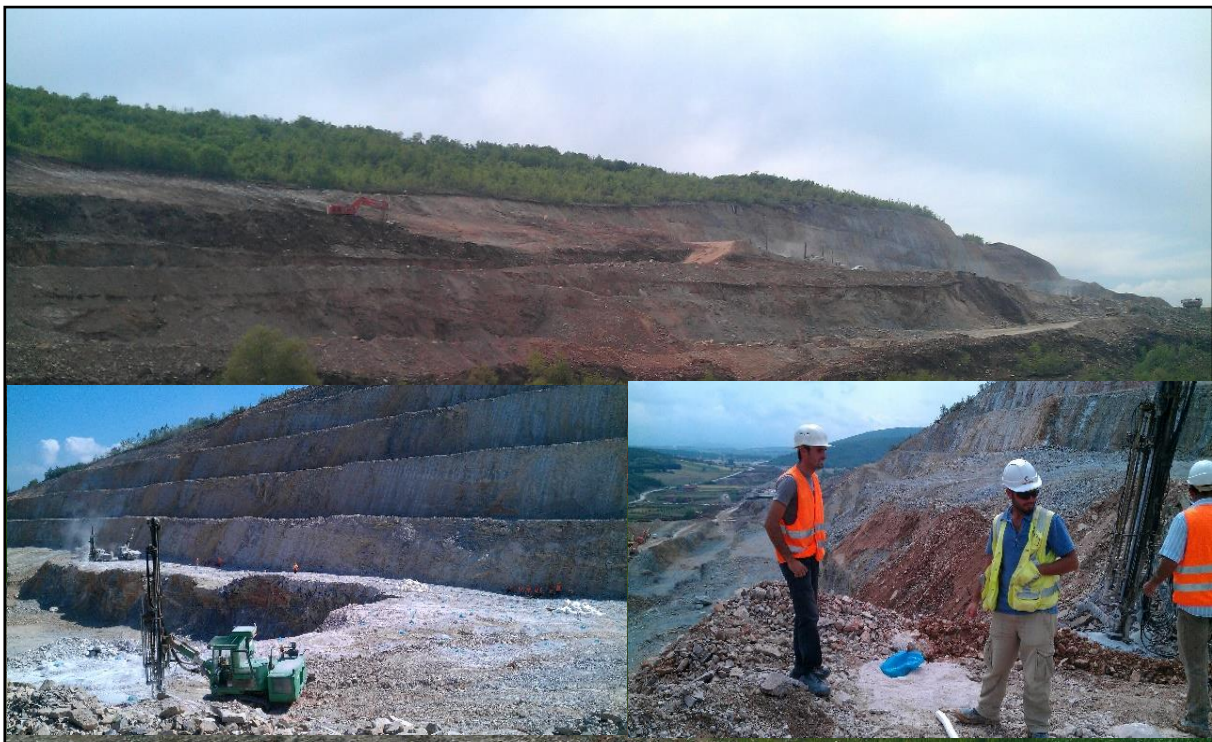


Слика 8.10. Поглед на етажите на падините за време на изградбата на автопатот во областа Жур

Figure 8.10. View of slope's benches site during construction of motorway at Zhur



Слика 8.11. Поглед на етажите, формирани од експлозии при контурно минирање на автопатот кај областа Жур
Figure 8.11. View of the slopes, formed by contour blastings on motorway at Zhur



Слика 8.12. Поглед на етажните косини за време на изградбата на автопатот во Беланица
Figure 8.12. View of slope's benches site during construction of motorway at Bellanica



Слика 8.13. Поглед на етажите, формирани при контурни минирања на автопатот кај Беланица

Figure 8.13. View of the slopes, formed by contour blastings on motorway at Bellanica

После формирњето на етажните косини при што беше достигнато нултото ниво на патеката, (Слика 8.11) се отвори можност за проширување на патеката во ширина и должина од приближно 800 [m], со што се зголеми безбедноста а се доби и квалитен материјалот. Овој материјал потоа се користеше, после примарно дробење за тампонирање на патеката и други потреби на проектот. Резултатите од технологијата на контурните минирања може да се видат на слика 8.14.



Слика 8.14. Поглед на падините, формирани од експлозии при контурно минирање, по проширување на автопатот

Figure 8.14. View of the slopes, formed by contour blastings, after expansion in motorway

8.0. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ

Методите на контурни минирања, овозможуваат да се постигне или да се добие предвидената контурна линија на завршната етажа, без да го оштетиме делот од етажата што е предвиден со проектот, да остане како безбедносна берма или зона, а посебно каде безбедносните берми се од голема важност во случај на одронување на блокови, помал или поголем одрон на поситен материјал и камења, или некомпактен материјал. Овие појави можат да се случат со промена на температурите, атмосферски врнежи и од мразот создаден од ниски температури. По падот овие камења или блокови застануваат на безбедносните берми формирани порано на хоризонталната површина на копот или автопатот, при што се оневозможува паѓање на самиот автопат или на подлабоките етажи во рудникот.

Дури и ако успеат да се одронат и паднат, тогаш тие маси или самци блокови, не можат да паднат со преголема брзина, бидејќи нивната брзина се намалува кога паѓаат од една на друга берма и немаат голема ударна сила.

Од она што е потенцирано погоре, исто така се истакнува големата важност да се применуваат контурни минирања, да се формираат безбедни косини и падини, со многу висока конзистентност или стабилност, при што се овозможува за многу долго време да не се обрушуваат косините во рудникот или падините покрај автопатот.

Со ова се постигнати следните цели:

2. Добивање на точни податоци за еколошката ситуација на теренот со физичко-механички анализи и контроли на животната средина. Со утврдување на физичките и механичките карактеристики е можно да се утврдат параметрите за дупчење, видот на експлозивниот материјал што треба да се користи и начинот на иницирање.
3. Со утврдените геометриски параметри на полето што треба да се минира, се констатира дека никогаш не треба да има повеќе од 3 ÷ 4 редови на примарни дупки после дупчењето на контурата, а со ова се намалува влијанието на дејството од експлозијата во делот од етажата зад линијата на контурата.
4. При утврдување на геометриските параметри на дупчењето, треба да се провери дека пресметките се точни и дека нема многу мали растојанија помеѓу контурните дупчења, а исто така дали се и многу големи растојанија. Ако се постигнати многу мали растојанија помеѓу контурните дупки, оваа геометрија може да доведе до преоптоварување на експлозивното полнење по зафатнина, што ќе доведе до негативен ефект т.е. кршење и прекин на масивот зад линијата на контурата или до неправилно уривање (дробење) на етажата. Ако пак се усвојат поголеми растојанија помеѓу контурните дупчења, можно е силата од експлозијата во контурните дупчења да не е доволна да се направи пресек – линија во масивот по должина и длабочина.
5. При поврзување на минското поле, се определува правилен редослед на иницирање, бидејќи ако имаме случај да примарните дупки се иницираат пред контурните дупки, тоа директно ќе влијае на испуканата карпеста маса зад контурните дупки. Поради ова, мора правилно да се дефинира редоследот на иницирање и секогаш да се прави такво поврзување при

што прво се иницираат контурните дупки, а потоа редоследно се иницираат примарните редови од мински дупки.

6. Ако ги имаме предвид резултатите од контурните минирања и нивна анализа направени при изградбата на автопатите во Косово, во многу од тие минирања се направени значителен број контурни минирања, каде што многу од нив беа со различни параметри и тестирања со комбинација на различни форми на поврзувања, место на започнување на иницирањето и комбинации на Nonel конектори со различно време на одложување.

По анализа на резултатите, констатирано е дека комбинациите на минско поле поврзано со Nonel конектор **17 [ms] / 25 [ms]**, со **Nonel конектор 17 [ms] / 42 [ms]** и **Nonel конектор 17 [ms] / 67 [ms]**, даваат најдобри резултати во отсечувањето на карпестата маса, без да влијаат на косината и површината при формирање на етажата.

Исто така, овие комбинации имаат многу ниско ниво на вибрации на земјиното тло.

Сепак, меѓу овие комбинации, најдобрите резултати во отсечувањето (предцепењето) и фрагментацијата на карпестата маса се добиени со комбинацијата на поврзување со **Nonel конектор 17 [ms] / 67 [ms]**, бидејќи има мало задоцнување помеѓу дупките во редот, и големо доцнење помеѓу редовите, со што се овозможува формирање на слободно чело за наредниот ред, овозможувајќи минираниот материјал да се фрли напред на доволно растојание, така што кога фрлањето на последователниот минираниот материјал ќе започне, следниот ред нема пречка или товар за исфрлање на минираниот материјал, кој треба да се исфрли напред и да се пресретне со претходниот минираниот материјал од претходниот ред.

Во овој случај имаме и секундарна фрагментација на минираниот материјал како резултат на совпаѓање и судирање помеѓу парчињата минираниот материјал. Ова фрлање на материјалот напред нема големо влијание за примарните дупки и на силата од експлозијата. Исто така, времето на иницирање на контурните дупки во овој случај е многу порано од времето на иницирање на примарните дупки, при што се постигнува силата од експлозијата од примарните дупки да се амортизира во линијата за сечење на контурата, формирана претходно со иницирањето на контурните дупки.

Со примена на контурни минирања во комбинација со примарни дупчења се постигнуваат многу подобри резултати во фрагментација на карпестата маса помеѓу примарните дупчења и редот од контурните дупки, при што товарањето на минираниот материјал нема никакво влијание на веќе формираната косина и завршна етажа.

7. Со примена на софтверот **O-Pitblast** може да се направи многу добра анализа на резултатите од минирање, што ќе ни овозможи да направиме предвидувања на резултатите од минирање **пред да извршиме минирање**.

Овој софтвер ни овозможува да бидеме посамоуверени и посигурни при планирањето и да ги направиме потребните промени во параметрите на минирање пред да ги аплицираме на терен. Во споредба со другите софтвери кои ги користев преку овој софтвер се добиваат резултати блиски до постигнатите на терен, во поглед на предвидување на ефектите од

минирање а пред се според добиената и предвидена гранулација, вибрациите на тлото и квалитетот на отсечената косина на контурната линија.

Исто така што е најзначајно, со програмот успеавме да направиме правилен избор на параметри на минирање, во зависност од условите на теренот, видот на карпестата маса и нејзините физичко-механички својства.

8. Со примена на методите на повеќекритериумска оптимизација може да се одреди или предвиди најсоодветната метода за примена на контурни минирања според карпестиот масив, а во овие мои истражувања со примена на оваа методологија се доби најсоодветната апликативна метода при изведување на контурни минирања. Преку методата ПРОМЕТЕЈ, се доби апликативната метода што даде најдобри резултати при изведување на контурните минирања. Тоа е методата на **дисконтинуирано полнење со експлозив во комбинација на контурни и примарни дупки** со предсечење на масивот со контурните дупки и редоследно иницирање потоа на примарните дупкотини. При тоа се користат за поврзување **Nonel конектор 17 [ms] / 67 [ms]**, помеѓу примарните и контурните мински дупки.

Со цел да се постигнат поголеми ефекти во иднина, со примена на контурни минирања при изградба на патна инфраструктура и површинска експлоатација пред се на длабоки површински копови, императив е покрај правилното дизајнирање на минските серии и успешна примена на овие методи на контурни минирања, а врз основа на резултатите и искуството од теренските испитувања и комбинации постигнати во овој труд, потребно е да бидат вклучени и овие препораки:

1. Да се применуваат контурни минирања на сите површински копови, почнувајќи од формирање на завршни етажи, косини на пат, полу-усеци или усеци, канали и други рударски објекти и простории, за кои се предвидува да се користат подолго време.
2. Во случај на експлоатација на површински рудник, крајните завршни косини треба да бидат во предвидените граници и да се прилагодат со минирање по контурите, не претставувајќи ризик за работниците и машините што работат за време на експлоатацијата, додека по завршување со експлоатацијата, останатите рударски објекти (етажи и косини) не треба да претставуваат опасност по околината и потенцијално го загрозуваат целокупниот рудник од можни поголеми одрони или свлечишта.
3. Со цел да се постигнат подобри резултати во формирање на безбедни косини и падини на патиштата, се препорачува користење на различни софтверски пакети за минирање, кои даваат добри можности за правилно и брзо дизајнирање и утврдување на параметрите на минирање, со цел да се постигнат најдобри резултати.
4. Да се користи опрема за мерење на агли за време на дупчењето, за да се овозможи дупчење со проектираниот агол, а исто така, треба да се користи и опрема што покажува отклон при дупчењето (девијација). Пример, ако контурните дупки се преблиску до примарните дупки во серијата, (најчесто во подот) заради неправилен агол на дупчење, тогаш делот од контурните дупки блиски до примарните дупки, на дното, мора

да се наполни со чакал или инертен материјал за да се намали негативното дејство на преголема концентрација на експлозив во дупките.

5. За да постигнат добри резултати при отсекување и фрагментација на карпестата маса, да се користи методот на контурно минирање во комбинација со примарни дупки.
6. За да има помало влијание врз околното опкружување, на наклонот на патот или рудникот и на етажата, да се користи методот за поврзување на полето со иницијација од едната страна на полето што има слободно чело и да се користи комбинација на полето за поврзување со **Nonel** конектор **17 [ms] / 67 [ms]**.
7. Никогаш да не се прави минирање на контурни дупки со повеќе од 4 (четири) реда примарни дупки, односно секогаш бројот на редови со примарни дупки треба да биде еднаков на 4 (четири) редови или помалку.
8. Да се користи метода на контурно минирање во кој примарните дупки се под агол од 90° , додека контурните дупки се исти како (проектираниот) дизајнираниот агол на косината од етажата, при што се постигнува и поекономично отстранувањето или товарање на карпестите минирани маси. Дупчењето на контурата никогаш не треба да биде под различен агол или кој било друг агол, освен како проектираниот агол на завршната косина од етажата.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Balasubramanian, A. (2017). *Rock blasting for mining*. Mysore: Centre for Advanced Studies in Earth Science, University of Mysore.
- [2] Borana, S. L., Yadav, S. K., & Parihar, S. K. (2018, October). Image Processing Analysis of Blast Fragmentation: A Case Study of Sandstone Mining Area of Jodhpur. *International Journal of Research in Advent Technology*, 6(10), 2584-2589. doi:DOI: 10.13140/RG.2.2.24151.73120
- [3] Brahimaj, F. (2013). *The application of contour blastings in the road infrastructure Morine - Merdare, Master thesis*. Mitrovicë: University of Prishtina "Hasan Prishtina".
- [4] Brahimaj, F. (2018). *Anex the Project of Exploitation of limestone in Izhance - Sterpce, Company "AJANI"*. Peja: Bazalti sh.p.k.
- [5] Brahimaj, F., & Dambov, R. (July 2018). Impact of some physical - mechanical and structural characteristics of slope stability. *VIII INternational Geomechanics Conference - Scientific and Technical Union od Mining, Geology and Metalurgy*, (pp. 10-18). Varna.
- [6] Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, A. (June 2019). The optimal parameters determination of drilling in the Kosovo motorway project in Bellanica. *XV International Conference of the Open and Underwater Mining of Minerals*, (pp. 39-45). Varna.
- [7] Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, S. (July 2019). Application of the QGIS 3.4 software in drilling and blasting at surface mine in Banja. *19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 2019*, 19 (1.3), pp. 64-71. Albena. doi:DOI:10.5593/sgem2019/1.3/S03.008
- [8] Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, S. (June 2019). The contour blasting application in the Kosovo motorway project in Bellanica. *XV International Conference of the Open and Underwater Mining of Minerals*, (pp. 46-53). Varna.
- [9] Brahimaj, F., Dambov, R., & Brahimaj, S. (October 2019). Surface exploitation of limestones with digging machine Surface Miner. *1st International Multidisciplinary GeoSciences Conference (IMGC 2019)*, (pp. 187-191). Mitrovica.
- [10] Brahimaj, I. (2008). *Determination of technical and economic parameters in advancing the massive blastings in discovery of Kosovo Bouxites, Master thesis*. Mitrovicë: University of Pristina "Hasan Prishtina".
- [11] Brahimaj, I. (2012). *Contribution in optimal parameters selected for the massive blasting's in limestone of Gremnik*. Mitrovica: University of Prishtina "Hasan Prishtina", PhD thesis.

- [12] Brahimaj, I., & Brahimaj, F. (2016). Seismic impact of massive blasts on the bridge and east - slope of the route - 7: case study of Zhur. *Journal International Environmental Application & Science*, 11(1), 77-86.
- [13] Brahimaj, I., & Brahimaj, F. (2019). *The massive and special blastings*. Mitrovicë: University of Mitrovica "Isa Boletini".
- [14] Brahimaj, I., Brahimaj, F., & Z, E. (2012). Seismic impact from massive detonations in limestone deposits in Kosovo - case study Pasoma. *Journal International Environmental Application & Science*, 7(4), 834-840.
- [15] Brahimaj, I., Frashër, B., & Shkurte, B. (2016). Drilling & blasting optimal parameters and the results in the dismemberment of limestone in Volljak. *Journal of International Environmental Application & Science*, 11(1), 87-91.
- [16] Brahimaj, S. (2013). *Opening and preparation of trenches on the highway Morine - Merdare, Master thesis*. Mitrovicë: University of Prishtina "Hasan Prishtina".
- [17] Brans, J.-P., & Mareschal, B. (2005). Promethee methods. In *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys* (Vol. 78, pp. 163-195). Brussels.
- [18] Buhin, M. M. (2010). *Final geotechnical design - Kosovo Motorway Project*. Zagreb: Institut IGH.
- [19] Dambov, R. (2011). *Method's of blasting*. Stip: University "Goce Delcev".
- [20] Dambov, R. (2013). *Drilling and blasting*. Stip: University "Goce Delcev".
- [21] Dambov, R. (2015). *Special Blastings*. Stip: University "Goce Delcev", Faculty of Natural and Technical Sciences.
- [22] Dambov, R., & Brahimaj, F. (November 2018). Fly rocks in surface mine during the blasting. *XI Expert conference themed: "Technology of underground and surface mining of mineral raw materials" Podeks - Poveks* 18, (pp. 113-119). Struga.
- [23] Dambov, R., Brahimaj, F., Ljatifi, E., & Dambov, I. (November 2018). Seismic impact from massive blastings on around objects. *XI Expert conference themed: "Technology of underground and surface mining of mineral raw materials" Podeks - Poveks*, (pp. 120-125). Struga.
- [24] Dambov, R., Doneva, N., Brahimaj, F., & Nikolova - Hadzi, M. (October 2018). Drilling and blasting operations at the exploitation of ore in underground mine "Trepça". *Sixth national scientific and technical conference with international participation - "Technologies and Practices in Underground Mining and Mine Construction"*, (pp. 183-188). Devin.
- [25] Džodič, R. (1985). *Technology of drilling and blasting*. Pristina: University of Pristina.
- [26] Gashi, Z. (2009). *Project of surface mine "Vellezerit e Bashkuar" in Zhur*. Prizren.

- [27] Hustrulid, W., Kushta, M., & Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning & Design*. USA: CRC Press/Balkema.
- [28] Jimeno, C. L., Jimeno, E. L., & Carcedo, F. J. (1995). *Drilling and Blasting of Rocks*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- [29] KARU, V., VASTRIK, A., ANEPAION, A., VAIZENE, V., ADAMSON, A., & VALGMA, I. (2008). Future of oil shale mining technology in Estonia. *Oil Shale*, 25(2), 125-134.
- [30] Kelmendi, S., & Zeqiri, I. (2006). *Mathematical Methods in Engineering*. Mitrovica: University of Pristina.
- [31] Kelmendi, S., & Zeqiri, I. (2012). *Basis of Geostatistics*. Pristina: University of Pristina, Faculty Geoscience and Technology.
- [32] Kenedy, B. A. (1990). *Surface mining*. USA.
- [33] Koçibelli, R. (2001). *Surface mining of construction materials*. Tirane: Pelioni.
- [34] M, H., & M, B. S. (2013). Analysing the ground vibration due to Blasting at AlvandQoly Limestone Mine. *International Journal of Mining Engineering and Mineral Processing*, 2(2), 17-23.
- [35] Mehmeti, B. (2000). *The mechanics of rocks and soil - selected chapters*. Mitrovica: University of Pristina.
- [36] Milenko, S. (2000). *Blastings in surface exploitations*. Bor: Institut of Bakar.
- [37] Nadžinski, M. (2012). Избор на оптимална метода на минирање на површинске копови во функција на минимални трошоци. Stip: University "Goce Delcev", Faculty of Natural and Technical Sciences.
- [38] Nako, I. (2001). *Nonel initiation system*. Tirane: Polytechnic University of Tirana.
- [39] Nuredini, H. (1996). *Safety technique in mining*. Pristina : University of Pristina, Faculty of Mining and Metalurgy.
- [40] Panov, Z. (2011). *Mechanics of Rocks*. Stip: University "Goce Delcev", Faculty of Natural and Technical Sciences.
- [41] Panov, Z. (2016). *Одлучување во рударството*. Stip: University "Goce Delcev", Faculty of Natural and Technical Sciences.
- [42] Popovic, N. (1984). *The Scientific Basis of Surface Mining*. Sarajevo: University of Tuzla, Institut of Faculty of Mining and Geology.
- [43] Roy, P. P. (2005). *Rock Blasting: Effects and operations*. Leiden: A.A. Balkema.
- [44] R'žanikoski, N. (2012). Техно - Економска анализа на методите за добивање на камени блокови и оптимирање на трошоците при примена на дупченско - минерски работи и каменорезна ланчана пила, Магистерска работа, Stip: University "Goce Delcev", Faculty of Natyral and Technical Sciences.

- [45] Sahoo, A. (Bachelor Thesis, 2013). *Suitability study of Surface Miner in Indian coal mines*. Rourkela: National Institute of Technology.
- [46] Sauku, H. (1989). *The Mechanics of Rocks*. Tirane: University of Tirana, Faculty of Geology and Mining.
- [47] Shabani, B. (1997). *Exploration of mineral resource of raw minerals*. Pristina: University of Pristina.
- [48] Shabani, B. (1999). *Research Drills with Injection*. Pristina: University of Pristina.
- [49] SHABANI, B. (2018). *Annex project of exploitation of the slab limestone deposits in Banja - Malisheva pp. 23 -45*. Peja: Mineralproject.
- [50] Spasic, N. (1979). *Technology of Surface Exploitation of Mineral Resources*. Pristina: University of Kosova, Faculty of Mining and Metalurgy.