

(Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή)



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

Βραχυπρόθεσμος σχεδιασμός και προγραμματισμός υπόγειας εκμετάλλευσης στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σαμαρά Χριστίνα- Παγώνα

Επιβλέπων: Μπενάρδος Ανδρέας Επίκουρος Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 20/10/2017

Μπενάρδος Ανδρέας, Επίκουρος Καθηγητής(.....)

Μενεγάκη Μαρία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια(.....)

Μιχαλακόπουλος Θεόδωρος, Αναπληρωτής Καθηγητής(.....)

ΑΘΗΝΑ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ, 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο «Βραχυπρόθεσμος σχεδιασμός και προγραμματισμός υπόγειας εκμετάλλευσης στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας» εκπονήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος Σχεδιασμός Υπογείων Εκμεταλλεύσεων της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Η Διπλωματική Εργασία διήρκησε από τον Φεβρουάριο έως τον Σεπτέμβριο του 2017 και πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Ανδρέα Μπενάρδου, Επίκουρου Καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών και σε συνεργασία με την Ελληνικός Χρυσός Α.Ε..

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας δόθηκε έμφαση στη σημασία του σχεδιασμού και του προγραμματισμού στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις και στο πως αυτοί οι δύο πολύ σημαντικοί παράμετροι μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση μεταλλευτικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, με τη χρήση προγραμμάτων της Datamine έγινε ο βραχυπρόθεσμος σχεδιασμός και προγραμματισμός του επιπέδου - 250 στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους καθένας εκ των οποίων, με το δικό του τρόπο συνέβαλε στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και κατ' επέκταση στην ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών στη σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας κ. Μπενάρδο Ανδρέα, Επίκουρο Καθηγητή του ΕΜΠ για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις του καθώς και την πολύτιμη καθοδήγηση και εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους καθηγητές της σχολής για την ανεκτίμητη γνώση και εμπειρία που μου μετέδωσαν.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω για το μεγάλο ενδιαφέρον και την προθυμία τους, τον διευθυντή του μεταλλείου κ. Στάθη Λιάλιο και τον μηχανικό σχεδιασμού κ. Φώτη Διαμαντόπουλο, με την καθοδήγηση των οποίων δούλεψα όλο αυτό το διάστημα και η βοήθεια τους ήταν πολύτιμη για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ένα θερμότατο ευχαριστώ στους γεωλόγους κ. Γιώργο Παπακωνσταντίνου, κ. Κώστα Κυδονάκη και στην Κατερίνα Μαντέλα, καθώς και σε όλους τους εργαζομένους του μεταλλείου Ολυμπιάδας για το ενδιαφέρον τους, τις χρήσιμες συμβουλές τους και τις πληροφορίες που μου έδιναν, απαντώντας μου σε κάθε απορία.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου, και ιδιαίτερα στους γονείς μου, για την ηθική και υλική υποστήριξη και συμπαράσταση όλα τα χρόνια των σπουδών μου στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά τη σπουδαιότητα της οργάνωσης της παραγωγής και του σχεδιασμού στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις και αποτελείται από έξι κεφάλαια.

Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο με τίτλο «Υπόγειες εκμεταλλεύσεις» δίνεται έμφαση στην ιδιαιτερότητα που παρουσιάζουν οι υπόγειες εκμεταλλεύσεις. Ακόμη, αναφέρονται οι μέθοδοι υπογείων εκμεταλλεύσεων και οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται, καθώς και οι παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου σε κάθε περίπτωση.

Επιπρόσθετα, στο δεύτερο κεφάλαιο με τίτλο «Οργάνωση παραγωγής και προγραμματισμού» τονίζεται ότι ο προγραμματισμός είναι απαραίτητος να πραγματοποιείται σε όλες τις υπόγειες εκμεταλλεύσεις, καθώς η αξία και τα οφέλη του οποίου είναι αδιαμφισβήτητα. Βέβαια, πρέπει να επιλέγεται η σωστή κατηγορία προγραμματισμού ανάλογα με τους στόχους που τέθονται κάθε φορά και να γίνεται με την εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου.

Στο τρίτο κεφάλαιο με τίτλο «Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων» επισημαίνεται η αξία τόσο της επιλογής σωστής μεθόδου εκμετάλλευσης όσο και του κατάλληλου σχεδιασμού, σύμφωνα πάντα με τη μορφολογία του κοιτάσματος. Αυτός ο στόχος μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια μεταλλευτικών προγραμμάτων. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά σε τρία προγράμματα σχεδιασμού και προγραμματισμού της Datamine το Studio 3D, το Studio 5D Planner και στο EPS, καθώς και στα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η χρήση τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο με τίτλο «Παρουσίαση Μεταλλείου Ολυμπιάδας» γίνεται εκτενής παρουσίαση του μεταλλείου Ολυμπιάδας και πιο συγκεκριμένα των γεωλογικών και κοιτασματολογικών στοιχείων της περιοχής. Επιπρόσθετα, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται η μέθοδος υπόγειας εκμετάλλευσης, λιθογόμωσης και υποστήριξης, οι οποίες εφαρμόζονται από την εταιρεία Ελληνικός χρυσός Α.Ε. για την εξόρυξη του κοιτάσματος.

Εν συνεχεία, έπεται το πέμπτο κεφάλαιο με τίτλο «Σχεδιασμός και προγραμματισμός εκμετάλλευσης» στο οποίο περιγράφεται ο σχεδιασμός του

επιπέδου -250 στο μεταλλείο Ολυμπιάδας με τη χρήση των προγραμμάτων της Datamine που αναφέρθηκαν παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα ο βασικός σχεδιασμός των παραγωγικών στοών έγινε αρχικά με το Studio 3D, έπειτα τελειοποιήθηκε με το Studio 5D Planner και με τη βοήθεια του EPS ολοκληρώθηκε ο προγραμματισμός των εργασιών σύμφωνα με βάση τους στόχους που είχαν τεθεί εξαρχής.

Τέλος, η εργασία καταλήγει με τα συμπεράσματα τα οποία αναφέρονται στην σπουδαιότητα του σωστού σχεδιασμού και της οργάνωσης στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις, καθώς και στα σημαντικά οφέλη της χρήσης μεταλλευτικών προγραμμάτων για την επίτευξη των παραπάνω.

ABSTRACT

This diploma thesis analyses the importance of organizing the production and scheduling process in the design of underground mining exploitation.

It is consisted of six chapters. Initially, the first chapter entitled "Underground mining" emphasizes on the individual characteristics of underground mining projects. It presents the underground mining exploitation methods and the categories in which they are distinguished, as well as the factors determining the choice of the appropriate method in each case.

In addition, the second chapter entitled "Organization of Production and Programming" emphasizes that programming is necessary to be carried out for all underground mining projects, as its values and benefits are indisputable. Of course, the correct category of programming should be selected according to the objectives set at the time and implemented by applying the appropriate method.

In the third chapter entitled "Design of underground mining", the value of both the choice of the right mining method and the appropriate design, according to the morphology of the field, is highlighted. This goal can be achieved with the help of mining programs. In this chapter reference is made to three software programs for the design and the programming/scheduling (Datamine Studio 3D, Studio 5D Planner and EPS), as well as to the benefits that they could provide to the mining engineer.

In the fourth chapter titled "Presentation of the Olympias Mines", which presents an extensive presentation of the Olympias mine and more specifically of the geological and field features of the area. In addition, this chapter describes the method of underground mining employed in the mine, cut-and-fill, which are implemented by Hellas Gold SA for the extraction of the ore deposit.

Subsequently, the fifth chapter is titled "Planning and Programming of Operation" describing the exploitation design and sequencing adopted for the level -250 in the Olympias mine using the Datamine software. More specifically, the basic design of the production adits was initially done with Studio 3D, then refined with Studio 5D Planner and with the help of EPS, the work was planned according to the objectives set out from the beginning. All the above produce an number of data and

statistics shown and analysed in details regarding production, quality of the ore as well as time scheduling.

Finally, the thesis concludes with the conclusions regarding the importance of proper planning and organization in underground mining, as well as the significant benefits of using mining programs to achieve the above.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Υπόγειες εκμεταλλεύσεις.....	1
1. Υπόγειες εκμεταλλεύσεις.....	2
1.1 Μέθοδοι υπογείων εκμεταλλεύσεων.....	3
1.2 Κατηγορίες μεθόδων υπόγειας εκμετάλλευσης.....	3
1.3 Παράγοντες επιλογής μεθόδου εκμετάλλευσης.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οργάνωση παραγωγής και προγραμματισμού	6
2.1 Η διαδικασία του προγραμματισμού και η σημασία του.....	7
2.2 Χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός έργων.....	9
2.2.1 Διάγραμμα Gantt.....	11
2.3 Κατηγορίες προγραμματισμού.....	12
2.3.1 Στόχοι και σημασία λειτουργικού – βραχυπρόθεσμου σχεδιασμού.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων.....	20
3. Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων.....	21
3.1 Σύγχρονα μεταλλευτικά προγράμματα σχεδιασμού.....	21
3.1.1 Γενικά στοιχεία για το SURPAC.....	22
3.1.2 Γενικά στοιχεία για την Datamine.....	23
3.1.2.1 Το πρόγραμμα Studio 5D Planner της Datamine.....	23
3.1.2.2 Αναβαθμισμένος Προγραμματισμός Παραγωγής (EPS) της Datamine.....	24
3.1.2.3 Περιγραφή του προγράμματος EPS In Touch.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Παρουσίαση Μεταλλείου Ολυμπιάδας	28
4.1 Συνοπτική παρουσίαση της εταιρείας Ελληνικός Χρυσός Α.Ε.....	29
4.2 Χωροθέτηση ευρύτερης περιοχής μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στη Χαλκιδική.....	33
4.3 Γεωλογία της περιοχής.....	35
4.4 Κοιτασματολογικά στοιχεία Ολυμπιάδας.....	37
4.5 Υπόγεια εκμετάλλευση Ολυμπιάδας.....	38

4.5.1	Περιγραφή υπόγειας εκμετάλλευσης.....	45
4.5.2	Μέθοδος εκμετάλλευσης.....	46
4.5.3	Λιθογόμωση.....	51
4.5.4	Γεωτεχνικά στοιχεία.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σχεδιασμός και προγραμματισμός εκμετάλλευσης.....		55
5.	Σχεδιασμός και προγραμματισμός εκμετάλλευσης.....	56
5.1	Βασικοί στόχοι και παραδοχές για τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό εργασιών στο επίπεδο -250 και δεδομένα που δόθηκαν.....	56
5.2	Block model και αρχείο προσπελαστικών και προπαρασκευαστικών έργων του μεταλλείου Ολυμπιάδας.....	58
5.3	Περιγραφή της διαδικασίας σχεδιασμού του επιπέδου -250.....	59
5.3.1	Διαδικασία σχεδιασμού στο Studio 3D της Datamine.....	61
5.3.2	Διαδικασία σχεδιασμού στο πρόγραμμα Studio 5D της Datamine.....	65
5.4	Περιγραφή της διαδικασίας προγραμματισμού των εργασιών με το πρόγραμμα EPS της Datamine.....	75
5.5	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για το επίπεδο -250.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα.....		89
Βιβλιογραφικές αναφορές.....		92

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Οι φάσεις του προγραμματισμού.....	7
Σχήμα 2.2: Τυπικό διάγραμμα Gantt.....	12
Σχήμα 2.3: Μακροπρόθεσμος προγραμματισμός στο μεταλλείο Μαύρων Πετρών.....	13
Σχήμα 2.4: Μακροπρόθεσμος προγραμματισμός στο μεταλλείο της Kiruna..	14
Σχήμα 2.5: Βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός σε ορυχείο ορυκτού άλατος στη Γερμανία.....	18
Σχήμα 2.6: Βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός στο μεταλλείο της Kiruna...	19
Σχήμα 3.1: Σχεδιασμός με το πρόγραμμα Gemcom Surpac.....	22
Σχήμα 3.2: Σχεδιασμός με το πρόγραμμα Studio 5D Planner της Datamine..	24
Σχήμα 3.3: Τυπική μορφή του προγράμματος EPS in Touch.....	27
Σχήμα 4.1: Οργανόγραμμα της εταιρείας Ελληνικός Χρυσός Α.Ε.....	32
Σχήμα 4.2: Ενδεικτική γεωλογική τομή κοιτάσματος Ολυμπιάδας.....	37
Σχήμα 4.3: Γεωλογικό μοντέλο και στοές περιχάραξης του Μεταλλείου Ολυμπιάδας.....	38
Σχήμα 4.4: Έργα ανάπτυξης και προσπέλασης στη φάση ανάπτυξης.....	40
Σχήμα 4.5: Έργα ανάπτυξης και προσπέλασης στη φάση λειτουργίας Α.....	42
Σχήμα 4.6: Παραγωγική διαδικασία υποέργου Ολυμπιάδας στη φάση λειτουργίας Β.....	43
Σχήμα 4.7: Έργα ανάπτυξης και προσπέλασης στη φάση λειτουργίας Β.....	44
Σχήμα 4.8: Γενική άποψη προγενέστερης και σχεδιαζόμενης εξόρυξης μεταλλείου Ολυμπιάδας.....	46
Σχήμα 4.9: Ανερχόμενη (overhand) και κατερχόμενη (underhand) λιθογόμωση.....	47
Σχήμα 4.10: Διαμήκης εκμετάλλευση στις στενές περιοχές του κοιτάσματος.....	49
Σχήμα 4.11: Εγκάρσια εκμετάλλευση σε μεγάλα τμήματα του κοιτάσματος.....	50
Σχήμα 4.12: Σχηματική απεικόνιση τη μεθόδου των διπλών κόπων και λιθογομώσεων.....	51
Σχήμα 5.1: Διατομές παραγωγικών στοών.....	57
Σχήμα 5.2: Block model με βάση την περιεκτικότητα σε χρυσό (gr/t).....	58

Σχήμα 5.3: Υφιστάμενη ανάπτυξη των στοών προσπέλασης – περιχάραξης ..	59
Σχήμα 5.4: Γεωμετρία του κοιτάσματος στο επίπεδο -250.....	60
Σχήμα 5.5: Στοές πρόσβασης του κοιτάσματος στο επίπεδο -250.....	61
Σχήμα 5.6: Σχηματική απεικόνιση της προχώρησης των 2,5 m (blocks).....	67

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Πρανές εκμετάλλευσης.....	2
Εικόνα 1.2: Εκμετάλλευση σχιστόλιθου στην Βορειοανατολική Εσθονία με κενά μέτωπα.....	4
Εικόνα 1.3: Εκμετάλλευση με γογούμενα μέτωπα στο Μεταλλείο Μαύρων Πετρών.....	4
Εικόνα 1.4: Εκμετάλλευση με κατακρημνιζόμενα μέτωπα Spar Gells Mine – Wirksworth, Derbyshire.....	5
Εικόνα 4.1: Ο ορυκτός πλούτος της Β.Α. Χαλκιδικής.....	30
Εικόνα 4.2: Ορυκτά αποθέματα (Εκθεση Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2016).....	30
Εικόνα 4.3: Ορυκτοί πόροι (Εκθεση Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2016).....	31
Εικόνα 4.4: Ενδεικτική εικόνα των πετρωμάτων στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας.....	45
Εικόνα 4.5: Εργασίες στο μεταλλείο Ολυμπιάδας.....	54
Εικόνα 5.1: Τελικό αποτέλεσμα των Strings για όλο το μεταλλείο.....	62
Εικόνα 5.2: Setup Project.....	65
Εικόνα 5.3: Κατεύθυνση των Strings στο σύνολο του μεταλλείου.....	66
Εικόνα 5.4: Ορισμός τιμών attributes.....	68
Εικόνα 5.5: Παράδειγμα ορισμού σειράς ανάπτυξης.....	69
Εικόνα 5.6: Γενική εικόνα του προγράμματος EPS.....	75
Εικόνα 5.7: Πίνακας 1 από το πρόγραμμα EPS.....	76
Εικόνα 5.8: Γράφημα Gantt.....	77
Εικόνα 5.9 : Πίνακας 3 και 4 του προγράμματος.....	78

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 4.1: Χάρτης Προσανατολισμού (ΜΠΕ, 2010. Παράρτημα ΙΙ).....	33
Χάρτης 4.2: Ευρύτερη περιοχή επεμβάσεων.....	34
Χάρτης 4.3: Γεωλογικός Χάρτης Νομού Χαλκιδικής.....	36

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 5.1: Φακός εκμετάλλευσης 1 μέσες περιεκτικότητες ανά μήνα για τον AU, Pb και Zn.....	79
Διάγραμμα 5.2: Φακός εκμετάλλευσης 2 μέσες περιεκτικότητες ανά μήνα για τον AU, Pb και Zn.....	81
Διάγραμμα 5.3: Φακός εκμετάλλευσης 3 μέσες περιεκτικότητες ανά μήνα για τον AU, Pb και Zn.....	82
Διάγραμμα 5.4: Μέσες περιεκτικότητες των AU, Pb και Zn ανά μήνα για το επίπεδο -250.....	84
Διάγραμμα 5.5: Τόνοι Μεταλλεύματος για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα.....	85
Διάγραμμα 5.6: Λιθογόμωση για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα.....	87
Διάγραμμα 5.7: Τόνοι μεταλλεύματος και λιθογόμωσης ανά μήνα.....	88

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1.: Μονοαξονική αντοχή σε θλίψη πετρωμάτων Ολυμπιάδας.....	53
Πίνακας 4.2.: Ιδιότητες βραχώμαζας μεταλλείου Ολυμπιάδας.....	54
Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού στοών προβολής.....	63
Πίνακας 5.2: Φακός εκμετάλλευσης 1 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα.....	79
Πίνακας 5.3: Φακός εκμετάλλευσης 2 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα.....	80
Πίνακας 5.4: Φακός εκμετάλλευσης 3 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα.....	82
Πίνακας 5.5: Επίπεδο -250 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα.....	83
Πίνακας 5.6: Τόνοι Μεταλλεύματος για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα.....	85
Πίνακας 5.7: Λιθογόμωση για κάθε φακό εκμετάλλευσης.....	86
Πίνακας 5.8: Τόνοι μεταλλεύματος και λιθογόμωσης ανά μήνα.....	87

Κεφάλαιο 1

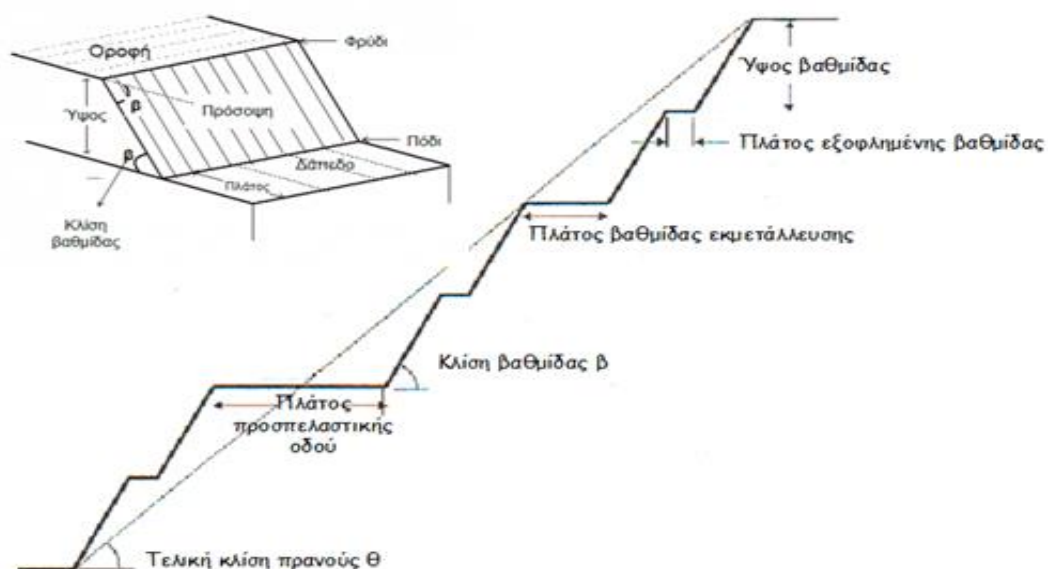
Υπόγειες Εκμεταλλεύσεις

1. Υπόγειες εκμεταλλεύσεις

Η ανάπτυξη κοιτασμάτων σε μεγάλα βάθη κυρίως βάθη για τα οποία η εκμετάλλευσή τους από την επιφάνεια δεν μπορεί να γίνει με θετικό οικονομικό αποτέλεσμα οδηγεί στην διερεύνηση της εκμεταλλευσιμότητάς τους με υπόγειες μεθόδους. Οι υπόγειες μέθοδοι εκμετάλλευσης ουσιαστικά επιτυγχάνουν την πρόσβαση στο χώρο ανάπτυξης του κοιτάσματος μέσω έργων προσπελάσεως (στοές, φρέατα, κεκλιμένα και ελικοειδή κεκλιμένα) και την προσβολή και απόσπαση του μεταλλεύματος χωρίς να απαιτείται η μαζική μετακίνηση των υπερκείμενων στείρων πετρωμάτων (Μπενάρδος, 2014).

Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή μεταξύ υπαίθριας και υπόγεια εκμετάλλευσης είναι: (Μπενάρδος, 2014)

- Η σχέση αποκάλυψης (δηλαδή ο αριθμός των μονάδων όγκου ή βάρους αγόνων που πρέπει να απομακρυνθούν για να αποκαλυφθεί μία μονάδα χρήσιμου προϊόντος)
- Η τελική γωνία των πρανών (φ).



Εικόνα 1.1. : Πρανές εκμετάλλευσης(www.orykta.gr, πρόσβαση 6/10/17)

1.1. Μέθοδοι υπογείων εκμεταλλεύσεων

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εκμετάλλευσης αποτελεί μια από τις πιο κρίσιμες αποφάσεις των μηχανικών. Οι μέθοδοι υπογείων εκμεταλλεύσεων δεν παρουσιάζουν ευελιξία, δηλαδή σε περίπτωση που αρχίσει η εκμετάλλευση ενός κοιτάσματος με μία συγκεκριμένη υπόγεια μέθοδο είναι αν όχι αδύνατο πολύ δύσκολο να αλλάξει στην πορεία αυτή η μέθοδος και να συνεχιστεί η εκμετάλλευση με κάποια άλλη. Συνεπώς, για να επιτυχής μια εκμετάλλευση είναι απαραίτητο από την αρχή να έχει επιλεγθεί η κατάλληλη μέθοδος, να έχει γίνει πολύ καλός σχεδιασμός και να έχει οργανωθεί καλά η παραγωγή.

Επίσης, κατά την έναρξη μιας υπόγειας εκμετάλλευσης είναι σημαντικό να τεθούν κάποιοι βασικοί στόχοι. Συγκεκριμένα οι πιο σύνηθεις στόχοι είναι να γίνεται η απόσπαση του κοιτάσματος από το περιβάλλον μητρικό πέτρωμα με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή ασφάλεια του προσωπικού και του έργου, η βελτιστοποίηση της απόληψης (του ποσοστού του κοιτάσματος που μπορεί να αποσπαστεί) και η ελαχιστοποίηση του κόστους των εργασιών (Μπενάρδος, 2014).

1.2. Κατηγορίες μεθόδων υπόγειας εκμετάλλευσης

Σήμερα έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται ποικίλες μέθοδοι υπογείων εκμεταλλεύσεων. Ωστόσο, μπορούν να καταταγούν σε 3 μεγάλες κατηγορίες σε βάση την κατάσταση που διαμορφώνεται στο κενό που δημιουργείται από την εξόρυξη του μεταλλεύματος. Πιο συγκεκριμένα, διακρίνονται στις μεθόδους εκμετάλλευσης: (Μπενάρδος, 2014)

- Με **κενά μέτωπα (open stopes)**, στις οποίες ο χώρος που απομένει μετά την απόσπαση του μεταλλεύματος διατηρείται κενός συνηθέστερα με φυσική υποστήριξη, δηλαδή η υποστήριξη παρέχεται κυρίως από το πέτρωμα.



Εικόνα 1.2. Εκμετάλλευση σχιστόλιθου στην Βορειοανατολική Εσθονία με κενά μέτωπα

- Με **γομούμενα μέτωπα (filling stopes)**, στις οποίες ο χώρος του κοιτάσματος που εκμεταλλεύεται πληρώνεται στη συνέχεια με τεχνητό τρόπο συνήθως από στείρα υλικά.



Εικόνα 1.3.: Εκμετάλλευση με γομούμενα μέτωπα στο Μεταλλείο Μαύρων Πετρών

- Με **κατακρημιζόμενα μέτωπα (caving stopes)**, στις οποίες ο χώρος που έχει πραγματοποιηθεί η απόσπαση του μεταλλεύματος πληρώνεται με υλικά μέσω της κατακρήμισης της οροφής του κοιτάσματος.



*Εικόνα 1.4.: Εκμετάλλευση με κατακρημιζόμενα μέτωπα Spar Gells Mine -
Wirksworth, Derbyshire*

1.3. Παράγοντες επιλογής μεθόδου εκμετάλλευσης

Η επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης ενός κοιτάσματος καθορίζεται κυρίως από τους κάτωθι παράγοντες: (Μπενάρδος, 2014)

- Τις φυσικο-μηχανικές ιδιότητες του κοιτάσματος και των πετρωμάτων που το περιβάλλουν.
- Την θέση του κοιτάσματος και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του (σχήμα, μέγεθος, κλίση).
- Την ποιότητα και την αξία του μεταλλεύματος.
- Τους επιδιωκόμενους ρυθμούς παραγωγής.
- Το κόστος του παραγόμενου προϊόντος.
- Την προστασία του περιβάλλοντος.

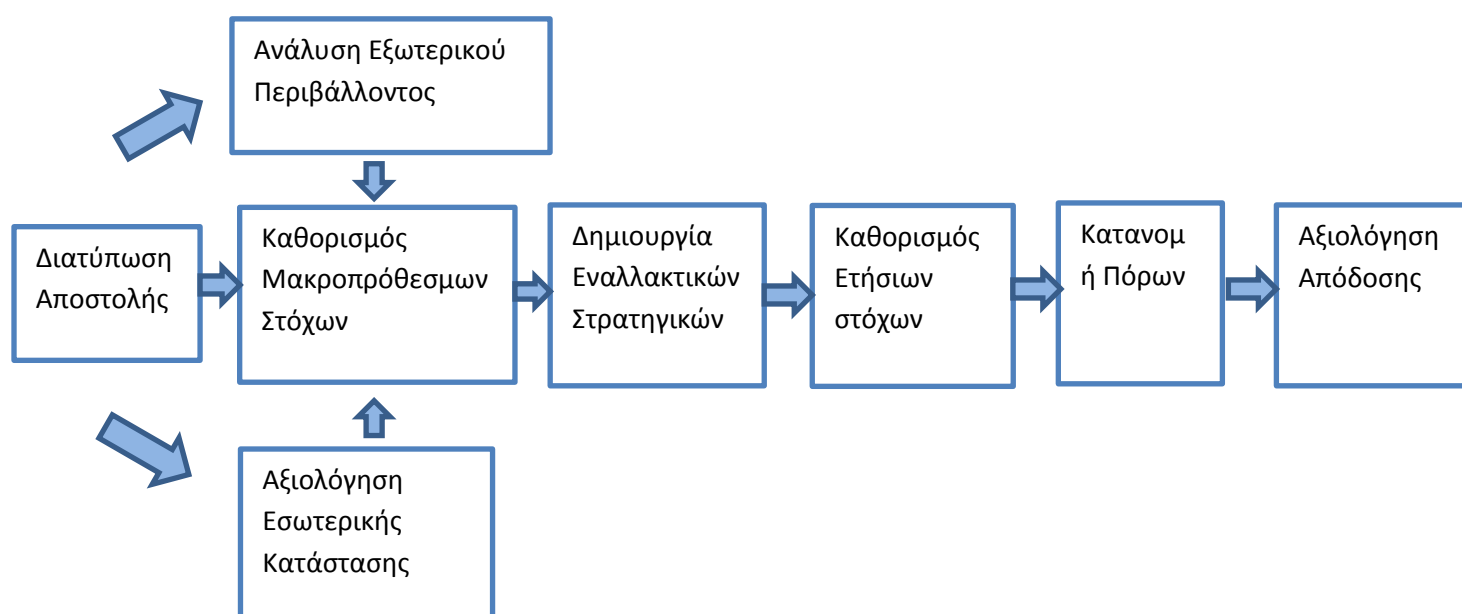
Κεφάλαιο 2

Οργάνωση παραγωγής και προγραμματισμού

2. Οργάνωση παραγωγής και προγραμματισμού

2.1. Η διαδικασία του προγραμματισμού και η σημασία του

Η διαδικασία του προγραμματισμού περιλαμβάνει τις φάσεις: διατύπωση της αποστολής της επιχείρησης, ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος, αξιολόγηση της εσωτερικής κατάστασης, καθορισμό μακροπρόθεσμων στόχων, δημιουργία εναλλακτικών στρατηγικών, καθορισμό ετήσιων στόχων. Η κατανομή πόρων και η αξιολόγηση απόδοσης αναφέρονται στη υλοποίηση του στρατηγικού προγράμματος και στην σύγκριση των αποτελεσμάτων με τους στόχους που είχαν τεθεί (Γκούτσος, 2004).



Σχήμα 2.1: Οι φάσεις του προγραμματισμού

Οι κατασκευαστές έργων χρειάζονται το χρονικό προγραμματισμό για:

- **Υπολογισμό της ημερομηνίας περαίωσης του έργου:** Στα περισσότερα κατασκευαστικά έργα, ο γενικός ανάδοχος, περιλαμβανομένων και των υπεργολάβων, έχει την υποχρέωση να ολοκληρώσει το έργο την καθορισμένη ημερομηνία που του ορίζει η σύμβαση. Ο ανάδοχος πρέπει να σιγουρευτεί ότι το χρονοδιάγραμμά του τηρεί αυτήν την ημερομηνία, καθώς μερικές συμβάσεις περιέχουν ποινικές ρήτρες καθυστέρησης ή και κίνητρα (οικονομικά ή άλλα) για να τελειώσει το έργο νωρίτερα.

- **Υπολογισμός της έναρξης ή του τέλους μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας:** Ορισμένες δραστηριότητες μπορούν να απαιτήσουν ιδιαίτερη προσοχή, όπως η παραγγελία και η παράδοση υλικών ή εξοπλισμού. Ειδικά στην περίπτωση των μεταλλευτικών έργων, όπου ο εξοπλισμός είναι πολύ ακριβός και η εγκατάσταση απαιτεί αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι παραγγελίες υλικών ή εξοπλισμού με μεγάλο χρόνο παράδοσης πρέπει να γίνονται αρκετούς μήνες πριν και η παράδοση ειδικών υλικών (πχ εκρηκτικές ύλες) ή εξοπλισμού μπορεί να χρειαστεί το συντονισμό ή ειδική άδεια έτσι ώστε η παράδοση να μην διαταράσσει την κυκλοφορία κατά την ώρα αιχμής και να γίνεται σύμφωνα με τη νομοθεσία. Επομένως, το χρονοδιάγραμμα πρέπει να παρουσιάζει τέτοιες σημαντικές ημερομηνίες.
- **Συντονισμό μεταξύ των συνεργείων** διαφόρων ειδικοτήτων και υπεργολάβων ώστε να αντιμετωπιστούν άμεσα τυχόν προβλήματα.
- **Πρόβλεψη και υπολογισμό των χρηματικών ροών:** Η διάρκεια, οι χρόνοι έναρξης και τέλους μιας δραστηριότητας επιδρούν στις χρηματικές ροές, οι οποίες είναι σημαντικός παράγοντας για τον ανάδοχο για τη λήψη αποφάσεων. Ο ανάδοχος πρέπει να ξέρει τα συνολικά έξοδά του οποιοδήποτε χρονικό διάστημα ή μήνα. Μπορεί να καθυστερήσει την έναρξη ορισμένων δραστηριοτήτων, μέσα στο διαθέσιμο επιπλέον χρονικό περιθώριο για να σιγουρευτεί ότι οι ταμειακές ροές δεν υπερβαίνουν ένα ορισμένο όριο.
- **Βελτίωση της αποδοτικότητας των εργασιών:** να διανείμει κατάλληλα τους εργαζομένους και τον εξοπλισμό έτσι ώστε να κερδίσει χρόνο και χρήματα. Αυτό αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αρμοδιότητες του μηχανικού, καθώς ο κύριος στόχος του πρέπει να είναι η ελαχιστοποίηση του νεκρού χρόνου κατά τον κύκλο εργασιών.
- **Χρήση ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο ελέγχου του έργου:** Ο έλεγχος του έργου πρέπει να έχει μια σταθερή και καλή βάση (baseline) με την οποία μπορούν να συγκριθούν οι σημερινές επιδόσεις. Ο έλεγχος έργου επιτυγχάνεται συγκρίνοντας το πραγματικό χρονοδιάγραμμα και τον προϋπολογισμό με τη γραμμή αναφοράς (baseline) όπως αρχικά προγραμματίστηκαν το χρονοδιάγραμμα και ο προϋπολογισμός.

- **Αξιολόγηση της επίδρασης των αλλαγών:** οι αλλαγές είναι σχεδόν αναπόφευκτες ειδικά στα μεταλλευτικά έργα. Η αλλαγή μπορεί να προκύψει με τη μορφή οδηγίας, δηλαδή, μια εντολή προς τον ανάδοχο από τον Κύριο του Έργου να κάνει μια αλλαγή, ή ένα αίτημα για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της αλλαγής χρονικά και κοστολογικά, έτσι ώστε να ληφθεί η απόφαση για απόρριψη ή έγκριση. Επίσης, μια αλλαγή στο χρονοδιάγραμμα μπορεί να προκύψει από κάποια έκτακτη κατάσταση που απαιτεί παύση των εργασιών. Αυτή η αλλαγή μπορεί να είναι μια προσθήκη, μία κατάργηση ή μία υποκατάσταση στο αντικείμενο του έργου. Αλλαγές μπορεί να έχουν επίπτωση είτε στον προϋπολογισμό, είτε στο χρονοδιάγραμμα, ή και στα δύο. Κοστολόγοι εκτιμούν το κόστος της αλλαγής (συμπεριλαμβανομένων και των επιπτώσεων στα έμμεσα κόστη ως αποτέλεσμα της αλλαγής στο χρονοδιάγραμμα), ενώ οι προγραμματιστές υπολογίζουν τον αντίκτυπο της αλλαγής στο χρονοδιάγραμμα του έργου, που εκφράζεται ως μετάθεση της ημερομηνίας περαίωσης. Είναι ευθύνη του αναδόχου η ενημέρωση του Κυρίου του Έργου για τις επιπτώσεις και η λήψη της συναίνεσής του για την τροποποίηση του προϋπολογισμού ή και του χρονοδιαγράμματος.
- **Απόδειξη των οικονομικών ή χρονικών απαιτήσεων καθυστέρησης του έργου:** Στα κατασκευαστικά έργα, αλλά και στα μεταλλευτικά οι καθυστερήσεις είναι ένα πολύ κοινό φαινόμενο, όπως οι απαιτήσεις των Αναδόχων για αποζημίωση είτε σε χρόνο είτε σε κόστος, που επιφέρει η καθυστέρηση του έργου. Ο Ανάδοχος πρέπει να είναι σε θέση να αποδείξει την ακρίβεια των απαιτήσεών του έναντι των ιδιοκτητών ή και σε άλλα εμπλεκόμενα μέρη χρησιμοποιώντας τα χρονοδιαγράμματα του έργου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μόνο η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής (CPM) μπορεί να αποδείξει ή να αποκλείσει μια οικονομική ή χρονική απαίτηση λόγω καθυστέρησης

2.2. Χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός έργων

Τα προβλήματα που συναντάει κανείς συνήθως στην εκτέλεση ενός σύνθετου έργου έχουν να κάνουν με το μεγάλο πλήθος των επιμέρους δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την ολοκλήρωσή του, καθώς και από την διαπλοκή μεταξύ αυτών των επιμέρους δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες αυτές διασυνδέονται πάντοτε

μεταξύ τους με τεχνολογικές, φυσικές, οικονομικές ή άλλες σχέσεις προτεραιότητας, ενώ υπόκεινται σε διάφορους περιορισμούς. Έχουν λοιπόν αναπτυχθεί μέθοδοι και εργαλεία για την επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν από τις διασυνδέσεις των επιμέρους δραστηριοτήτων σε ένα σύνθετο έργο, όπως η Μέθοδος της Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path method – CPM) ή η Τεχνική Αξιολόγησης και Αναθεώρησης Προγράμματος (Programme Evaluation and Review Technique – PERT). Μέσα από αυτές τις μεθόδους ωστόσο το ζητούμενο πάντοτε ήταν οι απαντήσεις σε προβλήματα κατά την εκτέλεση σύνθετων έργων (projects), όπως: (Ασκούνης, 2016)

- Ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης του έργου.
- Ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους
- Ελαχιστοποίηση του κόστους για ένα δεδομένο ολικό χρόνο.
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτέλεσης για ένα δεδομένο κόστος.
- Ελαχιστοποίηση των πόρων που αδρανούν.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσιάζει η Τερεζοπούλου (2003) λόγω του μεγέθους τους, τα μεγάλα (αλλά και τα μεσαία) τεχνικά έργα είναι αδύνατο να ελεγχθούν με παραδοσιακούς τρόπους (δηλ. με χειρωνακτικούς υπολογισμούς). Έτσι, ο χρονικός και κοστολογικός προγραμματισμός των τεχνικών έργων γίνεται με ειδικά λογισμικά πακέτα. Τα λογισμικά πακέτα Διαχείρισης Έργου διευκολύνουν τις ακόλουθες εργασίες:

- Σχεδιασμό του έργου
- Καθορισμό των διαδικασιών για την ολοκλήρωση του έργου
- Παρακολούθηση και έλεγχο του έργου

Επίσης, η χρήση προγραμμάτων συνεπάγεται σημαντικά οφέλη:

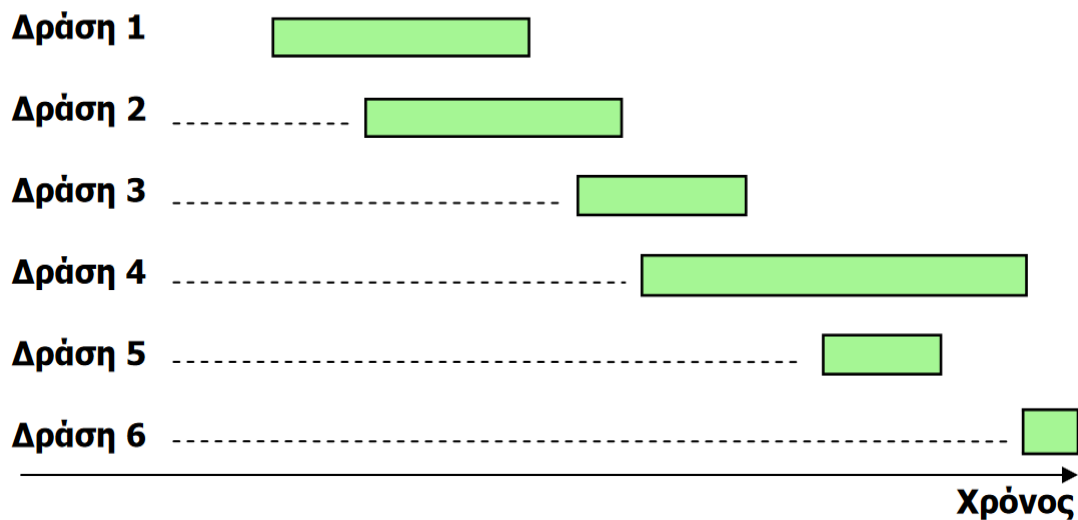
- Ευκολία εφαρμογής των μεθόδων διαχείρισης των μεθόδων διαχείρισης έργου
- Μεγάλες δυνατότητες χρονικής και οικονομικής ανάλυσης ενός έργου και μάλιστα εναλλακτικών υποθετικών σεναρίων (“what if “ scheduling)

- Αυτόματη παραγωγή περιοδικών αναλυτικών εκθέσεων
- Αυτόματη διαπίστωση χρονικών ή οικονομικών παρεκκλίσεων

2.2.1. Διάγραμμα Gantt

Η επιστήμη της διαχείρισης έργου, για να υποστηρίξει την διαδικασία προγραμματισμού των έργων, έχει αναπτύξει μερικές πολύ χρήσιμες τεχνικές και εργαλεία όπως τις μεθόδους CPM και PERT που αναφέρθηκαν παραπάνω. Μια ωστόσο από τις δημοφιλέστερες τεχνικές προγραμματισμού έργου, δημοφιλής μέσα στην απλότητά της, είναι το διάγραμμα Gantt. Ονομάστηκε έτσι από τον Αμερικανό μηχανολόγο μηχανικό Henry Gantt (1869 – 1919), ο οποίος είναι ο πρώτος που το επινόησε και το χρησιμοποίησε. Το διάγραμμα Gantt είναι ένα οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει στην ουσία την σχέση των διαφορετικών δράσεων του έργου, μέσα στον χρόνο. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος σε κατάλληλες υποδιαιρέσεις που ταιριάζουν με τις ανάγκες και την χρονική διάρκεια του έργου, ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δράσεων του έργου. Η σειρά τοποθέτησής τους συνήθως είναι προς τα πάνω αυτές που αρχίζουν νωρίτερα και προς τα κάτω αυτές που αρχίζουν αργότερα, χωρίς αυτό να αποτελεί και απαραίτητο κανόνα.

Η τοποθέτηση μπορεί να είναι και τυχαία ή να ακολουθεί άλλα κριτήρια χωρίς αυτό να επηρεάζει την ορθότητα του διαγράμματος. Οι δράσεις περιγράφονται είτε με τους τίτλους τους είτε με χρήση κωδικών αριθμών που παραπέμπουν σε συγκεκριμένες εργασίες. Στο κύριο τώρα τμήμα του διαγράμματος τοποθετούνται για κάθε δράση και σε οριζόντια διάταξη οι ράβδοι αποτύπωσης του χρόνου, με μήκος ανάλογο με την χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της. Κάθε ράβδος αρχίζει από το σημείο που στον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί με το χρονικό σημείο έναρξης της συγκεκριμένης δράσης. Το μήκος αυτής της ράβδου υποδεικνύει την διάρκεια αυτής της εργασίας (Κάντζαρη, 2010).



Σχήμα 2.2.: Τυπικό διαγράμμα Gantt

2.3. Κατηγορίες προγραμματισμού

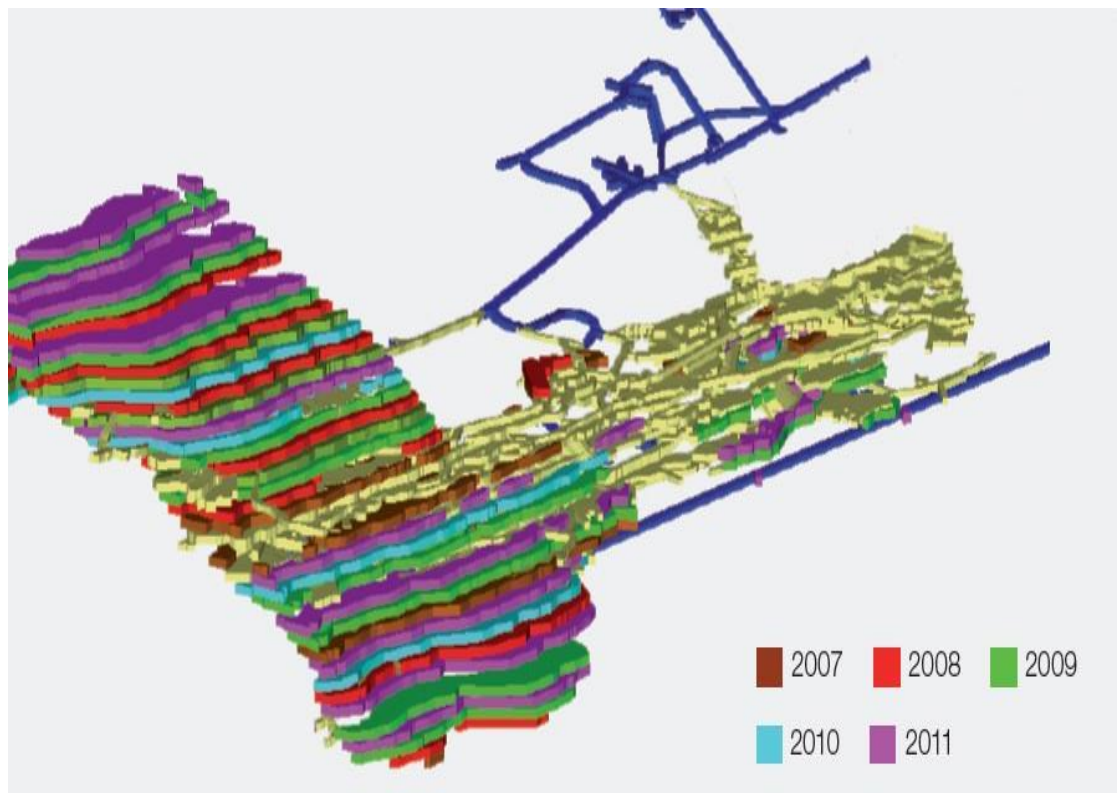
Ο προγραμματισμός διακρίνεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Στρατηγικός (strategic planning) ή μακροπρόθεσμος προγραμματισμός**
Αναφέρεται στην γενική πορεία της επιχείρησης και των επιμέρους στοιχείων της και καθορίζει τις γενικές κατευθυντήριες οδηγίες για την επιλογή επιχειρηματικών τομέων ή αγορών στις οποίες θα διεισδύσει η επιχείρηση ή από τις οποίες θα αποσυρθεί. Έχει μεγάλο χρονικό ορίζοντα (υπερβαίνει τα 5 χρόνια), ο οποίος σχετίζεται με τη διάρκεια ζωής της εκμετάλλευσης, αλλά και με τη δυνατότητα πρόβλεψης των τιμών ορισμένων παραμέτρων της εκμετάλλευσης με αποδεκτή ακρίβεια. Τα μοντέλα μακροπρόθεσμου προγραμματισμού έχουν στόχο τη μεγιστοποίηση των καθαρών χρηματοροών και έχουν περιορισμούς όσον αφορά στην παραγωγή, αλλά όχι τη διαδοχική αλληλουχία των τμημάτων που θα εξορυχτούν. Αποτέλεσμα του στρατηγικού σχεδιασμού είναι μία δήλωση αποστολής (mission statement).

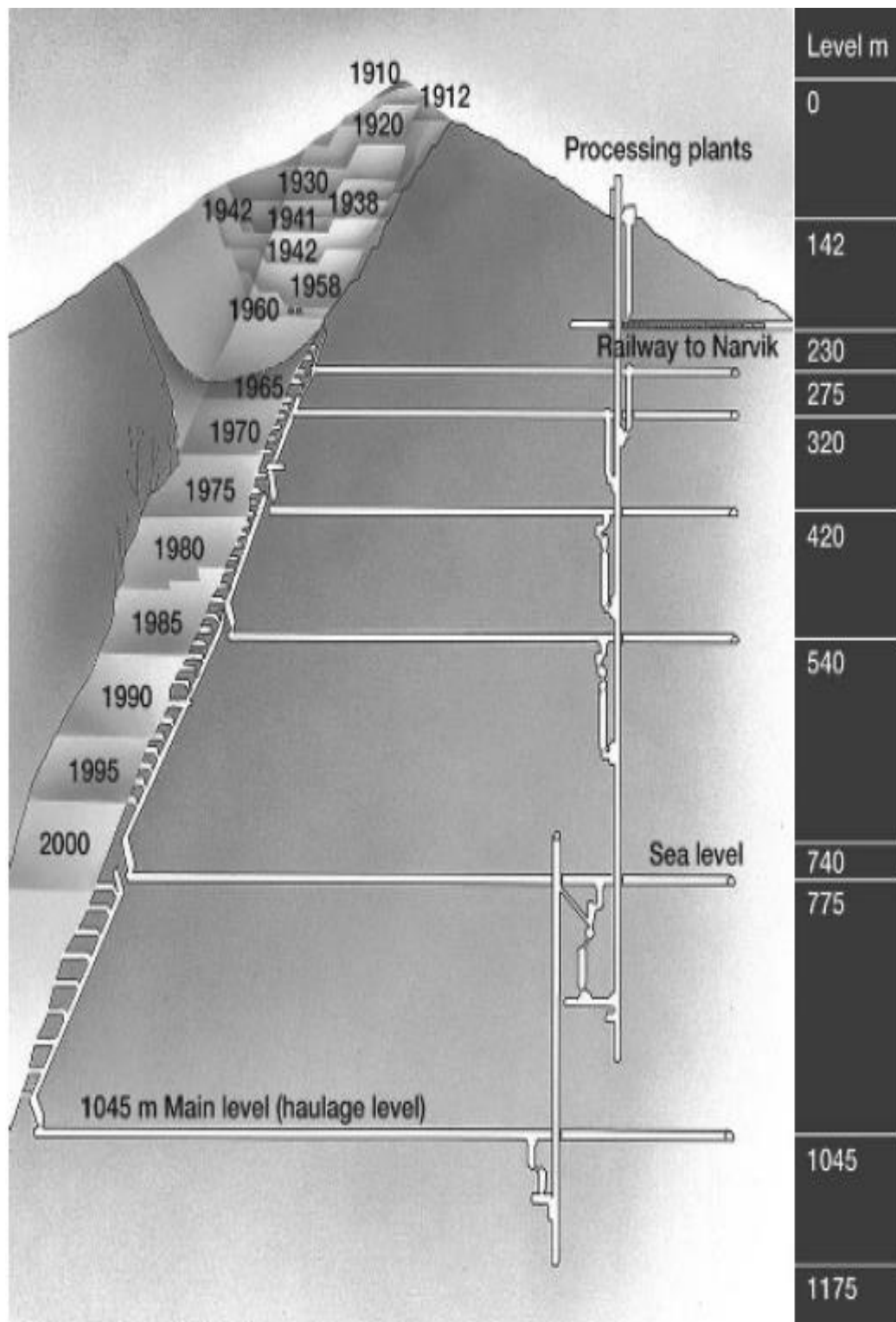
Σε αυτό το στάδιο του στρατηγικού προγραμματισμού, έχοντας ξεκαθαρίσει την αποστολή της επιχείρησης και πραγματοποιήσει τη σχετική ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος και της αξιολόγησης της εσωτερικής κατάστασης της επιχείρησης, ο σκοπός μας είναι να ορίσουμε τους μακροπρόθεσμους στόχους και τις στρατηγικές για την υλοποίησή τους. Οι μακροπρόθεσμοι στόχοι, στρατηγικού χαρακτήρα πρέπει να ικανοποιούν

ορισμένα κριτήρια τα οποία πληρούν όλες οι κατηγορίες των στόχων (βραχυπρόθεσμοι, άμεσοι). Οι στόχοι πρέπει να είναι μετρήσιμοι, σαφείς, υλοποιήσιμοι, ιεραρχημένοι. Ο χρονικός ορίζοντας στον οποίο αναφέρονται πρέπει να είναι σαφής. Οι μακροπρόθεσμοι στρατηγικοί στόχοι μπορεί να τεθούν σε επίπεδο επιχείρησης, διευθύνσεων επιχείρησης και λειτουργικών τμημάτων της.

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο παραδείγματα μακροπρόθεσμου προγραμματισμού στο μεταλλείο των Μαύρων Πετρών και στο μεταλλείο της Kiruna, η οποία ξεκίνησε τις εξορυκτικές της εργασίες γύρω στο 1900 χρησιμοποιώντας επιφανειακές μεθόδους εκμετάλλευση, ενώ το 1952 άρχισε η υπόγεια εκμετάλλευση (Kuchta, Newman & Topal, 2004).



Σχήμα 2.3.: Μακροπρόθεσμος προγραμματισμός στο μεταλλείο Μαύρων Πετρών



Σχήμα 2.4.: Μακροπρόθεσμος προγραμματισμός στο μεταλλείο της Kiruna

➤ **Τακτικός (tactical planning) ή μεσοπρόθεσμος προγραμματισμός**

Έχει μικρότερο χρονικό ορίζοντα (συνήθως 1-5 χρόνια) και αναλύει διάφορους εναλλακτικούς τρόπους επίτευξης της αποστολής της επιχείρησης,

δηλαδή για το διάστημα που απαιτείται για την ολοκλήρωση των ερευνητικών ή επενδυτικών προγραμμάτων και έργων που βρίσκονται σε εξέλιξη ή έχει αποφασισθεί να αρχίσουν. Στα έργα αυτά περιλαμβάνονται και τα έργα προσπέλασης του μεταλλείου που συνήθως διαρκούν περισσότερο από ένα έτος. Το αποτέλεσμα του τακτικού προγραμματισμού είναι μία σειρά οδηγιών που αναφέρονται στον τρόπο επίτευξης της αποστολής, δηλαδή πρέπει να εναρμονίζεται με τον στρατηγικό σχεδιασμό της εκμετάλλευσης του μεταλλείου. Είναι πάντα λεπτομερέστατος από τον στρατηγικό όσον αφορά στα στάδια εκτέλεσης των συγκεκριμένων εργασιών και προβλέπει προθεσμίες για την αποπεράτωση των έργων και των επιμέρους εργασιών τους. Ο προγραμματισμός αυτός συνοδεύεται και από οικονομικό προϋπολογισμό.

➤ **Λειτουργικός (operational planning) ή βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός**

Έχει χρονικό ορίζοντα συνήθως από 1-12 μήνες και περιλαμβάνει συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα, εργασίες και μετρήσιμους στόχους. Αποτέλεσμα του λειτουργικού προγραμματισμού είναι ένα ετήσιο πρόγραμμα που αναφέρεται στο πλαίσιο του τακτικού και στρατηγικού σχεδιασμού. Περιλαμβάνει το πρόγραμμα λειτουργίας και παραγωγής, αλλά και τα επενδυτικά και ερευνητικά προγράμματα.

2.3.1. Στόχοι και σημασία λειτουργικού-βραχυπρόθεσμου σχεδιασμού

Ο καθορισμός βραχυπρόθεσμων, συνήθως, ετήσιων στόχων είναι μια αποκεντρωμένη διαδικασία η οποία εμπλέκει άμεσα όλα τα μέλη της επιχείρησης. Η ενεργός συμμετοχή στον καθορισμό των ετήσιων στόχων οδηγεί σε αποδοχή και δέσμευση για την υλοποίησή τους (Bedeian and Glueck, 1983).

Επίσης, οι ετήσιοι στόχοι είναι ουσιαστικοί για την εφαρμογή της στρατηγικής διότι:

- Εκφράζουν τη βάση για την κατανομή των πόρων της επιχείρησης

- Είναι ένας αρχικός μηχανισμός αξιολόγησης των στελεχών
- Είναι σημαντικότερο εργαλείο για έλεγχο της προόδου προς την υλοποίηση των μακροπρόθεσμων στόχων
- Καθορίζουν οργανωτικές προτεραιότητες και προτεραιότητες μονάδων και τμημάτων.

Ακόμη, πρέπει να καταβάλλεται σημαντική προσπάθεια έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι ετήσιοι στόχοι είναι συνεπείς με τους μακροπρόθεσμους στόχους και στηρίζουν τις στρατηγικές για την υλοποίησή τους. Οι ετήσιοι στόχοι συνήθως εκφράζονται με όρους κερδοφορίας, ανάπτυξης και μεριδίου της αγοράς κατά υποκλάδο δραστηριότητας, γεωγραφική περιοχή, ομάδες πελατών και προϊόντων. Τα μοντέλα βραχυπρόθεσμου προγραμματισμού βελτιστοποιούν πολλούς στόχους παραγωγής και διατηρούν ένα λειτουργικά εφικτό πρότυπο εκμετάλλευσης. Ο βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός περιλαμβάνει και αναλυτικό προϋπολογισμό δαπανών (επιμερισμένων στα κέντρα κόστους) και το προϋπολογιζόμενο κέρδος με βάση τα έσοδα από τις προβλεπόμενες πωλήσεις (Τερεζοπούλου, 2003).

Θα υπενθυμίσουμε σε αυτό το σημείο ότι οι ετήσιοι στόχοι θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από τις εξής ιδιότητες: (Τερεζοπούλου, 2003)

- Να δίνουν βαρύτητα σε ένα αποτέλεσμα και όχι μια δραστηριότητα
- Να έχουν συνέπεια
- Να είναι συγκεκριμένοι
- Να είναι μετρήσιμοι
- Να έχουν χρονικό ορίζοντα
- Να είναι πραγματοποιήσιμοι

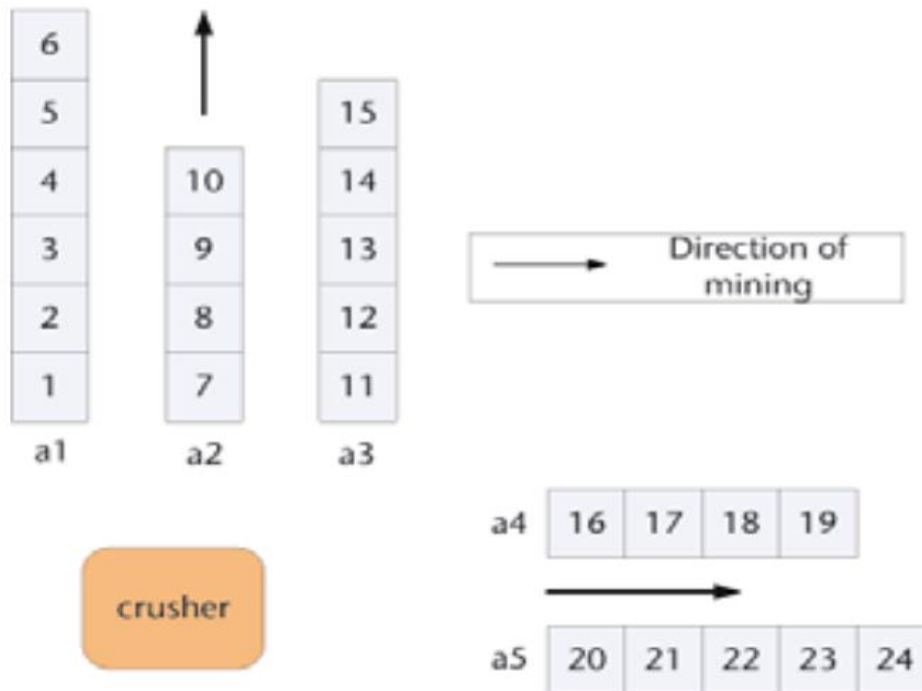
Βάσει των ισχυρισμών των Villalba Matamoros & Dimitrakopoulos (2016) ο βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός παραγωγής μεταλλείων δημιουργεί μια σειρά εξόδου στο πλαίσιο ενός ετήσιου προγράμματος παραγωγής. Το χρονοδιάγραμμα παραγωγής θεωρείται ως λειτουργικός οδηγός για την επίτευξη

των μακροπρόθεσμων στόχων του μεταλλείου που αναπτύσσονται υπό τις τρέχουσες συνθήκες λειτουργίας και τους περιορισμούς. Περιγράφει τα στάδια της εξόρυξης σε μήνες, εβδομάδες ή ημέρες. Η βελτιστοποίηση του βραχυπρόθεσμου προγραμματισμού παραγωγής καθοδηγείται από τον προγραμματισμό του μεταλλείου (life-of-mine) ή τον μακροπρόθεσμο προγραμματισμό του μεταλλείου (Hustrulid & Kuchta, 1995) και συνήθως βελτιστοποιείται σε δύο ξεχωριστά βήματα.

Το πρώτο βήμα βελτιστοποιεί τη φυσική ακολουθία της εξόρυξης του μεταλλεύματος. Το δεύτερο βήμα βελτιστοποιεί την εκχώρηση του στόλου του εξοπλισμού εξόρυξης βάσει της χωρητικότητας του εξοπλισμού, του διαθέσιμου χρόνου και του χρόνου μετακίνησης.

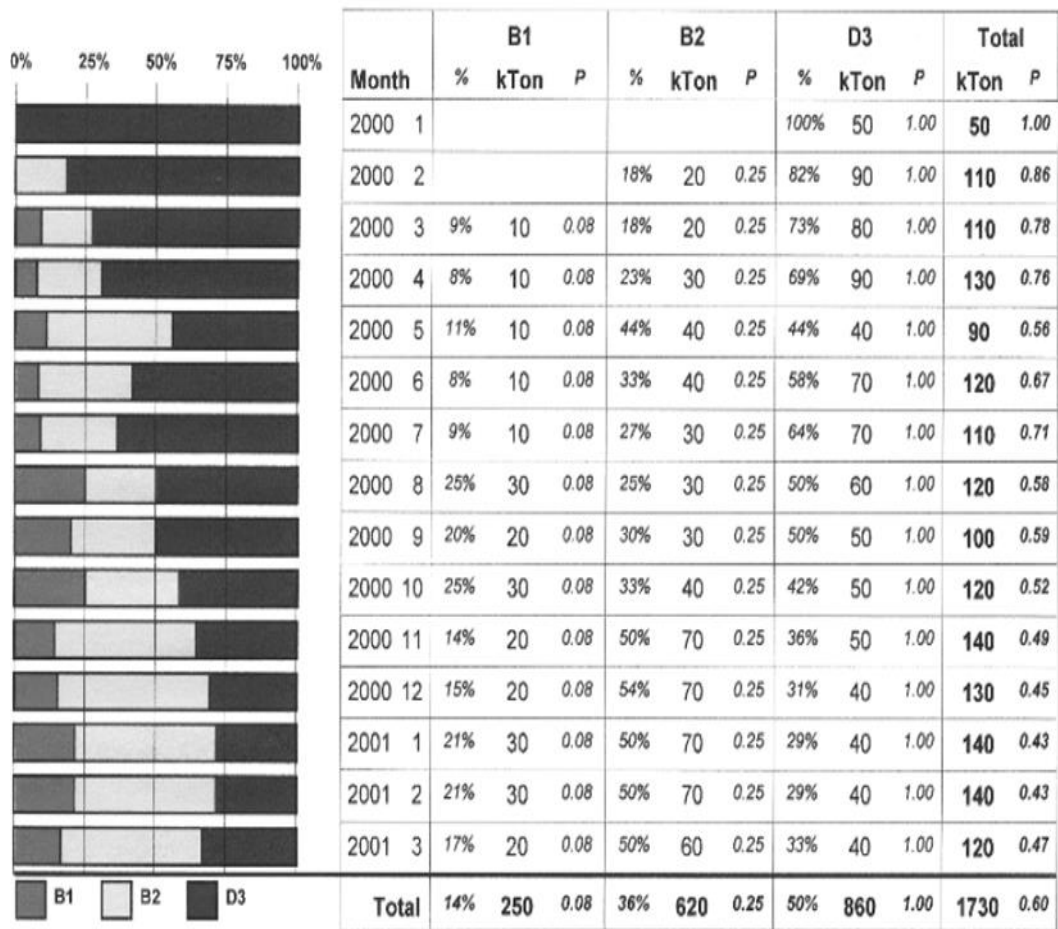
Συνεπώς, ο προγραμματισμός της παραγωγής (ακολουθία εξόρυξης) σε ημερήσια, εβδομαδιαία ή μηνιαία βάση ακολουθεί τους στόχους παραγωγής που ορίζονται από το μακροπρόθεσμο πρόγραμμα παραγωγής μεταλλείων. Η διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνει υπόψη την κατανομή πόρων που ταιριάζουν με την διαθέσιμη χωρητικότητα του στόλου, τη διάταξη του μεταλλείου και λειτουργικά ζητήματα, όπως η κατεύθυνση εξόρυξης. Αν και λογαριάζοντας τα παραπάνω, η αντικειμενική λειτουργία των συναφών σχηματισμών καθορίζεται κατά κανόνα ώστε να ελαχιστοποιούνται οι αποκλίσεις στην παραγωγή από τους ετήσιους στόχους του σχεδίου παραγωγής. Εάν εκπληρωθούν αυτοί οι στόχοι, οι αναμενόμενοι μακροπρόθεσμοι στόχοι και η συνολική εκτίμηση του μεταλλείου πιθανόν να επιτευχθούν.

Παρακάτω παρουσιάζεται δύο παράδειγματα βραχυπρόθεσμου προγραμματισμού. Το πρώτο παράδειγμα αφορά ένα ορυχείο ορυκτού άλατος στη Γερμανία στο οποίο η εκμετάλλευση γίνεται με τη μέθοδο των θαλάμων και στύλων (Schulze & Zimmermann, 2010) και το δεύτερο το μεταλλείο της Kiruna στο οποίο παρουσιάζεται η μηνιαία παραγωγή από τον Ιανουάριο του 2000 έως τον Μάρτιο του 2001 των B1, B2, D3 και εκτιμήσεις συνολικής παραγωγής για ένα μπλοκ σε επίπεδο 820 μέτρων. Κάθε στήλη αντιστοιχεί σε τύπο μεταλλεύματος και κάθε σειρά σε μηνιαία αξία της παραγωγής. Κάθε κελί περιέχει πληροφορίες για ένα μήνα και το συνδυασμό των ποσοτήτων παραγωγής για κάθε τύπος μεταλλεύματος (Kuchta, Newman & Topal, 2004) .



Σχήμα 2.5.: Βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός σε ορυχείο ορυκτού άλατος στη Γερμανία

Machine Placement Level 820 Y 29-30



Σχήμα 2.6.: Βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός στο μεταλλείο της Kiruna

Κεφάλαιο 3

Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων

3. Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων

Η αποτίμηση και η σχετική λήψη αποφάσεων σε έργα εξόρυξης απαιτούν την αξιολόγηση και τη διαχείριση του κινδύνου κοιτάσματος κατά την ανάπτυξη της εκμετάλλευσης και ενός μακροπρόθεσμου προγράμματος παραγωγής. Καθώς η πιο επικερδής ακολουθία εξόρυξης κατά τη διάρκεια ζωής ενός μεταλλείου καθορίζει τόσο το οικονομικό αποτέλεσμα ενός έργου όσο και το τεχνικό σχέδιο που πρέπει να ακολουθηθεί από την ανάπτυξη του μεταλλείου έως το κλείσιμο του μεταλλείου, η επίδραση του κινδύνου κοιτάσματος στην απόδοση είναι κρίσιμη (Ravenscroft, 1992, Dowd, 1994, Rendu, 2002). Ο γεωλογικός κίνδυνος είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την μη ικανοποίηση των προσδοκιών στα αρχικά στάδια ενός έργου (Vallee, 2000), εφόσον η αποπληρωμή του αναπτυξιακού κεφαλαίου είναι ζωτικής σημασίας, καθώς και οι ελλείψεις στην παραγωγή στα επόμενα χρόνια λειτουργίας (Rossi & Parker, 1994).

Επίσης, είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι η εκμετάλλευση οποιουδήποτε ορυκτού ή μεταλλεύματος αποτελεί καταρχήν μια οικονομική δραστηριότητα, η οποία θα πρέπει να έχει θετικά οικονομικά αποτελέσματα. Ταυτόχρονα κατά το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να προτείνονται μέτρα για την αντιμετώπισή τους. Η εκ των υστέρων αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποδεικνύεται στις περισσότερες περιπτώσεις ανέφικτη, ιδιαίτερα κατά τη φάση της αποκατάστασης καθώς το κόστος καθίσταται απαγορευτικό. Η υλοποίηση των εργασιών με ασφάλεια αποτελεί επίσης προαπαιτούμενο κατά τη φάση του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης. Η αγνόηση κάποιων από τους παραπάνω παράγοντες κατά τη φάση του σχεδιασμού, μπορεί να οδηγήσει ακόμη και στον τερματισμό της δραστηριότητας (Μενεγάκη, 2010).

3.1. Σύγχρονα μεταλλευτικά προγράμματα σχεδιασμού

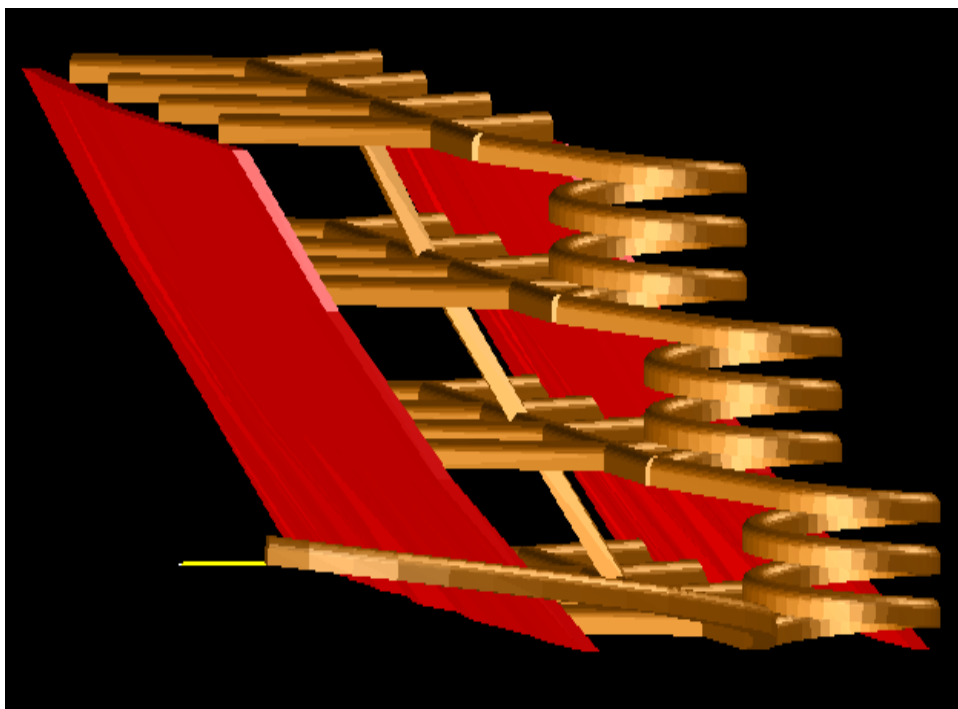
Η χρήση προγραμμάτων CAD (από τα αρχικά των λέξεων Computer Aided Design) στο σχεδιασμό υπογείων εξορυκτικών έργων παρέχει ένα πλήθος δυνατοτήτων στο μηχανικό, όπως ταχύτητα, δυνατότητα δημιουργίας και αξιολόγησης εναλλακτικών σχεδίων εκμετάλλευσης, ακρίβεια στις μετρήσεις εμβαδών, όγκων, κ.ά., αλλαγές κλιμάκων σχεδίασης, απεικόνιση σε τρεις διαστάσεις,

δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης των εργασιών με τη βοήθεια τοπογραφικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή, κ.λπ. (Μενεγάκη, 2010).

Οι δυνατότητες αυτές πολλαπλασιάζονται με τη χρήση ειδικών μεταλλευτικών προγραμμάτων, τα οποία παρέχουν εξειδικευμένες λειτουργίες όπως βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο προγραμματισμό της εκμετάλλευσης βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων για την παραγωγή, σχεδιασμό ανατινάξεων, κ.ά. Επομένως, η γνωριμία με τις δυνατότητες και τις βασικές λειτουργίες τέτοιων προγραμμάτων αποτελεί ένα σημαντικό βοήθημα για τους μηχανικούς (Μενεγάκη, 2010).

3.1.1. Γενικά στοιχεία για το SURPAC

Το μεταλλευτικό λογισμικό Gemcom Surpac είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού εξειδικευμένο στον σχεδιασμό υπόγειων και υπαίθριων εκμεταλλεύσεων. Παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία ώστε να μπορεί ο μηχανικός να σχεδιάσει, να παρακολουθεί τις μεταλλευτικές δραστηριότητες και να τροποποιεί το σχεδιασμό και τις παραμέτρους της εκμετάλλευσης ώστε να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της πραγματικότητας (Μενεγάκη, 2010).



Σχήμα 3.1.: Σχεδιασμός με το πρόγραμμα Gemcom Surpac

3.1.2. Γενικά στοιχεία για την Datamine

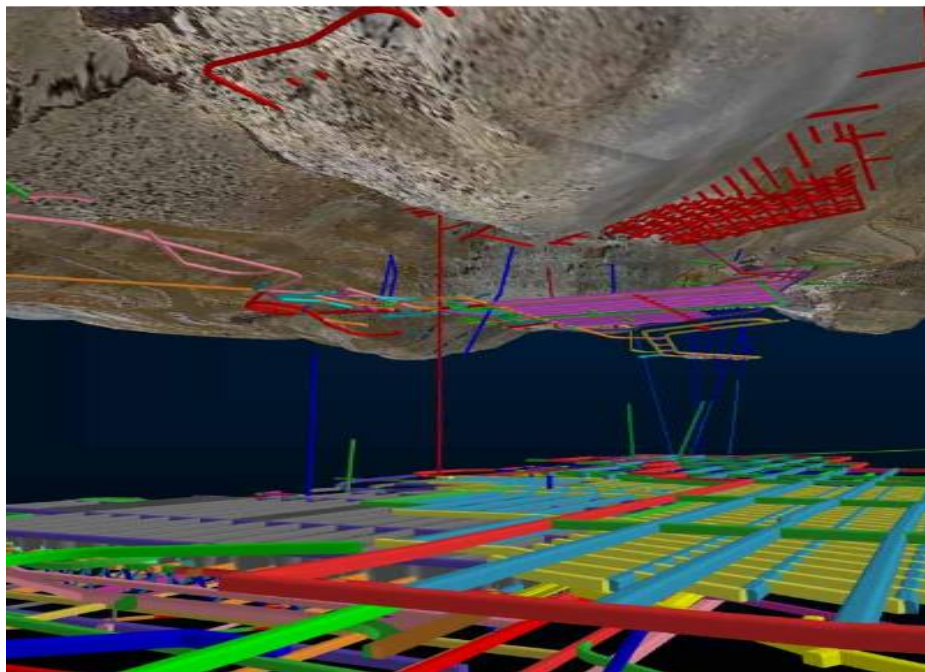
Η Datamine είναι ένας παγκόσμιος πάροχος τεχνολογίας λογισμικού εξόρυξης και υπηρεσιών που απαιτούνται για το σχεδιασμό, τη διαχείριση και τη βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων εξόρυξης. Οι λύσεις της καλύπτουν ολόκληρη την αλυσίδα αξίας σε όλη τη γεωλογική εξερεύνηση, γεωστατιστική, μοντελοποίηση πόρων, σχεδιασμό μεταλλείων και διαχείριση λειτουργιών.

3.1.2.1. Το πρόγραμμα Studio 5D Planner της Datamine

Το **Studio 5D Planner** είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο σχεδιασμού και προγραμματισμού για υπόγεια μεταλλεία. Μια δομημένη ροή εργασίας καθοδηγεί τον χρήστη μέσω της διαδικασίας σχεδιασμού και επεξεργασίας δεδομένων, με εκτεταμένη αυτοματοποίηση καθιστώντας τη διαδικασία εξαιρετικά αποδοτική και ισχυρή. Τα πρότυπα των μεταλλείων ενσωματώνονται σε πρότυπα και πολλοί χρήστες μπορούν να εργάζονται ταυτόχρονα σε τμήματα του μεταλλείου. Το Studio 5D Planner συνδέεται δυναμικά με το EPS, το εύληπτο πρόγραμμα προγραμματισμού γραφημάτων Gantt που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή πρακτικών περιορισμών, όπως τα ημερολόγια εργασίας και η εξομάλυνση πόρων εξοπλισμού. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα κατά την χρήση του Studio 5D Planner είναι τα εξής:

- Γρήγορα και επαναλαμβανόμενα αποτελέσματα. Η χρήση αυτοματοποιημένων διαδικασιών μειώνει πολλές επαναλαμβανόμενες εργασίες που συνήθως προκύπτουν κατά τον σχεδιασμό μεταλλείων γεγονός που επιταχύνει τη διαδικασία σχεδιασμού, επιτρέποντας διεξοδική διερεύνηση σεναρίων που οδηγεί σε ένα βέλτιστο σχεδιασμό των μεταλλείων.
- Έμπιστοι Αλγόριθμοι. Οι αξιόπιστες δοκιμές μοντελοποίησης και αξιολόγησης των μπλοκ που έχουν τεθεί από τα βιομηχανικά πρότυπα εδώ και δεκαετίες. Η δημιουργία σεναρίων και η προσαρμογή του Studio 5D Planner επιτρέπει στους χρήστες να εξοικονομούν χρόνο και να μειώνουν τα λάθη, καταγράφοντας και αυτοματοποιώντας εύκολα τις ροές εργασίας ώστε να εκτελούν αξιόπιστα επαναλαμβανόμενες εργασίες.
- Ενσωματωμένη λύση. Ο τρισδιάστατος σχεδιασμός μεταλλείων είναι στενά συνδεδεμένος με τον αναβαθμισμένο προγραμματισμό παραγωγής (EPS), άρα

οι αλλαγές στον σχεδιασμό έχουν ως αποτέλεσμα αλλαγές στο χρονοδιάγραμμα χωρίς την ανάγκη χειροκίνητης αναζήτησης αποστάσεων, ποσοτήτων και βαθμών.



Σχήμα 3.2.: Σχεδιασμός με το πρόγραμμα Studio 5D Planner της Datamine

3.1.2.2. Αναβαθμισμένος Προγραμματισμός Παραγωγής (EPS) της Datamine

Ο **Αναβαθμισμένος Προγραμματισμός Παραγωγής (EPS)** της Datamine έχει έναν πλήρη προγραμματιστή γραφημάτων Gantt ειδικά σχεδιασμένο για εκμεταλλεύσεις και είναι ενσωματωμένο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω στα συστήματα σχεδιασμού και προγραμματισμού μεταλλείων Studio 5D Planner, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτόνομη εφαρμογή. Η αμφίδρομη συνεργασία που έχει με το Studio 5D Planner επιτρέπει την ενημέρωση του σχεδιασμού με βάση τον προγραμματισμό, αλλά και το αντίθετο. Με την χρήση του, μπορεί να γίνει επαναπρογραμματισμός των εργασιών με βάση τους στόχους που ορίζονται στην φάση του βραχυπρόθεσμου, μεσοπρόθεσμου ή μακροπρόθεσμου προγραμματισμού. Οι στόχοι μπορεί να αφορούν την επίτευξη επιθυμητών περιεκτικότητας, τόνων παραγωγής, συνδυασμό των δύο ή και μία πληθώρα άλλων παραμέτρων (διαθεσιμότητα μηχανημάτων, εργατικού δυναμικού κ.α.).

Επίσης, το EPS αποτελεί λογισμικό προγραμματισμού και δημιουργίας αναφορών. Μια από τις σημαντικότερες δυνατότητες του EPS αποτελεί η ικανότητα του να μεταφράζει τον σχεδιασμό σε αριθμητικά μεγέθη τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία αναφορών. Έτσι μέσω του EPS δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού τόνων ή κυβικών εξορυσσόμενου μεταλλεύματος/στείων, ο υπολογισμός τόνων ή κυβικών λιθογόμωσης, καθώς επίσης και οι περιεκτικότητες μετάλλων. Οι προαναφερόμενοι υπολογισμοί μπορούν αν γίνουν με μεγάλη ακρίβεια από μια ανατίναξη σε ένα μέτωπο, μέχρι εβδομαδιαία και ετήσια σύνολα, μέχρι και αντίστοιχους υπολογισμούς στο σύνολο της ζωής του μεταλλείου.

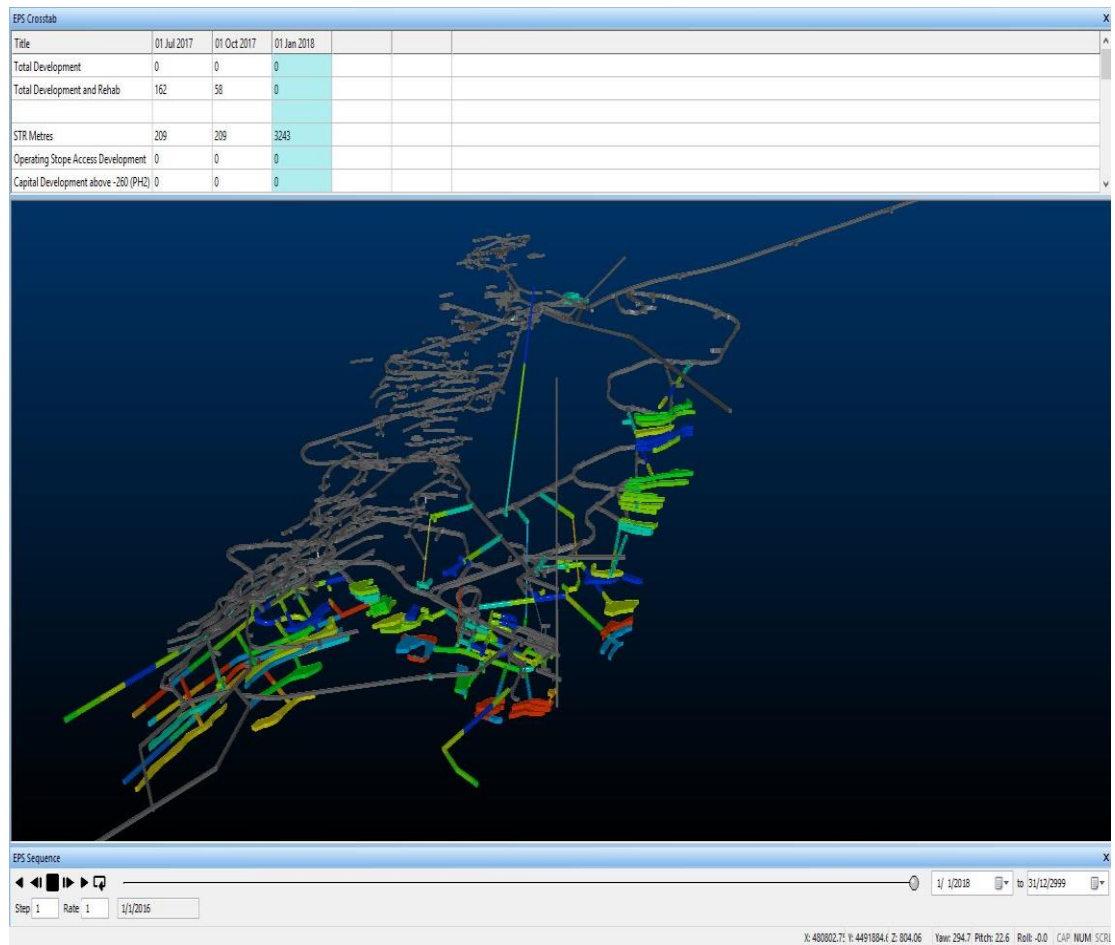
Τέλος, το EPS δίνει πληροφορίες αναφορικά με την χρονική διάρκεια των εργασιών με βάση το προκαθορισμένο βήμα προχώρησης ή παροχή. Ορισμένα πλεονεκτήματα κατά τη χρήση του EPS παρατίθενται παρακάτω:

- Γρήγορος και αξιόπιστος προγραμματισμός. Το EPS συνδυάζει έναν ισχυρό μηχανισμό προγραμματισμού και μια συγκεκριμένη λογική για εξορυκτικές εργασίες για να δώσει ανώτερα αποτελέσματα προγραμματισμού.
- Εξισορρόπηση πόρων και στόχων. Ο προηγμένος αλγόριθμος προσαρμόζει αυτόματα το πρόγραμμά με βάση τους πόρους και τους στόχους που ορίζονται κάθε φορά από τον χρήστη.
- Οπτικός έλεγχος και επικοινωνία. Σε συνδυασμό με το EPS InTouch, το πρόγραμμα της εξόρυξης γίνεται πραγματικότητα μέσω της κίνησης 3D. Επομένως, γίνεται εύκολα ο έλεγχος της αλληλουχία των εργασιών για τυχόν σφάλματα και επικοινωνώντας με το σχέδιο του μεταλλείου οι αλλαγές μπορεί να γίνουν εύκολα και γρήγορα.
(<http://www.dataminesoftware.com/software/underground-planning-software/>
πρόσβαση 10/7/17)

3.1.2.3. Περιγραφή του προγράμματος EPS In Touch

Το τελικό αποτέλεσμα όλης της διαδικασίας συγκεντρώνεται με την χρήση του τέταρτου και τελευταίου προγράμματος της διαδικασίας του EPS In Touch. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποτελεί έναν viewer, ο οποίος παρουσιάζει όλο το σχέδιο τρισδιάστατο με τις διατομές που έχουν οριστεί, χωρισμένο σε κομμάτια που έχουν οριστεί από τον χρήστη, καθώς και με τον ρυθμό που επιθυμεί ο χρήστης. Επίσης, στο ανώτερο τμήμα του προγράμματος, παρουσιάζονται οι τιμές των μεγεθών που ορίστηκαν στο EPS, με βάση των ρυθμό προχώρησης που επίσης έχει τεθεί ως δεδομένο.

Αυτό το τελικό αποτέλεσμα, είναι το προϊόν που παρουσιάζεται, με σκοπό να αναδειχτεί με βαθμό λεπτομέρειας που επιλέγει ο χρήστης, την πραγματική ανάπτυξη του μεταλλείου, αλλά και τον τρόπο παραγωγής σε μελλοντικά στάδια. Ακόμη, δίνεται η δυνατότητα παρουσίασης μιας πολύ καλής εικόνας στο μέλλον, σχηματικά αλλά και με νούμερα. Σχηματικά, αν προκύψουν κάποια προβλήματα στην ανάπτυξη του μεταλλείου μπορούν εύκολα να γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές. Αριθμητικά μιλώντας, έχοντας την δυνατότητα ο χρήστης να υπολογίσει περιεκτικότητες, όγκους, τόνους κ.τ.λ. μπορεί να έχει μια ακριβή εικόνα των εσόδων που θα έχει από την πώληση του μεταλλεύματος, καθώς και να προβλέψει και το budget για την λειτουργία του μεταλλείου κάθε χρόνο.



Σχήμα 3.3.: Τυπική μορφή του προγράμματος EPS in Touch

Κεφάλαιο 4

Παρουσίαση Μεταλλείου Ολυμπιάδας

4. Παρουσίαση Μεταλλείου Ολυμπιάδας

4.1. Συνοπτική παρουσίαση της εταιρείας Ελληνικός Χρυσός Α.Ε.

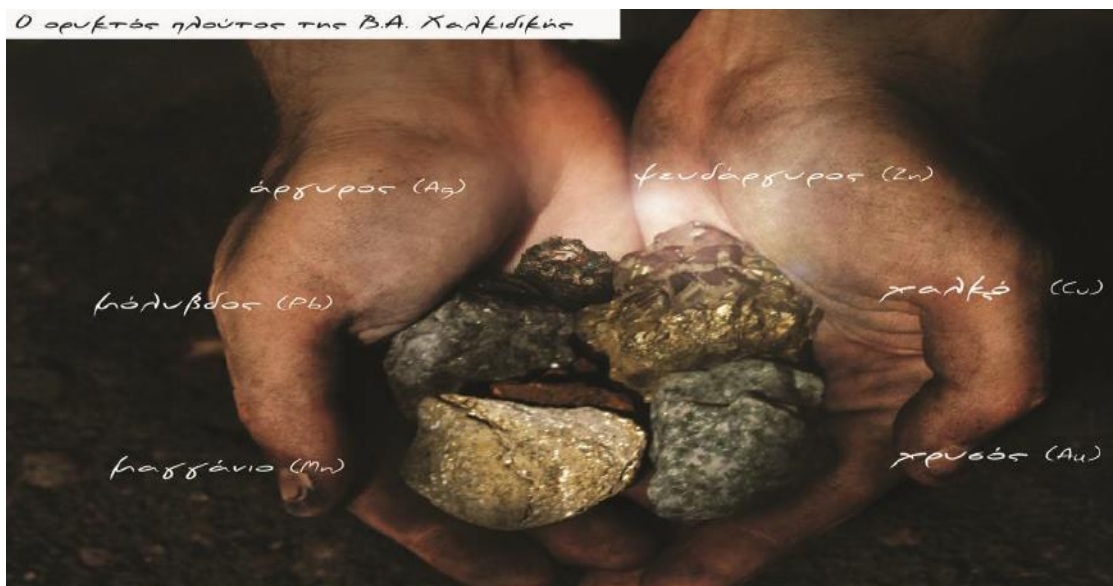
Η Εταιρεία Ελληνικός Χρυσός Α.Ε. ιδρύθηκε τον Δεκέμβριο του 2003 με την απόκτηση του συνόλου των στοιχείων του ενεργητικού της ‘TVX Hellas A.E.’ από το Ελληνικό Δημόσιο δυνάμει της υπ’ αριθμόν 22138/12.12.2003 Σύμβασης Μεταβίβασης η οποία κυρώθηκε με το άρθρο 52 του Νόμου 3220/2004 (ΦΕΚ 15Α/28.01.2004).

Εδρεύει στην Αθήνα, Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας 23 Α, 10674, και έχει ως νόμιμο εκπρόσωπο τον κ. Δημήτρη Δημητριάδη, Διευθύνων Σύμβουλο. Η Εταιρεία είναι κύριος των Μεταλλείων Κασσάνδρας στην ανατολική Χαλκιδική, εντός της περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας. Το συγκρότημα των μεταλλευτικών εγκαταστάσεων βρίσκεται στην ανατολική ακτή της χερσονήσου της Χαλκιδικής περίπου 110 km ανατολικά της Θεσσαλονίκης. Η μεταλλευτική δραστηριότητα στην περιοχή ξεκινάει από την αρχαιότητα και περιλαμβάνει την εκμετάλλευση θειούχων μεταλλευμάτων, ψευδαργύρου και αργυρούχου μολύβδου, σιδηρο-μεταλλευμάτων και μαγγανιούχων μεταλλευμάτων. σιδηρο-μεταλλευμάτων και μαγγανιούχων μεταλλευμάτων.

Τα προϊόντα που παράγει η Ελληνικός Χρυσός αυτή την περίοδο είναι:

- Συμπύκνωμα ψευδαργύρου
- Συμπύκνωμα μολύβδου - αργύρου
- Συμπύκνωμα αρσενοπυρίτη

Όλα τα προϊόντα πωλούνται σε μεταλλουργικές μονάδες του εξωτερικού (της Ευρώπης, της Κορέας, της Κίνας και των Ηνωμένων Πολιτειών), στις οποίες με περαιτέρω επεξεργασία παράγονται τα καθαρά μέταλλα χρυσού, αργύρου, ψευδαργύρου και μολύβδου.



Εικόνα 4.1.: Ο ορυκτός πλούτος της Β.Α Χαλκιδικής

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ορυκτά αποθέματα και οι ορυκτοί πόροι που έχουν υπολογιστεί έως τις 31 Δεκεμβρίου του 2016.

ΟΡΥΚΤΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Έως 31 Δεκεμβρίου 2016	Βέβαια Ορυκτά Αποθέματα			Δυνατά Ορυκτά Αποθέματα			Σύνολο Βέβαιων και Δυνατών Ορυκτών Αποθεμάτων		
	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)
Χρυσός (Au)									
Ολυμπάδα	4.851	8,65	1.349	11.236	7,54	2.724	16.087	7,87	4.073
Σκουριές	73.474	0,91	2.148	79.262	0,64	1.643	152.736	0,77	3.791
Συνολικός χρυσός	78.325	1,39	3.497	90.498	1,50	4.367	168.823	1,45	7.864
Άργυρος (Ag)									
Ολυμπάδα	4.851	124	19.339	11.236	130	46.962	16.087	128	66.301
Στρατώνι	118	169	641	69	144	319	187	160	960
Συνολικός άργυρος	4.969	125	19.980	11.305	130	47.281	16.274	129	67.261
Χαλκός (Cu)									
Σκουριές	73.474	0,54	394	79.262	0,48	382	152.736	0,51	776
Συνολικός χαλκός	73.474	0,54	394	79.262	0,48	382	152.736	0,51	776
Μόλυβδος (Pb)									
Ολυμπάδα	4.851	4,1	199	11.236	4,4	494	16.087	4,3	693
Στρατώνι	118	6,3	7	69	5,5	4	187	6,0	11
Συνολικός μόλυβδος	4.969	4,1	206	11.305	4,4	498	16.274	4,3	704
Ψευδάργυρος (Zn)									
Ολυμπάδα	4.851	5,1	247	11.236	6,0	674	16.087	5,7	921
Στρατώνι	118	9,2	11	69	8,2	6	187	8,8	17
Συνολικός ψευδάργυρος	4.969	5,2	258	11.305	6,0	680	16.274	5,8	938

Εικόνα 4.2.: Ορυκτά αποθέματα (Έκθεση Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2016)

ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ

Έως 31 Δεκεμβρίου, 2016	Μετρημένοι Πόροι			Ενδεικτικοί Πόροι			Σύνολο Μετρημένων και Ενδεικτικών Πόρων			Υποθετικοί Πόροι		
	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)	Τόνοι (x1,000)	g/t	In-situ oz (x1,000)
Χρυσός (Au)												
Ολυμπιάδα	4.464	9,97	1.431	10.644	8,55	2.926	15.108	8,97	4.357	3.955	8,34	1.060
Πιάβισσα ⁽¹⁾				-	-	-	-	-	-	10.542	5,70	1.932
Σκουριές	100.018	0,79	2.534	189.263	0,47	2.867	289.281	0,58	5.401	170.136	0,31	1.680
Συνολικός Χρυσός	104.482	1,18	3.965	199.907	0,90	5.793	304.389	1,00	9.758	184.633	0,79	4.672
Άργυρος (Ag)												
Ολυμπιάδα	4.464	142	20.380	10.644	147	50.305	15.108	146	70.685	3.955	118	15.050
Πιάβισσα ⁽¹⁾				-	-	-	-	-	-	10.542	57	19.156
Στρατώνι	480	218	3.364	70	169	380	550	212	3.744	-	-	-
Συνολικός Άργυρος	4.944	149	23.744	10.714	147	50.685	15.658	148	74.429	14.497	73	34.206
Χαλκός (Cu)												
Σκουριές	100.018	0,48	484	189.263	0,40	758	289.281	0,43	1.242	170.136	0,34	578
Συνολικός Χαλκός	100.018	0,48	484	189.263	0,40	758	289.281	0,43	1.242	170.136	0,34	578
Μόλυβδος (Pb)												
Ολυμπιάδα	4.464	4,7	210	10.644	5,0	532	15.108	4,9	742	3.955	3,9	153
Στρατώνι	480	8,3	40	70	7,0	5	550	8,1	45	-	-	-
Συνολικός Μόλυβδος	4.944	5,1	250	10.714	5,0	537	15.658	5,0	787	3.955	3,9	153
Ψευδάργυρος (Zn)												
Ολυμπιάδα	4.464	5,8	259	10.644	6,8	724	15.108	6,5	983	3.955	4,3	171
Στρατώνι	480	11,1	53	70	10,6	7	550	11,0	60	-	-	-
Συνολικός Ψευδάργυρος	4.944	6,3	312	10.714	6,8	731	15.658	6,7	1.043	3.955	4,3	171

Εικόνα 4.3.: Ορυκτοί πόροι (Εκθεση Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2016)

Σύμφωνα με την Έκθεση Βιώσιμης Ανάπτυξης 2016 της Ελληνικός Χρυσός Α.Ε σημειώνονται ορισμένα βασικά στοιχεία για το 2016. Ένα μεταλλείο είναι σε πλήρη λειτουργία (Στρατώνι) και δύο κατασκευαστικά έργα είναι σε εξέλιξη (Ολυμπιάδα και Σκουριές). Το 2016 επεξεργάστηκαν 184.963 τόνοι μεταλλεύματος και παρήχθησαν 48.394 τόνοι συμπυκνωμάτων. Επίσης, 2.774 ουγκιές χρυσού παρήχθησαν από την επεξεργασία των τελμάτων και 7,86 εκατομμύρια ουγκιές βέβαιων και δυνατών αποθεμάτων χρυσού. Όσον αφορά τα οικονομικά στοιχεία πωλήθηκαν 42.655 τόνοι συμπυκνωμάτων και τα έσοδα από την πώληση των συμπυκνωμάτων ήταν 38,5 εκατομμύρια ευρώ και επενδύθηκαν στην Ολυμπιάδα και τις Σκουριές για έργα ανάπτυξη 164,2 εκατομμύρια ευρώ.

Η Εταιρεία, το 2016, απασχολεί 1.072 δικούς της εργαζόμενους και 1.321 εργαζόμενους εργολάβων. Το οργανόγραμμα της Εταιρείας δίνεται παρακάτω (Σχήμα

4.2. Χωροθέτηση ευρύτερης περιοχής μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στην Χαλκιδική

Η επένδυση της εταιρίας Ελληνικός Χρυσός Α.Ε. αφορά την ανάπτυξη και λειτουργία υφιστάμενων και νέων εγκαταστάσεων στην ευρύτερη περιοχή των Μεταλλείων Κασσάνδρας και συγκεκριμένα στις περιοχές Στρατωνίου, Ολυμπιάδας και Σκουριών.

Το συγκρότημα των μεταλλευτικών εγκαταστάσεων βρίσκεται στην Ανατολική ακτή της χερσονήσου της Χαλκιδικής περίπου 110 km Ανατολικά της Θεσσαλονίκης. Οι μεταλλευτικές παραχωρήσεις καλύπτουν μία συνολική επιφάνεια 264.000 στρεμμάτων και περιλαμβάνουν τα γνωστά κοιτάσματα των Μαύρων Πετρών, του Μαντέμ Λάκκου (έχει ολοκληρωθεί η εξόρυξή του), της Ολυμπιάδας και των Σκουριών. Από αυτά, μόνο το κοιτάσμα των Σκουριών δεν έχει υποστεί στο παρελθόν εκμετάλλευση, και ως εκ τούτου απαιτεί την ανάπτυξη νέων εγκαταστάσεων. Οι μεταλλευτικές εγκαταστάσεις οριοθετούνται εντός των διοικητικών ορίων των πρώην Δήμων Αρναίας, Παναγιάς και Σταγείρων-Ακάνθου και τώρα του Δήμου Αριστοτέλη, του Νομού Χαλκιδικής (Μαντέλα, 2017).

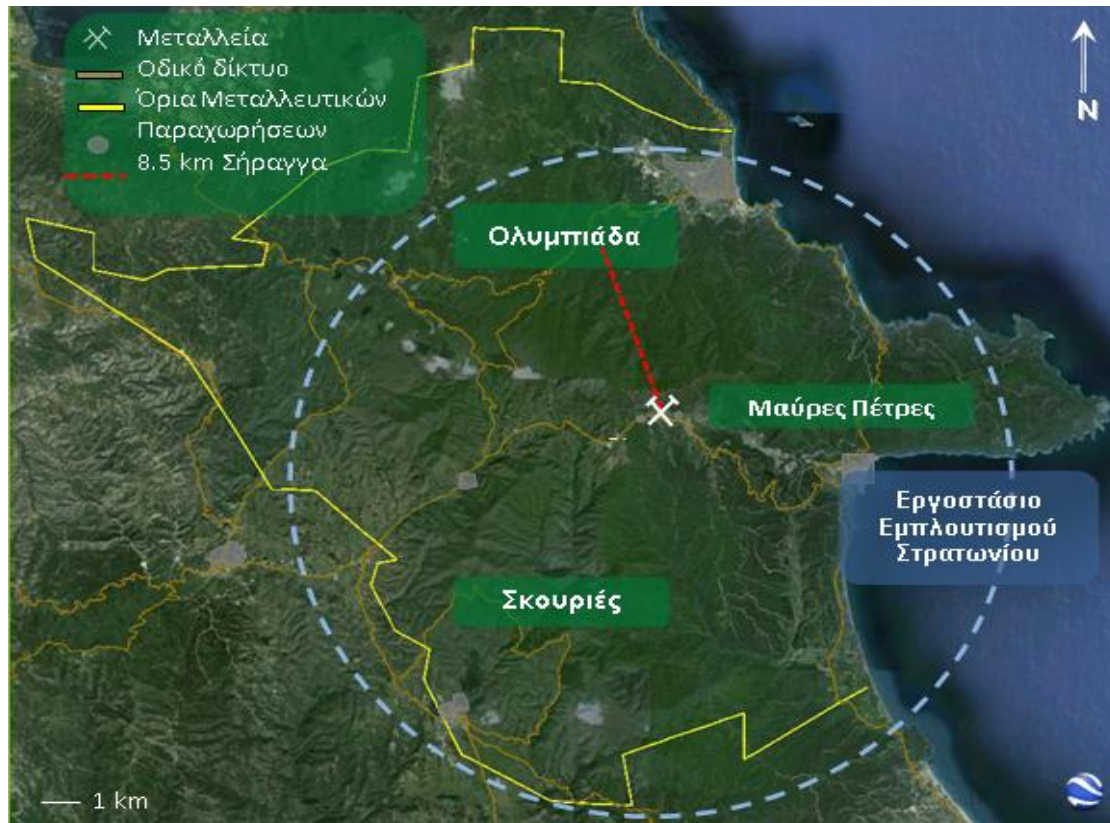


Χάρτης 4.1.:Χάρτης Προσανατολισμού (ΜΠΕ, 2010. Παράρτημα ΙΙ)

Ο καθορισμός της περιοχής του συνολικού έργου έγινε με βάση τα ακόλουθα κριτήρια: (Κραουνάκης-Γκώγκος, 2014)

- Η περιοχή θα πρέπει να περιλαμβάνει το σύνολο των επιμέρους τεχνικών έργων που περιλαμβάνονται στο σχεδιασμό του Έργου.

- Η περιοχή θα πρέπει να περιλαμβάνει τα υδατορρέυματα που ενδέχεται να αλληλοεπιδράσουν με το έργο και τις λεκάνες απορροής τους.
- Η περιοχή θα πρέπει να περιλαμβάνει τα διοικητικά όρια των δήμων στους οποίους ανήκουν τα έργα.



Χάρτης 4.2. : Ευρύτερη περιοχή επεμβάσεων

Επιπλέον για την καλύτερη περιγραφή της περιοχής και της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος γίνεται η εξής διάκριση: (Μαντέλα, 2017)

- Περιοχή επέμβασης ορίζεται το σύνολο των επιφανειών οι οποίες καταλαμβάνονται από τα στοιχεία του Έργου, καθώς και οι υφιστάμενοι και μελλοντικοί δρόμοι στους οποίους αναμένονται επεμβάσεις ή διελεύσεις οχημάτων που σχετίζονται με το Έργο.
- Άμεση περιοχή έργου ορίζεται ζώνη τριών χιλιομέτρων γύρω από την περιοχή επέμβασης και 500 m εκατέρωθεν των οδικών προσβάσεων που περιλαμβάνονται στην περιοχή επέμβασης .

- Ευρύτερη περιοχή μελέτης ορίζεται το σύνολο των Δήμων που περιλαμβάνουν την άμεση περιοχή μελέτης, δηλαδή οι Δήμοι Αρναίας, Παναγίας και Σταγείρων - Ακάνθου.

4.3. Γεωλογία της περιοχής

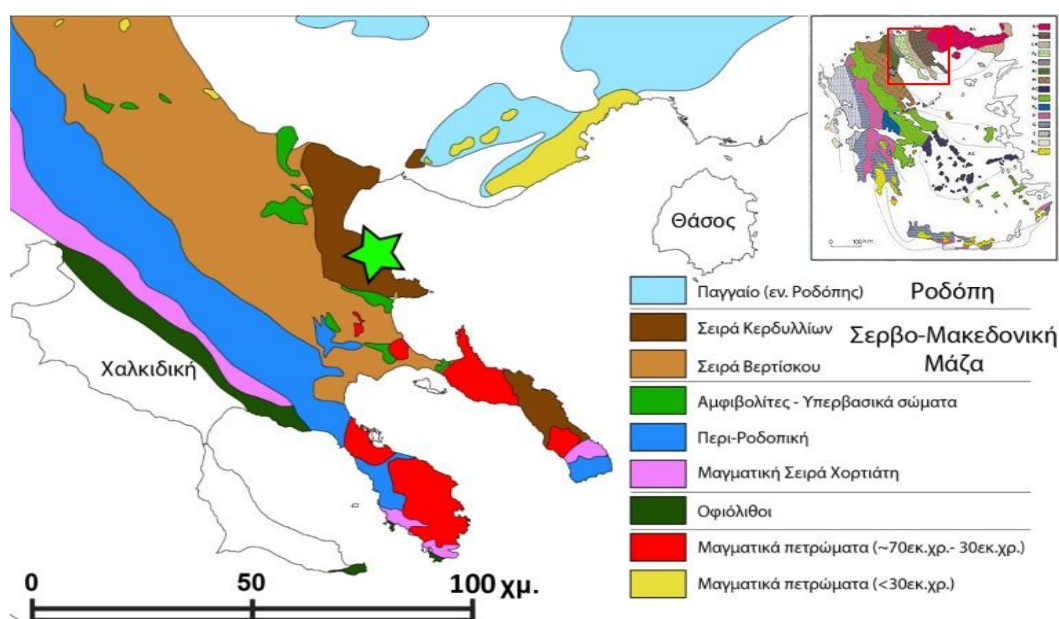
Η περιοχή του συνολικού έργου ανήκει στη Σερβομακεδονική Μάζα, η οποία γεωλογικά δομείται κατά κύριο λόγο από κρυσταλλοσχιστώδη Παλαιοζωικά πετρώματα και νεότερες πυριγενείς διεισδύσεις του Τριτογενούς. Επίσης, η Σερβομακεδονική κρυσταλλοσχιστώδης μάζα στην ευρύτερη περιοχή των έργων υποδιαιρείται στον σχηματισμό Κερδυλίων στα ανατολικά και στον υπερκείμενο σχηματισμό Βερτίσκου στα δυτικά, η επαφή των οποίων, κατά θέσεις διαπιστώνεται ότι πρόκειται για μείζονα ρηγματογενή ζώνη (ρήγμα / επώθηση Στατωνίου - Βαρβάρας) (Μαντέλα, 2017).

Ο σχηματισμός Κερδυλίων συνίσταται από βιοτιτικό γνεύσιο με ενστρώσεις κεροστιλβικού γνεύσιου, αμφιβολιτών και μαρμάρου. Ο υπερκείμενος σχηματισμός του Βερτίσκου αποτελείται κυρίως από διμαρμαρυγιακό γνεύσιο με παρεμβολές διμαρμαρυγιακών σχιστόλιθων και βιοτιτικών γνεύσιων. Στο σχηματισμό του Βερτίσκου συχνά συναντάται η ακολουθία των μεταβασικών (γάββροι, διαβάσεις) και μεταυπερβασικών (δουνίτες, χαρτζβουργίτες, πυρόξενοι) πετρωμάτων. Τα ανθρακικά πετρώματα Μεσοζωικής ηλικίας, που απαντώνται στο σχηματισμό του Βερτίσκου θεωρείται, ότι ανήκουν στην Περιοδοπική Ζώνη και έχουν τεκτονικά τοποθετηθεί στην περιοχή μέσω της αλπικής ορογένεσης. Τέτοιες ζώνες είναι η τεκτονική επαφή μεταξύ των Κερδυλίων και Βερτίσκου, που ελέγχει τη μεταλλοφορία Μαντέμ Λάκκου και Μαύρων Πετρών και τα μικρής γωνίας ρήγματα, που ελέγχουν τους ορίζοντες μαρμάρων και τη μεταλλοφορία του κοιτάσματος της Ολυμπιάδας. Γενικά, τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Σερβομακεδονικής Μάζας λόγω των Αλπικών πτυχώσεων και της Νεοτεκτονικής δραστηριότητας είναι έντονα κατακερματισμένα από συστήματα επωθήσεων, ρηγμάτων και κατακλάσεων.

Κοινό χαρακτηριστικό των σχιστοποιημένων και γνευσιακών πετρωμάτων είναι οι μεταγενέστερης ηλικίας ακανόνιστοι φακοί και οι φλεβικού τύπου διεισδύσεις πηγματιτών και απλιτών, που είναι νεότεροι τους και φιλοξενούν τους μεταλλοφόρους ορίζοντες.

Οι νεότερες αποθέσεις στην περιοχή μελέτης είναι Πλειστοκαινικής-Ολοκαινικής ηλικίας και εντοπίζονται κύρια στις πεδινές περιοχές Ολυμπιάδας, Στρατωνίου και Κοκκινόλακκα.

Το όριο μεταξύ των δύο παραπάνω σχηματισμών Βερτίσκου - Κερδυλλίων τοποθετείται κατά μήκος μίας τεκτονικής διαταραχής, του ανάστροφου ρήγματος/επώθησης Στρατωνίου – Πιάβιτσας - Βαρβάρας. Στο σημείο αυτό επισημαίνεται ότι οι παραπάνω σειρές Κερδυλλίων – Βερτίσκου έχουν υποστεί πλαστική παραμόρφωση (με κλειστές και ισοκλινείς κατακεκλιμένες πτυχές) και καθολικό μεταμορφισμό ο οποίος φθάνει την αμφιβολιτική φάση από το Ιουρασικό έως το Άνω Κρητιδικό. Κατά το στάδιο αυτό πιθανώς τα ιζηματογενή λέπη της Περιοδοπικής ζώνης να επωθήθηκαν επί της σειράς του Βερτίσκου, ενώ συγχρόνως να διείσδυσε ο συντεκτονικός γρανίτης της Αρναίας στα δυτικά και νότια της περιοχής μελέτης.



Χάρτης 4.3.: Γεωλογικός Χάρτης Νομού Χαλκιδικής

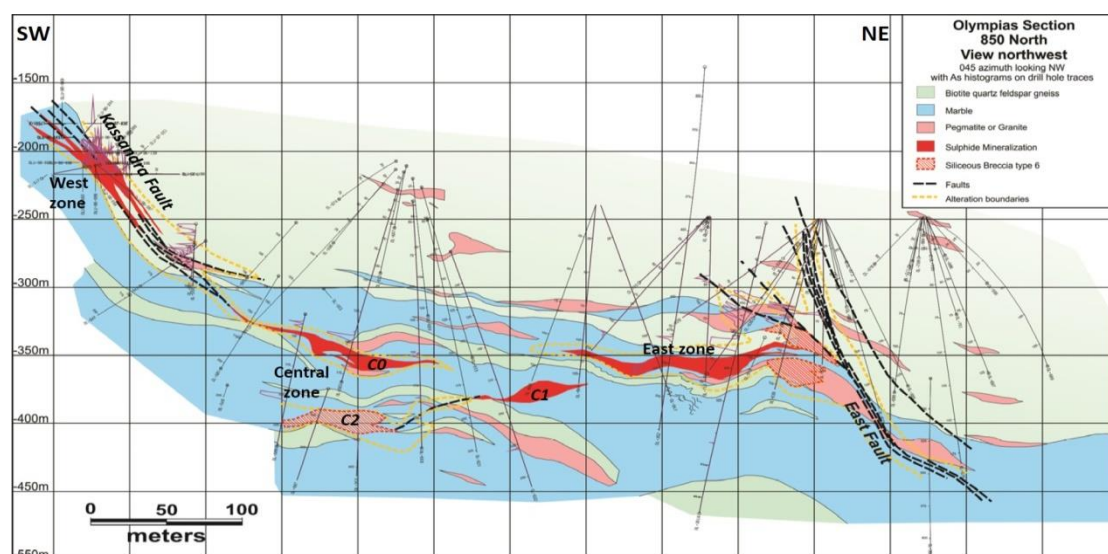
Τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας από το Άνω Κρητιδικό έως το Τριτογενές υπόκεινται σε συνεχείς διαφορικές ανοδικές κινήσεις που είχαν σαν αποτέλεσμα την κορύφωση των ανατηκτικών φαινομένων, αλλά και τον ασβεσταλκαλικό μαγματισμό.

Στην ευρύτερη περιοχή, ο μαγματισμός αυτός εκφράζεται όχι μόνο από τους γρανοδιορίτες του Ηωκαίνου – Ολιγακίνου (Ιερισσού – Στρατωνίου) αλλά και από τους ασβεσταλκαλικούς πορφυρίτες του Μειοκαίνου (Σκουριές – Αλατίνα –

Φυσώκα). Η μαγματική αυτή δραστηριότητα, εκτός των φαινομένων μεταμορφισμού επαφής και ανάδρομης πρασινοσχιστολιθικής φάσης, οδήγησε και στις υδροθερμικές μεταλλοφόρες συγκεντρώσεις της περιοχής (Frei, 1995).

4.4. Κοιτασματολογικά στοιχεία Ολυμπιάδας

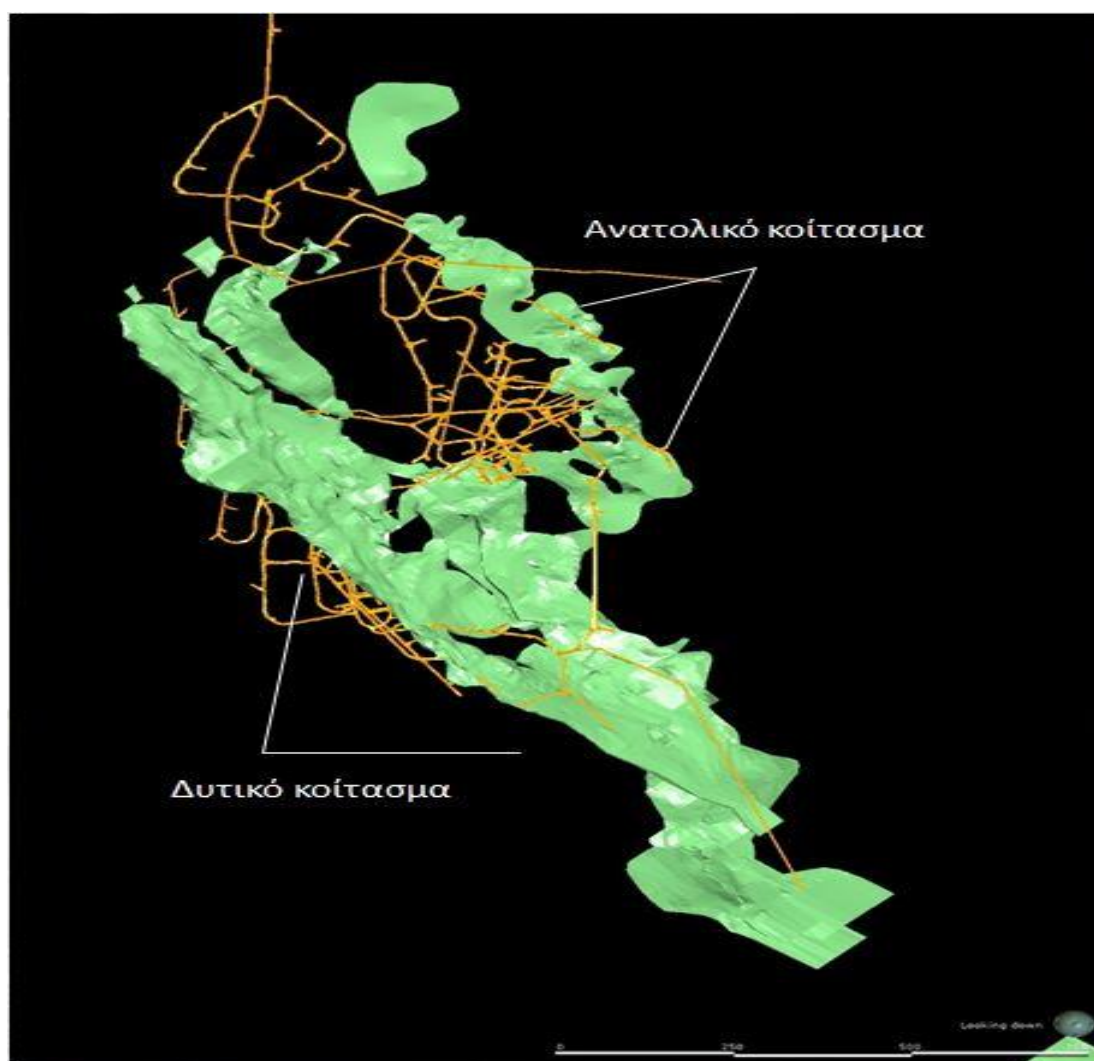
Σύμφωνα με την Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων Μεταλλευτικών-Μεταλλουργικών εγκαταστάσεων της Εταιρείας Ελληνικός Χρυσός στη Χαλκιδική το κοιτάσμα της Ολυμπιάδας, βρίσκεται εντός των οριζόντων μαρμάρου του ανώτερου σχηματισμού των Κερδυλλίων και αποτελεί μία συμπαγή υδροθερμική μεταλλοφορία εξ αντικατάστασης του μαρμάρου. Αποτελείται από σιδηροπυρίτη, αρσενοπυρίτη, σφαλερίτη, γαληνίτη, τετραεδρίτη-τεναντίτη, βουλανζερίτη και χαλκοπυρίτη και από δευτερογενή ορυκτά κερουσίτη, χαλκοσίνη, κοβελίνη κ.α. Τα οξείδια του μαγγανίου αντιπροσωπεύουν τα οξειδωμένα τμήματα της μεταλλοφορίας του πρωτογενούς ροδοχρωσίτη σε περιοχές που βρίσκονται κυρίως στα υψηλότερα τμήματα του κοιτάσματος. Στα στείρα ορυκτά της παραγένεσης συμπεριλαμβάνονται χαλαζίας, ασβεστίτης, άστριοι, καολίνης, γλωρίτης, ανκερίτης κ.λ.π. Τα μεταλλεύματα είναι κυρίως υπό την μορφή μεγάλων φακοειδών σωμάτων. Η υδροθερμική εξαλλοίωση με τις μορφές καολινιτιοποίησης, γλωριτίωσης και πυριτίωσης των γύρω πετρωμάτων, είναι οι κυριότερες μορφές εξαλλοίωσης που παρατηρούνται στην περιοχή. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται μία ενδεικτική τομή του κοιτάσματος της Ολυμπιάδας.



Σχήμα 4.2.: Ενδεικτική γεωλογική τομή κοιτάσματος Ολυμπιάδας

Υπάρχουν δύο μεταλλοφόρα σώματα, το δυτικό και το ανατολικό. Το δυτικό κοίτασμα είναι πλάτους περίπου 250m προς τα νοτιοδυτικά. Έχει διαπιστωθεί σε βάθος 600m από την επιφάνεια και είναι ανοιχτό προς τα κάτω. Το πάχος του κυμαίνεται μεταξύ 5m και 15m, με κλίση κατά μέσο όρο 30°-35° ανατολικά.

Το ανατολικό κοίτασμα βρίσκεται 150m ανατολικά του δυτικού κοιτάσματος και έχει αντικλινική δομή. Η κλίση του είναι κατά μέσο όρο 25°-30° προς τα νοτιοανατολικά. Το πλάτος του κυμαίνεται περί τα 75m κατά μέσο όρο και το μέσο πάχος του είναι 7m.



Σχήμα 4.3.: Γεωλογικό μοντέλο και στοές περιχάραξης του μεταλλείου Ολυμπιάδας

4.5. Υπόγεια εκμετάλλευση Ολυμπιάδας

Το μεταλλείο της Ολυμπιάδας παρέμεινε ανενεργό για 17 χρόνια. Σήμερα, προχωρά ο εκσυγχρονισμός και η ανάπτυξή του, ούτως ώστε να ξεκινήσει η υπόγεια

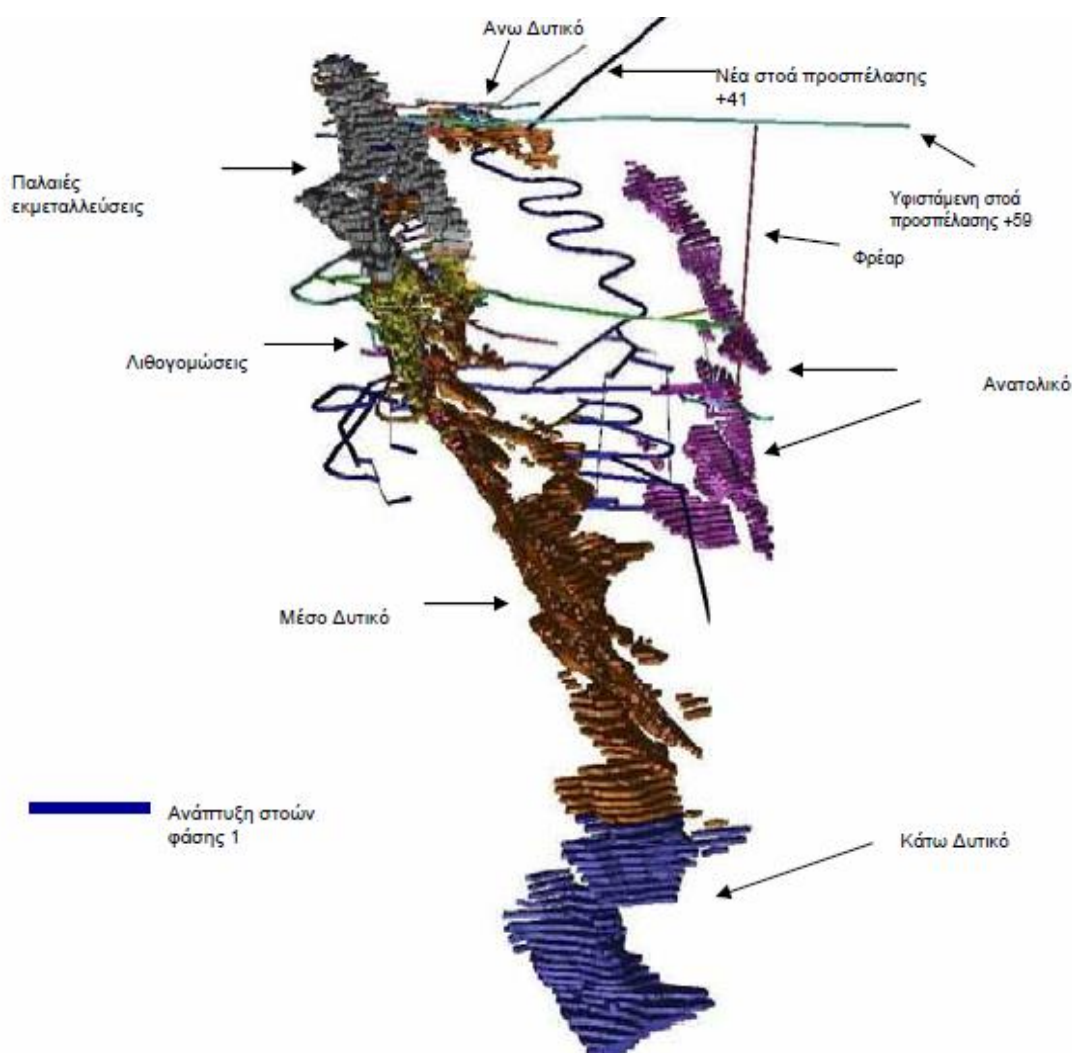
εξόρυξη. Η εκμετάλλευση του κοιτάσματος της Ολυμπιάδας κατά το παρελθόν έλαβε χώρα κυρίως στο δυτικό τμήμα του, και μάλιστα πάνω από το επίπεδο -220m. Η σχεδιαζόμενη μελλοντική εκμετάλλευση περιλαμβάνει μεν την ολοκλήρωση της εξόρυξης των μεταλλευτικών αποθεμάτων που απομένουν στις περιοχές αυτές, αλλά αφορά κυρίως στην εξόρυξη του πλήρως ερευνημένου αλλά μη εξορυγμένου ανατολικού κοιτάσματος και της επέκτασης του δυτικού κοιτάσματος προς τους βαθύτερους ορίζοντες. Για τον υπολογισμό των μεταλλευτικών αποθεμάτων ελήφθησαν υπόψη οι ακόλουθες παράμετροι:

- Για την εκμετάλλευση θα εφαρμοστεί η μέθοδος της ανερχόμενης λιθογόμωσης (ίδια ή παρόμοια με αυτήν που είχε εφαρμοστεί και στο παρελθόν)
- Υπάρχει σαφές γεωλογικό όριο μεταξύ του κοιτάσματος και των στειρών που το περιβάλλουν οπότε δεν υπεισέρχεται περιορισμός από τη χρήση οριακής περιεκτικότητας (cut off grade)
- Για την αραίωση ελήφθη υπόψη η ασυνέχεια του κοιτάσματος και η αδυναμία να ακολουθηθεί η επαφή με τα περιβάλλοντα στείρα με ακρίβεια. Στα στείρα που θα αναμειχθούν με το κοίτασμα έχουν υπολογισθεί οι ακόλουθες ποιότητες: 0,78-1,87 g/t Au, 5,46-17,54 g/t Ag, 0,20-0,43% Pb, 0,24-0,47% Zn, και ειδικό βάρος 2,7 t/m³. Η αραίωση με υλικό λιθογόμωσης έχει μηδενική αξία και ειδικό βάρος 2,05 t/m³.

Το έργο Ολυμπιάδας θα αναπτυχθεί σε τέσσερις φάσεις (ανάπτυξης, λειτουργίας Α, λειτουργίας Β και αποκατάστασης). Κατά τις φάσεις ανάπτυξης και λειτουργίας Α, οι οποίες διαρκούν συνολικά 8 χρόνια, κατασκευάζονται όλα τα έργα υποδομής που απαιτούνται και το μεταλλείο τίθεται σε πλήρη παραγωγική διαδικασία και η οποία με βάση τα σημερινά βεβαιωμένα μεταλλευτικά αποθέματα διαρκεί τουλάχιστον άλλα 15 χρόνια. Συγκεκριμένα:

Κατά τη **φάση ανάπτυξης**, η οποία αρχίζει με την ολοκλήρωση της αδειοδότησης του επενδυτικού σχεδίου και διαρκεί 4 χρόνια, στο μεταλλείο ξεκινούν όλα τα απαιτούμενα έργα προσπέλασης, ανάπτυξης και αναβάθμισης προκειμένου να δημιουργηθεί ένα πλήρως ανεπτυγμένο και εκσυγχρονισμένο μεταλλείο. Στα έργα αυτά συμπεριλαμβάνεται και η κατασκευή της νέας στοάς προσπέλασης του μεταλλείου Ολυμπιάδας από την περιοχή του Μαντέμ Λάκκου, μήκους περίπου 9 km,

για τη μεταφορά του μεταλλεύματος στο εκεί νέο εργοστάσιο εμπλουτισμού. Στο υφιστάμενο εργοστάσιο εμπλουτισμού Ολυμπιάδας, οι όποιες επεμβάσεις συντήρησης και αναβάθμισης θα έχουν ήδη ολοκληρωθεί στο πλαίσιο εξυπηρέτησης των αναγκών του έργου «Καθαρισμός, απομάκρυνση και αποκατάσταση του χώρου απόθεσης παλαιών τελμάτων Ολυμπιάδας», η αδειοδότηση του οποίου έχει προταχθεί χρονικά του συνολικού επενδυτικού σχεδίου, το οποίο έργο και ολοκληρώνεται εντός της φάσης αυτής. Εξόρυξη και επεξεργασία μεταλλεύματος από το μεταλλείο Ολυμπιάδας δεν προβλέπεται στη φάση αυτή.



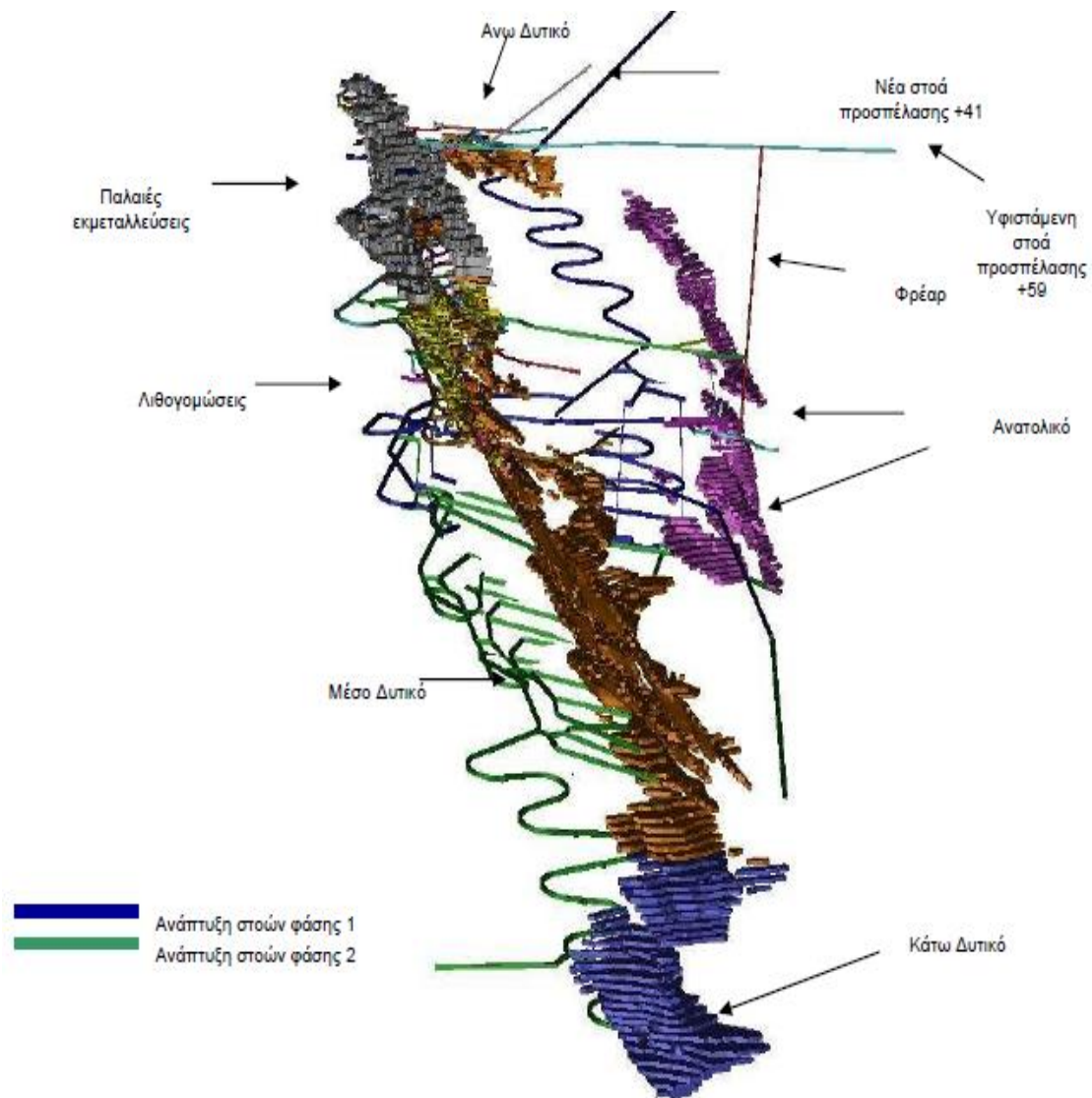
Σχήμα 4.4.: Έργα ανάπτυξης και προσπέλασης στη φάση ανάπτυξης

Κατά τη **φάση λειτουργίας Α**, η οποία διαρκεί επίσης 4 χρόνια, στο μεταλλείο συνεχίζονται και ολοκληρώνονται τα έργα προσπέλασης (νέα στοά προσπέλασης προς Μαντέμ Λάκκο) και ανάπτυξης. Παράλληλα ξεκινάει μία συντηρητική εξόρυξη μεταλλεύματος (300.000 – 400.000 τόννων ετησίως), το οποίο

κατεργάζεται στο ανακαινισμένο υφιστάμενο εργοστάσιο εμπλουτισμού Ολυμπιάδας, προς παραγωγή τριών συμπυκνωμάτων, γαληνίτη, σφαλερίτη και μίγματος χρυσοφόρων πυριτών, τα οποία εξάγονται σε μεταλλουργίες του εξωτερικού.

Κατά τη διάρκεια της φάση ανάπτυξης Α γίνονται τα ακόλουθα έργα ανάπτυξης:

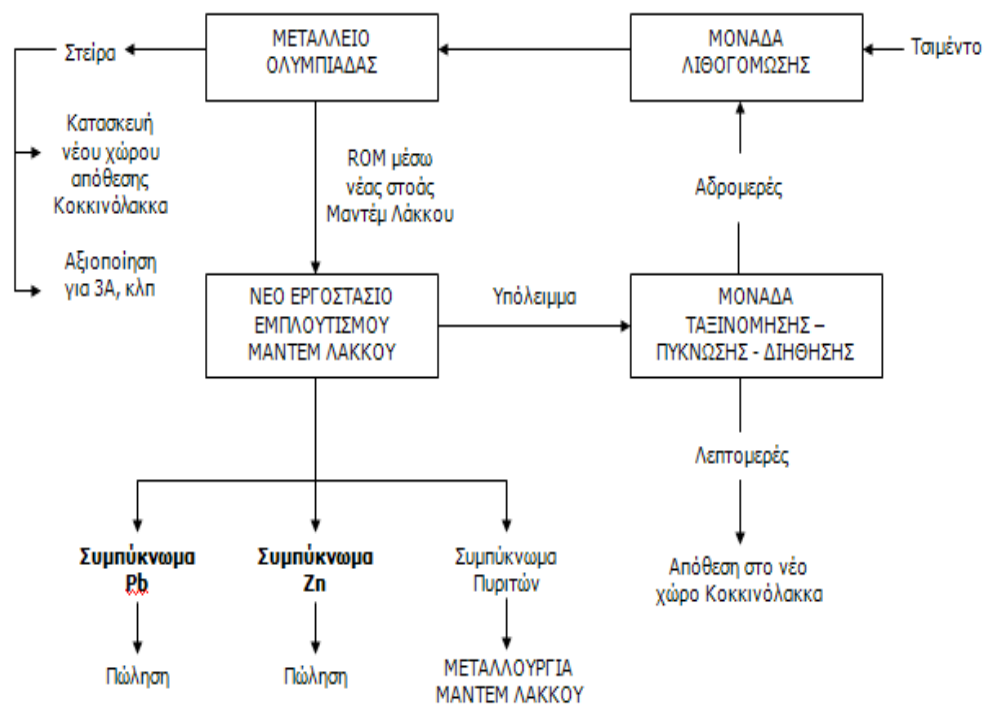
- **Ενωτική στοά από το επίπεδο –210m** με την στοά Μ.Λάκκου-Ολυμπιάδας στο επίπεδο –340m. Κατά την φάση αυτή θα ορυχθούν τα υπόλοιπα 1258m από τα συνολικά 2.010m.
- **Ανάπτυξη τμήματος της κεκλιμένης στοάς σύνδεσης Μ.Λάκκου – Ολυμπιάδας** από το επίπεδο –210 προς την επιφάνεια, μήκους 721m και διαστάσεων 6mχ6m.
- **Ανάπτυξη στοάς σύνδεσης της κεκλιμένης στοάς Μ. Λάκκου – Ολυμπιάδας** με τη Δυτική ράμπα στο επίπεδο –600, μήκους 180m.
- **Ανάπτυξη της Δυτικής ράμπας από το επίπεδο –280m** έως το επίπεδο –640m, μήκους 3195m.
- **Ανάπτυξη στοάς μεταφοράς στο επίπεδο –450m**, μήκους 351m.
- **Όρυξη καμινέτου αερισμού στο Δυτικό μεταλλείο** από το επίπεδο –240m έως το επίπεδο –290m, μήκους 50m και διαστάσεων 2mχ2m.
- **Ανάπτυξη στοάς αερισμού επιπέδου –450m** μήκους 418m.
- **Όρυξη καμινέτου αερισμού στο Ανατολικό μεταλλείο** από το επίπεδο –220m έως το επίπεδο –380m, μήκους 160m και διαστάσεων 2mχ2m.
- **Προσπέλαση Ανατολικού κοιτάσματος επιπέδου –380m** από την ράμπα του Ανατολικού, μήκους 248m.
- **Προσπέλαση Δυτικού κοιτάσματος επιπέδου –290m** από την ράμπα του Δυτικού, μήκους 418m.



Σχήμα 4.5.: Έργα ανάπτυξης και προσπέλασης στη φάση λειτουργίας A

Κατά τη **φάση λειτουργίας B**, το μεταλλείο Ολυμπιάδας μπαίνει σε πλήρη παραγωγική διαδικασία. Το μέταλλευμα εξορύσσεται με ρυθμό που φθάνει έως και 800.000 τόνους ετησίως, μεταφέρεται στο σύνολό του μέσω της νέας στοάς προσπέλασης στον Μαντέμ Λάκκο όπου κατεργάζεται στο νέο εργοστάσιο εμπλουτισμού προς παραγωγή τριών συμπυκνωμάτων, γαληνίτη, σφαλερίτη και μίγματος χρυσοφόρων πυριτών. Εξ αυτών, τα δύο πρώτα μεταφέρονται στις αναβαθμισμένες λιμενικές εγκαταστάσεις Στρατωνίου για εξαγωγή σε μεταλλουργίες του εξωτερικού ενώ το τρίτο τροφοδοτείται στην παρακείμενη μεταλλουργία για παραγωγή χαλκού - χρυσού.

Σε όλες τις φάσεις του έργου, τα στερεά απόβλητα αποτίθενται στο νέο χώρο απόθεσης Κοκκινόλακκα.

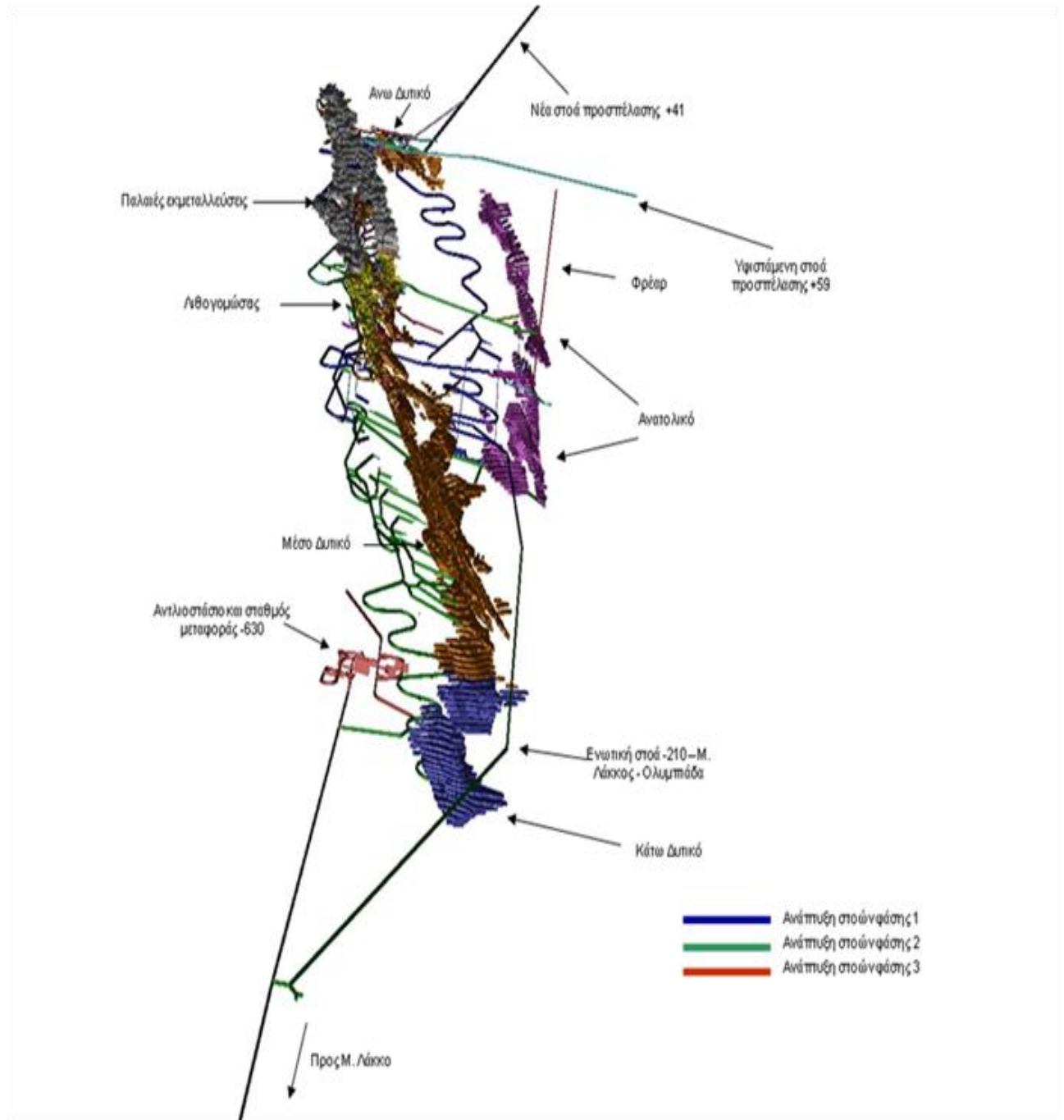


Σχήμα 4.6.: Παραγωγική διαδικασία υποέργου Ολυμπιάδας στη φάση λειτουργίας Β

Τέλος, κατά τη διάρκεια της φάση λειτουργίας Β θα γίνονται τα ακόλουθα έργα ανάπτυξης:

- Ανάπτυξη **στοάς από το επίπεδο -610** προς το επίπεδο -640, μήκους 408m.
- **Προσπέλαση Ανατολικού κοιτάσματος επιπέδου -380m** από την ράμπα του Ανατολικού, μήκους 370m.
- **Προσπέλαση Δυτικού κοιτάσματος επιπέδου -290m** από την ράμπα του Δυτικού, μήκους 370m.
- **Επέκταση της κεκλιμένης στοάς σύνδεσης Μ.Λάκκου – Ολυμπιάδας** από το επίπεδο -210 έως το επίπεδο -610, μήκους 1.981m και διαστάσεων 6mχ6m.
- Ανάπτυξη **στοάς μεταφοράς επιπέδου -630** μήκους 549m και τέλος
- Διαμόρφωση **χώρου αντλιοστασίου και δεξαμενών επιπέδου -630**, όγκου εκσκαφής περίπου 500m³.

Με βάση τα σημερινά βεβαιωμένα μεταλλευτικά αποθέματα (11,5 Mt) και λαμβάνοντας υπόψη το σχεδιασμό που προτείνεται (σταδιακή ανάπτυξη του έργου), η διάρκεια ζωής του έργου υπολογίζεται σε τουλάχιστον 21 χρόνια. Συνολικά θα παραχθούν από την εκμετάλλευση και εμπλουτισμό του μεταλλεύματος 770.000 t συμπυκνώματος PbS, 1,28 Mt συμπυκνώματος ZnS και 3,70 Mt συμπυκνώματος χρυσοφόρων πυριτών.



Σχήμα 4.7.: Έργα ανάπτυξης και προσπέλασης στη φάση λειτουργίας Β

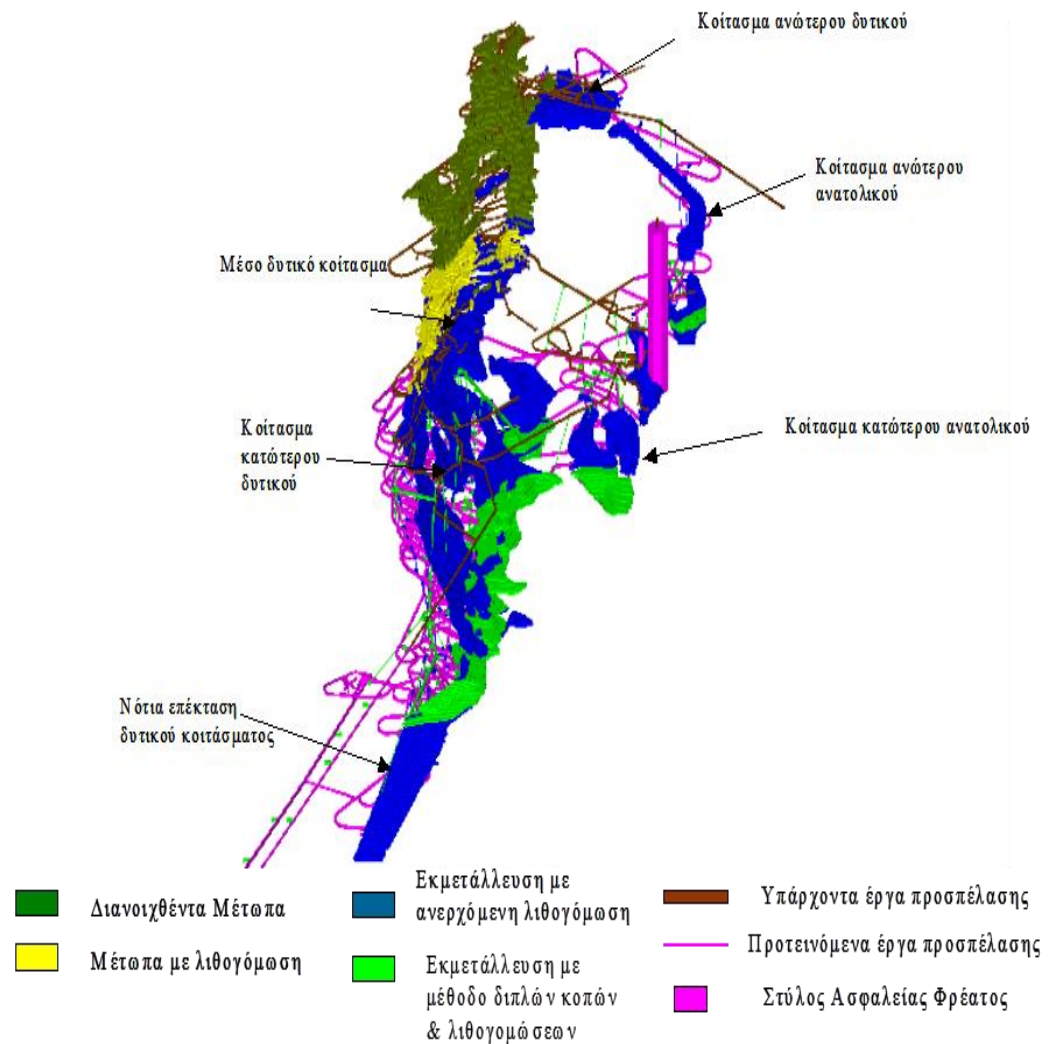
4.5.1. Περιγραφή υπόγειας εκμετάλλευσης

Οι ζώνες μεταλλοφορίας στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς τη γεωμετρία και τις συνθήκες του εδάφους. Η γεωμετρία της μεταλλοφορίας είναι γνωστή με μεγάλη ακρίβεια καθότι έχει προσδιοριστεί βάσει ενός μεγάλου αριθμού γεωτρήσεων. Από τη γεωμετρία αυτή έχει διαπιστωθεί ότι η στρώση της μεταλλοφορίας απαντάται σε μεγάλο βαθμό με ακανόνιστη μορφή.



Εικόνα 4.4.: Ενδεικτική εικόνα των πετρωμάτων στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που θα χρησιμοποιηθεί είναι ένας συνδυασμός διαμήκους και εγκάρσιας κοπής και λιθογόμωσης, με ανερχόμενη φορά. Όπου τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος το επιτρέπουν, θα αναπτυχθεί η μέθοδος της διπλής κοπής και λιθογόμωσης. Η εξόρυξη θα γίνεται με χρήση εκρηκτικών. Η μέθοδος αυτή είναι ευέλικτη, επιτρέποντας στα μέτωπα να αλλάζουν κατεύθυνση ανάλογα με τη γεωμετρία του μεταλλεύματος. Οι περιοχές με σκούρο πράσινο χρώμα έχουν εξορυχθεί στο παρελθόν με την μέθοδο της κατακρήμισης οροφής ενώ οι περιοχές με κίτρινο χρώμα έχουν εξορυχτεί με την μέθοδο της κατερχόμενης λιθογόμωσης. Οι περιοχές με μπλε χρώμα θα εξορυχτούν με ανερχόμενη λιθογόμωση και αυτές με πράσινο ανοιχτό χρώμα με την μέθοδο της διπλής κοπής και λιθογόμωσης.



Σχήμα 4.8.: Γενική άποψη προγενέστερης και σχεδιαζόμενης εξόρυξης μεταλλείου Ολυμπιάδας

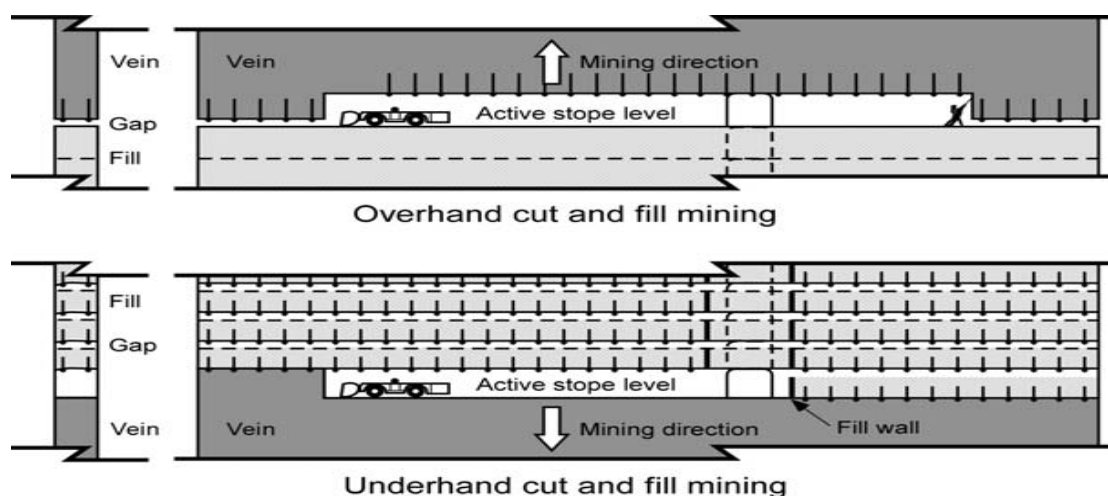
4.5.2. Μέθοδος εκμετάλλευσης

Η παραγωγή μεταλλεύματος ξεκινάει αφού η δευτερεύουσα στοά πρόσβασης, που έχει ξεκινήσει από την κύρια ράμπα προσπέλασης, οδηγηθεί εντός της μεταλλοφορίας. Η στοά ορύσσεται κατά μήκος του κοιτάσματος μέχρι να συναντήσει το ταβάνι της μεταλλοφορίας. Όπως ειπώθηκε παραπάνω, σχεδιάζονται δύο παρεμφερείς μέθοδοι εκμετάλλευσης. Η κύρια μέθοδος είναι η μέθοδος των εναλλασσόμενων κοπών και λιθογομώσεων με ανερχόμενη φορά, στην οποία οι στοές ορύσσονται με διαμήκη ή εγκάρσια φορά ανάλογα με τη γεωμετρία του κοιτάσματος, ενώ σε περιοχές μεταβλητού πάχους σχεδιάζεται μικτή μέθοδος διαμήκους και εγκάρσιας ανάπτυξης. Παρεμφερής μέθοδος με την ανωτέρω είναι και

η μέθοδος των διπλών κοπών και λιθογομώσεων που εφαρμόζεται μόνο σε περιοχές όπου το κοίτασμα έχει μεγάλο πλάτος. Σύμφωνα με τον Μπενάρδο (2014) το βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου με λιθογόμωση είναι η αντικατάσταση του μεταλλοφόρου πετρώματος, που αποσπάται κατά την εκμετάλλευση, με νέο φερτό υλικό χαμηλής αξίας (π.χ. στείρα από εργοστάσιο εμπλουτισμού) που γεμίζει τα κενά που δημιουργούνται.

Επίσης, η μέθοδος επιδέχεται μεγάλης εκμηχάνισης αλλά και της χρησιμοποίησης διαφόρων τύπων υλικών λιθογόμωσης, από στείρα υλικά έως «πάστες» λιθογόμωσης (υλικά με προσθήκη τσιμέντου). Αντίστοιχα, μπορεί να λάβει χώρα προς τα πάνω ή προς τα κάτω (ανερχόμενη ή κατερχόμενη λιθογόμωση), ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει ποικίλα χαρακτηριστικά πετρωμάτων και μεταλλεύματος όσον αφορά στις μηχανικές ιδιότητές τους.

Στην πιο απλή μορφή της εκμετάλλευσης, την ανερχόμενη λιθογόμωση, το μετάλλευμα εξορύσσεται σε οριζόντιες λωρίδες, ύψους 2-6 m (ορυσσόμενο σε μια ή περισσότερες φάσεις), αρχίζοντας από το χαμηλότερο σημείο του πατώματος και προχωρώντας προς τα πάνω. Έτσι, η τυπική εφαρμογή της μεθόδου περιλαμβάνει την αφαίρεση μιας στρώσης από την οροφή του μετώπου και καθώς το μετάλλευμα πέφτει στο δάπεδο, γίνεται η αποκομιδή του και εν συνεχεία η υποστήριξη της οροφής. Μετά το πέρας της εκμετάλλευσης της λωρίδας, η περιοχή γεμίζεται με υλικό λιθογόμωσης (συνήθως στείρο υλικό). Το υλικό αυτό αποτελεί ουσιαστικά το νέο δάπεδο εργασίας για να αρχίσει ένας νέος κύκλος εκμετάλλευσης στην νέα ανώτερη υψομετρικά λωρίδα.



Σχήμα 4.9.: Ανερχόμενη (overhand) και κατερχόμενη (underhand) λιθογόμωση

Ακόμη, η χρήση αυτοκινούμενου εξοπλισμού επιβάλλει την ανάπτυξη ελικοειδών κεκλιμένων (ραμπών) από όπου και γίνεται η τελική προσβολή του κοιτάσματος. Έτσι με σημείο εκκίνησης την ράμπα γίνεται η ανάπτυξη διαδοχικών κεκλιμένων (συνήθως 4-5, κλίσης 15%) έως ότου συναντηθεί το κοίτασμα. Η αρχή γίνεται από το κατώτερο και μετά το πέρας της εκμετάλλευσης της κατώτερης πλάκας γίνεται η λιθογόμωσή της και ακολουθεί η όρυξη του επόμενου υψομετρικά κεκλιμένου από το οποίο γίνεται εκ νέου η προσβολή του κοιτάσματος και η λιθογόμωση.

Βασικά πλεονεκτήματα των μεθόδων με λιθογόμωση είναι η εξασφάλιση της μέγιστης δυνατής ασφάλειας έναντι προβλημάτων επιφανειακών καθιζήσεων. Επίσης, η μείωση της ρηγμάτωσης των περιβαλλόντων πετρωμάτων αλλά και το γέμισμα των μετώπων με αδρανές συμπυκνωμένο υλικό ή ακόμα και με στερεοποιημένο υλικό με χρήση τσιμέντου μειώνει δραστικά την κίνηση των υπογείων υδάτων και την αποστράγγισή του μέσα από την περιοχή της μεταλλοφορίας, ελαχιστοποιώντας την οξειδώσή του αλλά και την εμφάνιση προβλημάτων όξινης απορροής.

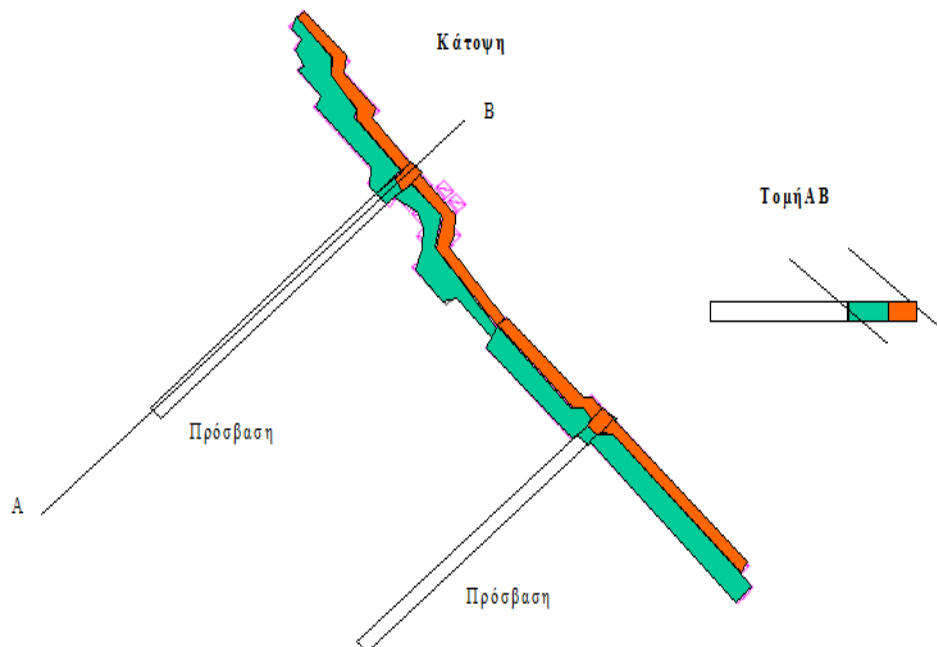
Σημαντικό επίσης πλεονέκτημα είναι η επίτευξη πολύ υψηλών συντελεστών απόληξης του κοιτάσματος της τάξης του 90-95%, αλλά και η μείωση του ποσοστού αραίωσης (ποσοστό στείρου υλικού που λαμβάνεται κατά την εκμετάλλευση). Ταυτόχρονα, μπορεί να γίνεται και η υπόγεια διάθεση των απορριμμάτων του εμπλουτισμού αντί να αποτίθενται σε επιφανειακές εκτάσεις.

Ωστόσο, η μέθοδος αυτή παρουσιάζει ένα βασικό μειονέκτημα το υψηλό κόστος που παρουσιάζει το οποίο οφείλεται τόσο στην ανάγκη μεταφοράς του υλικού από την επιφάνεια στα υπόγεια μέτωπα όσο και στην εισαγωγή ακόμα μιας φάσης εργασίας (φάση λιθογόμωσης) που απαιτεί τη χρήση επιπλέον πόρων για το σκοπό αυτό αλλά και μειώνει την παραγωγικότητα της μεθόδου.

Στις εν λόγω περιπτώσεις, μετά την ολοκλήρωση της εξόρυξης σε κάθε διαμήκη στοά διενεργείται λιθογόμωση και μετά από την παρέλευση ικανού χρονικού διαστήματος, ώστε να αποκτήσει την απαιτούμενη αντοχή το υλικό λιθογόμωσης, διενεργείται εξόρυξη στην αμέσως επόμενη στοά εκμετάλλευσης.

➤ **Μέθοδος εναλλασσόμενων κοπών και λιθογομώσεων με διαμήκη προσανατολισμό:**

Σε περιοχές του κοιτάσματος με πάχος μικρότερο ή ίσο των 10m, η στοά παραγωγής θα αναπτύσσεται κατά μήκος της μεταλλοφορίας (Σχήμα 4.10.), δηλαδή θα αναπτύσσεται στη στρώση της μεταλλοφορίας αποφεύγοντας την επαφή με την οροφή. Μετά την εξόρυξή της και ανάλογα με το πλάτος του κοιτάσματος και τις συνθήκες του περιβάλλοντος πετρώματος, το μετάλλευμα πλησίον της περιοχής της οροφής είτε θα ληφθεί με πλευρική διεύρυνση κατά την οπισθοχώρηση ή θα λιθογομωθεί η στοά και θα ξεκινήσει εξόρυξη δεύτερης στοάς κοντά στην οροφή της μεταλλοφορίας.

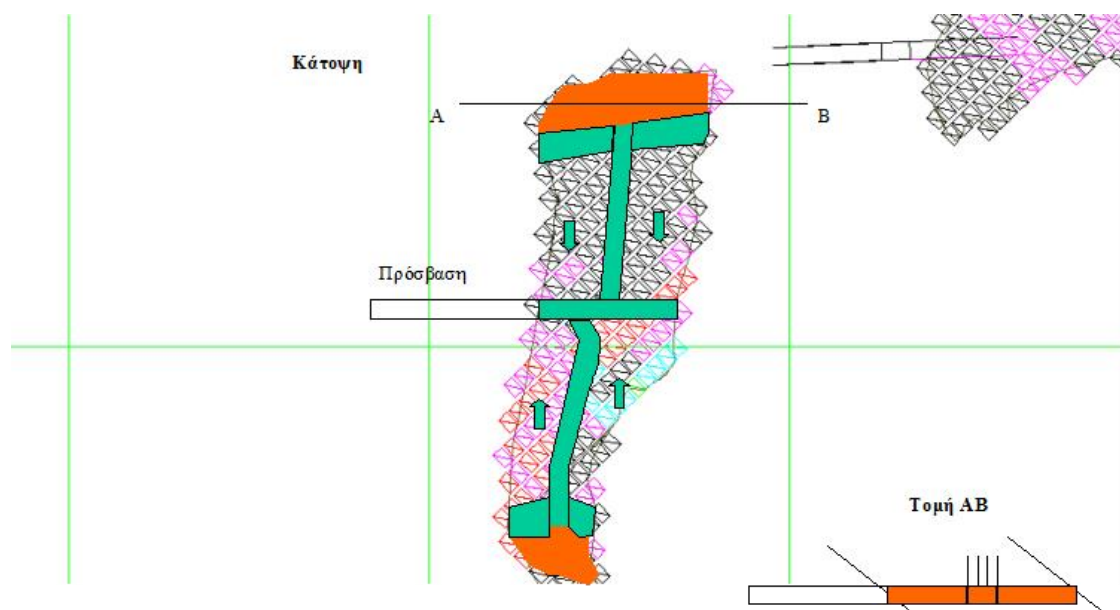


Σχήμα 4.10.: Διαμήκης εκμετάλλευση στις στενές περιοχές του κοιτάσματος

➤ **Μέθοδος εναλλασσόμενων κοπών και λιθογομώσεων με εγκάρσιο προσανατολισμό:**

Η μέθοδος αυτή σχεδιάζεται σε τμήματα της μεταλλοφορίας που έχουν πάχος μεγαλύτερο των 10m (Σχήμα 4.11.). Σε αυτήν την περίπτωση, η πρώτη στοά εξορύσσεται κατά μήκος του κέντρου του ορόφου από όπου ανοίγονται εγκάρσιες στοές προς την οροφή και την στρώση της μεταλλοφορίας, οι οποίες στη συνέχεια οπισθοχωρούν από τα άκρα του κοιτάσματος προς το κέντρο. Η μέθοδος εξόρυξης από την στρώση προς την οροφή της μεταλλοφορίας παρουσιάζει το πλεονέκτημα αυξημένης σταθερότητας και μειώνει τον χρόνο έκθεσης στο ταβάνι της

μεταλλοφορίας. Επίσης, στην μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγαλύτερη παραγωγικότητα λόγω του μεγαλύτερου διαθέσιμου αριθμού μετώπων εργασίας.

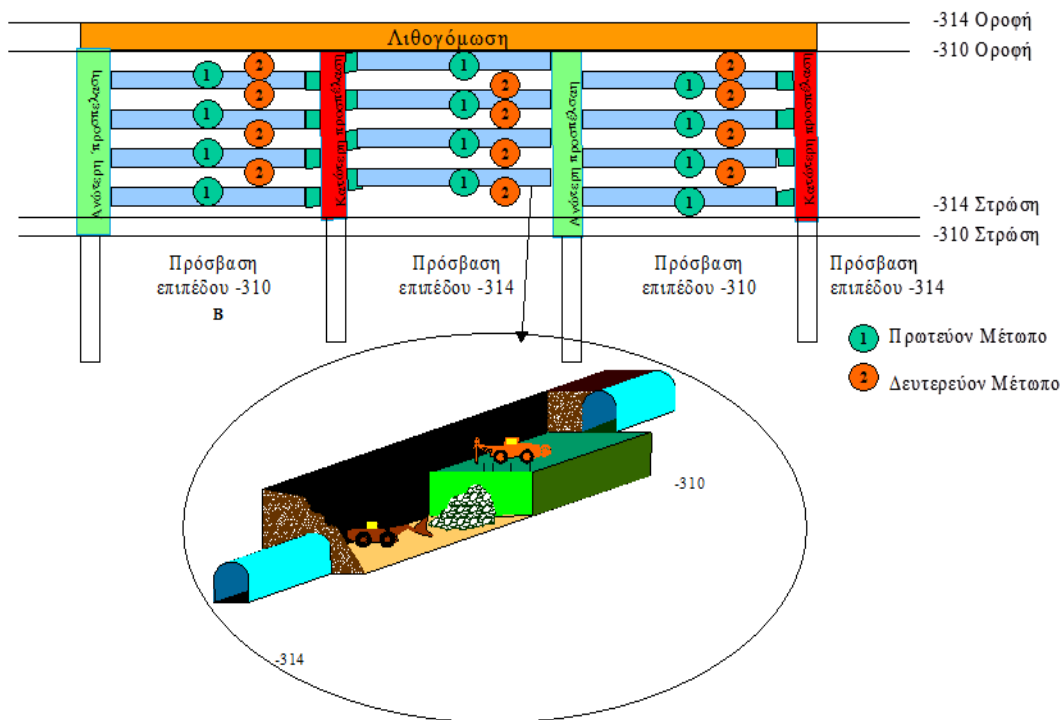


Σχήμα 4.11.: Εγκάρσια εκμετάλλευση σε μεγάλα τμήματα του κοιτάσματος

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των στοών, ξεκινά η κύρια φάση διάνοιξης των στοών. Οι παρειές των στοών διευρύνονται, όπου αυτό είναι δυνατόν, έως 3m από κάθε πλευρά. Ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους θα απαιτείται διαφορετική υποστήριξη πριν και μετά την διεύρυνση. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιούνται μεταλλικοί ράβδοι ή /και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή /και συρματόσχοινα. Η οπισθοχώρηση συνεχίζεται έως το σημείο που έχει σχεδιαστεί η κατασκευή του φράγματος λιθογόμωσης.

➤ **Μέθοδος διπλών κοπών και λιθογομώσεων:**

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε τμήματα του κοιτάσματος με μεγάλο πλάτος, με κύριο χαρακτηριστικό το ότι η ανώτερη πρόσβαση των στοών αυτών εξορύσσεται με πρωτεύουσα και δευτερεύουσα σειρά, με μέγιστο άνοιγμα 8m και χρήση συρματόσχοινου, ενώ το υπόλοιπο κατώτερο τμήμα υφίσταται διάτρηση και ανατίναξη σαν βαθμίδα με υψηλή παραγωγικότητα (**Σχήμα 4.12.**).



Σχήμα 4.12.: Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου των διπλών κοπών και λιθογομώσεων

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των στοών, ξεκινά η κύρια φάση διάνοιξης των βαθμίδων. Οι παρειές των στοών διευρύνονται, όπου αυτό είναι δυνατόν, έως τα 3m από κάθε πλευρά ξεκινώντας από το τέλος της κύριας στοάς προσπέλασης. Το άνοιγμα αυτό δεν πρέπει να ξεπερνάει σε πλάτος τα 10m και η διαδικασία συνεχίζεται ως το σημείο κατασκευής φράγματος. Η αποκομιδή του μεταλλεύματος γίνεται με χρήση φορτωτών που το μεταφέρουν είτε σε λούκια μεταλλεύματος ή φορτώνεται κατευθείαν σε φορτηγά και εν συνεχεία η εξορυχθείσα περιοχή λιθογομώνεται κατάλληλα.

4.5.3. Λιθογόμωση

Στο μεταλλείο Ολυμπιάδας η λιθογόμωση θα είναι υδραυλική, ίδια με αυτήν των Μαύρων Πετρών. Ως υλικό λιθογόμωσης θα χρησιμοποιηθεί το αδρομερές κλάσμα του αποβλήτου εμπλουτισμού μετά από ανάμειξη με τσιμέντο. Η κατά βάρος σύνθεση του υλικού λιθογόμωσης θα είναι 72% αδρομερές απόβλητο εμπλουτισμού, 5% τσιμέντο και 23% νερό. Σε όλη τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του έργου Ολυμπιάδας, θα κατασκευαστούν δύο μονάδες λιθογόμωσης:

- Μία επιφανειακή που θα εξυπηρετήσει τις φάσεις ανάπτυξης και λειτουργίας Α, δηλαδή τα πρώτα 6 χρόνια του έργου. Η μονάδα θα κατασκευαστεί στη περιοχή του υφιστάμενου εργοστασίου εμπλουτισμού προκειμένου το παραγόμενο αδρομερές κλάσμα των αποβλήτων εμπλουτισμού να τροφοδοτείται απευθείας στο σιλό της μονάδας λιθογόμωσης, αποφεύγοντας ενδιάμεσες φορτοεκφορτώσεις και επιφανειακές μεταφορές. Ο πολφός του υλικού λιθογόμωσης θα διοχετεύεται υδραυλικά στα υπόγεια έργα μέσω της νέας στοάς +41 που θα συνδέσει το μεταλλείο με το υφιστάμενο εργοστάσιο εμπλουτισμού.
- Μία υπόγεια που θα εξυπηρετήσει τη φάση λειτουργίας Β, δηλαδή τη φάση μετά την ολοκλήρωση της νέας στοάς προσπέλασης από το Μαντέμ Λάκκο οπότε και το μεταλλείο θα περιέλθει στη φάση πλήρους ανάπτυξης της παραγωγικής δραστηριότητας. Η μονάδα θα κατασκευαστεί στο υψόμετρο - 210 και θα εξυπηρετήσει τις ανάγκες λιθογόμωσης των ορόφων κάτω από το - 230. Το αδρομερές απόβλητο θα μεταφέρεται πλέον από τη νέα μονάδα εμπλουτισμού του Μαντέμ Λάκκου μέσω της νέας στοάς προσπέλασης.

Το τσιμέντο τύπου portland θα παραλαμβάνεται από τη Θεσσαλονίκη με ειδικά στεγανά σιλοφόρα φορτηγά αυτοκίνητα. Η εκκένωσή τους θα γίνεται πνευματικά με ρεύμα πεπιεσμένου αέρα σε δύο μεταλλικά σιλό αποθηκευτικής ικανότητας 100t το καθένα, τα οποία θα διαθέτουν διάταξη αποκονίωσης με σακκόφιλτρα του εξερχομένου αέρα.

Το αδρομερές απόβλητο εμπλουτισμού, με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας, θα καταλήγει σε κοχλιωτό αναμείκτη, όπου θα τροφοδοτείται επίσης μέσω κλειστού μεταφορικού κοχλία, η αναλογούσα ποσότητα τσιμέντου, με παράλληλη προσθήκη του απαιτούμενου νερού. Το μίγμα, μετά από επαρκή ανάδευση, θα τροφοδοτείται σε μια από τις δύο εμβολοφόρες αντλίες υψηλής πίεσης. Το συγκρότημα παραγωγής λιθογόμωσης θα έχει δυναμικότητα παραγωγής περίπου 75m³/h. Για την προώθηση του υλικού λιθογόμωσης στους χώρους των εξοφλημένων μετώπων εκμετάλλευσης, θα χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι σωλήνες Ø 8'' με ταχυσυνδέσμους. Το δίκτυο της λιθογόμωσης θα καθαρίζεται με καθαρό νερό και πεπιεσμένο αέρα. Τα νερά από τους καθαρισμούς του δικτύου θα συλλέγονται

μαζί με τα άλλα νερά του Μεταλλείου και θα αντλούνται στην υφιστάμενη εγκατάσταση καθαρισμού των νερών του Μεταλλείου Ολυμπιάδας.

Τέλος, οι προς λιθογόμωση στοές θα προετοιμάζονται καταλλήλως με την κατασκευή αναχώματος, την τοποθέτηση σωλήνων έκχυσης του υλικού αλλά και εξαεριστικών, ενώ αν πρόκειται να εξορυχθεί κοίτασμα κάτω από την στοά που λιθογομώνεται, το δάπεδο θα καλύπτεται με ενισχυμένο πλέγμα πριν την πλήρωση της στοάς.

4.5.4. Γεωτεχνικά στοιχεία

Στο μεταλλείο Ολυμπιάδας για την υποστήριξη των εκσκαφών εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο η μέθοδος της ήλωσης σε συνδυασμό με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, δηλαδή χρησιμοποιείται ενεργητικό σύστημα υποστύλωσης. Συγκεκριμένα στις κύριες στοές προσπέλασης και προπαρασκευής χρησιμοποιούνται αγκύρια με ρητίνη, πλήρως πακτωμένα. Η τοποθέτηση των αγκυρίων γίνεται με ηλεκτροδραυλικά διατηρητικά φορεία υποστήριξης (bolting jumbo). Για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα χρησιμοποιείται μηχανή εκτόξευσης με δυναμικότητα εκτόξευσης έως 10 m³/h. Για την παρασκευή και μεταφορά του σκυροδέματος χρησιμοποιούνται αυτοφορτούμενοι αναμείκτες σκυροδέματος χωρητικότητας 2,5 m³. Όταν απαιτείται το σκυρόδεμα οπλίζεται με μεταλλικές ίνες.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η μονοαξονική αντοχή σε θλίψη (UCS) των πετρωμάτων στο μεταλλείο Ολυμπιάδας και ορισμένες ιδιότητες της βραχώμαζας (European Goldfields, 2011).

Μονοαξονική αντοχή σε θλίψη	
Γεωλογικοί σχηματισμοί	UCS (MPa)
Μάρμαρο	108
Κοίτασμα	84
Γνεύσιος	126
Καολίνης	1

Πίνακας 4.1.: Μονοαξονική αντοχή σε θλίψη πετρωμάτων Ολυμπιάδας

Ιδιότητες Βραχόμαζας μεταλλείου Ολυμπιάδας			
	RQD (%)	RMR	Density (t/m3)
Άνω οροφή (Upper Hanging wall)	30	45	2,7
Άμεση οροφή (Immediate Hanging wall)	50	42	2,7
Κοίτασμα (Orebody)	40	45	3,8
Υποκείμενα (Footwall)	40	45	2,7

Πίνακας 4.2.: Ιδιότητες βραχόμαζας μεταλλείου Ολυμπιάδας



Εικόνα 4.5.: Εργασίες στο μεταλλείο Ολυμπιάδας

Κεφάλαιο 5

Σχεδιασμός και προγραμματισμός εκμετάλλευσης

5. Σχεδιασμός και προγραμματισμός εκμετάλλευσης

Στα πλαίσια της εργασίας πραγματοποιήθηκε αναλυτικός σχεδιασμός και βελτιστοποίησης του προγραμματισμού των εργασιών εκμετάλλευσης για το επίπεδο -250m. Αυτός έγκειται στο σχεδιασμό των εργασιών εξόρυξης και λιθογόμωσης των διαδοχικών τμημάτων (block) του κοιτάσματος ώστε να προκύψει ο ελάχιστος δυνατός χρόνος εκμετάλλευσης ενώ παράλληλα να υπάρχει μια σταθερή ροή μεταλλεύματος αλλά και να διευκολυνθούν οι εργασίες πλήρωσης των κενών με το υλικό της λιθογόμωσης.

5.1. Βασικοί στόχοι και παραδοχές για το σχεδιασμό και τον προγραμματισμό εργασιών στο επίπεδο -250 και δεδομένα που δόθηκαν

Για να είναι επιτυχής ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός των εργασιών σε ένα επίπεδο εκμετάλλευσης είναι αναγκαίο να τεθούν από την αρχή οι στόχοι της εκμετάλλευσης, καθώς και οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά οι στόχοι κατά την εκμετάλλευση του επιπέδου -250 του μεταλλείου Ολυμπιάδας:

- Η μέγιστη απόληψη του κοιτάσματος με όσον το δυνατό λιγότερη πρόσμιξη στείρου υλικού
- Πλήρη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων (ανθρώπινο δυναμικό, εξοπλισμός)
- Ελαχιστοποίηση του νεκρού χρόνου κατά τον κύκλο εργασιών
- Η αρχική ημερομηνία του χρονοδιαγράμματος, ώστε να ξεκινήσει το πρόγραμμα να υπολογίζει την διάρκεια ζωής του έργου, ορίστηκε στις 5 Ιουλίου του 2017

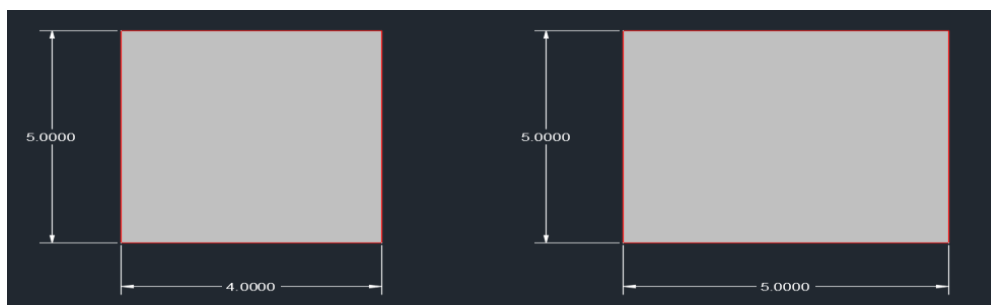
Επίσης, από την αρχή τέθηκαν ορισμένες παραδοχές, οι οποίες είναι οι εξής:

- Η διατομή των παραγωγικών στοών μπορεί να είναι 5x5 ή 4x5, όπου ανάλογα με τη γεωμετρία του κοιτάσματος επιλέγεται η κατάλληλη (Σχήμα 5.1.). Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι το ύψος των στοών δεν μπορεί να είναι λιγότερο από 5 m για να είναι δυνατή η πρόσβαση του εξοπλισμού.
- Ορίστηκαν τα 2,5 m προχώρησης ανά ημέρα ως ένας εφικτός στόχος.
- Ορίστηκε ότι η λιθογόμωση μπορεί να έχει μέγιστη παροχή 1500 m³/day.

- Διατίθεται ένα πλήρως εξοπλισμένο συνεργείο για την εκμετάλλευση, δηλαδή είναι εφικτή η πραγματοποίηση όλων των εργασιών που απαιτεί ο κύκλος των εργασιών κατά την εκμετάλλευση ενός παραγωγικού μετώπου.
- Ομοίως, θα λειτουργεί πλήρως εξοπλισμένο ένα συνεργείο και για την λιθογόμωση.
- Κάθε μέρα θα γίνεται μια ανατίναξη, δηλαδή καθημερινά θα γίνεται η εκμετάλλευση ενός μόνο παραγωγικού μετώπου. Γεγονός που προκύπτει από τα παραπάνω, καθώς η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού και η ημερία προχώρηση των 2,5 m δεν επιτρέπουν την εκμετάλλευση δύο παραγωγικών μετώπων ή και περισσότερων σε καθημερινή βάση.
- Δεν επιτρέπεται να γίνεται ταυτόχρονα λιθογόμωση σε δύο διαφορετικά μέτωπα.
- Η εκμετάλλευση των παραγωγικών στοών δίπλα από λιθογομωμένη στοά γίνεται μετά από το απαραίτητο χρονικό διάστημα που απαιτείται, έτσι ώστε το υλικό της λιθογόμωσης να αποκτήσει τη μέγιστη αντοχή του. Συγκεκριμένα τέθηκε ως ελάχιστο χρονικό διάστημα το διάστημα των 7 ημερών.

Τέλος, για να είναι εφικτή η έναρξη του σχεδιασμού ήταν απαραίτητο να δοθούν τα παρακάτω δεδομένα:

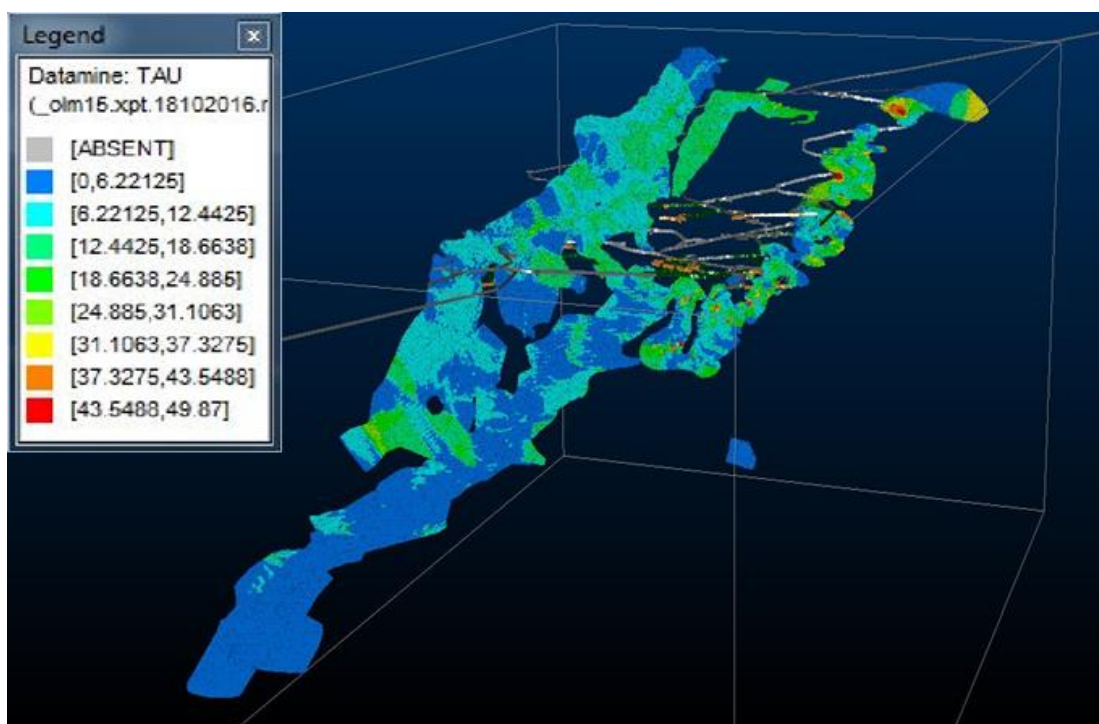
- Το block model, το οποίο χρησιμοποιούταν εκείνη τη χρονική περίοδο ως γνώμονας για το σχεδιασμό του μεταλλείου από τους μηχανικούς.
- Το αρχείο των προσπελαστικών και προπαρασκευαστικών έργων του μεταλλείου που αποτελεί τη βάση για το σχεδιασμό των παραγωγικών στοών.
- Η πυκνότητα του στείρου υλικού είναι $2,6\text{t/m}^3$.



Σχήμα 5.1.: Διατομές παραγωγικών στοών

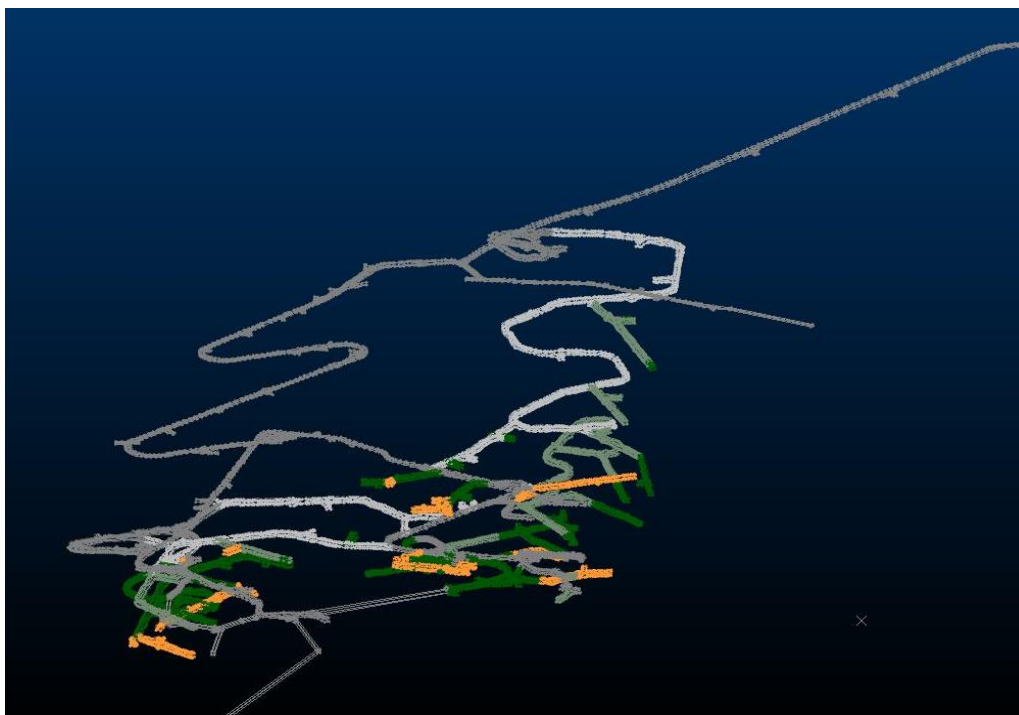
5.2. Block model και αρχείο προσπελαστικών και προπαρασκευαστικών έργων του μεταλλείου Ολυμπιάδας

Στην περιοχή έγιναν διάφορες δειγματοληπτικές γεωτρήσεις τα δεδομένα των οποίων επεξεργάστηκαν και έδωσαν πληροφορίες για τα όρια του κοιτάσματος και τη διαφοροποίηση της περιεκτικότητας των μετάλλων. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται, όσο το δυνατόν, πιο αντιπροσωπευτικό μοντέλο κοιτάσματος. Ωστόσο, για να επιτευχθεί αυτό πρέπει τα « σημειακά » δεδομένα των γεωτρήσεων να αντικατασταθούν με χωρικά. Η μεθοδολογία, η οποία χρησιμοποιείται περιλαμβάνει την κατάτμηση του κοιτάσματος σε blocks και σε συνέχεια την εκτίμηση της περιεκτικότητας του κάθε block, οι διαστάσεις των οποίων καθορίζονται από τη δειγματοληψία, τη μέθοδο εκμετάλλευσης, το μηχανικό εξοπλισμό κ.α. Η υλοποίηση της μοντελοποίησης του κοιτάσματος γίνεται με τη χρήση ειδικού λογισμικού (Μενεγάκη, 2010), έτσι και στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας έγινε η κατασκευή του block model με τη χρήση διαφόρων προγραμμάτων από τους αρμόδιους γεωλόγους, στο σχήμα 5.2 φαίνεται το block model του μεταλλείου Ολυμπιάδας που χρησιμοποιούνταν στην εταιρεία την περίοδο υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας.



Σχήμα 5.2.: Block model με βάση την περιεκτικότητα σε χρυσό (gr/t)

Το αρχείο των προσπελαστικών και προσκευαστικών έργων του μεταλλείου αποτελεί τη βάση για το σχεδιασμό των παραγωγικών στοών. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ως χωρόπλεγμα (wireframe) ο συνολικός σχεδιασμός του μεταλλείου χωρίς τις παραγωγικές στοές.



Σχήμα 5.3.: Υφιστάμενη ανάπτυξη των στοών προσπέλασης – περιχάραξης

5.3. Περιγραφή της διαδικασίας σχεδιασμού του επιπέδου - 250

Η εκμετάλλευση του επιπέδου -250 θα γίνει από τρεις στοές προσβολής (Σχήμα 5.5.), ώστε να εκμεταλλευτεί με το βέλτιστο τρόπο σύμφωνα με τη μέθοδο εκμετάλλευσης. Για το συγκεκριμένο επίπεδο η μέθοδος εναλλασσόμενων κοπών και λιθογομώσεων υλοποιείται με διαμήκη προσανατολισμό (ανάπτυξη της στοά παραγωγής κατά μήκος της μεταλλοφορίας). Επιπλέον, θα αναπτύσσεται στη στρώση της μεταλλοφορίας αποφεύγοντας την επαφή με την οροφή.

Μετά την εξόρυξή της και ανάλογα με το πλάτος του κοιτάσματος και τις συνθήκες του περιβάλλοντος πετρώματος, το μέταλλευμα πλησίον της περιοχής της οροφής είτε θα ληφθεί με πλευρική διεύρυνση κατά την οπισθοχώρηση ή θα λιθογομωθεί η στοά και θα ξεκινήσει εξόρυξη δεύτερης στοάς κοντά στην οροφή της

μεταλλοφορίας. Το επίπεδο -250 είναι από τα πρώτα επίπεδα που θα εκμεταλλευτούν, επομένως δεν είναι βέβαιο κατά πόσο το αποτέλεσμα των γεωτρήσεων ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, γι' αυτό το λόγο επιλέγεται ο διαμήκης προσανατολισμός για την απόκτηση καλύτερης εικόνας του κοιτάσματος ώστε να γίνει πλήρης απόληψη του κοιτάσματος. Ένας επίσης σημαντικός λόγος επιλογής του διαμήκους προσανατολισμού έναντι του εγκάρσιου είναι το γεγονός ότι ο εγκάρσιος προσανατολισμός ως μέθοδος εκμετάλλευσης είναι πιο χρονοβόρος στην περίπτωση μας, όπου έχει τεθεί ως παραδοχή ότι θα λειτουργεί μόνο ένα συνεργείο για την εκμετάλλευση και ένα συνεργείο για την λιθογόμωση, άρα ο εγκάρσιος προσανατολισμός θα απαιτούσε περισσότερο χρόνο για τη τοποθέτηση και μεταφορά του εξοπλισμού από μέτωπο σε μέτωπο. Η γεωμετρία του κοιτάσματος στο επίπεδο -250 σύμφωνα με το block model φαίνεται παρακάτω στο Σχήμα 5.4.



Σχήμα 5.4.: Γεωμετρία του κοιτάσματος στο επίπεδο -250

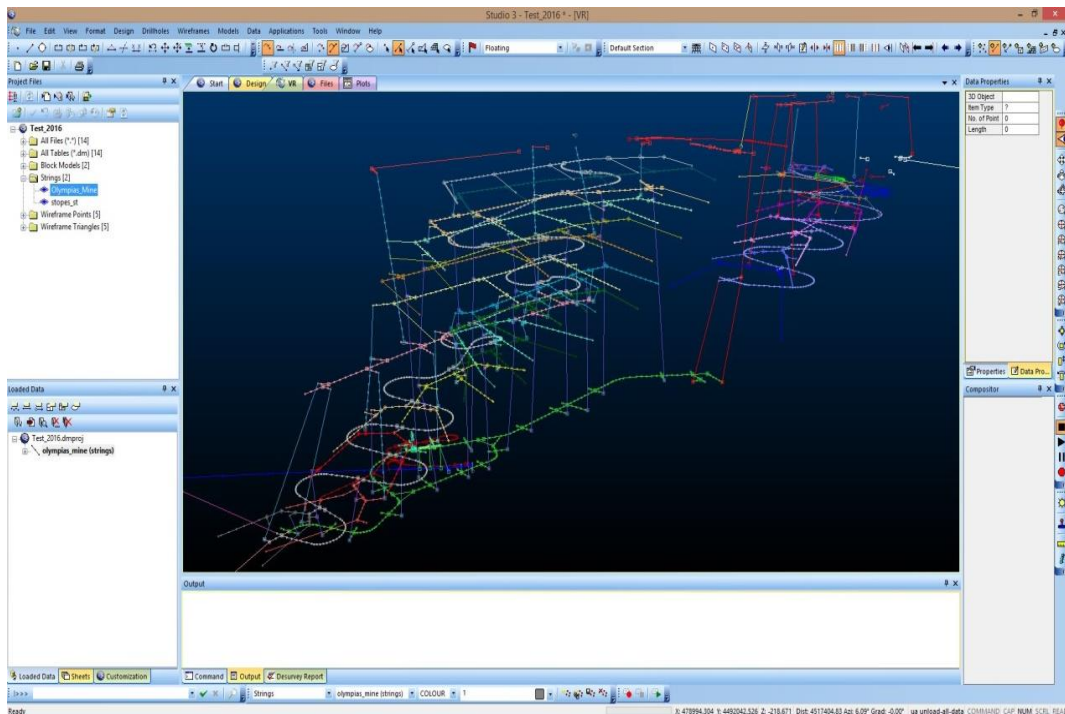


Σχήμα 5.5.: Στοές πρόσβασης του κοιτάσματος στο επίπεδο -250

5.3.1. Διαδικασία σχεδιασμού στο Studio 3D της Datamine

Κατά το πρώτο στάδιο του σχεδιασμού με το πρόγραμμα Studio 3D τέθηκε ως στόχος η μέγιστη απόληψη του κοιτάσματος με όσον το δυνατό λιγότερη πρόσμιξη στείρου υλικού και η παραδοχή ότι η διατομή των παραγωγικών στοών πρέπει να είναι 5x5 ή 4x5 ανάλογα με τη γεωμετρία του κοιτάσματος. Ο βασικός σχεδιασμός των παραγωγικών στοών γίνεται με την δημιουργία ενός σχεδίου γραμμών (strings) με την χρήση του προγράμματος Studio 3D της Datamine.

Για την δημιουργία του σχεδίου είναι απαραίτητο πρώτα να γίνει ο ορισμός και η αποθήκευση του project στον υπολογιστή. Κατόπιν, αρχίζει ο σχεδιασμός δίνοντας τιμές σε όλες τις απαραίτητες παραμέτρους των strings, προκειμένου να οριστεί στον χώρο, δηλαδή ορίζεται το αζιμούθιο, η κλίση, η ακτίνα σε περίπτωση που θέλουμε να σχεδιάσουμε κάποια καμπύλη και τέλος το μήκος του string.



Εικόνα 5.1.: Τελικό αποτέλεσμα των Strings για όλο το μεταλλείο

Όμως, για να είναι σωστός ο σχεδιασμός των παραγωγικών στοών πρέπει τα δεδομένα που ορίστηκαν στις παραμέτρους (αζιμούθιο, κλίση και μήκος) να συνάδουν με το αρχείο των στοών προσπέλασης και περιχάραξης για να είναι ορθή η επέκταση του σχεδίου. Συνεπώς, για να μην υπάρχουν αποκλίσεις και να γίνει ο σχεδιασμός με σωστή κλίση μετρήθηκε πρώτα το αζιμούθιο της στοάς περιχάραξης στο επίπεδο -240 από το υφιστάμενο σχέδιο και για τις τρεις στοές πρόσβασης και με γνώμονα αυτό σχεδιάστηκε ο κεντρικός άξονας της κύριας στοάς παραγωγής στο επίπεδο -250 για τη στοά πρόσβασης 1, για τη στοά πρόσβασης 2 και για τη στοά πρόσβασης 3. Συγκεκριμένα, στον πίνακα 5.1. συνοψίζονται το αζιμούθιο, η κάθετη και η οριζόντια απόσταση και η κλίση των κεντρικών αξόνων των κύριων στοών παραγωγής για κάθε στοά πρόσβασης.

Έπειτα συνεχίστηκε και ο σχεδιασμός των υπολοίπων στοών σύμφωνα με την γεωμετρία του κοιτάσματος ενώνοντας τους κεντρικούς άξονες των παραγωγικών στοών για να υπάρχει σωστή και ομαλή αλληλουχία στο σχεδιασμό των στοών.

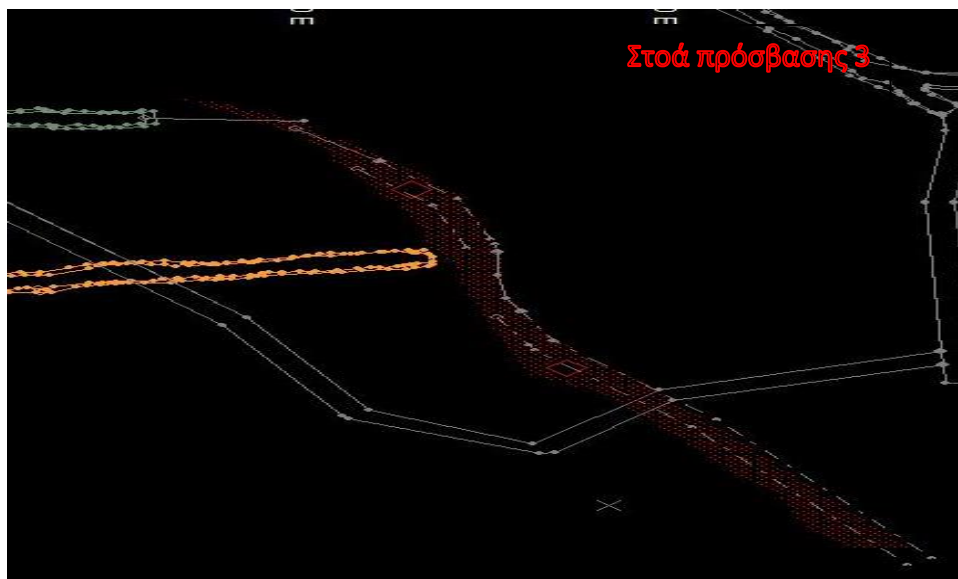
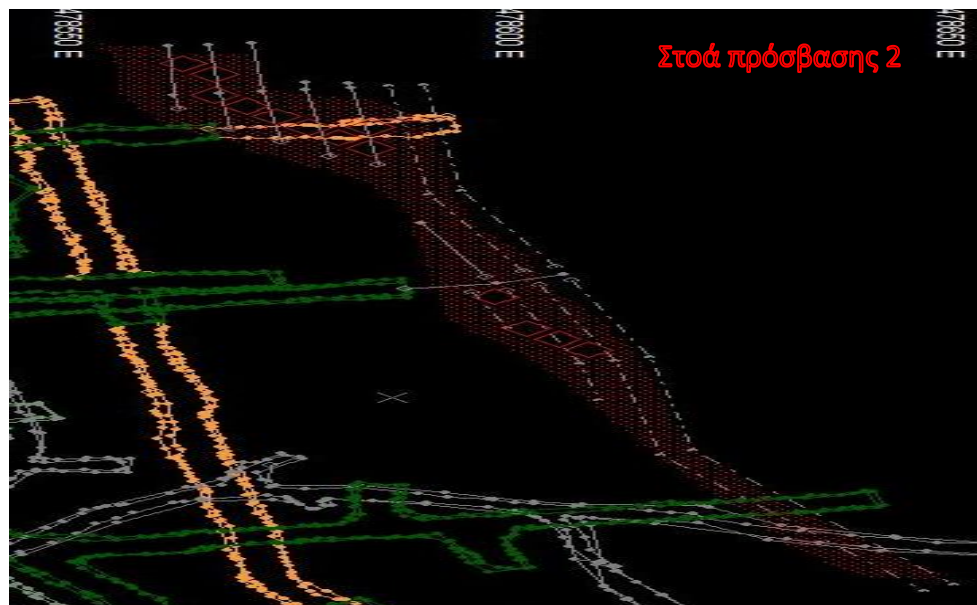
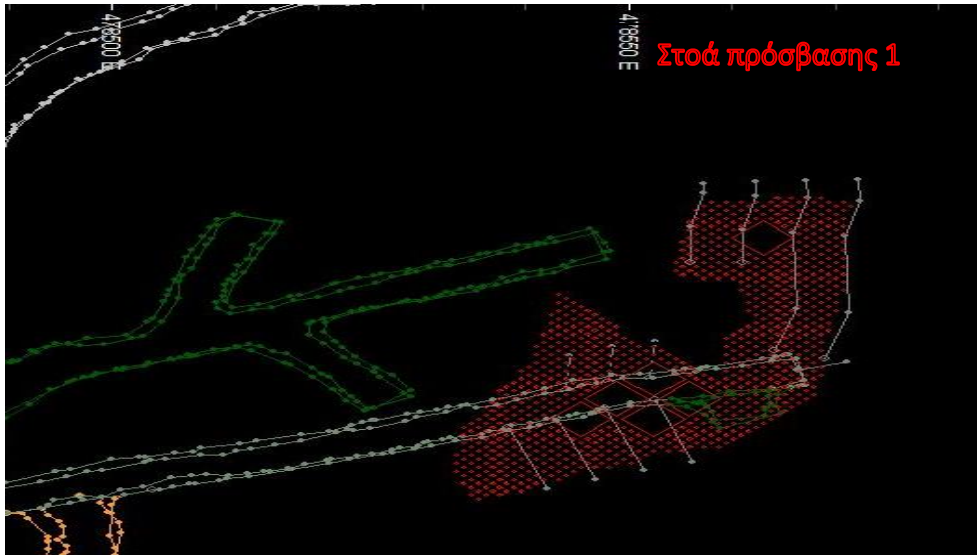
	Στοά πρόσβασης 1	Στοά πρόσβασης 2	Στοά πρόσβασης 3
Οριζόντια απόσταση	5,00 m	18,80 m	22,00 m
Κάθετη απόσταση	0,00 m	0,70 m	0,00 m
Αζιμούθιο	73 °	75°	92°
Κλίση	0°	-2°	0°

Πίνακας 5.1.: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού στοών προβολής

Μια από τις σημαντικότερες δυνατότητες των προγραμμάτων Studio 3D και Studio 5D, είναι η δυνατότητα τους να αποδίδουν κάποιες ιδιότητες (attributes) στα strings του σχεδίου, στις οποίες, αφού αποδοθούν οι επιθυμητές τιμές, διευκολύνουν τον υπολογισμό οποιουδήποτε μεγέθους χρειαστεί.

Σε αυτό το στάδιο του σχεδιασμού ήταν απαραίτητη η δημιουργία ενός attribute με την ονομασία “LEVEL”, ώστε να ομαδοποιηθούν τα strings του κάθε πατώματος εργασίας. Έτσι τα strings που αντιπροσωπεύουν το πάτωμα -250 θα πάρουν όλα την τιμή -250 στο attribute “LEVEL”. Ακόμη, για την ονομασία κάθε string ήταν αναγκαίο η δημιουργία ενός attribute με την ονομασία “STOPE ACCESS” για να ομαδοποιηθούν τα strings με βάση την στοά πρόσβασης που ανήκουν και δύο attributes ένα για τις στοές που είναι αριστερά, οι οποίες θα εκφράζονται με μονό αριθμό, και ένα για τις στοές που είναι δεξιά, οι οποίες θα εκφράζονται με ζυγό αριθμό. Επομένως, η ονομασία κάθε string αποτελείται από τις εξής πληροφορίες: (LEVEL, STOPE ACCESS, LEFT or RIGHT). Επίσης, ήταν απαραίτητη η δημιουργία ενός attribute για τις στοές με διατομή 4x5 (διακεκομμένη γραμμή) και ενός attribute για τη διατομή 5x5 (συνεχής γραμμή).

Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζεται ο σχεδιασμός των κεντρικών αξόνων των στοών παραγωγής στο Studio 3 για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος από τη στοά πρόσβασης 1, τη στοά πρόσβασης 2 και τη στοά πρόσβασης 3 αντίστοιχα.

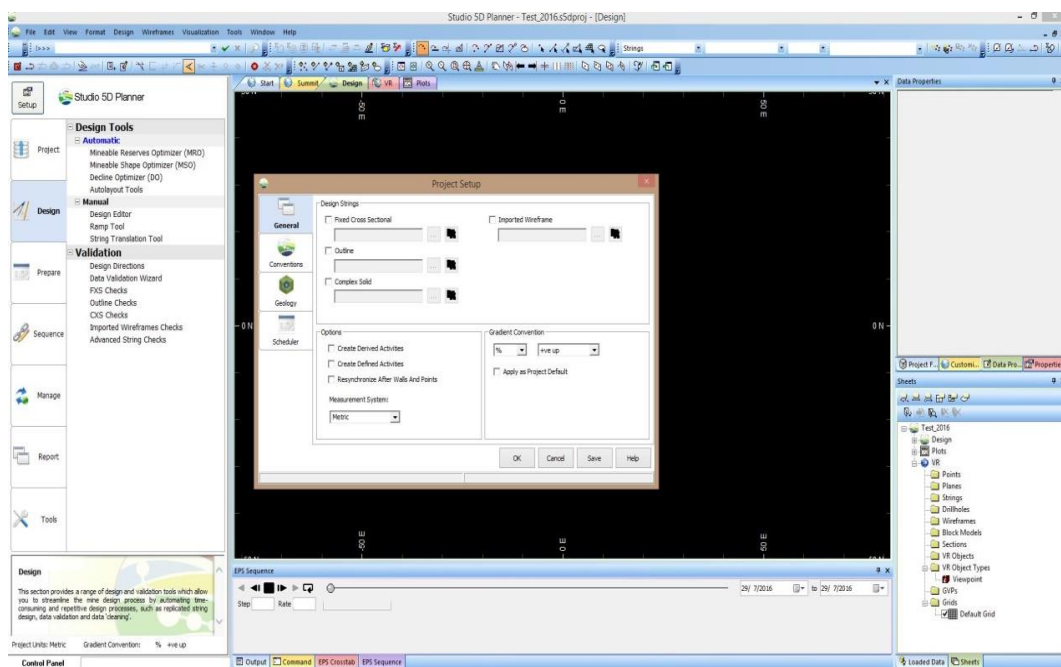


5.3.2. Διαδικασία σχεδιασμού στο πρόγραμμα Studio 5D της Datamine

Με την ολοκλήρωση του σχεδίου των strings στο Studio 3D, το σχέδιο εισάγεται σε ένα δεύτερο πρόγραμμα, το οποίο δίνει τη δυνατότητα πραγματοποίησης του σχεδίου σε χρονικό ορίζοντα. Συγκεκριμένα εισάγεται το σχέδιο στο Studio 5D Planner, πρόγραμμα της Datamine επίσης, το οποίο αποτελεί την ιδανική λύση τόσο για υπόγειες, όσο και για επιφανειακές εκμεταλλεύσεις.

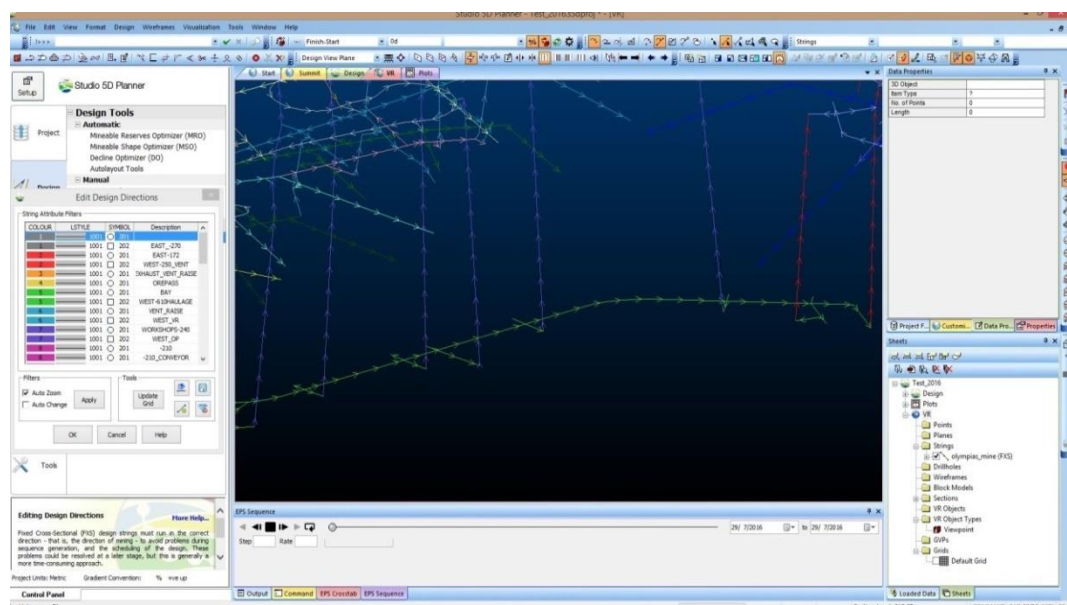
Ξεκινώντας με το Studio 5D Planner, όπως και στο Studio 3D επιλέγεται το είδος του project δηλαδή το αν θα είναι υπόγειο ή επιφανειακό, ορίζεται και αποθηκεύεται στον υπολογιστή.

Στο επόμενο βήμα εισάγονται όσα στοιχεία είναι απαραίτητα ως δεδομένα (setup), δηλαδή το σχέδιο των strings που δημιουργήθηκε στο Studio 3D, τα attributes που δημιουργήσαμε στο Studio 3D, την ονομασία των strings για το EPS με βάση τα attributes (naming conversion), την επιλογή δημιουργίας λιθογόμωσης με το τέλος της εκμετάλλευσης (create derived activities), την πυκνότητα του στείρου υλικού ($2,6\text{T/m}^3$), το γεωλογικό μοντέλο του κοιτάσματος, καθώς και την αρχική ημερομηνία του χρονοδιαγράμματος, ώστε να ξεκινήσει το πρόγραμμα να υπολογίζει την διάρκεια ζωής του έργου.



Εικόνα 5.2.: Setup Project

Εφόσον, εισήχθησαν όλα τα δεδομένα και ορίστηκαν οι επιθυμητές παράμετροι, το επόμενο βήμα είναι να γίνει έλεγχος της κατεύθυνσης όλων των strings. Αυτό το βήμα είναι πολύ σημαντικό και ιδιαίτερα δύσκολο σε ολοκληρωμένα και πολύπλοκα σχέδια μεταλλείων, διότι θα πρέπει κάθε string ξεχωριστά να έχει την σωστή φορά (Εικόνα 5.3).

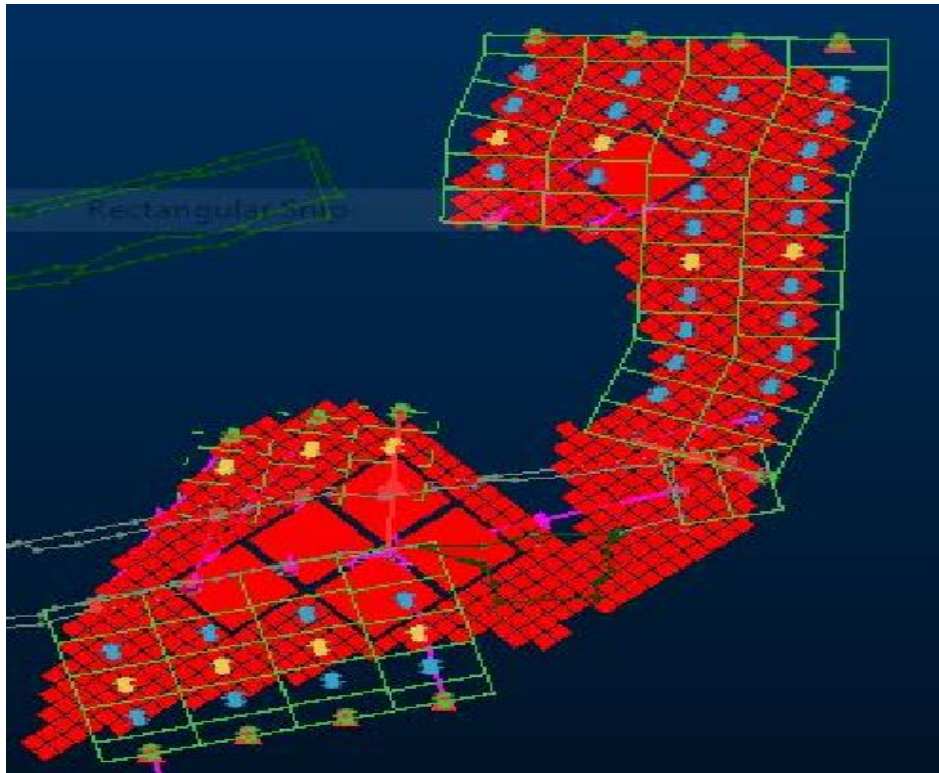


Εικόνα 5.3.: Κατεύθυνση των strings στο σύνολο του μεταλλείου

Το επόμενο βήμα είναι ο έλεγχος των σχεδιαστικών δεδομένων που εισήχθησαν στο project (strings, wireframes, complex solids). Το data validation wizard αποτελεί ένα τρόπο ελέγχου του σχεδίου που εισήχθη στο Studio 5D διορθώνοντας περιπτώσεις στις οποίες υπάρχουν διπλά σημεία με απόσταση 0,5, αλληλεπικαλύψεις strings με εκτίμηση 0,001, απότομες αλλαγές κλίσης και αζιμούθιου, σφάλματα τα οποία μπορεί να έγιναν κατά λάθος κατά την διάρκεια του σχεδιασμού στο Studio3D.

Στην συνέχεια, ορίζονται παράμετροι, οι οποίες θα λάβουν χώρα στην τρισδιάστατη απόδοση του σχεδίου. Για παράδειγμα, ορίζεται η διατομή του κάθε string 4x5 ή 5x5, τον ρυθμό προχώρησης ανά μέρα, μήνα, χρόνο, καθώς και το μήκος που θα έχει κάθε κομμάτι του string. Στην περίπτωση μας τέθηκαν οι εξής παραδοχές:

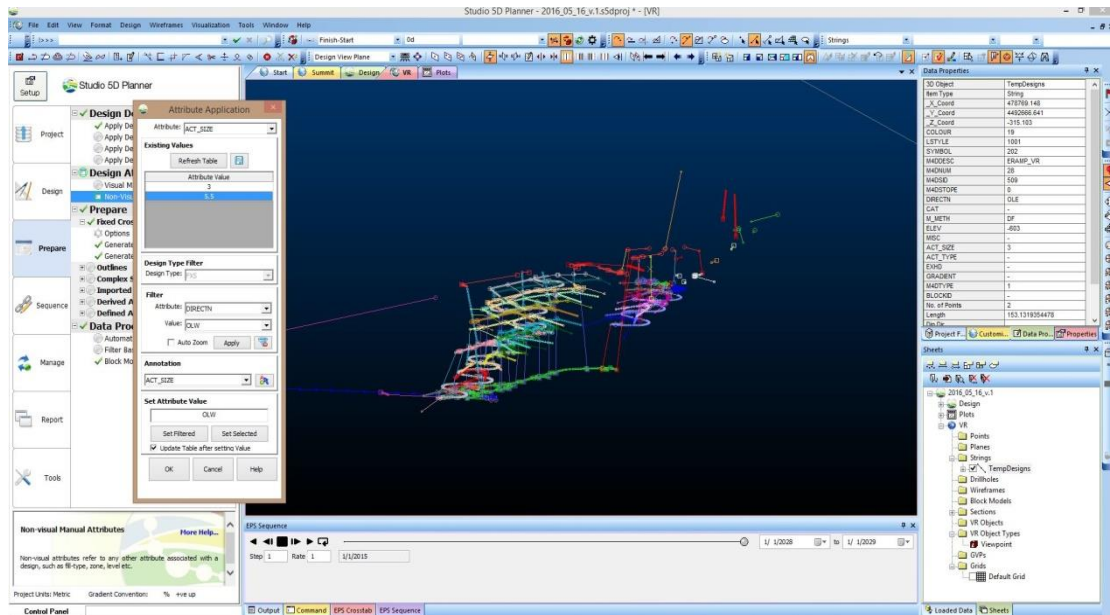
- 2,5m προχώρησης ανά ημέρα (ορθογώνια blocks στο σχήμα 5.9.)
- 1500m³/day για τη λιθογόμωση



Σχήμα 5.6.: Σχηματική απεικόνιση της προχώρησης των 2,5 m (blocks)

Επίσης, ένα ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού αποτελεί η απόδοση τιμών στα attributes που ορίστηκαν στο Studio 3D. Όπως προαναφέρθηκε, κατά την εκκίνηση του project ορίζονται κάποια attributes, τα οποία συμβάλλουν στον υπολογισμό διαφόρων μεγεθών που μπορεί να χρειαστούν. Τα attributes αυτά μπορεί να είναι τιμές τις οποίες το πρόγραμμα μπορεί να τις πάρει αυτόματα κατά την ανάπτυξη του έργου όπως π.χ. συνολικά μέτρα προχώρησης.

Ωστόσο, για τον υπολογισμό των μέτρων προχώρησης από ένα συγκεκριμένο πάτωμα, θα πρέπει πρώτα να οριστεί ένα attribute με το όνομα π.χ. LEVELS και στην συνέχεια, εφόσον οριστούν χειροκίνητα ποια strings θα παίρνουν ποια τιμή για το attribute “LEVEL”, τότε υπολογίζονται με εύκολα τα μέτρα κάθε πατώματος ξεχωριστά.



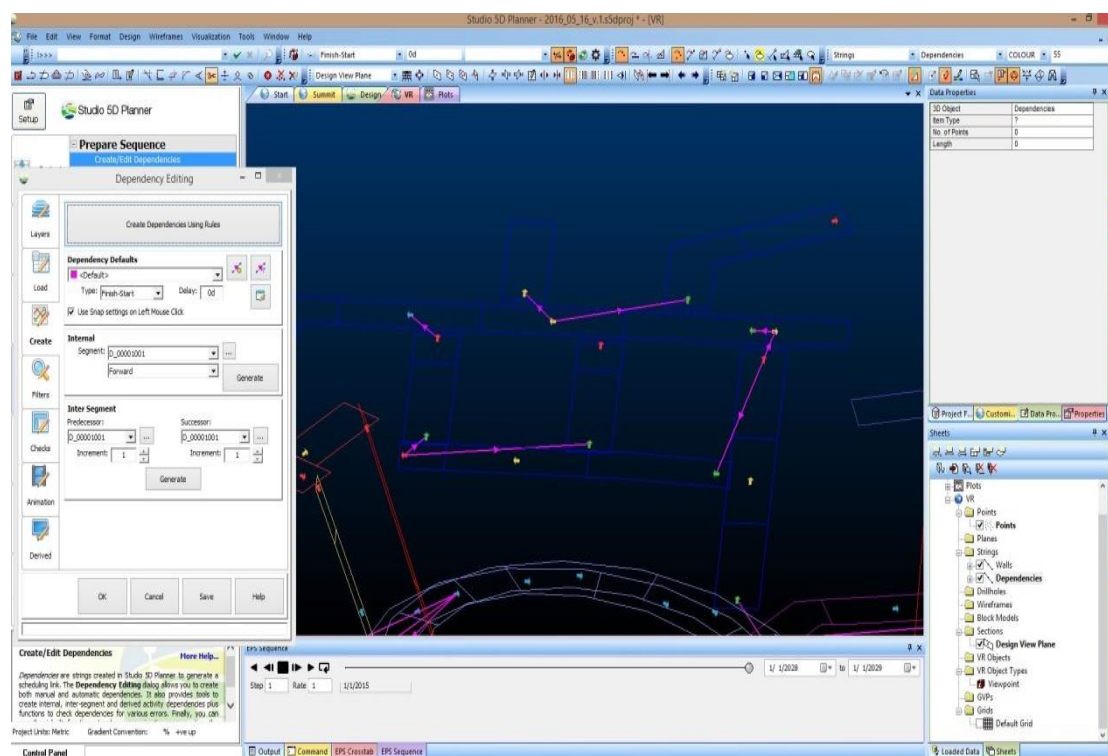
Εικόνα 5.4.: Ορισμός τιμών attributes

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας απόδοσης τιμών στα attributes, το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία των αναφορών:

1. *Interrogation report* στο οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία που περιέχει το αρχείο strings.
2. *Evaluation report* στο οποίο γίνεται ανάλυση του block model και παρουσιάζονται τα στοιχεία που περιέχει ανά block.
3. *Derived report* όπου παρουσιάζεται ο αριθμός στοιχείων λιθογόμωσης ανά string σχεδιασμού.

Τελευταίο στάδιο είναι η δημιουργία εξαρτήσεων (dependencies). Όμως, πριν ξεκινήσει η διαδικασία δημιουργίας των εξαρτήσεων είναι απαραίτητο να έχουν γίνει όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι και να είναι σωστοί. Οι εξαρτήσεις θα δείξουν στο πρόγραμμα την αλληλουχία εργασιών κατά την διάρκεια της ανάπτυξης. Με άλλα λόγια, τι θα ξεκινήσει πρώτο, τι δεύτερο, τι τρίτο κ.τ.λ. Σε αυτήν την διαδικασία, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας κανόνων, οι οποίοι θα εφαρμοστούν αυτόματα σε όλο το σχέδιο ή μπορεί να γίνει χειροκίνητα βήμα βήμα. Επίσης, είναι δυνατή η δημιουργία χρονικών περιορισμών π.χ. για ένα συγκεκριμένο string να ξεκινήσει μια συγκεκριμένη ημερομηνία ή να έχει ολοκληρωθεί μέχρι κάποια ημερομηνία, ή σε σχέση με κάποιο άλλο string π.χ. να ξεκινήσει το ένα όταν το άλλο φτάσει στο 50% κ.τ.λ.

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας οι εξαρτήσεις έγιναν με βάση τους περιορισμούς και παραδοχές που αναφέρθηκαν στην ενότητα 5.1.. Συγκεκριμένα κατά τη δημιουργία των εξαρτήσεων ορίστηκαν να γίνονται εργασίες όχι μόνο στον ένα φακό εκμετάλλευσης και εφόσον εξοφληθεί αυτός να προχωρούν οι εργασίες στον επόμενο, αλλά να γίνονται εργασίες ταυτόχρονα. Γεγονός που προέκυψε από τον στόχο που τέθηκε στην αρχή την ελαχιστοποίηση του νεκρού χρόνου κατά τη διάρκεια των εργασιών και από τον περιορισμό που θέτει η φάση της λιθογόμωσης, δηλαδή να περάσει το απαραίτητο χρονικό διάστημα των 7 ημερών για τη συνέχεια της εκμεταλλεύσης στην ακριβώς δίπλα στοά. Συνεπώς, ήταν αναγκαίο όταν δεν ήταν διαθέσιμα παραγωγικά μέτωπα στον ένα φακό εκμετάλλευσης να συνεχίζονται οι εργασίες στον επόμενο. Για παράδειγμα με τη λιθογόμωση της στοάς -250_1_7 αρχίζει η εκμετάλλευση στο φακό 2 για να είναι συνεχής ο κύκλος των εργασιών.



Εικόνα 5.5.: Παράδειγμα ορισμού σειράς ανάπτυξης

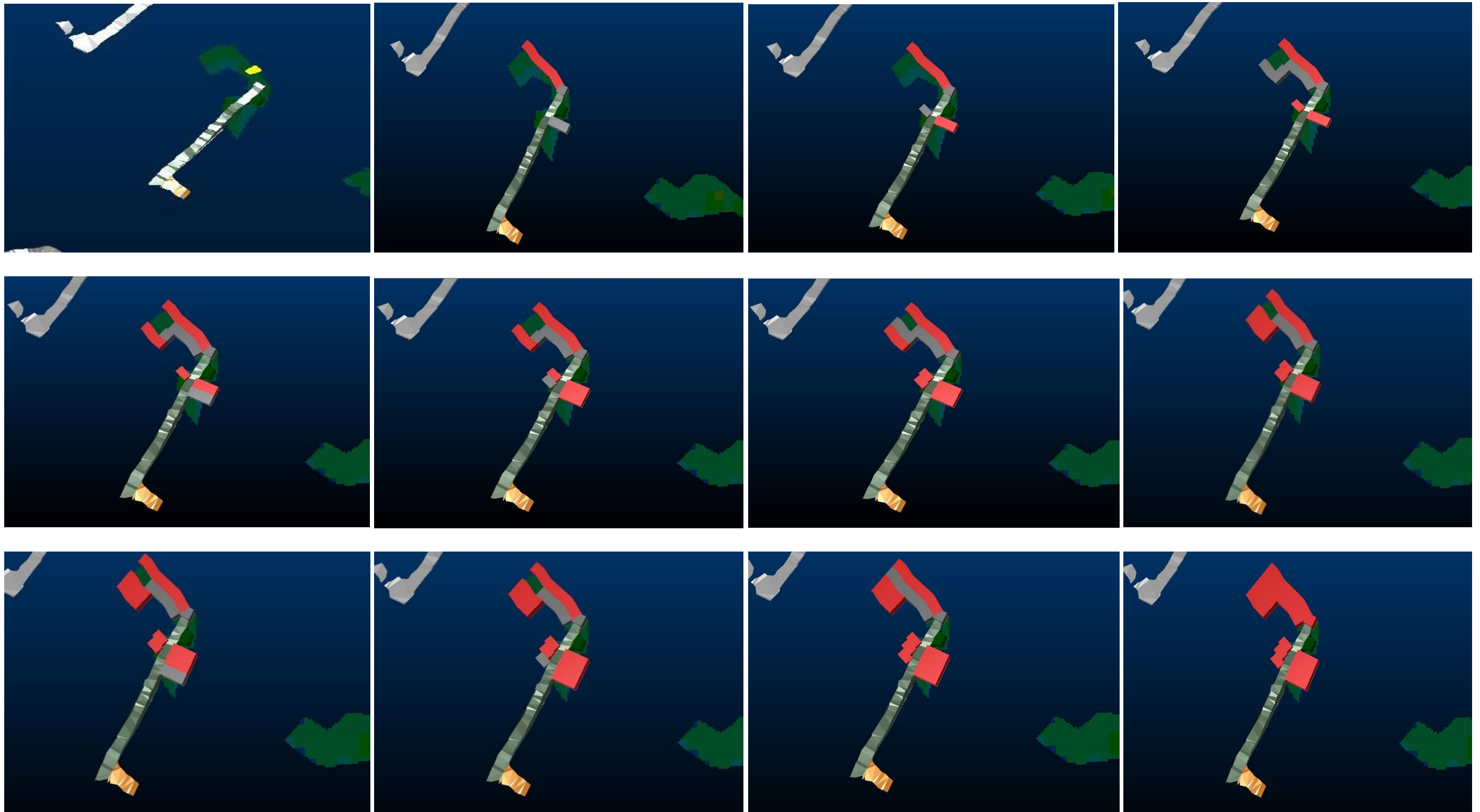
Επίσης, είναι απαραίτητο να διευκρινιστούν οι λόγοι που οδήγησαν στο να σχεδιαστεί με αυτό τον τρόπο το αριστερό κομμάτι του φακού 2. Οι κύριοι λόγοι λοιπόν είναι η ιδιομορφία του κοιτάσματος σε αυτό το σημείο και ο στόχος της ελαχιστοποίησης της πρόσμιξης στείρου υλικού στο μέταλλευμα. Επομένως, έχοντας ως γνώμονα αυτούς τους λόγους γίνεται η εκμετάλλευση 45 m στη στοά -250_2_3 και έπειτα συνεχίζεται η εκμετάλλευση 5m στη διπλανή στοά -250_2_5 έως φθάσει η

εκμετάλλευση στη στοά -250_2_13, η οποία αποτελεί την επαφή της μεταλλοφορίας. Η επιλογή των 5m για την προχώρηση έγινε, ώστε να είναι εφικτή η πρόσβαση και η λειτουργία των μηχανημάτων και για να μην είναι πολύ μεγάλο το άνοιγμα που θα δημιουργείται.

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω βημάτων τελειώνει η διαδικασία σχεδιασμού του επιπέδου -250 στο Studio 5D Planner. Προκειμένου να είναι πιο σαφής ο σχεδιασμός του επιπέδου -250 για την παρουσίαση του χρησιμοποιείται το πρόγραμμα EPS in Touch της Datamine, το οποίο δίνει την δυνατότητα προβολής της ανάπτυξης του μεταλλείου σε ένα τρισδιάστατο animation.

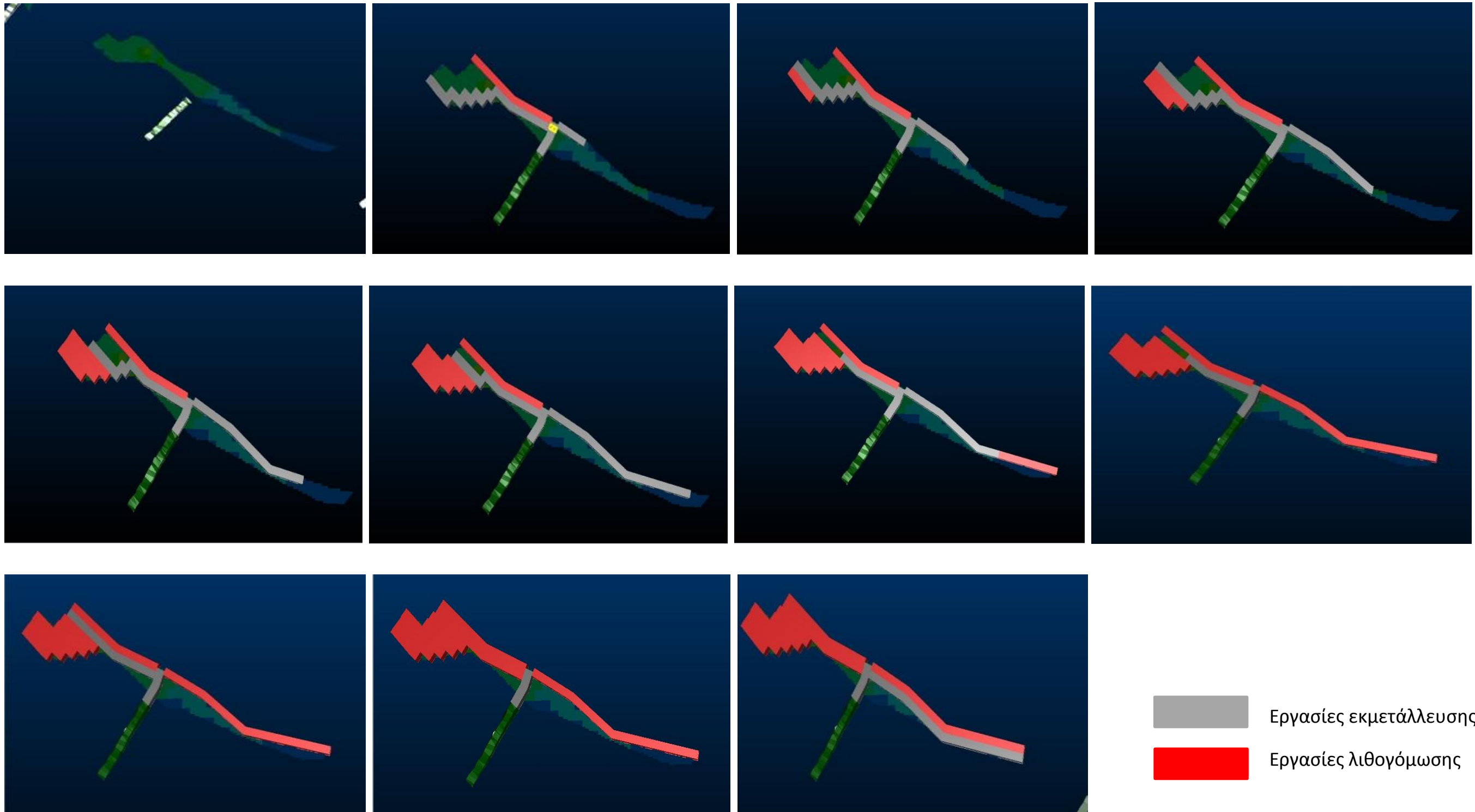
Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζεται η σταδιακή προχώρηση της εκμετάλλευσης με γκρι χρώμα και η προχώρηση της λιθογόμωσης με κόκκινο χρώμα στο φακό εκμετάλλευσης 1, στο φακό εκμετάλλευσης 2 και στο φακό εκμετάλλευσης 3.

ΦΑΚΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ 1

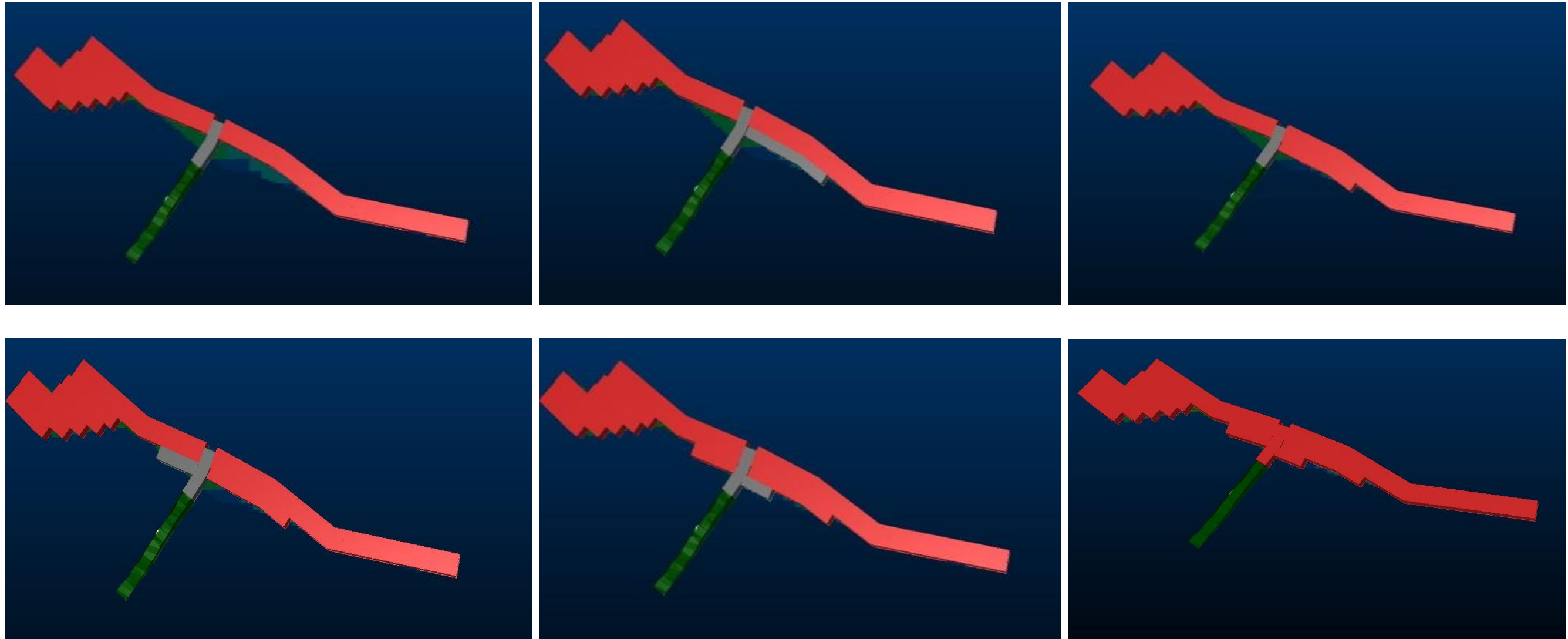


Εργασίες εκμετάλλευσης
Εργασίες λιθογόμεσης

ΦΑΚΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ 2

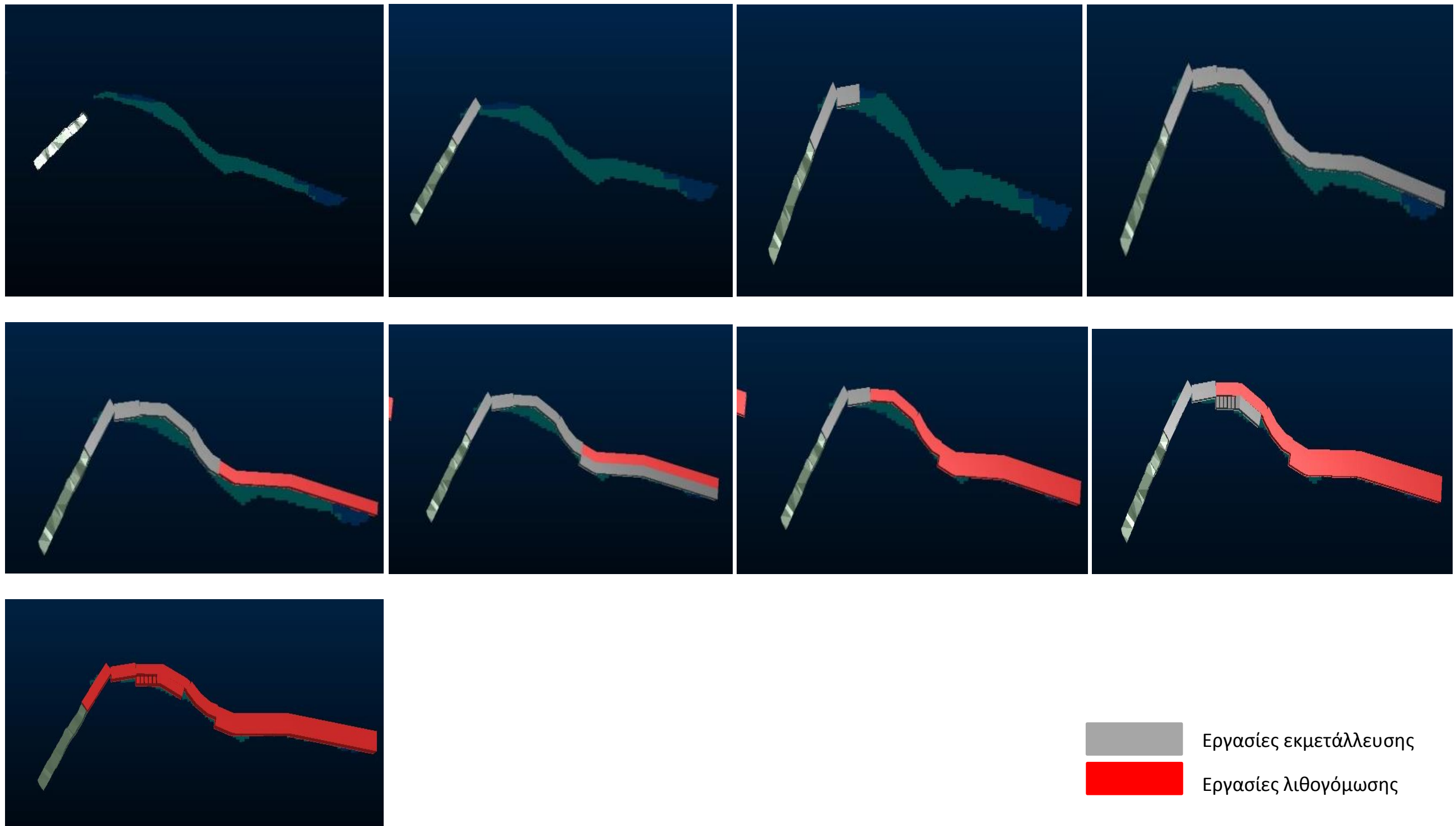


ΦΑΚΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ 2



■ Εργασίες εκμετάλλευσης
■ Εργασίες λιθογόμωσης

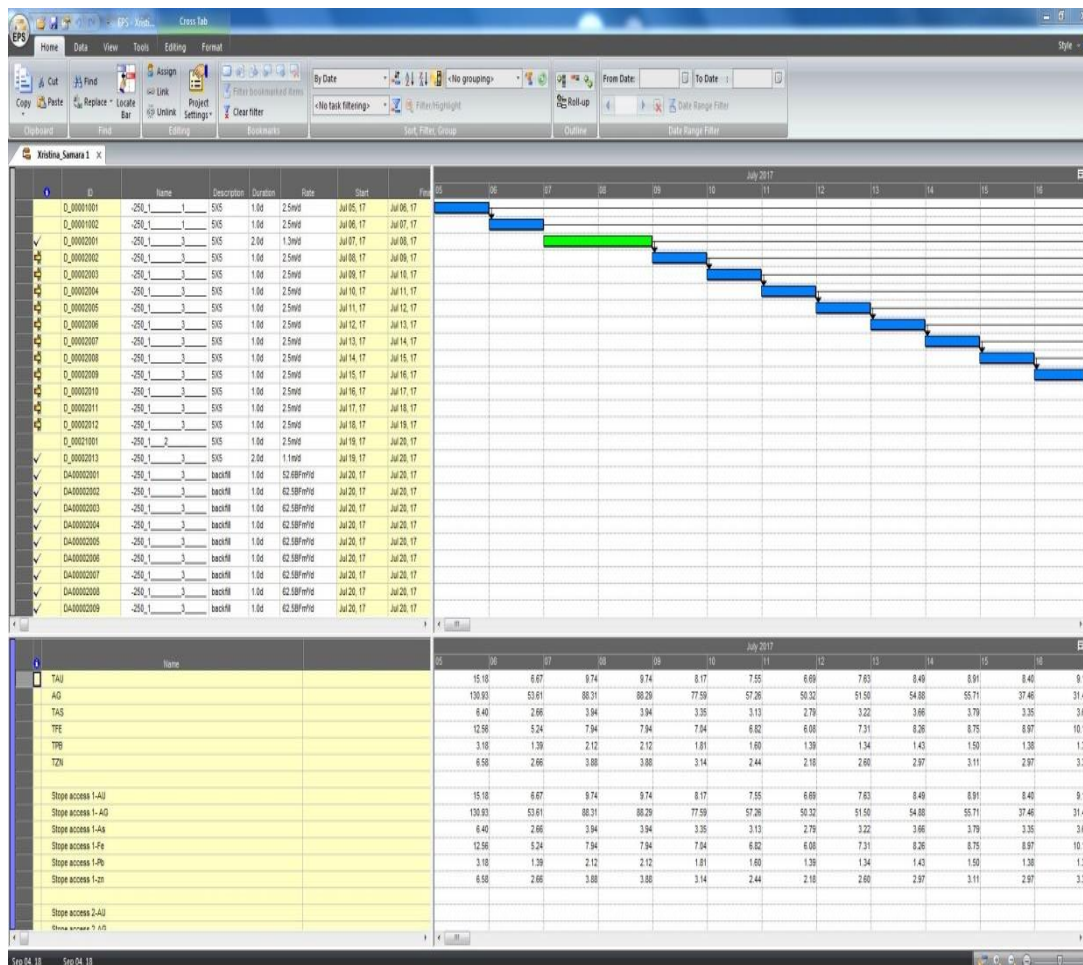
ΦΑΚΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ 3



5.4. Περιγραφή της διαδικασίας προγραμματισμού των εργασιών με το πρόγραμμα EPS της Datamine

Εάν είναι σωστή η σειρά ανάπτυξης, το επόμενο βήμα είναι η εξαγωγή όλων των δεδομένων από το Studio 5D στο τρίτο πρόγραμμα της διαδικασίας το Enhanced Production Scheduler (EPS). Το EPS μπορεί να δημιουργήσει ένα χρονοδιάγραμμα ζωής του μεταλλείου, καθώς δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού του όγκου, των τόνων και της περιεκτικότητας σε μέταλλα ανά βήμα προχώρησης. Επίσης, είναι εφικτή η ανάλυση του κοιτάσματος σε περιεκτικότητα μετάλλων και άλλων χρήσιμων ορυκτών, άρα ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης γίνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Το EPS δίνει μια εντελώς διαφορετική απόδοση των δεδομένων μας με την βοήθεια 4 πινάκων, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



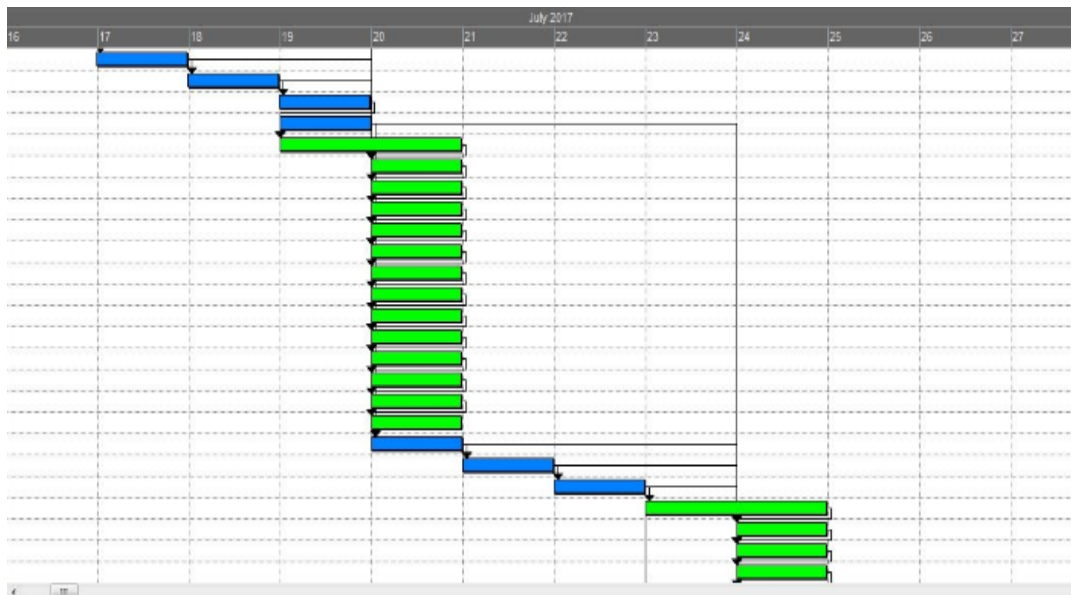
Εικόνα 5.6.: Γενική εικόνα του προγράμματος EPS

Στον πρώτο πίνακα παρουσιάζονται τα strings σε κομμάτια με βάση το μέγεθος που ορίστηκαν προηγουμένως, κάθε ένα με μια χαρακτηριστική ονομασία, παρουσιάζοντας την διατομή της στοάς στην περίπτωση που στο κομμάτι αυτό γίνεται εκμετάλλευση και την περιγραφή backfill στην περίπτωση που το κομμάτι αυτό λιθογομώνεται, τον ρυθμό προχώρησης που ορίστηκε για την εκμετάλλευση και την παροχή της λιθογόμωσης αντίστοιχα, αλλά και την διάρκεια που θα κάνει το κάθε κομμάτι να εξορυχτεί ή να λιθογομωθεί. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια ενδεικτική εικόνα αυτού του πίνακα.

ID	Name	Description	Duration	Rate	Start	Finish
D_00001001	-250_1_____1	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 05, 17	Jul 06, 17
D_00001002	-250_1_____1	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 06, 17	Jul 07, 17
		5X5	2.0d	1.3m/d	Jul 07, 17	Jul 08, 17
D_00002002	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 08, 17	Jul 09, 17
D_00002003	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 09, 17	Jul 10, 17
D_00002004	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 10, 17	Jul 11, 17
D_00002005	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 11, 17	Jul 12, 17
D_00002006	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 12, 17	Jul 13, 17
D_00002007	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 13, 17	Jul 14, 17
D_00002008	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 14, 17	Jul 15, 17
D_00002009	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 15, 17	Jul 16, 17
D_00002010	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 16, 17	Jul 17, 17
D_00002011	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 17, 17	Jul 18, 17
D_00002012	-250_1_____3	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 18, 17	Jul 19, 17
D_00021001	-250_1_____2	5X5	1.0d	2.5m/d	Jul 19, 17	Jul 20, 17
D_00002013	-250_1_____3	5X5	2.0d	1.1m/d	Jul 19, 17	Jul 20, 17
DA00002001	-250_1_____3	backfill	1.0d	52.6BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002002	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002003	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002004	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002005	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002006	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002007	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002008	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002009	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002010	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17
DA00002011	-250_1_____3	backfill	1.0d	62.5BFm ³ /d	Jul 20, 17	Jul 20, 17

Εικόνα 5.7.: Πίνακας 1 από το πρόγραμμα EPS

Στον δεύτερο πίνακα, δίνεται η σειρά εξόρυξης υπό μορφή γραφήματος Gantt, στο οποίο παρουσιάζεται η χρονική διάρκεια αλλά και η αλληλουχία των εργασιών, όπως έχουν οριστεί στο Studio 5D Planner. Παρακάτω παρουσιάζεται μια ενδεικτική εικόνα του πίνακα αυτού.



Εικόνα 5.8.: Γράφημα Gantt

Στον τρίτο πίνακα, δίνεται η δυνατότητα να οριστούν όσα μεγέθη χρειάζεται να υπολογίζει το πρόγραμμα κατά την πορεία του έργου. Στην περίπτωση μας τα μεγέθη που ορίστηκαν είναι οι συνολικές περιεκτικότητες σε χρυσό (Au), άργυρο (Ag), αρσενικό (As), σίδηρο (Fe), μόλυβδο (Pb), ψευδάργυρο (Zn), καθώς και οι περιεκτικότητες των παραπάνω μετάλλων σε κάθε στοά πρόσβασης ξεχωριστά. Για τον ορισμό αυτών των μεγεθών ήταν απαραίτητη πρώτα η δημιουργία κάποιων φίλτρων. Συγκεκριμένα έγιναν 3 φίλτρα για κάθε στοά πρόσβασης ξεχωριστά, έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι αναφορές για κάθε μέταλλο και για κάθε φακό εκμετάλλευσης. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητή η σημασία των attributes που ορίσαμε στο Studio 5D, καθώς τα δεδομένα για τη δημιουργία των αναφορών πάρθηκαν από τα attributes. Επομένως, είναι σημαντικό να γνωρίζει ο μηχανικός από την αρχή το τι θα χρειαστεί και να το ορίσει στο Studio 5D, δηλαδή πρέπει να έχει γίνει σωστή προετοιμασία και οργάνωση για να προκύψει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Επίσης, ορίστηκαν οι εξορυσσόμενοι τόνοι μεταλλεύματος σε όλο το επίπεδο – 250 και σε κάθε φακό εκμετάλλευσης ξεχωριστά. Τέλος, τον όγκο του υλικού λιθογώμωσης που χρησιμοποιήθηκε για όλο το επίπεδο -250 και για κάθε φακό εκμετάλλευσης ξεχωριστά. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια ενδεικτική εικόνα για τον τρίτο και τον τέταρτο πίνακα.

Name	August 2018		August 2019				04	0
	30	31	01	02	03			
TAU	8.99	9.17	9.27	9.73	9.73	8.89		
AG	104.85	100.81	96.59	105.93	110.13	131.67		
TAS	5.77	5.78	3.53	6.32	6.24	4.95		
TFE	16.61	16.26	14.86	16.23	16.18	15.98		
TPB	3.35	3.23	3.41	3.22	3.33	4.13		
TZN	4.13	4.08	3.09	3.86	3.81	3.22		
Stope access 1-AU								
Stope access 1- AG								
Stope access 1-As								
Stope access 1-Fe								
Stope access 1-Pb								
Stope access 1-zn								
Stope access 2-AU			4.14					
Stope access 2-AG			94.48					
Stope access 2-As			4.14					
Stope access 2-Fe			16.05					
Stope access 2-Pb			3.22					
Stope access 2-Zn			1.90					
Stope access 3-AU	8.99	9.17	6.58	9.73	9.73	8.89		
Stope access 3-AG	104.85	100.81	98.39	105.93	110.13	131.67		
Stope access 3-As	5.77	5.78	3.02	6.32	6.24	4.95		
Stope access 3-Fe	8.99	9.17	6.58	9.73	9.73	8.89		
Stope access 3-Pb	3.35	3.23	3.56	3.22	3.33	4.13		
Stope access 3-Zn	4.13	4.08	4.10	3.86	3.81	3.22		
Mined Tonnes	187.11	185.99	5,739.36	186.53	186.55	152.35		
Stope access 1-Mined Tt								
Stope access 2-Mined Tt			2,638.11					
Stope access 3-Mined Tt	187.11	185.99	3,101.25	186.53	186.55	152.35		
BackFill Volume			4,312.82			265.12	1,257.53	
Stope access 1-Backfill								
Stope access 2-Backfill			1,206.73					
Stope access 3-Backfill			3,106.09			265.12	1,257.53	

Εικόνα 5.9.: Πίνακας 3 και 4 του προγράμματος EPS

Τέλος, στον τέταρτο πίνακα παρουσιάζονται οι υπολογιζόμενες τιμές των μεγεθών που ορίστηκαν στον τρίτο πίνακα, ανάλογα την επιλογή του ημερολογίου που ορίζεται ανά μέρα και στο τέλος κάθε μήνα να παρουσιάζεται μια μέση τιμή για κάθε μέγεθος που ορίστηκε πχ τη μέση περιεκτικότητα του χρυσού κατά τη διάρκεια ενός μήνα.

5.5. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για το επίπεδο -250

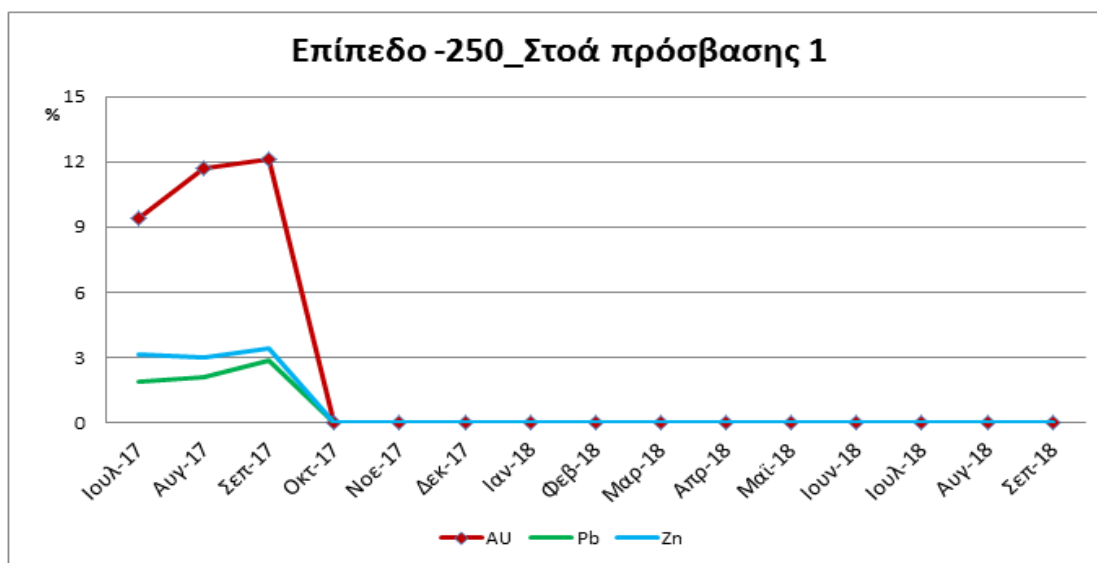
Κατόπιν, όλης της διαδικασίας σχεδιασμού και προγραμματισμού του επιπέδου - 250 με τα προγράμματα Studio 3D, Studio 5D Planner και EPS προέκυψε ότι η

διάρκεια του έργου είναι περίπου ένας χρόνος, καθώς η εκμετάλλευση του επιπέδου αρχίζει στις 5 Ιουλίου του 2017 και τελειώνει με την πλήρης απόληψη του κοιτάσματος στις 4 Σεπτεμβρίου του 2018. Επίσης, επιτυγχάνεται η πλήρης αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων, δηλαδή του ανθρώπινου δυναμικού και του εξοπλισμού. Έφοσον, από τον προγραμματισμό με το EPS προκύπτει ότι κάθε μέρα καθ' όλη τη διάρκεια του έργου γίνεται και μια διαφορετική εργασία (εκμετάλλευση ή λιθογόμωση) χωρίς καμία ημέρα να παραμένει ανεκμετάλλευτη.

Με βάση τα δεδομένα από το EPS έγιναν ορισμένα διαγράμματα που αφορούν τις περιεκτικότητες των μετάλλων για όλους τους μήνες διεξαγωγής του έργου στο επίπεδο -250 και πιο αναλυτικά για κάθε φακό εκμετάλλευσης, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Επίπεδο -250_Στοά πρόσβασης 1			
	AU(gr/t)	Pb(%)	Zn(%)
Ιουλ-17	9,39	1,87	3,16
Αυγ-17	11,72	2,12	3,02
Σεπ-17	12,15	2,84	3,4

Πίνακας 5.2.: Φακός εκμετάλλευσης 1 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα

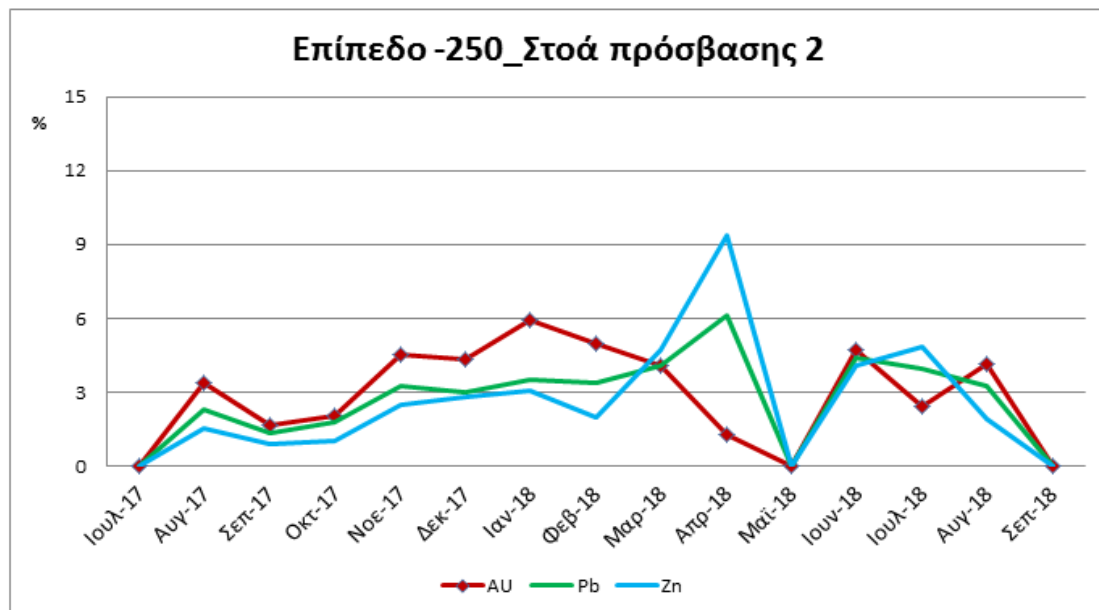


Διάγραμμα 5.1.: Φακός εκμετάλλευσης 1 μέσες περιεκτικότητες ανά μήνα για τον AU, Pb και Zn

Από το διάγραμμα μέσων περιεκτικοτήτων ανά μήνα για το φακό εκμετάλλευσης 1 προκύπτει ότι μέσα σε τρεις μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο ολοκληρώνονται οι εργασίες στη στοά πρόσβασης 1. Επίσης, παρατηρείται ότι το κοίτασμα είναι πλούσιο σε χρυσό, καθώς οι μέσες περιεκτικότητες κυμαίνονται από 9,39gr/t έως 12,15gr/t, ενώ οι περιεκτικότητες σε μόλυβδο και ψευδάργυρο είναι χαμηλότερες με το μόλυβδο να κυμαίνονται από 1,87% έως 2,84% και το ψευδάργυρο από 3,16% έως 3,4%.

Επίπεδο -250_Στοά Πρόσβασης 2			
	AU(gr/t)	Pb(%)	Zn(%)
Αυγ-17	3,35	2,32	1,56
Σεπ-17	1,64	1,33	0,89
Οκτ-17	2,05	1,81	0,99
Νοε-17	4,5	3,27	2,49
Δεκ-17	4,31	3,02	2,78
Ιαν-18	5,93	3,5	3,06
Φεβ-18	4,97	3,35	1,96
Μαρ-18	4,08	4,08	4,72
Απρ-18	1,3	6,11	9,39
Μαϊ-18	0	0	0
Ιουν-18	4,71	4,37	4,08
Ιουλ-18	2,42	3,97	4,86
Αυγ-18	4,14	3,22	1,9

Πίνακας 5.3.: Φακός εκμετάλλευσης 2 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα

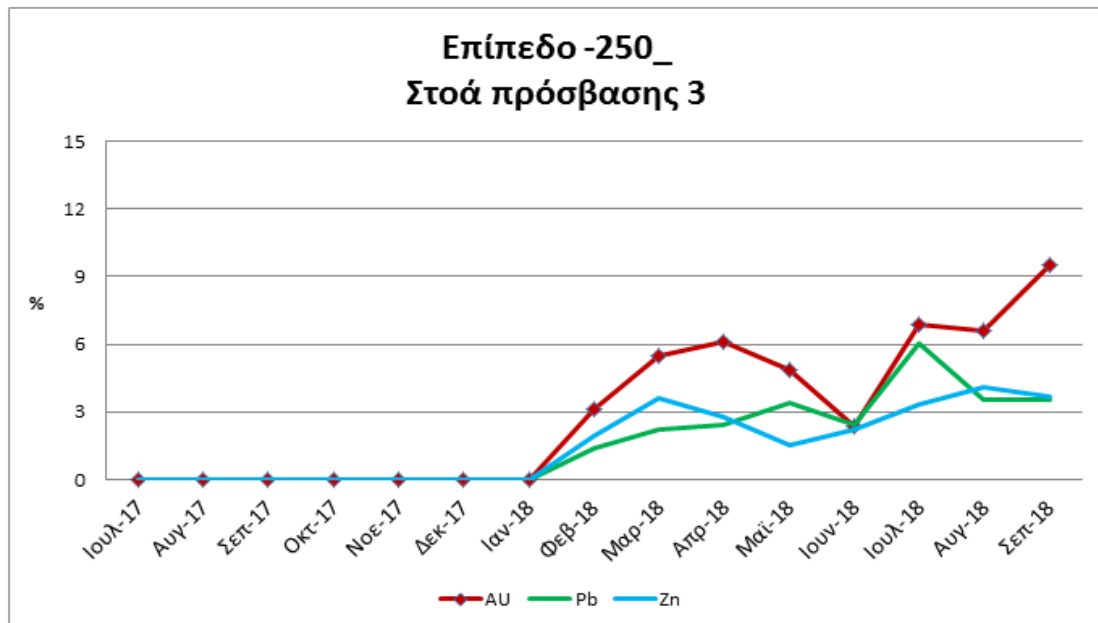


Διάγραμμα 5.2.: Φακός εκμετάλλευσης 2 μέσες περιεκτικότητες ανά μήνα για τον AU, Pb και Zn

Παραπάνω παρουσιάζεται το αντίστοιχο διάγραμμα για το φακό εκμετάλλευσης 2 από το οποίο συμπεραίνεται ότι το έργο διαρκεί περίπου ένα χρόνο ξεκινώντας τον Αύγουστο του 2017 και τελειώνοντας τον Αύγουστο του 2018 με τον Μάιο να μην γίνονται εργασίες στο φακό εκμετάλλευσης 2 γιατί προχωράει η εκμετάλλευση στο φακό εκμετάλλευσης 3. Ακόμη, παρατηρείται τον Απρίλιο του 2018 ότι ο μόλυβδος και ο ψευδάργυρος παρουσιάζουν την μέγιστη τιμή τους με το μόλυβδο να έχει μέγιστη τιμή 6,11% και τον ψευδάργυρο 9,39%, ενώ ο χρυσός τον ίδιο μήνα παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή του 1,3gr/t. Επίσης, η περιεκτικότητα του κοιτάσματος σε μόλυβδο και ψευδάργυρο ελαχιστοποιείται τον Σεπτέμβριο του 2017 με τιμές 1,33% και 0,89% αντίστοιχα. Τέλος, ο χρυσός μεγιστοποιείται τον Ιανουάριο του 2018 με τιμή 5,93gr/t.

Επίπεδο -250_Στοά Πρόσβασης 3			
	AU(gr/t)	Pb(%)	Zn(%)
Φεβ-18	3,12	1,4	1,93
Μαρ-18	5,51	2,19	3,6
Απρ-18	6,12	2,42	2,8
Μαϊ-18	4,83	3,38	1,55
Ιουν-18	2,33	2,46	2,19
Ιουλ-18	6,9	6,06	3,3
Αυγ-18	6,58	3,56	4,1
Σεπ-18	9,49	3,52	3,66

Πίνακας 5.4.: Φακός εκμετάλλευσης 3 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα



Διάγραμμα 5.3.: Φακός εκμετάλλευσης 3 μέσες περιεκτικότητες ανά μήνα για τον AU, Pb και Zn

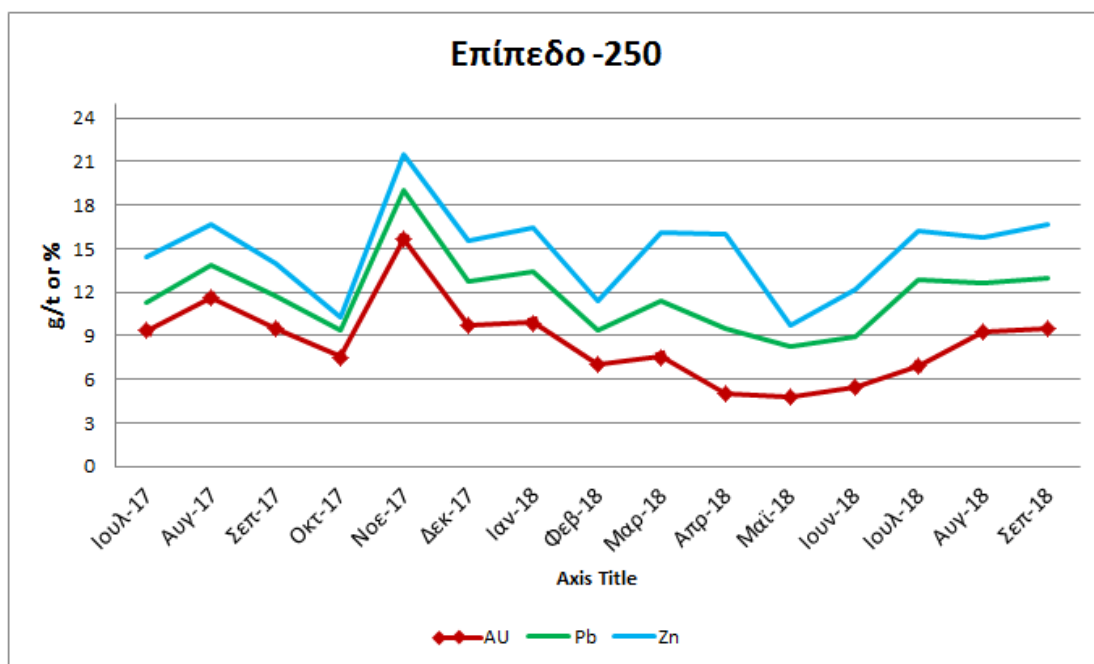
Όσον αφορά το φακό εκμετάλλευσης 3 από το διάγραμμα παρατηρείται ότι οι εργασίες ξεκινούν τον Φεβρουάριο του 2018 και τελειώνουν τον Σεπτέμβριο του 2018. Ο χρυσός έχει μέγιστη τιμή 9,49gr/t τον Σεπτέμβριο του 2018 και ελάχιστη τιμή τον Ιούνιο του 2018 2,33gr/t αντίστοιχα ο μόλυβδος έχει μέγιστη τιμή τον

Ιούλιο 6,06% και ελάχιστη το Φεβρουάριο 1,4% και ο ψευδάργυρος μεγιστοποιείται τον Αύγουστο 4,1% και ελαχιστοποιείται τον Μάιο 1,55%.

Γενικά και από τα τρία διαγράμματα συμπεραίνεται ότι το κοίτασμα έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χρυσό στο φακό εκμετάλλευσης 1, ενώ ο μόλυβδος παρουσιάζει μια σχετική σταθερότητα με λίγο μεγαλύτερες περιεκτικότητες στο φακό εκμετάλλευσης 2 το ίδιο παρατηρείται και για τον ψευδάργυρο. Ωστόσο, οι αυξομειώσεις των περιεκτικότητων δεν είναι πολύ μεγάλες για να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη σύσταση του κοιτάσματος.

Επίπεδο -250			
	AU(gr/t)	Pb(%)	Zn(%)
Ιουλ-17	9,39	1,87	3,16
Αυγ-17	11,66	2,15	2,82
Σεπ-17	9,52	2,17	2,28
Οκτ-17	7,53	1,81	0,99
Νοε-17	15,7	3,27	2,49
Δεκ-17	9,7	3,02	2,78
Ιαν-18	9,88	3,5	3,06
Φεβ-18	7,02	2,4	1,95
Μαρ-18	7,53	3,92	4,63
Απρ-18	5,02	4,5	6,51
Μαϊ-18	4,83	3,38	1,55
Ιουν-18	5,48	3,48	3,2
Ιουλ-18	6,87	6,02	3,33
Αυγ-18	9,27	3,41	3,09
Σεπ-18	9,49	3,52	3,66

Πίνακας 5.5.: Επίπεδο -250 μέσες περιεκτικότητες του AU, Pb και Zn ανά μήνα

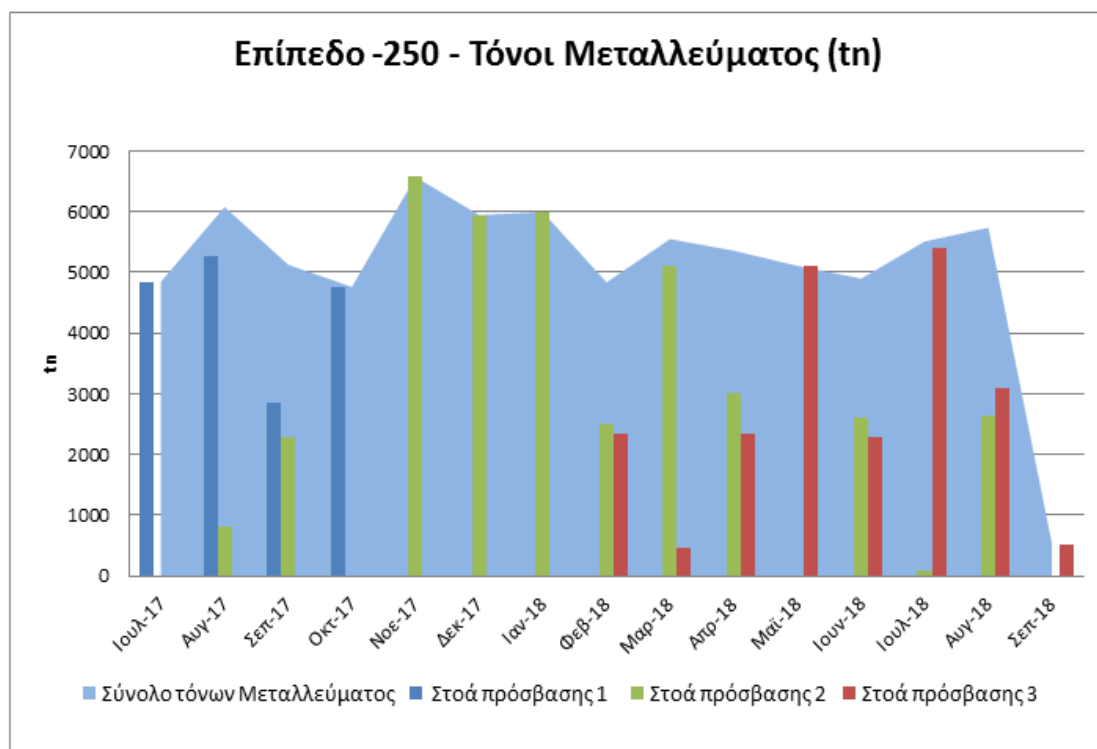


Διάγραμμα 5.4.: Μέσες περιεκτικότητες των AU, Pb και Zn ανά μήνα για το επίπεδο - 250

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσες περιεκτικότητες του χρυσού, του μολύβδου και του ψευδάργυρου για όλους τους μήνες που θα διαρκέσει το έργο. Παρατηρείται ότι οι περιεκτικότητες κυμαίνονται περίπου στα ίδια επίπεδα για όλο το χρόνο με το χρυσό να έχει ελάχιστη τιμή 5,02gr/t τον Απρίλιο του 2018 και μέγιστη τιμή 15,7gr/t τον Νοέμβριο του 2017, το μολύβδο να έχει ελάχιστη τιμή 1,81% τον Οκτώβριο του 2017 και μέγιστη τιμή 6,02% τον Απρίλιο του 2018 και με το ψευδάργυρο να έχει ελάχιστη τιμή 0,99% τον Οκτώβριο του 2017 και μέγιστη τιμή 6,51% τον Απρίλιο του 2018.

Επίπεδο -250				
Τόνοι Μεταλλεύματος (tn)				
	Στοά πρόσβασης 1	Στοά πρόσβασης 2	Στοά πρόσβασης 3	Σύνολο τόνων Μεταλλεύματος
Ιουλ-17	4850	0	0	4850
Αυγ-17	5258	820	0	6078
Σεπ-17	2847	2281	0	5128
Οκτ-17	4762	0	0	4762
Νοε-17	0	6571	0	6571
Δεκ-17	0	5946	0	5946
Ιαν-18	0	5995	0	5995
Φεβ-18	0	2489	2348	4838
Μαρ-18	0	5098	452	5551
Απρ-18	0	3019	2341	5359
Μαϊ-18	0	0	5107	5107
Ιουν-18	0	2612	2289	4900
Ιουλ-18	0	99	5412	5511
Αυγ-18	0	2638	3101	5739
Σεπ-18	0	0	525	525

Πίνακας 5.6.: Τόνοι Μεταλλεύματος για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα

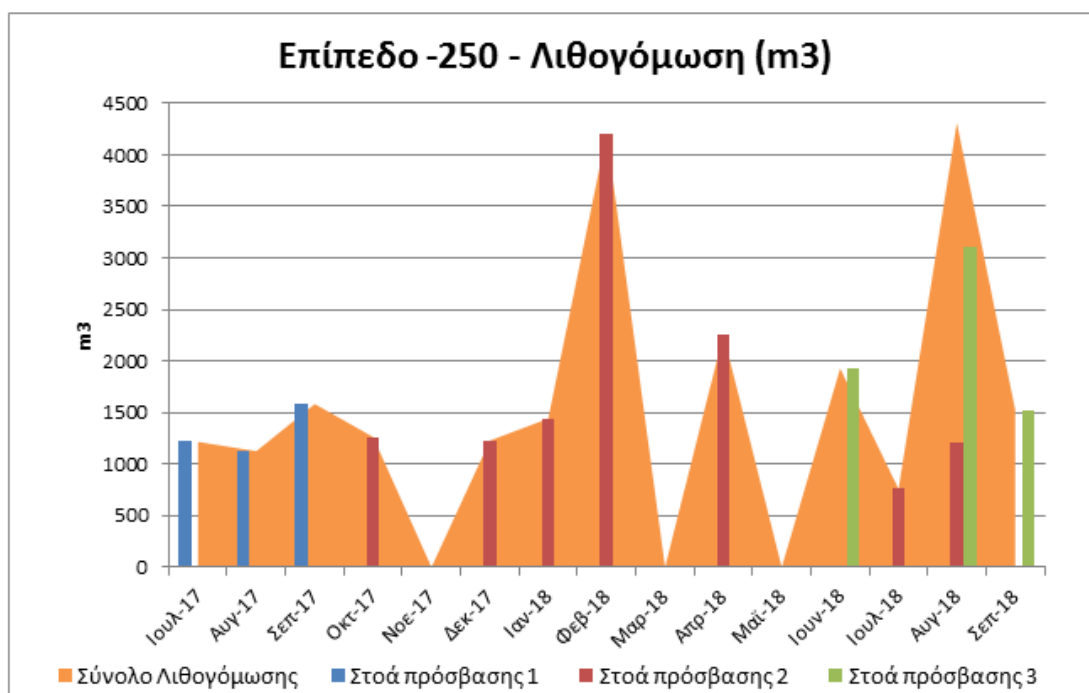


Διάγραμμα 5.5.: Τόνοι Μεταλλεύματος για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι η παραγωγή κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 525 - 6.575 tn με το Νοέμβριο του 2018 η παραγωγή να μεγιστοποιείται με την εξόρυξη 6.571t μεταλλεύματος και τον Σεπτέμβριο του 2018 να ελαχιστοποιείται, καθώς η εξόρυξη του επιπέδου τελειώνει στις 4 Σεπτεμβρίου. Στο σύνολο εξορύχτηκαν 76.862 τόνοι μεταλλεύματος από τους οποίους οι 17.718t εξορύχτηκαν από το φακό εκμετάλλευσης 1, οι 37.569t από το φακό εκμετάλλευσης 2 και οι 21.576t από το φακό εκμετάλλευσης 3. Στη φάση ανάπτυξης Α, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 4, θα γίνεται μια συντηρητική εξόρυξη των 300.000-400.000 τόνων μεταλλεύματος ετησίως. Επομένως, η παραγωγή 76.862 τόνων μεταλλεύματος από το επίπεδο -250 θεωρείται ικανοποιητική δεδομένου του γεγονότος ότι ταυτόχρονα με την εξόρυξη στο επίπεδο -250 γίνεται εξόρυξη και σε άλλα επίπεδα του μεταλλείου.

Επίπεδο -250				
Λιθογόμωση				
	Στοά πρόσβασης 1	Στοά πρόσβασης 2	Στοά πρόσβασης 3	Σύνολο Λιθογόμωσης
Ιουλ-17	1217	0	0	1217
Αυγ-17	1126	0	0	1126
Σεπ-17	1584	0	0	1584
Οκτ-17	0	1263	0	1263
Νοε-17	0	0	0	0
Δεκ-17	0	1229	0	1229
Ιαν-18	0	1442	0	1442
Φεβ-18	0	4209	0	4209
Μαρ-18	0	0	0	0
Απρ-18	0	2258	0	2258
Μαϊ-18	0	0	0	0
Ιουν-18	0	0	1929	1929
Ιουλ-18	0	759	0	759
Αυγ-18	0	1207	3106	4313
Σεπ-18	0	0	1523	1523

Πίνακας 5.7.: Λιθογόμωση για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα

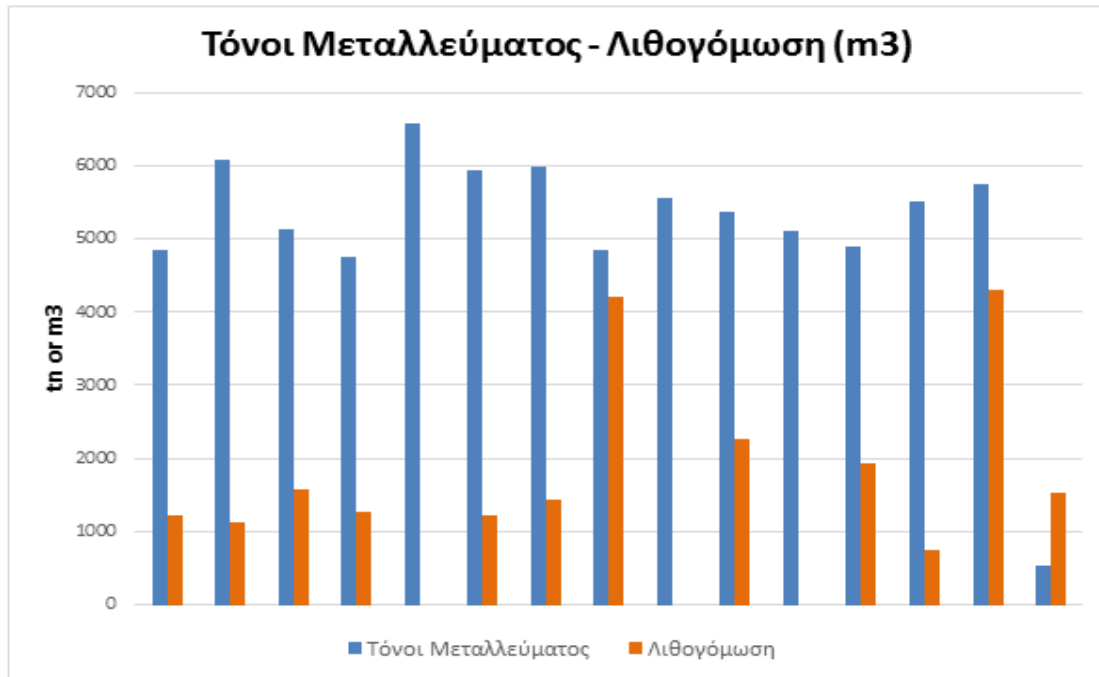


Διάγραμμα 5.6.: Λιθογόμωση για κάθε φακό εκμετάλλευσης ανά μήνα

Όσον αφορά τη λιθογόμωση συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 22.852 m³ για τη πλήρη λιθογόμωση του επιπέδου -250. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν 3.927 m³ για το φακό εκμετάλλευσης 1, 12.368 m³ για το φακό εκμετάλλευσης 2 και τέλος 6.557 m³ για το φακό εκμετάλλευσης 3.

Τόνοι Μεταλλεύματος - Λιθογόμωση		
	Τόνοι Μεταλλεύματος	Λιθογόμωση
Ιουλ-17	4850	1217
Αυγ-17	6078	1126
Σεπ-17	5128	1584
Οκτ-17	4762	1263
Νοε-17	6571	0
Δεκ-17	5946	1229
Ιαν-18	5995	1442
Φεβ-18	4838	4209
Μαρ-18	5551	0
Απρ-18	5359	2258
Μαϊ-18	5107	0
Ιουν-18	4900	1929
Ιουλ-18	5511	759
Αυγ-18	5739	4313
Σεπ-18	525	1523

Πίνακας 5.8.: Τόνοι μεταλλεύματος και Λιθογόμωση ανά μήνα



Διάγραμμα 5.7.: Τόνοι μεταλλεύματος και λιθογόμωση ανά μήνα

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο προγραμματισμός των εργασιών μιας εκμετάλλευσης και η επιλογή κατάλληλου σχεδιασμού αποτελεί ένα κρίσιμο στοιχείο για την επιτυχή υλοποίηση του έργου. Αυτό αφορά τόσο στο στρατηγικό επίπεδο προγραμματισμού και ελέγχου των εργασιών όσο και σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα ώστε να προγραμματίζονται και να προϋπολογίζονται οι τρέχουσες και άμεσες εργασίες.

Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που εξάγονται από την εργασία αυτή είναι τα εξής:

- Στα μεταλλευτικά έργα ο σωστός σχεδιασμός της εκμετάλλευσης και η πλήρης οργάνωση των εργασιών με την βοήθεια του προγραμματισμού από την αρχή είναι παράμετροι υψίστης σημασίας για την ομαλή λειτουργία και ολοκλήρωση του έργου. Συνεπώς, είναι απαραίτητο πριν την έναρξη της εκμετάλλευσης να έχει γίνει μια ολοκληρωμένη και λεπτομερής μελέτη.
- Η χρήση μεταλλευτικών προγραμμάτων, όπως της Datamine, στο σχεδιασμό υπογείων εξορυκτικών έργων παρέχει ένα πλήθος δυνατοτήτων στο μηχανικό, όπως ταχύτητα, δυνατότητα δημιουργίας και αξιολόγησης εναλλακτικών σχεδίων εκμετάλλευσης, ακρίβεια στις μετρήσεις εμβαδών, όγκων, κ.ά., δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης των εργασιών, τον βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο προγραμματισμό της εκμετάλλευσης βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων για την παραγωγή, σχεδιασμό ανατινάξεων, κ.ά. Επομένως, η χρήση τους αποτελεί ένα σημαντικό βοήθημα για τους μηχανικούς.
- Συγκεκριμένα το **Studio 5D Planner** δίνει τη δυνατότητα για μια δομημένη ροή εργασίας καθοδηγεί τον χρήστη μέσω της διαδικασίας σχεδιασμού και επεξεργασίας δεδομένων, με εκτεταμένη αυτοματοποίηση καθιστώντας τη διαδικασία εξαιρετικά αποδοτική και ισχυρή. Τα πρότυπα των μεταλλείων ενσωματώνονται σε πρότυπα και πολλοί χρήστες μπορούν να εργάζονται ταυτόχρονα σε τμήματα του μεταλλείου.
- Επίσης, με το **EPS** μπορεί να γίνει επαναπρογραμματισμός των εργασιών με βάση τους στόχους που ορίζονται στην φάση του βραχυπρόθεσμου

προγραμματισμού. Οι στόχοι μπορεί να αφορούν την επίτευξη επιθυμητών περιεκτικότητων, τόνων παραγωγής, συνδυασμό των δύο ή και μία πληθώρα άλλων παραμέτρων και η αμφίδρομη συνεργασία που έχει με το Studio 5D Planner επιτρέπει την ενημέρωση του σχεδιασμού με βάση τον προγραμματισμό, αλλά και το αντίθετο.

- Ακόμη, με τη χρήση του Studio 5D και του EPS επιτυγχάνονται και οι δύο βασικοί στόχοι που τέθηκαν στην αρχή, δηλαδή η ελαχιστοποίηση της πρόσμιξης στείρου υλικού με τη μέγιστη δυνατή απόληψη και η εκμηδένιση του νεκρού χρόνου στον κύκλο εργασιών. Από τον προγραμματισμό που έγινε με το EPS προέκυψε ότι το έργο αρχίζει στις 5 Ιουλίου του 2017 και τελειώνει στις 4 Σεπτεμβρίου του 2018 χωρίς να υπάρχει καμία ημέρα κενή, καθώς υπάρχει σωστή οργάνωση σύμφωνα με τους διαθέσιμους πόρους.
- Τέλος, η χρήση προγραμμάτων συνεπάγεται σημαντικά οφέλη, όπως τον σχεδιασμό του έργου, παρακολούθηση και έλεγχο του έργου ανά πάσα στιγμή γεγονός που επιτρέπει την εύκολη και άμεση διαχείριση έκτακτων καταστάσεων, μεγάλες δυνατότητες χρονικής και οικονομικής ανάλυσης ενός έργου και μάλιστα εναλλακτικών υποθετικών σεναρίων (“what if “ scheduling), αυτόματη παραγωγή περιοδικών αναλυτικών εκθέσεων. Με τη βοήθεια των μεταλλευτικών προγραμμάτων επιτυγχάνονται με ευκολία οι στόχοι που θέτονται κάθε φορά κατά τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό των εργασιών

Βιβλιογραφικές αναφορές

Μπενάρδος, Α. (2014). *Μέθοδοι Υπόγειας Εκμετάλλευσης-Ελληνικές Εκμεταλλεύσεις*. Σημειώσεις μαθήματος Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Γκούτσος, Σ. (2004). *Ο προγραμματισμός*. Σημειώσεις πανεπιστημιακών παραδόσεων μαθήματος Βιομηχανική Διοίκηση Ι. Πάτρα.

Ασκούνης, Δ. (2016), *Προγραμματισμός Έργων*. Σημειώσεις μαθήματος Διοίκηση Παραγωγής και Συστημάτων Υπηρεσιών. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Τερεζοπούλου, Ν. (2003). *Μέθοδοι Υπογείων Εκμεταλλεύσεων*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις μαθήματος Σχεδιασμός υπογείων εκμεταλλεύσεων. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κάντζαρη, Μ. (2010). *Μοντέλα για τον χρονοπρογραμματισμό έργων με περιορισμένους πόρους*. Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών.

Μενεγάκη, Μ. (2010). *Σχεδιασμός υπαιθρίων εκμεταλλεύσεων*. Σημειώσεις μαθήματος Σχεδιασμός Υπαιθρίων Εκμεταλλεύσεων. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μαντέλα, Α. (2017). *Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και εφαρμοσιμότητα του στις Μεταλλευτικές Εγκαταστάσεις της Ελληνικός Χρυσός Α.Ε στην Κασσάνδα Χαλκιδική*. Διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κραουνάκης-Γκώγκος, Δ. (2014). *Εκτίμηση των επιπτώσεων στο τοπίο από τις μεταλλευτικές εγκαταστάσεις στη θέση Σκουριές στη Χαλκιδική, με εφαρμογή της μεθοδολογίας LETOPID*. Διπλωματική εργασία. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Kuchta, M., Newman, A. & Topal, E. (2004). *Implementing a Production Schedule at LKAB's Kiruna Mine*,

Hustrulid, W., & Kuchta, M. (1995), *Open Pit Mine Planning and Design* . London: Tay- lor & Francis/ Balkema .

Schulze, M. & Zimmermann, J. (2010), *Scheduling in the Context of Underground Mining*,

Frei, R. (1992). *Isotope (Pb, Rb-Sr, S, O, C, U-Pb) geochemical investigations on Tertiary intrusives and related mineralizations in the Serbomacedonian Pb-Zn, Sb + Cu-Mo metallogenetic province in northern Greece. Ph.D. Thesis, ETH, Zurich, p. 231.*

Ελληνικός Χρυσός , (2016). *Έκθεση Βιώσιμης Ανάπτυξης*

Enveco A.E. (2010). *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων Μεταλλευτικών-Μεταλλουργικών εγκαταστάσεων της Εταιρείας Ελληνικός Χρυσός στη Χαλκιδική.*

European Goldfields. (2011). *Technical Report on the Olympias Project Au Pb Zn Ag Deposit, Northern Greece*

<http://www.dataminesoftware.com/software/underground-planning-software/>

πρόσβαση 10/7/17

<http://www.hellas-gold.com/> πρόσβαση 28/03/17-12/10/17