



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“Σχεδιασμός εκμετάλλευσης υπόγειου βωξιτικού
κοιτάσματος με χρήση Η/Υ”**

ΚΑΣΤΑΝΗΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΜΠΕΝΑΡΔΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2016

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1. Βωξίτης - Ιστορική αναδρομή	8
1.2. Ελληνικές εταιρίες παραγωγής βωξίτη	9
1.3. Η εξόρυξη βωξίτη και η συμβολή στην οικονομία της Ελλάδας	13
2.ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑ	15
2.1.Κοιτασματολογία	15
2.1.1. Βωξίτης	15
2.1.2. Θεωρίες βωξιτογένεσης	16
2.1.3.Ορυκτολογική και χημική σύσταση βωξίτη	18
2.1.4. Ιδιότητες του βωξίτη	20
2.1.5.Χρήσεις βωξίτη	20
2.1.6. Κοιτάσματα του βωξίτη στον ελλαδικό χώρο	22
2.2. Γεωλογία	24
2.2.1. Γεωλογική ζώνη	24
2.2.2. Λιθοστρωματική εξέλιξη	25
2.2.3. Γενικά στοιχεία του υπό εξέταση κοιτάσματος	28
2.2.4.Γεωλογικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος	28
3. ΕΡΕΥΝΑ – ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	29
3.1. Έρευνα - Εντοπισμός κοιτάσματος	29
3.2. Οριοθέτηση κοιτάσματος	32
3.3. Αποθέματα	33
4.ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	34
4.1. Επιλογή μεθόδου εκμετάλλευσης	34
4.2.Υπόγεια εκμετάλλευση στα ελληνικά βωξιτικά κοιτάσματα	34
4.3. Επιλογή μεθόδου στο πρότυπο κοιτάσμα	36
4.4.Γενικά στοιχεία της μεθόδου	37

4.5. Επιλογές υλοποίησης της μεθόδου.....	40
4.5.1. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα με μεγάλο πλάτος	41
4.5.2. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα με μικρό πλάτος.....	41
4.6. Περιγραφή μεθόδου εκμετάλλευσης στο υπό εξέταση κοίτασμα	42
4.6.1. Προπαρασκευή.....	42
4.6.2. Ανάπτυξη μεθόδου	44
4.6.3. Σχεδιασμός εκμετάλλευσης.....	48
5. ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ.....	52
5.1. Υφιστάμενο οδικό δίκτυο.....	52
5.2. Κύριες προσπελαστικές στοές.....	53
5.2.1. Περιγραφή – Ανάπτυξη κύριων προσπελαστικών στοών	54
6. ΚΥΡΙΕΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	58
6.1. Διάτρηση	58
6.2. Γόμωση	61
6.3. Πυροδότηση	61
6.4. Ξεσκάρωμα	63
6.5. Υποστήριξη – κοχλίωση οροφής.....	64
6.6. Φόρτωση – Μεταφορά	68
6.7. Προγραμματισμός φορτωτών.....	69
7. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	72
7.1. Προσέγγιση της περιοχής.....	72
7.2. Προσπέλαση του υπό εξέταση κοιτάσματος.....	72
7.3. Χρονολόγηση κύριων εξορυκτικών εργασιών	73
7.4. Ανάπτυξη – εξόφληση.....	74
8. ΑΣΦΑΛΕΙΑ	76
8.1. Φωτισμός.....	76
8.2. Υπόγεια νερά.....	77
8.3. Αερισμός	77
8.4. Ασφάλεια εργαζομένων	78
9. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ	81
9.1. Κόστος επένδυσης.....	81
9.2. Κόστος λειτουργίας.....	87
9.3. Συνολικό κόστος – προϋπολογιζόμενα κέρδη.....	97
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	100

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη εστιάζει στον σχεδιασμό ενός πρότυπου βωξιτικού κοιτάσματος με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και ειδικότερα στην τρισδιάστατη απεικόνιση του με το λογισμικό προσομοίωσης Surpac. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να παρουσιαστεί ολόκληρος ο κύκλος εργασιών της υπόγειας εκμετάλλευσης, από την γεωτρητική έρευνα έως και την τελική εξόφληση και αποκατάσταση του κοιτάσματος, βασισμένη στα αποτελέσματα της χρήσης του λογισμικού Surpac. Επίσης προτείνεται μια μέθοδος εκμετάλλευσης, πέραν της συμβατικής, καθώς και μια προσπάθεια για την τρισδιάστατη απεικόνιση του κοιτάσματος. Για τον εντοπισμό του πρότυπου βωξιτικού κοιτάσματος πραγματοποιήθηκαν σειρές γεωτρήσεων. Τα αποτελέσματα των γεωτρητικών δεδομένων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για ένα μικρό μέγεθος κοιτάσμα και κατηγοριοποιείται στον τρίτο ανώτερο (γ') ορίζοντα. Η κύρια μέθοδος που επιλέχθηκε για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος είναι η μέθοδος των διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής (sub-level caving). Επιπλέον σχεδιάζεται αναλυτικά η εκμετάλλευση και αναλύονται όλες οι παράμετροι των εξορυκτικών εργασιών καθώς και των μηχανημάτων που απαιτούνται. Με βάση τους υπολογισμούς η εκμετάλλευση θα πρέπει να είναι η πλέον οικονομική και η πιο φιλική για το περιβάλλον, με πρώτη προτεραιότητα αυτή της ασφάλειας του προσωπικού και των μηχανημάτων. Παράλληλα με τη εκτίμηση κόστους διαπιστώνεται αν είναι οικονομικά κερδοφόρα η εκμετάλλευση του κοιτάσματος.

ABSTRACT

This thesis focuses on the design of a typical bauxite deposit model with the use of PC and especially in the 3D design of the mine with the mining design software “Surpac”. The purpose of this thesis is to present the entire work plan of the underground mining, from the drilling search till the most extraction possible and repair of the environment, based on the results emerging from the program Surpac. Furthermore a mine plan is discussed, beyond the conventional methods, as well as the 3D presentation of the deposit. A series of drillings were made for tracking the bauxite deposit. The results of the geological data conclude to the fact that it is a small lenticular deposit which belongs to the third bauxite horizon. The main method decided to exploit the deposit is the method of Sub-level caving. It is designed in great detail the exploit and all the parameters of the exploiting workarounds and all the machinery to be used. Based on the calculations, the exploit should be the most economical and environmental friendly, with the first priority being the safety of the staff and secondly of the machinery. In the end, an estimate of the cost determines if the exploit of the deposit will be profitable or not for the company.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε με την επίβλεψη του Ανδρέα Μπενάρδου Επίκουρου Καθηγητή Ε.Μ.Π. τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την βοήθεια και την στήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας

Οφείλω να ευχαριστήσω την εταιρία ΕΛΜΙΝ, η οποία ανταποκρίθηκε αμέσως στο αίτημα μου για βοήθεια στην εκπόνησης διπλωματικής εργασίας και χωρίς καμία καθυστέρηση μου παρέδωσε δεδομένα για την ολοκλήρωση της, όπως και για την φιλοξενία της, κατά τις ημέρες παραμονής μου στο εργοτάξιο.

Επιπλέον οφείλω ευχαριστίες στον κ. Μαργωμένο Θεόδωρο, Μηχανικό Μεταλλείων της ΕΛΜΙΝ, που με εδέχθη στα εργοτάξια της εταιρείας και για την βοήθεια που μου παρείχε κάθε φορά που την ζήτησα.

Επίσης τον κ. Υφαντή Βασίλειο, Γεωλόγο της ΕΛΜΙΝ, ο οποίος κατασκεύασε τα δεδομένα της παρούσης διπλωματικής και ουσιαστικά με δίδαξε τον τρόπο χειρισμού του λογισμικού Surpac, που χρησιμοποιήθηκε κατά τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης.

Ευχαριστίες οφείλω επίσης στην κα. Ρίζου Μαρίνα, Μηχανικό Μεταλλείων της ΕΛΜΙΝ, για την βοήθειά της κατά την διάρκεια παραμονής μου στο εργοτάξιο της εταιρείας. Οφείλω να ευχαριστήσω και τον Αθανάσιο Μαυρίκο για την βοήθειά του στον χειρισμό του λογισμικού Surpac.

Είμαι ευγνώμων για τη στήριξη που είχα όλο αυτό το διάστημα από την οικογένεια μου και τον καλύτερο μου φίλο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στο σχεδιασμό της υπόγειας εκμετάλλευσης ενός πρότυπου βωξιτικού κοιτάσματος. Αναλύει τα χαρακτηριστικά του βωξιτικού κοιτάσματος, εξετάζει τις επιλογές του σχεδιασμού παραθέτει τα βέλτιστα χαρακτηριστικά των έργων εκμετάλλευσης. Όλα τα παραπάνω τα υλοποιεί και παρουσιάζει μέσω της χρήσης του μεταλλευτικού λογισμικού Surpac.

Το πρότυπο κοίτασμα κατασκευάστηκε με δεδομένα που εδόθησαν από το γεωλογικό τμήμα της μεταλλευτικής εταιρίας ELMIN.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να ξεπεραστεί μέσα σε θεμιτά πλαίσια μια συμβατική τεχνική μελέτη υπόγειας εκμετάλλευσης, τουλάχιστον στο κομμάτι του σχεδιασμού, και να αποδοθούν το κοίτασμα καθώς και τα χαρακτηριστικά της μεθόδου εκμετάλλευσης που προτείνεται με τη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού. Το Surpac αξίζει να σημειωθεί πως δίνει τη δυνατότητα τόσο της τρισδιάστατης γραφικής αναπαράστασης της εκμετάλλευσης, αλλά μεγαλύτερη σημασία έχει η δυνατότητα υπολογισμού των δεδομένων του κοιτάσματος. Τα δεδομένα αναφέροντα σε γεωλογικά αποθέματα, απολήψιμα αποθέματα, όγκος στειρών και μια σειρά από άλλα πιο κοντά στη πραγματικότητα, σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο υπολογισμού.

Επιπρόσθετα, η τρισδιάστατη απεικόνιση των σχεδιασμένων τμημάτων, δίνει τη δυνατότητα επιλογής της καλύτερης μεθόδου για εκμετάλλευση του κοιτάσματος διότι γνωρίζουμε την πιθανή μορφή του στο χώρο. Στη συνέχεια δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης της τελικής μορφής του μεταλλείου ή και των ενδιάμεσων φάσεων.

Για την εκπόνηση της εργασίας έγινε η χρήση όλων των στοιχείων που μας δόθηκαν από την εταιρία ELMIN και πιο συγκεκριμένα :

- Ο τοπογραφικός χάρτης της περιοχής , για να σχεδιαστεί σε τρισδιάστατη μορφή το ανάγλυφο.
- Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή για την ανεύρεση του κοιτάσματος.
- Στοιχεία σχετικά με τις διαστάσεις των στοών της εκμετάλλευσης
- Αριθμητικά δεδομένα για τις εκρηκτικές ύλες

- Πληροφορίες για τον μηχανικό εξοπλισμό που χρησιμοποιεί η εταιρία στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις.
- Οικονομικά στοιχεία για τον υπολογισμό κόστους μιας υπόγειας εκμετάλλευσης.

Τα βήματα που απαιτούνται για όλη τη διαδικασία ξεκινούν αρχικά με την ψηφιοποίηση των ισοϋψών του τοπογραφικού χάρτη και την τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου της περιοχής.

Η επόμενη διεργασία αφορά στην εισαγωγή των γεωτρητικών δεδομένων, την ανεύρεση των ορίων του κοιτάσματος και τελικά ο σχεδιασμός του μοντέλου του βωξιτικού κοιτάσματος στο χώρο.

Στη συνέχεια ακολουθεί η επιλογή των θέσεων για τη διάνοιξη των προσπελαστικών έργων και ο σχεδιασμός τους.

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που επιλέχτηκε είναι η μέθοδος κατακρήμνιση οροφής με διαδοχικούς ορόφους, συνηθισμένη για παρόμοια βωξιτικά κοιτάσματα καθώς για λόγους ασφάλειας, απόδοσης και εμπειρίας στη συγκεκριμένη μέθοδο.

Το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη της μεθόδου στο πρότυπο κοίτασμα, όπως επίσης και οι υπολογισμοί για την ασφάλεια και την απόδοση της.

Έπειτα, είναι αναγκαίος ο υπολογισμός της διάρκειας της εκμετάλλευσης, η μελέτη του αερισμού του μεταλλείου και τελικά, ο προϋπολογισμός του κόστους της εκμετάλλευσης και το κέρδος ή η ζημία της εταιρίας σε συνάρτηση πάντα με την ισχύουσα τιμή, την παρούσα στιγμή, τιμή ανά τόνο βωξίτη.

1.1.Βωξίτης – Ιστορική αναδρομή

Ο βωξίτης αποτελεί το βασικό μέταλλευμα/πρώτη ύλη για την παραγωγή αλουμίνας, της βασικής πρώτης ύλης για την παραγωγή αλουμινίου και είναι για τον άνθρωπο ένας πολύ σημαντικός μεταλλευτικός φυσικός πόρος.

Ιστορική Αναδρομή

Ο όρος βωξίτης (bauxite) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1845 από τον Α. Dufrenoy για ένα αλουμινούχο πέτρωμα που είχε προηγουμένως ανακαλυφθεί από τον

Pierre Berthier το 1821 κοντά στο χωριό LesBeaux de Provence στην Aries της Ν. Γαλλίας. Το ορυκτό διάσπορο είχε ήδη ανακαλυφθεί το 1801 και ο γιββσίτης το 1822. Το 1885 το όνομα του χωριού άλλαξε σε LesBaux και τότε ο Γάλλος μεταλλουργός HennriSainte-ClaireDeville πρότεινε την γενικευμένη χρήση του ονόματος bauxite (βωξίτης) για τέτοιου τύπου μεταλλεύματα.

Η εκμετάλλευση του βωξίτη άρχισε το 1860 στην Auriol. Κατά τον 19ο αιώνα, η παραγωγή αλουμίνας από βωξίτη γινόταν αρχικά με την μέθοδο του Γάλλου μεταλλειολόγου Louis Le Chatelier (1815-1873), η οποία συνίστατο στην θερμική ατεργασία της πρώτης ύλης σε τρία στάδια. Η διεργασία κατέληξε στην καταβύθιση υδροξειδίου του αλουμινίου σχετικά χαμηλής καθαρότητας. Στην συνέχεια η παραγωγή του αλουμινίου από το $Al(OH)_3$ γινόταν με την μέθοδο Deville στο εργοστάσιο στην Salindres. Αρχικά η αλουμίνα χρησιμοποιείτο στην χρωματοβιομηχανία αλλά σταδιακά με την ανάπτυξη της μεθόδου Hall-Heroult έγινε η πρώτη ύλη για την ηλεκτρολυτική παρασκευή αλουμινίου. Παράλληλα ο εξορυσσόμενος λευκός βωξίτης προοριζόταν για την παραγωγή αλουμινίου, πυρότουβλων και τσιμέντου ταχείας πήξης δηλαδή για μη μεταλλουργικές χρήσεις.

Στην εποχή μας για την παραγωγή άνυδρης αλουμίνας έχει πλέον επικρατήσει παγκοσμίως η μέθοδος Bayer η οποία χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη διάφορες ποιότητες βωξίτη. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τον Αυστριακό χημικό KarlJosef Bayer (1847-1904).[1]

1.2. Εκμετάλλευση βωξίτη στην Ελλάδα

Η Ελλάδα κατέχει σημαντική θέση όχι μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και παγκοσμίως καθώς είναι μια από τις σημαντικότερες βωξιτοπαραγωγές χώρες. Η εξόρυξη του βωξίτη στη χώρα μας γίνεται κατά 65% με υπόγειες και 35% με υπαίθριες εκμεταλλεύσεις. Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των τριών εταιριών εκμετάλλευσης βωξίτη.

1.2.1. ΕΛΜΙΝ Α.Ε.

Η εταιρία ΕΛΜΙΝ Α.Ε. ιδρύθηκε τον Νοέμβριο του 2000 με σκοπό την εκμετάλλευση μεταλλείων και λατομείων, όλων των ειδών, στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, την επεξεργασία και την εμπορεία των παραγόμενων ορυκτών και μεταλλευμάτων. Η ΕΛΜΙΝ ήταν ο επιλεγμένος πλειοδότης στην διεθνή δημοπρασία που έλαβε χώρα τον Νοέμβριο του 1999 για την πώληση της υπό εκκαθάριση εταιρία <<Μεταλλεία ΒωξίτουΕλευσίνος>>, που αφορά την εκμετάλλευση του βωξίτη.

Το κύριο μεταλλευτικό κέντρο της βρίσκεται στη Λαμία και αποτελείται από μεταλλεία τα οποία είναι διασκορπισμένα στους ορεινούς όγκους της Γκιώνας και της Οίτης. Στα εν λόγω μεταλλεία χρησιμοποιούνται μόνο υπόγειες μέθοδοι εκμετάλλευσης, κυρίως η μέθοδος των θαλάμων και στύλων και σε μερικές περιπτώσεις οι μέθοδοι διαδοχικών ορόφων και Cut&Fill. Ο κύριος λόγος επιλογής των συγκεκριμένων μεθόδων από την εταιρία είναι για να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για το σκοπό αυτό οι μεταλλευτικές εργασίες αποτελούνται μόνο από υπόγειες εξορύξεις μειώνοντας στο ελάχιστο τις επιπτώσεις στο τοπίο και στο περιβάλλον. Επίσης τα αδρανή υλικά που παράγονται κατά την διαδικασία της εξόρυξης αποτίθενται εντός των στοών στην πλειονότητα των περιπτώσεων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οι συγκεκριμένες μέθοδοι εξόρυξης παρέχουν υψηλό βαθμό αποληψιμότητας και καθαρότητας του μεταλλεύματος.

Η μεταφορά του εξορυγμένου μεταλλεύματος γίνεται με φορτηγά αυτοκίνητα στις ιδιόκτητες εγκαταστάσεις της εταιρία στην Αγία Μαρίνα. Οι κύριες διαδικασίες του μεταλλεύματος που διενεργούνται στις εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τις εργασίες θραύσης, εμπλουτισμού μέσω οπτικής χειροδιαλογής απομάκρυνσης ασβεστόλιθου, κοσκίνισης και απόθεσης σε σωρούς.

Για τη μεταφορά του βωξιτικού μεταλλεύματος στους πελάτες χρησιμοποιούνται φορτηγά πλοία, των οποίων η φόρτωση πραγματοποιείται από τις φορτωτικές εγκαταστάσεις της εταιρία στο ιδιόκτητο λιμάνι της στην Αγία Μαρίνα. Η δυναμικότητα φόρτωσης είναι περίπου 500tn/h και τα πλοία που μπορούν να ελλιμενιστούν είναι έως 18.000tn. Υπάρχει και η δυνατότητα φόρτωσης εμπορικών

τραίνων καθώς οι εγκαταστάσεις της εταιρίας είναι κοντά στο σταθμό της Αγίας Μαρίνας.

Η ΕΛΜΙΝ Α.Ε. λειτουργεί με το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης που περιλαμβάνει όλα τα στάδια των δραστηριοτήτων της εταιρία, από την μεταλλευτική διαδικασία, την γεωλογική έρευνα και την μεταφορά των προϊόντων, έως και τα στάδια της επεξεργασίας και της φόρτωσης.

Ο βωξίτης που εξορύσσεται και εμπορεύεται η ΕΛΜΙΝ Α.Ε. εξάγεται σε ποσοστό περίπου 99% σε 3 ηπείρους Ευρώπη, Αμερική και Αφρική. Στην κατοχή της έχει μεταλλεία, ιδιόκτητα μέσα φόρτωσης ,108 ιδιωτικές και ενοικιασμένες παραχωρήσεις σε όλη την κεντρική Ελλάδα, στην Αττική, στην Βοιωτία, στην Φθιώτιδα, στην Φωκίδα και στην Εύβοια, όπως επίσης άδειες και παραχωρήσεις για ερευνητικούς σκοπούς.

Η ετήσια παραγωγή βωξίτη της ΕΛΜΙΝ ανέρχεται περίπου στους 500.000 – 600.000tn (με αυξητικές τάσεις) και είναι πρώτη στις εξαγωγές βωξίτη στον ελληνικό χώρο. Το Αλουμίνιον της Ελλάδος προμηθεύεται το υπόλοιπο της παραγωγής της και προς άλλες χρήσεις.

Οι επενδύσεις της ΕΛΜΙΝ από την ίδρυση της έχουν ξεπεράσει τα 15.000.000 ευρώ στους τομείς των νέων τεχνολογιών και της έρευνας με αποτέλεσμα η εταιρία να αυξήσει τις πωλήσεις της και να ισχυροποιήσει την παρουσία της στην παγκόσμια αγορά του βωξίτη, με επτά (7) ενεργά υπόγεια μεταλλεία στη παρούσα φάση.

1.2.2. S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε.

Η εταιρία S&B αποτελεί έναν πολυμετοχικό όμιλο εταιριών με εκτεταμένη διεθνή δραστηριότητα. Ο Όμιλος απαρτίζεται από συνδεδεμένες εταιρίες και θυγατρικές εταιρίες και οι δραστηριότητες της εκτείνονται σε τουλάχιστον 20 χώρες σε παγκόσμια κλίμακα.

Πρώτη λοιπόν δημιουργήθηκε η Ανώνυμος Εταιρεία Μεταλλείων Βωξίται Παρνασσού που ξεκίνησε το 1934. Το 1938 η παραγωγή βωξίτη έφτασε το 5% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια που υπογράφηκαν την περίοδο 1956-1958 με τη Σοβιετική Ένωση και το 1963 με τη γαλλική εταιρία Pechiney, για την προμήθεια του νέου εργοστασίου της θυγατρικής της «Αλουμίνιον της Ελλάδος Α.Ε.Β.Ε.», στα Άσπρα Σπίτια Βοιωτίας.

Το 1996η βωξιτική δραστηριότητα απορροφήθηκε μέσω της συγχώνευσης Α.Ε.Ε Αργυρομεταλλευμάτων και Βαρυτίνης, η οποία το 2003 μετονομάστηκε σε S&B Βιομηχανικά ορυκτά Α.Ε. Οι εκμεταλλεύσεις των βωξιτών αποσχίστηκαν από την μητρική εταιρεία και σχημάτισαν την εταιρεία Ευρωπαϊκοί Βωξίτες Α.Ε., η οποία με την σειρά της εξαγοράστηκε από την KERNEOS S.A. και ΕΛΜΙΝ Α.Ε. το 2015.

Σήμερα, η εταιρία εκμεταλλεύεται κοιτάσματα βωξίτη (διασπορικού και βαιμητικού τύπου) στους νομούς Φθιώτιδας, Βοιωτίας και Φωκίδας. Στους νομούς Φωκίδας και Φθιώτιδας έχει μεταλλευτικά δικαιώματα σε ιδιόκτητες παραχωρήσεις και είναι μισθώτρια Δημόσιων Μεταλλείων. Στην ευρύτερη περιοχή των ορεινών όγκων Παρνασσού και Γκιώνας η εξόρυξη βωξίτη γίνεται από μεταλλεία. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας και φόρτωσης του μεταλλεύματος που διαθέτει η εταιρία εντοπίζονται στην περιοχή της Ιτέας Φωκίδας.

Η S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε. έχει την μεγαλύτερη παραγωγή βωξίτη στην Ελλάδα και κατ' επέκταση στην Ευρώπη, με την ετήσια παραγωγή να κυμαίνεται στα επίπεδα των 1.400.000tn το χρόνο. Ένα μεγάλο μέρος της σημερινής παραγωγής εξάγεται ενώ το υπόλοιπο τροφοδοτείται στο εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου στα Άσπρα Σπίτια κατόπιν δεκαετούς συμφωνίας που υπογράφηκε το 2006.

1.2.3. ΔΕΛΦΟΙ ΔΙΣΤΟΜΟ Α.Μ.Ε.

Η εταιρία ιδρύθηκε το 1972, ως θυγατρική της «Αλουμίνιον της Ελλάδος», με την επωνυμία «Ελληνικοί Βωξίται Διστόμου» (ΕΒΔ). Το 1975 δημιουργήθηκε η εταιρία «Δελφοί –Δίστομον ΑΜΕ», για να ελέγχει τις μεταλλευτικές παραχωρήσεις της

εταιρίας «Βωξίται Δελφών». Το 1989 οι εταιρίες ΕΒΟ και «Βωξίται Δελφών» συγχωνεύτηκαν στη «Δελφοί – Δίστομο ΑΜΕ». Το 1995 η εταιρία μετέφερε το κέντρο των δραστηριοτήτων της από το Δίστομο Βοιωτίας στην Άμφισσα Φωκίδας (περιοχή Άνω Κουνουκλιά, στο δημοτικό διαμέρισμα Ελαιώνα). Από το 2007 η εταιρία αποτελεί ανεξάρτητο μέλος του Ομίλου Μυτιληναίος μετά την εξαγορά της εταιρείας Αλουμίνιον της Ελλάδος από τον ομώνυμο όμιλο.

Σήμερα οι δραστηριότητες της εταιρίας εντοπίζονται στους νομούς Φωκίδας και Βοιωτίας (Γκιώνα, Παρνασσό και Ελικώνα) και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός βωξίτη στην Ελλάδα με ετήσια παραγωγή περί τους 900.000tn ετησίως. Με το σύνολο της παραγωγής της τροφοδοτεί το εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου στα Άσπρα Σπίτια Βοιωτίας. Το βιομηχανικό αυτό συγκρότημα της «Αλουμίνιον ΑΕ» έχει δυναμικότητα παραγωγής 750.000tn αλουμίνας και 160.000tn αλουμινίου και απασχολεί άμεσα 1250 άτομα, που προέρχονται από όλο τον Ελληνικό χώρο. Από το 2005 είναι μέλος του Ομίλου Μυτιληναίος.

Η Δελφοί – Δίστομον ΑΜΕ εφαρμόζει στο σύνολο των δραστηριοτήτων της σύστημα Περιβαλλοντικής διαχείρισης (πιστοποιημένο σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001:2004) και σύστημα διαχείρισης Υγείας και Ασφάλειας (πιστοποιημένο σύμφωνα με το πρότυπο OHSAS 18001:2007).

1.3. Εξόρυξη βωξίτη και εθνική ανάπτυξη

Ο βωξίτης αποτελεί το μοναδικό μέταλλευμα – πρώτη ύλη παραγωγής αλουμίνας και αλουμινίου και έχει ιδιαίτερη σημασία για τη χώρα μας

Η ύπαρξη πλούσιων κοιτασμάτων βωξίτη στην χώρα μας, που την κατατάσσουν διεθνώς, ανάμεσα στις πρώτες περιοχές σε αποθέματα βωξίτη, οδήγησε στην δημιουργία ενός από τους σημαντικότερους κλάδους της ελληνικής βιομηχανίας.

Η Ελλάδα κατέχει σημαντική θέση όχι μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και παγκοσμίως, καθώς είναι μία από τις σημαντικότερες βωξιτοπαραγωγές χώρες. Η εξόρυξη του βωξίτη στον ελληνικό χώρο, γίνεται κατά 90% με υπόγειες και 10% με

υπαίθριες εκμεταλλεύσεις. Τα βέβαια αποθέματα βωξίτη της Ελλάδας, ανέρχονται περίπου σε 130.000.000 τόνους και η ετήσια παραγωγή ξεπερνά τους 2.000.000 τόνους.

Βέβαια όπως κάθε επιχειρηματική δραστηριότητα επιβραδύνθηκε μετά το 2009 λόγω οικονομικής κρίσης. Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία του Σ.Μ.Ε η ελληνική παραγωγή βωξίτη ανήλθε σε 1.876.000 τόνους από τους οποίους οι 400.000 εξήχθησαν στη διεθνή αγορά κατά το έτος 2014. Να σημειωθεί πως 1.400.000 τόνοι κατευθύνθηκαν ως πρώτη ύλη στο εργοστάσιο της Αλουμίνιον Α.Ε.

Η συνεισφορά του κλάδου από τον βωξίτη μέχρι το τελικό προϊόν (αλουμίνας και αλουμινίου), στην ελληνική οικονομία ανέρχεται στο 2,3% του Α.Ε.Π. και στο 9% των εξαγωγών.

Σε μια χώρα που το αλουμίνιο έχει σημαντική χρήση και ζήτηση, η εξόρυξη του βωξίτη για τη στήριξη της εθνικής οικονομίας έχει πιο μεγάλη σημασία από ποτέ, ιδιαίτερα σε περιόδους παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

2.1. Κοιτασματολογία

2.1.1 Βωξίτης

Ο βωξίτης είναι πέτρωμα, ένα σύνολο ορυκτών που έχει συνήθως γαιώδη όψη και αποτελεί το κυριότερο μέταλλευμα παραγωγής αλουμινίου. Η σύσταση του βωξίτη είναι ένα μίγμα από υδροξείδια του Al (αργίλιο) και υδροξείδια και οξείδια του Fe (σίδηρος), του Ti (τιτάνιο), καθώς και άλλων ορυκτών σε αρκετά μικρά ποσοστά.

Σήμερα, ο βωξίτης χαρακτηρίζεται το πέτρωμα που προήλθε από την *insitu* διάβρωση και αποσάθρωση ανθρακικών πετρωμάτων, πλούσιων σε Al, με ταυτόχρονη απόπλυση του CaCO₃ (ανθρακικό ασβέστιο), ή από λατεριτική διάβρωση αποσάθρωση πυριγενών (κύρια οφιολιθών) και μεταμορφωμένων πετρωμάτων, που περιέχουν ορυκτά του Al. Στη τελευταία περίπτωση τα προϊόντα της λατερικής διάβρωσης ή παραμένουν *insitu* ή μεταφέρονται σε μικρή ή και μεγαλύτερες αποστάσεις που φθάνουν τα 400km.

Τα κυριότερα ορυκτά του βωξίτη που αποτελούν την κύρια παραγένεση είναι ο βαιμίτης, το διάσπορο, ο γκυψίτης και ως δευτερεύονται χαρακτηρίζονται ο καολινίτης, ο αιματίτης, ο λειμωνίτης, ο ανατάσης, το ρουτίλιο και πολλά άλλα.



Εικόνα 2.1. Άποψη ελληνικού βωξίτη

2.1.2 Θεωρίες Βωξιτογένεσης

Σήμερα, όσον αφορά την γένεση των βωξιτικών κοιτασμάτων επικρατούν δύο θεωρίες, η θεωρία της αλλόχθονης γένεσης και αυτή της αυτόχθονης γένεσης.

- Η θεωρία της αλλόχθονης γένεσης: Σύμφωνα με την θεωρία αυτή, το βωξιτικό κοιτάσμα σχηματίστηκε κάπου αλλού από όπου βρίσκεται σήμερα με την βοήθεια της λατεριτικής αποσάθρωσης και ύστερα έπαθε διάβρωση, μεταφορά και απόθεση στην σημερινή του θέση, σε μορφή αλλουβιακή. Από αυτόν τον σχηματισμό προκύπτει, ότι ο βωξίτης αυτός είναι ίζημα λατεριτικό κι αλλόχθονο. Τα κοιτάσματα αυτά χαρακτηρίζονται ως λατερικά (Ερχάτ, 1950).
- Η θεωρία της αυτόχθονης γένεσης: Σύμφωνα με την θεωρία αυτή, ο βωξίτης προήλθε από την επί τόπου (insitu) αποσάθρωση των ανθρακικών πετρωμάτων και ειδικότερα των ασβεστολίθων. Από την αποσάθρωση αυτή, που είχε για αποτέλεσμα την διαλυτοποίηση και απομάκρυνση των ανθρακικών ορυκτών, παρέμειναν, σαν υπόλειμμα, τα αδιάλυτα αργιλοπυριτικά ορυκτά, που στην συνέχεια έπαθαν λατεριτίωση στον τόπο τους, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό των βωξιτικών κοιτασμάτων. Συνεπώς, πρόκειται για έναν αλουβιακό σχηματισμό σε συνθήκες τροπικού κλίματος. Η θεωρία αυτή υποστηρίχθηκε από τους επιστήμονες Λαπαρέντ και Ντόλφους σε διάφορες εργασίες τους.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η λατεριτίωση και κατ' επέκταση η βωξιτογένεση θα πρέπει να επικρατούν οι παρακάτω συνθήκες:

1. Ύπαρξη κατάλληλων πετρωμάτων:

Για να σχηματιστεί βωξίτης τα πετρώματα χρειάζεται να είναι πλούσια σε Al_2O_3 . Τα όξινα-ενδιάμεσα και βασικά μαγματογενή πετρώματα όπως γάβροι και βασάλτες, ακόμα και πολλά μεταμορφωμένα ή ιζηματογενή πετρώματα, για παράδειγμα οι αργιλοί σχιστόλιθοι και οι αρκόζες είναι πλούσια σε Al_2O_3 . Μητρικά πετρώματα είναι κατά σειρά σπουδαιότητας οι βασάλτες, οι διαβάσεις, οι αρκόζες, οι καολινιτικές άργιλοι, οι αργιλοί σχιστόλιθοι, οι γρανίτες και άλλα.

2. Ύπαρξη τροπικού κλίματος

Με την αύξηση της θερμοκρασίας και του ποσού των βροχοπτώσεων αυξάνεται και η ένταση της αποσάθρωσης. Δικαιολογημένα λοιπόν, η αποσάθρωση είναι πιο έντονη στις υγρές τροπικές ζώνες. Για να γίνει η λατεριτίωση η μέση θερμοκρασία να ξεπερνά τους 22 °C, το ύψος των βροχοπτώσεων να είναι μεγαλύτερο των 1200mm, ενώ η κατανομή των υδατοπτώσεων κατά την διάρκεια του έτους να είναι άνιση (9-11 υγροί και 1-3 ξηροί μήνες). Συνήθως τέτοιου είδους συνθήκες εκπληρούνται μόνο στην τροπική ζώνη και μόνο όταν επικρατεί κλίμα μουσώνων. Ο Ελληνικός χώρος είχε τροπικό κλίμα και μάλιστα κλίμα μουσώνων κατά την περίοδο της γένεσης των μεγάλων λατεριτικών κοιτασμάτων.

3. Ύπαρξη τροπικής βλάστησης:

Σημαντική επίδραση στη λατεριτίωση έχει η φυτοκάλυψη, καθώς το κάλυμμα του δάσους συγκρατεί την υγρασία του εδάφους που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αποσάθρωση. Επιπλέον, το ριζικό σύστημα των δέντρων ευνοεί την κατείσδυση του ύδατος διαμέσου του λατεριτικού μανδύα βοηθώντας στην αποστράγγιση. Επιπρόσθετα, οι μικροοργανισμοί που ζουν στις ρίζες των δέντρων συμβάλλουν στην εξαλλοίωση των αργιλοπυριτικών ορυκτών και δρουν ως καταλύτες σε ορισμένες χημικές αντιδράσεις. Το τροπικό δάσος συμβάλλει στην απομάκρυνση του πυριτίου από τον λατεριτικό μανδύα καθώς αυτό αποθηκεύεται στα φύλλα των δέντρων. Τέλος, το πυκνό δάσος προστατεύει το λατεριτικό μανδύα από την αποσάθρωση. Όπου καταστρέφεται το κάλυμμα δάσους προκαλείται μηχανική αποσάθρωση του λατεριτικού μανδύα.

4. Ύπαρξη πανεπιπέδου:

Η πλειονότητα των βωξιτών βρίσκονται σε πανεπίπεδα (plateaux) . Στις περιοχές αυτές δημιουργούνται οι ευνοϊκές συνθήκες για τη λατεριτίωση. Αυτό συμβαίνει διότι εξαιτίας του μεγάλου υψομέτρου επιβοηθείται η αποστράγγιση, βασική προϋπόθεση για την βωξιτογένεση. Επίσης, η προσκομιδή και η απόθεση προϊόντων αποσάθρωσης σε αυτά τα ύψη είναι μικρή με αποτέλεσμα ο λατεριτικός μανδύας να μένει στην επιφάνεια επί μακρόν. Τελικά, εξαιτίας της μικρής κλίσης των πανεπιπέδων αποτρέπεται η αποκομιδή του λατεριτικού μανδύα.

5. Καλή αποστράγγιση

Ο βωξίτης μπορεί να δημιουργηθεί μόνο πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα υπό καλές συνθήκες αποστράγγισης. Προκειμένου να επιτευχθεί ικανοποιητική διάλυση και αποκομιδή των διαλυμένων συστατικών απαιτείται καλή αποστράγγιση. Έτσι, εξασφαλίζεται η δημιουργία ενός ορίζοντα πλούσιου σε βωξιτικά ορυκτά αντί ενός πλούσιου σε καολινίτη.

2.1.3. Ορυκτολογική και χημική σύσταση βωξίτη

Στο βωξίτη ξεχωρίζουν 3 κύρια ορυκτολογικά συστατικά

1. Υδροξείδια του αργιλίου.

- Υδροαργιλίτης ή γυψίτης($\text{Al}(\text{OH})_3$ ή $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- Βαιμίτης(γ $\text{AlO}(\text{OH})$ ή $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- Διάσπορο(α $\text{AlO}(\text{OH})$ ή $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

Τα δύο τελευταία αυτά ορυκτά έχουν την ίδια χημική σύσταση, διαφέρουν όμως στο κρυσταλλικό πλέγμα: και τα δύο κρυσταλλώνονται στο ρομβικό σύστημα αλλά το κρυσταλλικό πλέγμα του βαιμίτη με τη μορφή γ ενώ το διάσπορο με την μορφή α . Στη διαφορά αυτή οφείλεται και η διαφορετική συμπεριφορά κατά την διαλυτοποίηση του βωξίτη με τη μέθοδο Bayer. Μέσα στο βωξίτη είναι δυνατό να υπάρχει καθαρό ένα από τα παραπάνω υδροξείδια, ή να συνυπάρχουν περισσότερα με τους παρακάτω συνδυασμούς:

- Γυψίτης και βαιμίτης
- Βαιμίτης και διάσπορο
- Πολύ σπάνια διάσπορο και γυψίτης

2. Υδροξείδια ή οξείδια του σιδήρου.

- Αιματίτης (Fe_2O_3)
- Γκαιτίτης (α - $\text{FeO}(\text{OH})$)
- Λεπιδοκροτίτης (γ - $\text{FeO}(\text{OH})$)
- Λειμωνίτης ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Τα διάφορα χρώματα του βωξίτη οφείλονται βασικά στα παραπάνω οξείδια του σιδήρου. Ειδικότερα διακρίνουμε:

- Κόκκινους (ερυθρούς) ή καστανόχρωμους βωξίτες, που ο σχηματισμό τους οφείλεται κυρίως στον αιματίτη.
- Κίτρινους, που ο χρωματισμός τους οφείλεται στο γκαιτίτη.
- Γκρίζους, που ο χρωματισμός τους οφείλεται στο μικρό ποσοστό (2 -5 %) οξειδίου του σιδήρου.
- Ποικιλία χρωματισμών οφείλεται και στη δευτερογενή αλλοίωση διάφορων ορυκτών συστατικών του βωξίτη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η σταχτοπράσινη απόχρωση που οφείλεται στον περιεχόμενο μαρκασίτη(FeS₂).

3. Αργιλοπυριτικά ορυκτά.

- Καολίνιτης ($Al_2(OH)_4Si_2O_5$ ή $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$).
- Αλοϋσίτης ($Al_2(OH)_4Si_2O_5$ ή $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$).

Η διαφορά των δύο παραπάνω μορφών βρίσκεται στην περιεκτικότητα κρυσταλλικού νερού, και στο σύστημα κρυστάλλωσης (ο καολίνης στο τρικλινές και ο αλοϋσίτης στο μονοκλινές). Με τις δύο αυτές κύριες ορυκτολογικές συνθέσεις περιέχεται το διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂) και σπάνια με μορφή χαλαζία ή οπαλίου.

2.1.4 Ιδιότητες βωξίτη

Το ειδικό βάρος του βωξίτη κυμαίνεται μεταξύ 2,7 - 3,5 ανάλογα με την περιεκτικότητα του σε οξείδια του σιδήρου. Το χρώμα του είναι λευκό (σπάνια), γκρίζο ως κίτρινο και συνηθέστερα κόκκινο ως καστανοκόκκινο. Πολλές φορές παρουσιάζει ιστό πηλολιθικό, ωολιθικό, και πολλές φορές στιφρό. Η διαλυτότητα του σε οξέα ή αλκάλια ποικίλλει, ανάλογα με την ορυκτολογική σύνθεση σε σχέση με τα ένυδρα οξείδια του αργιλίου. Ο βωξίτης είναι ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες (πυρίμαχος) και όταν θερμανθεί ως την τήξη του, παίρνει κρυσταλλική μορφή, αποκτώντας υψηλή σκληρότητα, που του δίνει και λειαντικές ιδιότητες.

2.1.5. Χρήσεις βωξίτη

Είναι πολλές οι βιομηχανικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν σαν βάση τον βωξίτη για την εξαγωγή πολύτιμων χρήσιμων προϊόντων. Ειδικότερα χρησιμοποιείται:

- Ο βωξίτης είναι το κυριότερο συστατικό(περίπου το 85% του παραγόμενου βωξίτη) για την παραγωγή αλουμίνας (με τελικό προϊόν το αλουμίνιο). Τα κοιτάσματα βωξίτη που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της αλουμίνας μπορεί να είναι γιψιτικού τύπου ή διασπορικού / μπαιμιτικού τύπου και ως εκ τούτου να απαιτούνται ειδικές συνθήκες θραύσης και διαλυτοποίησης. Παρόλα αυτά η επεξεργασία τους είναι πολύ οικονομική και γίνεται σύμφωνα με τη μέθοδο επεξεργασίας Bayer.
- Στην παραγωγή αλουμινούχων τσιμέντων. Ο βωξίτης αποτελεί ένα από τα βασικά συστατικά για την παραγωγή αλουμινούχων τσιμέντων, λόγω της χονδρόκοκκης μορφής, της αντοχής του στην καταπόνηση βάρους και του υψηλού δείκτη θερμικής αντοχής. Τα αλουμινούχα τσιμέντα, σε αρχικό στάδιο, επιτυγχάνουν υψηλή αντοχή, αφού 24 ώρες μετά από τη χύτευση τους επιτρέπουν την αφαίρεση των δομικών στηριγμάτων και τη συνέχιση της κατασκευής. Έχουν πυρίμαχες ιδιότητες, αντοχή στα οξέα και παρέχουν καλύτερη ανθεκτικότητα σε θειικό, έντονα χημικό και λειαντικό περιβάλλον. Χρησιμοποιούνται επίσης σε σκυρόδεμα με πυρίμαχες ιδιότητες, όπου συνδυάζουν το πλεονέκτημα χύτευσης σύνθετων σχημάτων σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος με απόδοση σε θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τους 1600°C.
- Στην παραγωγή ορυκτών ιών. Ο βωξίτης είναι πλούσιος σε οξείδιο του αργιλίου, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ορυκτών ιών. Οι ορυκτές ίνες, με υψηλή περιεκτικότητα σε αλουμίνα, παρουσιάζουν βελτιωμένη βιοδιαλυτότητα και καλύτερες πυρίμαχες ιδιότητες. Για την παραγωγή ορυκτών ιών χρησιμοποιείται ο χονδρόκοκκος βωξίτης, ο οποίος έχει υψηλή αντοχή σε καταπόνηση βάρους
- Ως συστατικό στην παραγωγή ειδικών τσιμέντων και τύπου Portland. Χρησιμοποιείται ένας ειδικός σκληρός βωξίτης – συνήθως διασπορικός – όταν τήκεται σε ειδικές κάμινους μαζί με κωκ και ασβεστόλιθο, μετατρέπεται σε αργλική τηκτή κονία, η οποία αποτελεί τσιμέντο ταχείας πήξεως. Πλεονεκτήματα του βωξίτη, που ευνοούν τη χρήση του στην παραγωγή τσιμέντων του τύπου Portland, είναι η υψηλή περιεκτικότητα του σε οξείδιο του

αργιλίου, η χαμηλή περιεκτικότητα σε πυρίτιο και ιχνοστοιχεία, η υψηλή περιεκτικότητα σε Fe_2O_3 και η χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκάλια και MgO .

- Ως ρυθμιστής της σκωρίας στην παραγωγή σιδήρου. Ο βωξίτης χρησιμοποιείται ως ρευστό υλικό στην υψικάμινο. Παρέχει σημαντικά λειτουργικά πλεονεκτήματα, συνεισφέρει στην μείωση του κόστους κατά τη λειτουργία της υψικάμινου και βελτιώνει τις υδραυλικές ιδιότητες της κοκκοποιημένης σκωρίας, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τσιμέντου σκωρίας.
- Στην παραγωγή λειαντικών και στη χημική βιομηχανία. Συγκεκριμένα για την παραγωγή τεχνητού κορουνδίου χρησιμοποιείται βωξίτης διασπορικού ή μπαιμιτικού τύπου, με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε CaO (κάτω από 0,5%) και με μέτρια περιεκτικότητα σε SiO_2 , ενώ στη χημική βιομηχανία χρησιμοποιείται λευκός βωξίτης με Fe_2O_3 περίπου 3%.
- Στην παραγωγή πυρίμαχων. Ο βωξίτης που χρησιμοποιείται, πρέπει να είναι υψηλής περιεκτικότητας σε Al_2O_3 και χαμηλής σε Fe_2O_3 , και CaO .
- Άλλες χρήσεις του βωξίτη είναι η επίστρωση οδοστρωμάτων, διαδρόμων αεροδρομίων, στη μεταλλουργία σιδήρου, στη παραγωγή γαιών διηθήσεως στους καταλύτες πυρολύσης πετρελαίου και για λίπασμα (Flux).

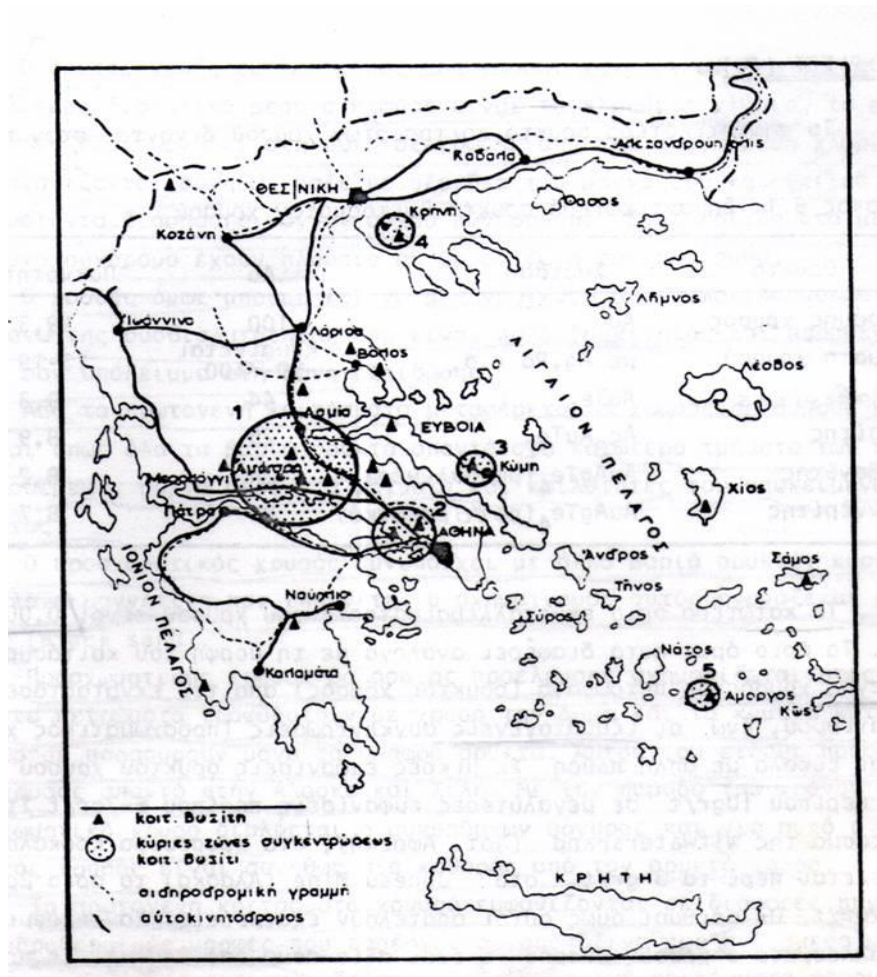
2.1.6. Κοιτάσματα βωξίτη στον ελλαδικό χώρο

Τα κοιτάσματα του βωξίτη στην Ελλάδα εντάσσονται σε 3 γεωλογικές ζώνες που αναλύονται παρακάτω:

A) Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας

- 1ος βωξιτικός ορίζοντας ηλικίας Μ. Ιουρασικό – Α. Ιουρασικό με *Cladocoropsis*
- 2ος βωξιτικός ορίζοντας ηλικίας Α. Ιουρασικό με *Nerinea*– Κ. Κρητιδικό
- 3ος βωξιτικός ορίζοντας ηλικίας Κενομάνιο – Τουρόνιο

Ο 3ος βωξιτικός ορίζοντας είναι και ο μεγαλύτερος σε ποσότητα κοιτάσματος. Μεταξύ 2ου και 3ου (100μ. από τον 3ο) εντοπίζεται κατά θέσεις η παρουσία του ενδιάμεσου ορίζοντα. Απ' τους 3 ορίζοντες, ο 2ος και ο 3ος είναι υπό εκμετάλλευση.



Εικόνα 2.2.Κοιτάσματα βωξίτη στη Ελλάδα

Β) Ζώνη Ανατολ. Ελλάδας (Πελαγονική & Υποπελαγονική)

- 1ος βωξιτικός ορίζοντας, όπως και ο παλιότερος στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, ηλικίας Α. Ιουρασικό – Κ. Κρητιδικό
- 2ος βωξιτικός ορίζοντας ηλικίας Τριαδικό – Κενομάνιο

Σε αυτή τη ζώνη περιλαμβάνονται τα κοιτάσματα του Καλλιδρόμου, της Λοκρίδας, του Δομοκού, της Νοτιοανατολικής Θεσσαλίας, της περιοχής Μάνδρας-Ελευσίνας, της βορείου και κεντρικής Ευβοίας και της Σκοπέλου.

Γ) Υπόλοιπος ελλαδικός χώρος.

Τα παρακάτω κοιτάσματα βρίσκονται σε άλλες γεωλογικές ζώνες που σχηματίστηκαν κυρίως λόγω τεκτονικών φαινομένων:

- Όρος Κατσίκια Χαλκιδικής
- Νότιο τμήμα της Χίου
- Ναύπακτος – Πύλος και ανατολική Πελοπόννησος (όρη Αρτεμίσιο, Παρθένιο)
- Βροντερό της περιοχής Πρεσπών

Τα περισσότερα από τα παραπάνω κοιτάσματα βρίσκονται μέσα σε ασβεστόλιθους της κάθε περιοχής.

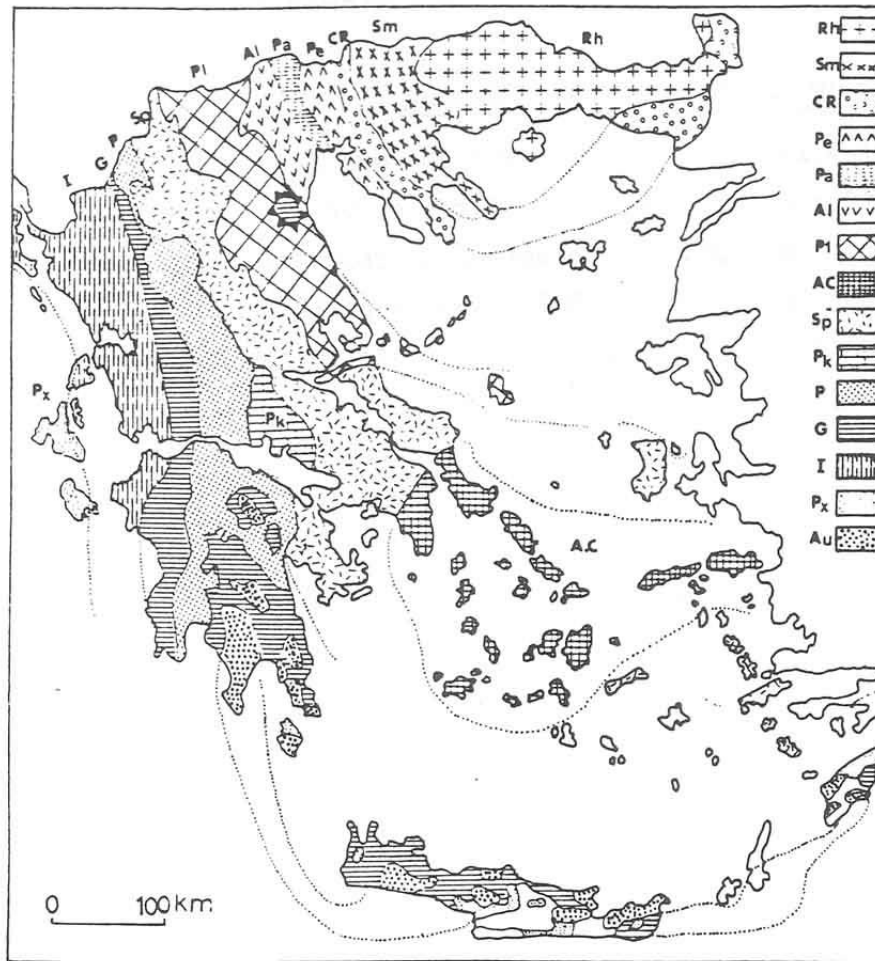
2.2. Γεωλογία

2.2.1. Γεωλογική ζώνη

Η περιοχή στην οποία βρίσκονται το υπόγειο βωξίτικο κοιτάσμα το οποίο θα μελετηθεί ανήκει στην ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας. Η ονομασία της ζώνης οφείλεται στα αντίστοιχα βουνά Παρνασσού και Γκιώνας της Στερεάς Ελλάδας τα οποία συγκροτούν την ζώνη.

Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας θεωρήθηκε στο δυαδικό σύστημα εναλλασσόμενων αυλάκων και ράχων ως ύβωμα τοπικά παρεμβαλλόμενο μεταξύ της κατωφέρειας Υποπελαγονικής ζώνης και της αύλακας της Πίνδου. Η συγκεκριμένη ζώνη περιορίζεται στην κεντρική Ελλάδα.

Οι γεωλογικές ζώνες του ελληνικού χώρου φαίνονται στην εικόνα 2.3, όπου διακρίνεται στην με την ένδειξη P_k η γεωλογική ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας στην οποία βρίσκεται και το υπό εξέταση πρότυπο κοιτάσμα.



Εικόνα 2.3. Οι γεωλογικές ζώνες του ελληνικού χώρου

2.2.2. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη

Στη Στερεά Ελλάδα δεν είναι γνωστό το προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης Παρνασσού – Γκίωνα. Απουσιάζουν τελείως τα μαγματικά πετρώματα.

Η αλπική ιζηματογένεση είναι βασικά ασβεστολιθική, καθαρά νηριτική, από την οποία και συμπεραίνεται η παλαιογραφική θέση της ζώνης σαν ύβωμα. Η ασβεστολιθική σειρά υπολογίζεται ότι έχει συνολικό πάχος 1800m

Ο λευκός δολομίτης είναι το πρώτο αλπικό ίζημα που προς τα πάνω εξελίσσεται σε τεφρό και εναλλάσσεται με λεπτές ενστρώσεις ασβεστόλιθων. Η σειρά εξελίσσεται σε παχυστρωματώδη τεφρό ασβεστόλιθο ηλικίας Άνω Τριαδικού του (Νόριο).

Έπειτα ακολουθεί ασβεστόλιθος σκοτεινού χρώματος ηλικίας Κάτω Ιουρασικού και μετά ωολιθικοί ασβεστόλιθοι του Άνω Ιουρασικού.

Ο 1^{ος} και κατώτερος βωξιτικός ορίζοντας βρίσκεται πάνω στους ωολιθικούς ασβεστόλιθους, ο οποίος καλύπτεται από σκοτεινόχρωμους ασβεστόλιθους του Κιμμεριδίου (Ανώτερο Ιουρασικό).

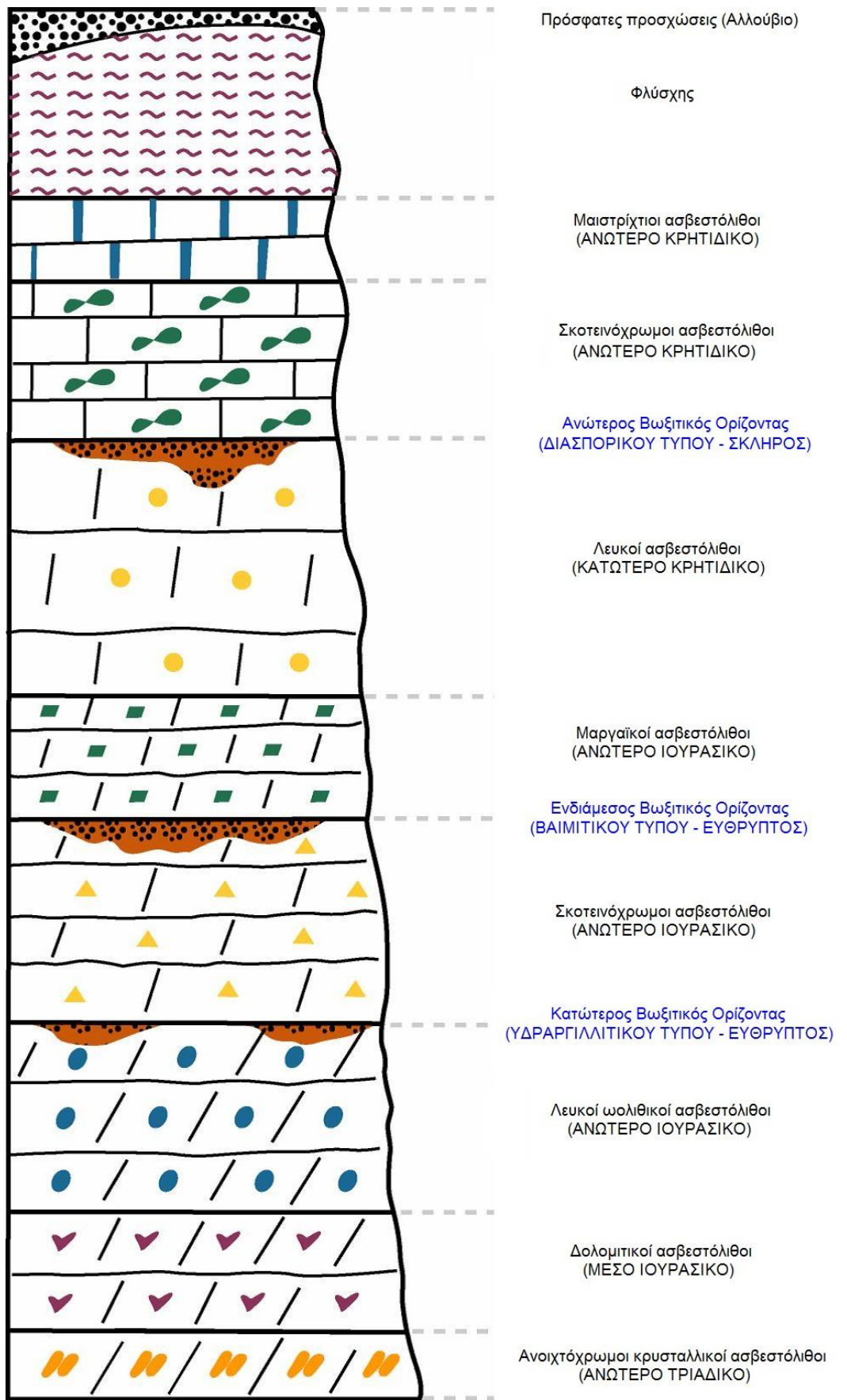
Ο 2^{ος} και μεσαίος βωξιτικός ορίζοντας βρίσκεται πάνω από τον Κιμμερίδιο ασβεστόλιθο και καλύπτεται από ασβεστόλιθους ηλικίας Τιθωνίου (Άνωτατο Ιουρασικό) – Κενομανίου (Μέσο Κρητιδικό). Οι τελευταίοι ασβεστόλιθοι ονομάζονται ‘ενδιάμεσοι’ επειδή βρίσκονται μεταξύ δύο βωξιτικών οριζόντων, του 2^{ου} και του 3^{ου} ορίζοντα και είναι κυρίως λευκοί ή τεφροί.

Ο 3^{ος} βωξιτικός ορίζοντας βρίσκεται πάνω στην σειρά των ενδιάμεσων ασβεστόλιθων και είναι ο ανώτερος και καλύπτεται από μαύρους και ρουδιστοφόρους ασβεστόλιθους του Τιθωνίου (Μέσου Κρητιδικού).

Στο τέλος αποτίθεται ο φλύσχης ηλικίας Παλαιοκαίνου – Μέσου Ηωκαίνου που στα κατώτερα στρώματα είναι ασβεστομαργαϊκός, εξελίσσεται σε ψαμμιτοπηλικό και κροκαλοπαγή.

Υπάρχουν και οι λεγόμενοι δευτερεύοντες βωξιτικοί ορίζοντες εκτός των αναφερθέντων, οι οποίοι δεν παίζουν κανένα ουσιαστικό ρόλο.

Η στρωματογραφία Παρνασσού – Γκίονας απεικονίζεται στην εικόνα 2.4.



Εικόνα 2.4. Στρωματογραφία Ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας

2.2.3. Γενικά στοιχεία του υπό εξέταση κοιτάσματος

Το πρότυπο κοιτάσμα αφορά σε ένα τυπικό βωξιτοφόρο κοιτάσμα που αναπτύσσεται στην περιοχή Παρνασσού – Γκίωνας. Συνεπώς οι παραδοχές για τα χαρακτηριστικά του είναι παρόμοια με αυτά άλλων κοιτασμάτων της περιοχής και συνεπώς ακολουθείται μια τέτοια προσέγγιση όσον αφορά στην εκμετάλλευσή του.

Θεωρείται ότι το κοιτάσμα υπό εξέταση αναπτύσσεται σε απόλυτα υψόμετρα από **1010m** έως **875m** και σε βάθος μέχρι και 150m από την επιφάνεια. Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους κυμαίνεται από **15 – 30%** περίπου. Εξαιτίας του σχετικά μεγάλου υψομέτρου υπάρχει περιορισμένη βλάστηση στην περιοχή της επέμβασης. Η χλωρίδα περιλαμβάνει χαμηλούς θάμνους και άγρια χόρτα. Ο χώρος είναι ορεινός και χαρακτηρίζεται ως δημόσια δασική έκταση.

Η προσπέλαση στον ευρύτερο χώρο εξασφαλίζεται με χωμάτινο δρόμο ο οποίος θα διανοιχθεί για την μελλοντική εξυπηρέτηση του μεταλλείου (μεταλλευτική οδός). Η κλίση του συγκεκριμένου δρόμου είναι το μέγιστο **7%** και είναι κυρίως ανηφορικός, το πλάτος του **6m** και οι ακτίνες καμπυλότητας άνω των **30m** και πληρεί όλες τις προδιαγραφές του ΚΜΛΕ.

2.2.4. Γεωλογικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος

Το πρότυπο κοιτάσμα παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με βωξιτικά κοιτάσματα που ανήκουν στην γεωλογική ζώνη Παρνασσού – Γκίωνας. Στην ευρύτερη περιοχή που εντοπίζεται το πρότυπο κοιτάσμα έχει διαπιστωθεί η παρουσία βωξιτικών οριζόντων μέσα στην ασβεστολιθική σειρά.

Το κοιτάσμα ανήκει στον ανώτερο βωξιτικό ορίζοντα (γ' ορίζοντας), άρα είναι διασπορικού τύπου. Οι υπερκείμενοι ασβεστόλιθοι είναι σειρά ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων Τουρωνίου – Σενωνίου ενώ οι υποκείμενοι ασβεστόλιθοι είναι λευκοί ασβεστόλιθοι Τιθωνίου – Κενομανίου.

3.ΕΡΕΥΝΑ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

3.1 Έρευνα - Εντοπισμός κοιτάσματος

Κατά την διάρκεια της μεταλλευτικής έρευνας υπάρχει πλήθος παραγόντων που περιορίζουν τις ερευνητικές γεωτρήσεις και τη δημιουργία κατάλληλου κάρναβου γεωτρήσεων. Αξίζει να σημειωθούν οι παράγοντες :

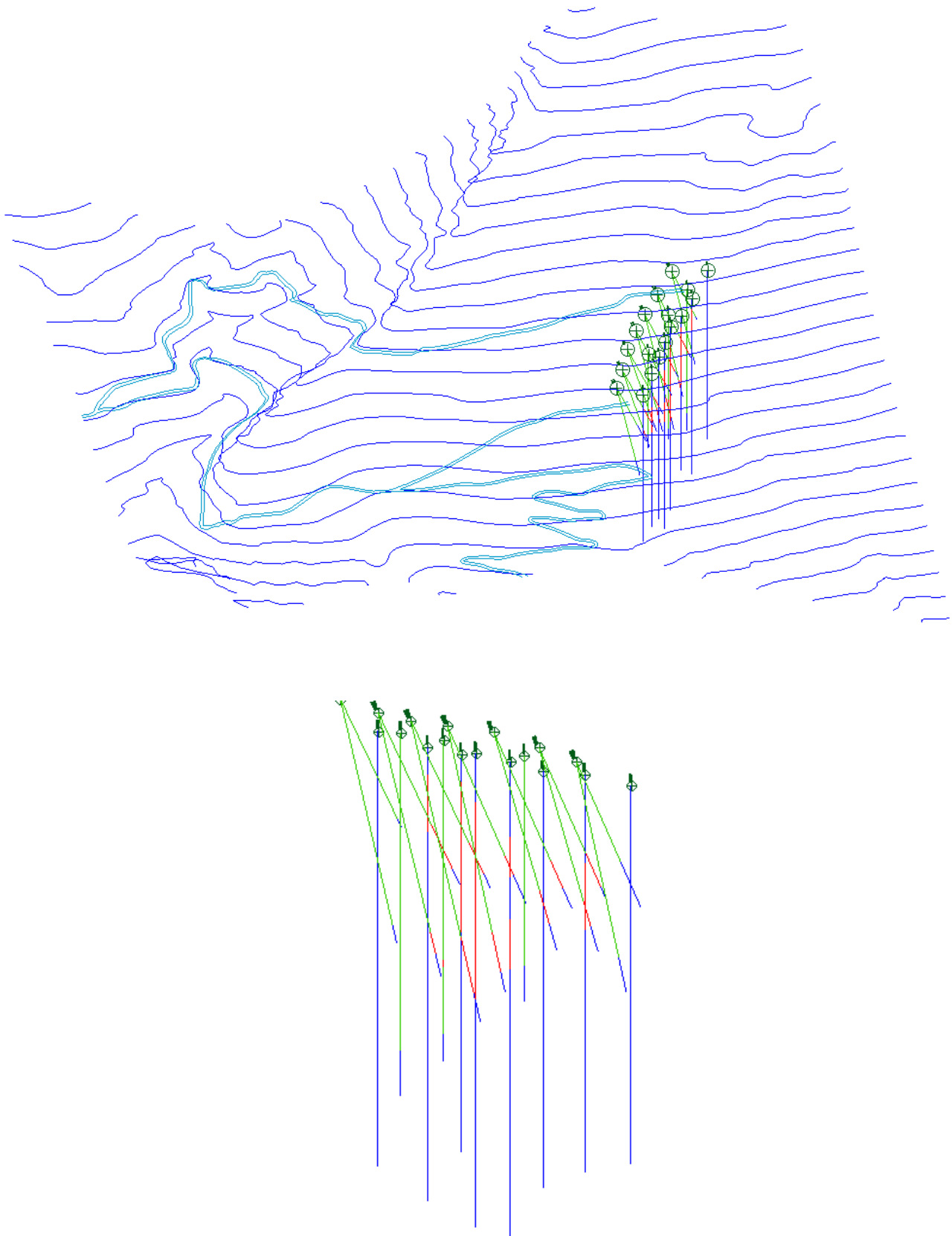
- Ο τρόπος μεταλλογέννησης του κοιτάσματος
- Η μεταλλευτική αξία του
- Το βάθος από την επιφάνεια
- Η γεωμετρία του κοιτάσματος
- Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υπερκειμένων του κοιτάσματος
- Το ανάγλυφο της περιοχής

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω και με τη όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και οικονομικότητα σχεδιάστηκε συνδυασμός κάθετων και πλαγίων γεωτρήσεων για το καλύτερο δυνατό εντοπισμό του κοιτάσματος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο σχεδιασμός ακολουθείται όπου το επιτρέπει το ανάγλυφο. Οι ερευνητικές γεωτρήσεις φαίνονται στην εικόνα 3.1.

Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις πραγματοποιούνται συνήθως με τη χρήση δύο περιστροφικών δειγματοληπτικών γεωτρώπανων τύπου Atlas Copco Craelius ή/και Boylew επί ελκύθρου με μήκος στελεχών **3m**. Επίσης το μήκος των καροταρίων δεν ήταν μικρότερο των **65mm**.

Οι ερευνητικές γεωτρήσεις στη περιοχή ενδιαφέροντος απεικονίζονται μέσω του λογισμικού Surpac στην εικόνα 3.1.

Θεωρείται ότι κατά την διάρκεια της μεταλλευτικής έρευνας πραγματοποιήθηκαν **25** ερευνητικές γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή για την ανεύρεση του πρότυπου κοιτάσματος εκ των οποίων οι **16** βρέθηκαν θετικές ενώ οι υπόλοιπες **9** αρνητικές. Τα δεδομένα των ερευνητικών γεωτρήσεων παρουσιάζονται στο πίνακα 3.1.



Εικόνα 3.1. Ερευνητικές γεωτρήσεις (α) και λεπτομέρειές τους (β) που γίνονται για τον εντοπισμό του κοιτάσματος (διακρίνεται με κόκκινο χρώμα το στρώμα του κοιτάσματος, στις θετικές γεωτρήσεις)

Όσον αφορά το συνολικό μήκος των γεωτρήσεων που διατρήθηκαν είναι **4.323m** και το μέσο μήκος των γεωτρήσεων είναι **173m**. Το κοίτασμα εμφανίζεται κοντά στην επιφάνεια όπως βρέθηκε στην γεώτρηση **km_01** σε απόλυτο υψόμετρο **1040.7m**. Το βαθύτερο σημείο του κοιτάσματος στην επαφή του βωξίτη με τον ασβεστόλιθο του δαπέδου βρέθηκε στην γεώτρηση με κωδικό **km_18** σε απόλυτο υψόμετρο **874.25m** σε βάθος **143m** από την επιφάνεια.

Πίνακας 3.1. Δεδομένα ερευνητικών γεωτρήσεων

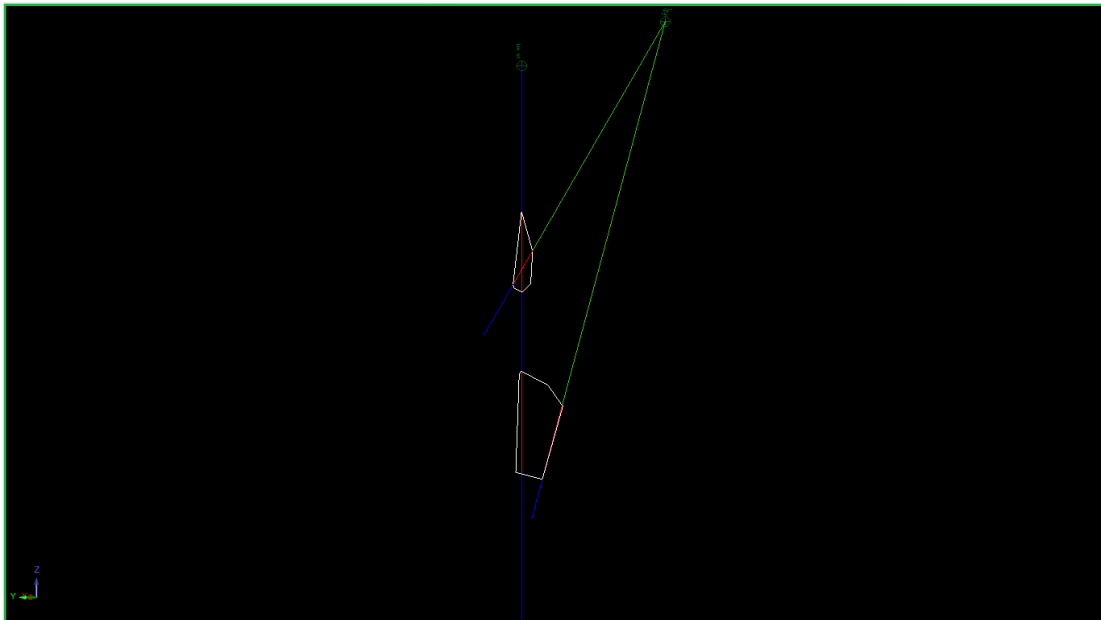
A/A	Κωδικός	Υψόμετρο(m)	Βωξίτης(m)	Διάτρηση(m)
1	KM_01	1025,7	15	240
2	KM_02	1048,35	Αρνητική	230
3	KM_03	1012,28	5	210
4	KM_04	1005,34	26	250
5	KM_05	993,3	39,5	255
6	KM_06	981,25	Αρνητική	220
7	KM_07	970,69	47	210
8	KM_08	954,55	Αρνητική	200
9	KM_09	960,4	Αρνητική	80
10	KM_10	960,4	Αρνητική	120
11	KM_11	975,47	59	85
12	KM_12	975,47	81	108
13	KM_13	991,97	71	97
14	KM_14	991,97	84	115
15	KM_15	1005,17	71,5	98
16	KM_16	1005,17	107,5	139
17	KM_17	1017,25	68	94
18	KM_18	1017,25	114	158
19	KM_19	1032,48	63	96
20	KM_20	1032,48	116	139
21	KM_21	1051,46	Αρνητική	72
22	KM_22	1051,46	Αρνητική	128
23	KM_23	1015,1	116	170
24	KM_24	986,17	Αρνητική	130
25	KM_25	1034,2	Αρνητική	192

3.2.Οριοθέτηση κοιτάσματος

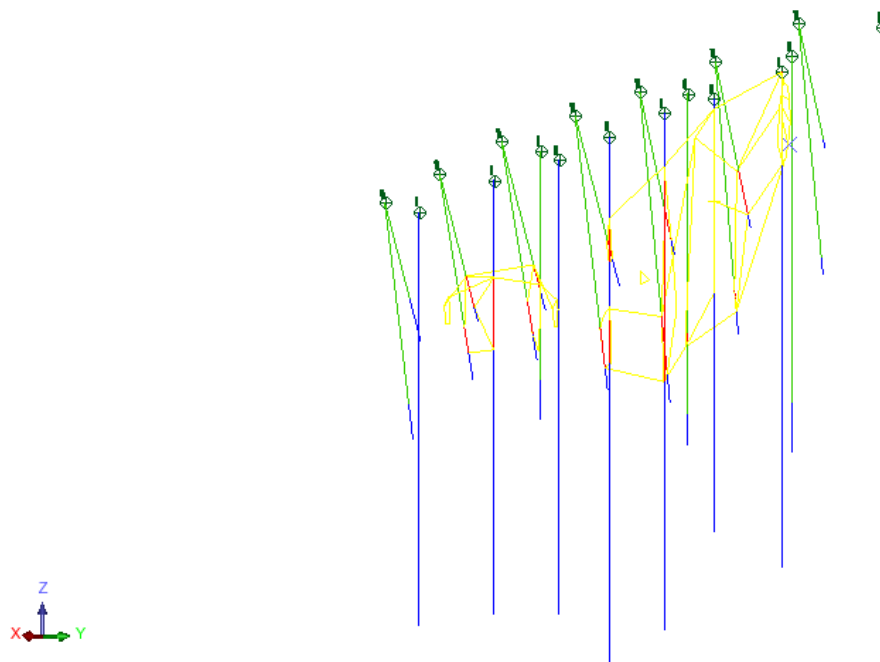
Με βάση τα στοιχεία των ερευνητικών γεωτρήσεων, σχεδιάστηκαν τα όρια του κοιτάσματος στο λογισμικό Surpac. Η τεχνική για την οριοθέτηση του κοιτάσματος γίνεται με την ακόλουθη τεχνική:

1. Σε κάθε σειρά που περιλαμβάνει θετικές γεωτρήσεις, θεωρούμε ότι τα όρια του κοιτάσματος σε αυτό το σημείο, βρίσκονται στο μέσον της απόστασης μεταξύ της θετικής και της αρνητικής γεώτρησης.
2. Ενώνονται τα σημεία που δείχνουν την επαφή με το ταβάνι, με τα σημεία στο ενδιάμεσο της απόστασης θετικής και αρνητικής γεώτρησης και εν συνέχεια με τα σημεία των δαπέδων (εικόνα 3.2).
3. Σχεδιάζεται σε κάθε σειρά θετικών γεωτρήσεων ένα κλειστό πολύγωνο, που ενώνει τα σημεία των ταβανιών και των δαπέδων του κοιτάσματος με τα υποτιθέμενα όρια του.
4. Ενώνονται οι κλειστές πολυγωνικές γραμμές μεταξύ τους (σε κάθε τομή με την βοήθεια γραμμών οριοθέτησης) και σχηματίζεται ένα κλειστό τρισδιάστατο στερεό (solid) το οποίο περιγράφει το κοιτάσμα.

Τα αποτελέσματα αυτής της τεχνικής φαίνονται στην εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.2. Οριοθέτηση κοιτάσματος στο περιβάλλον εργασίας του λογισμικού Surpac.



Εικόνα 3.3. Τα όρια του κοιτάσματος για κάθε σειρά γεωτρήσεων (κόκκινο χρώμα: βωξίτης κίτρινο: βοηθητικές γραμμές οριοθέτησης, πράσινο: υπερκείμενα (οροφή) μπλε: υποκείμενα (πάτωμα)).

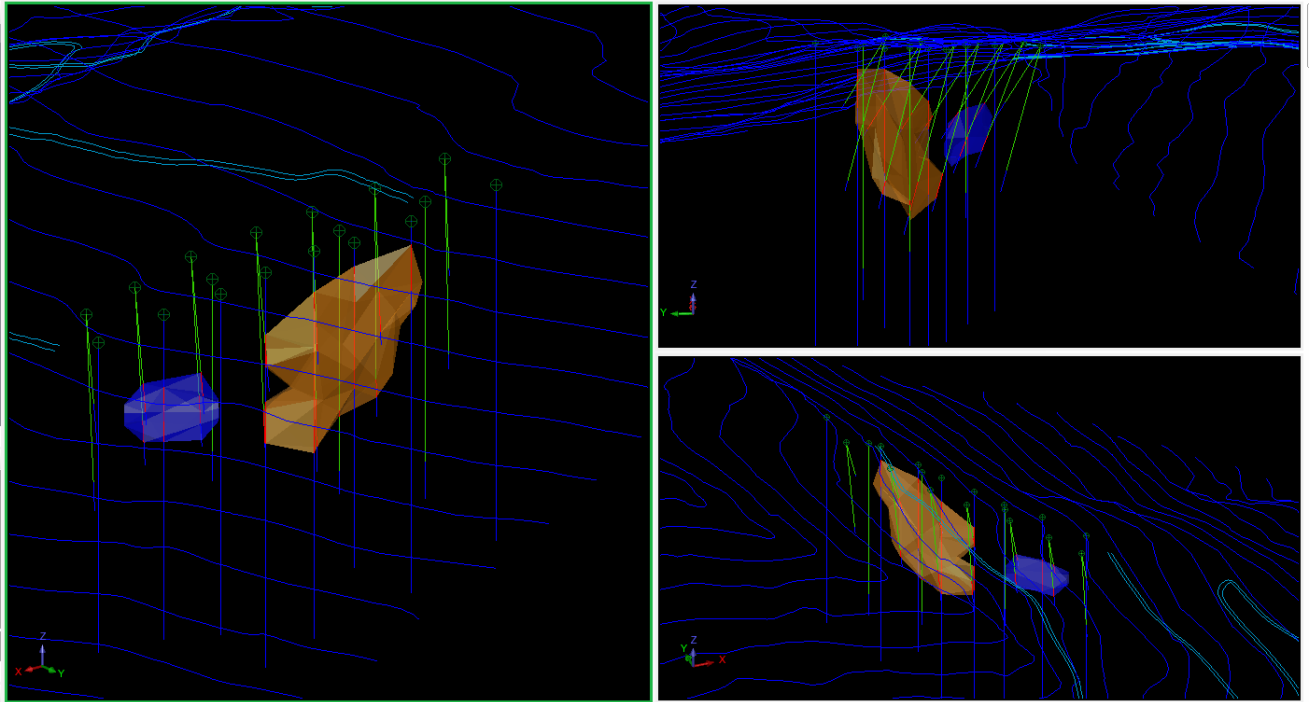
3.3. Αποθέματα

Για να υπολογιστούν τα αποθέματα του κοιτάσματος πρέπει να σχεδιασθεί το τρισδιάστατο μοντέλο του. Σε αυτή τη φάση χρησιμοποιούνται τα κλειστά πολύγωνα που σχεδιάστηκαν παραπάνω. Αυτό που πρέπει να γίνει σε αυτό το σημείο είναι να ενωθούν όλα τα πολύγωνα που σχεδιάστηκαν και να σχηματισθεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο. Με αυτό τον τρόπο το λογισμικό Surpac αναγνωρίζει το μοντέλο αυτό ως ένα συμπαγές στερεό που απεικονίζεται στην εικόνα 3.4 και έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει τον όγκο του (εικόνα 3.5).

Τα αποθέματα **insitu** υπολογίστηκαν σε **81.830m³**. Αν ληφθεί υπόψη ότι ο βωξίτης έχει ειδικό βάρος **3,2tn/m³** τότε το κοίτασμα έχει γεωλογικά αποθέματα σε τόνους:

$$\text{Αποθέματα σε τόνους} = \text{ειδικό βάρος} \times \text{m}^3 = 3,2\text{tn/m}^3 \times 81.830\text{m}^3 = 261.856\text{tn insitu}$$

Είναι προφανές ότι τα συγκεκριμένα αποθέματα θα μειωθούν και άλλο (μεταλλευτικά αποθέματα), καθώς υπάρχουν περιορισμοί στην απόληψη τμημάτων του κοιτάσματος λόγω της τεχνικής ικανότητας της μεθόδου. Από αυτά τελικά θα προκύψουν τα απολήξιμα τα οποία και θα είναι αυτά που τελικά εξορύσσονται.



Εικόνα 3.4. Απόψεις του στερεού που προκύπτει το οποίο και οριοθετεί το κοίτασμα του βωξίτη.

```

kastania_report.not - Notepad
File Edit Format View Help

SOLID MODELLING OBJECT REPORT
Layer Name: solid_final.dtm

Object: 1
Trisolation: 1
Validated = true
Status = solid

Trisolation Extents
X Minimum: -3081.257 X Maximum: -3001.182
Y Minimum: 5837.698 Y Maximum: 5900.149
Z Minimum: 875.340 Z Maximum: 1010.706
Surface area: 17262
Volume : 65797

Object: 2
Trisolation: 2
Validated = true
Status = solid

Trisolation Extents
X Minimum: -2979.519 X Maximum: -2923.613
Y Minimum: 5801.017 Y Maximum: 5835.999
Z Minimum: 887.139 Z Maximum: 930.482
Surface area: 4722
Volume : 16033

Totals
Surface area: 21984
Volume : 81830

```

Εικόνα 3.5. Αναφορά του λογισμικού supracgia τον όγκο του κοιτάσματος

4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

4.1. Επιλογή μεθόδου εκμετάλλευσης

Για την επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης ενός κοιτάσματος λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένοι παράγοντες όπως:

- Η θέση του κοιτάσματος στο χώρο και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του, δηλαδή το σχήμα, το μέγεθος και η κλίση.
- Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος καθώς και των περιβαλλόντων πετρωμάτων
- Η ποιότητα και η αξία του μεταλλεύματος
- Οι επιθυμητοί ρυθμοί παραγωγής
- Το κόστος του παραγόμενου προϊόντος
- Η προστασία και η αποκατάσταση του περιβάλλοντος

Η μέθοδος θα επιλεγθεί εξασφαλίζοντας τρία βασικά κριτήρια:

- Την ασφάλεια των εργαζομένων
- Την οικονομικότητα του κοιτάσματος και τη βιωσιμότητα της εκμετάλλευσης του
- Την μέγιστη δυνατή απόληψη του κοιτάσματος και την ελάχιστη δυνατή πρόσμιξη του

4.2. Υπόγεια εκμετάλλευση στα ελληνικά βωξίτικα κοιτάσματα

Η μέθοδος που αρχίζει πλέον και χρησιμοποιείται περισσότερο σε ελληνικά κοιτάσματα βωξίτη είναι η μέθοδος διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι μέθοδοι εκμετάλλευσης είναι πολλές και κάθε κοιτάσμα αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση και η μέθοδος που θα εφαρμοστεί προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του. Πιο συγκεκριμένα όμως στον βωξίτη χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

Η μέθοδος των θαλάμων και στύλων είναι μέθοδος με κενά και υποστήριξη της οροφής με τμήματα του ίδιου του βωξίτη (στύλοι), οι οποίοι παραμένουν στη θέση τους και δεν αποσπώνται από τις εργασίες εκμετάλλευσης. Εφαρμόζεται σε κοιτάσματα με κλίση περίπου έως και **30°**, πάχος μέχρι **7-8m** και με σχετικά ανθεκτικά υπερκείμενα πετρώματα. Σε περιπτώσεις όπου το πάχος του βωξίτη ξεπερνά τα **8m**, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος θαλάμων και στύλων με ξηρή λιθογόμωση που δίνει τη δυνατότητα στα μηχανήματα να εκμεταλλευτούν τα ανώτερα τμήματα του κοιτάσματος.

Η μέθοδος διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής εφαρμόζεται σε κοιτάσματα με κλίση που υπερβαίνει τις **50-60°**, η οποία έχει χαμηλό κόστος.(εικόνα 4.1)

Αξίζει να σημειωθεί πως η μέχρι τώρα εμπειρία των μηχανικών στα εργοτάξια της εταιρίας αφορά περιπτώσεις όπου συνήθως ο υπερκείμενος ασβεστόλιθος δεν κατακρημνίζεται με ελεγχόμενο τρόπο ακόμη και με τη χρήση εκρηκτικών. Για τον παραπάνω λόγο η μέθοδος με κατακρήμνιση οροφής εφαρμόζεται κατ' εξαίρεση και μόνο όταν το απαιτούν οι συνθήκες.

Όσον αφορά τα στείρα τα οποία απαιτούνται για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών γίνεται προσπάθεια να προέρχονται είτε από προσπελαστικά έργα παρακείμενων φακών είτε από στείρα τα οποία προκύπτουν κατά την φάση της προπαρασκευής του ίδιου του κοιτάσματος έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τόσο οι οικονομικές όσο και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εφαρμογή της λιθογόμωσης.

Στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνεται υπόψη η γεωλογική του εικόνα, τα μηχανικά του χαρακτηριστικά και των περιβαλλόντων πετρωμάτων προκειμένου να υπάρξει η μεγαλύτερη δυνατή απόληψη και όσο το δυνατό μικρότερη αραίωση του μεταλλεύματος.

Η περιχάραξη του κοιτάσματος γίνεται με στοές ανάλογες των στοών προσπέλασης. Σκοπός της φάσης αυτής είναι η οριοθέτηση μεγάλων τμημάτων της εκμετάλλευσης, η επιβεβαίωση της γεωλογικής εικόνας του κοιτάσματος και η δειγματοληψία των ποιοτικών χαρακτηριστικών του βωξίτη. Οι στοές περιχάραξης ορύσσονται με

καθοδηγητικό στοιχείο την ανώτερη επαφή του βωξίτη με τον υπερκείμενο ασβεστόλιθο.

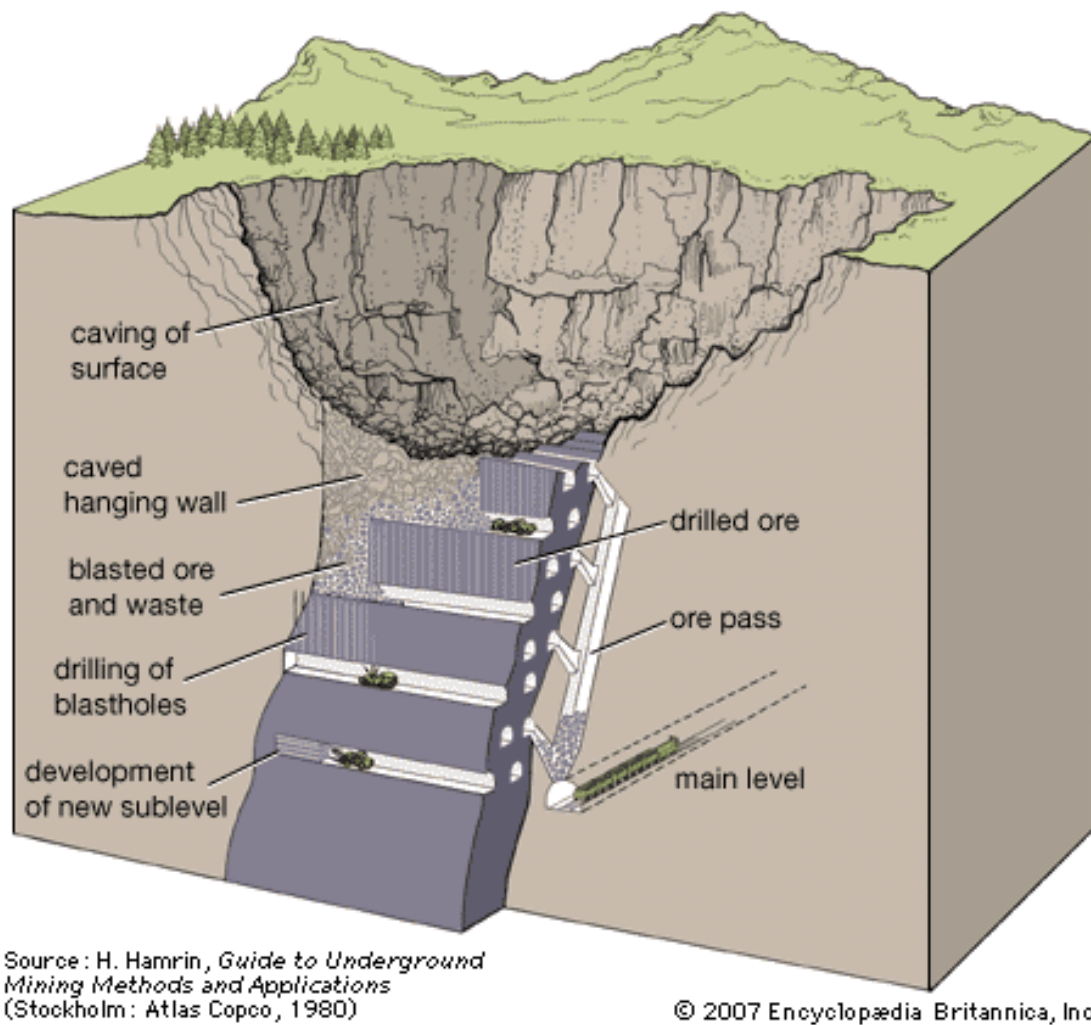


Εικόνα 4.1. Διάτρηση διατρημάτων για την εκμετάλλευση κοιτάσματος με τη μέθοδο της κατακρήμνισης οροφής

4.3. Επιλογή μεθόδου στο πρότυπο κοίτασμα

Στο συγκεκριμένο κοίτασμα η μέθοδος εκμετάλλευσης που προτείνεται είναι η μέθοδος των διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής (εικόνα 4.2.). Οι λόγοι που οδήγησαν στη πρόταση αυτή είναι οι παρακάτω:

- Η κλίση του κοιτάσματος κρίνεται ιδανική (90 μοίρες)
- Η συγκεκριμένη μέθοδος εξασφαλίζει μεγάλο βαθμό απόληψης
- Η πρόσμιξη του μεταλλεύματος με στείρο υλικό είναι σχετικά μικρή
- Ο βωξίτης όπως και τα περιβάλλοντα πετρώματα είναι ανθεκτικά και δεν αναμένονται προβλήματα στην εφαρμογή της μεθόδου



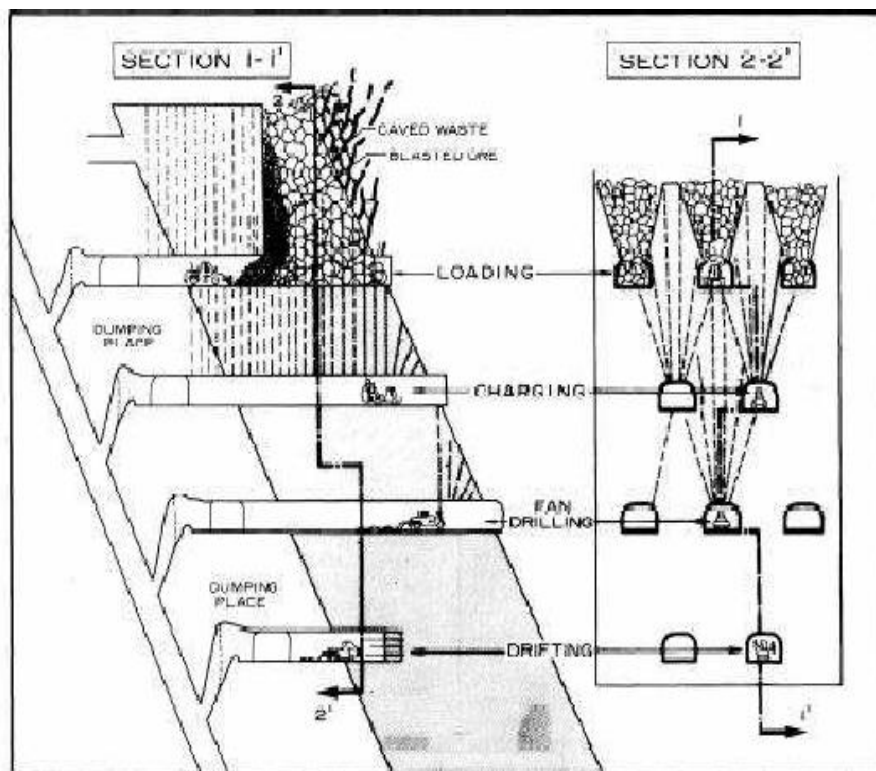
Εικόνα4.2. Τυπική μορφή ανάπτυξης της μεθόδου διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής

4.4. Γενικά στοιχεία της μεθόδου

Η μέθοδος των διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής (Sublevel Caving – SLC) χρησιμοποιήθηκε σε χαλαρά πετρώματα, τα οποία θα μπορούσαν να κατακρημνιστούν ακόμη και με μικρά σχετικά ανοίγματα, μετά την απομάκρυνση της υποστήριξης. Η μέθοδος πλέον εφαρμόζεται και σε ανθεκτικότερα κοιτάσματα τα οποία εξορύσσονται με εκρηκτικές ύλες, οπότε δεν ανταποκρίνεται απόλυτα σε διαδικασία κατακρήμνισης. Εντούτοις, η μέθοδος βασίζεται σε κατακρήμνιση των τοιχωμάτων των μετώπων, οπότε διατηρήθηκε ο όρος «κατακρήμνιση».

Οι κατακόρυφες αποστάσεις μεταξύ των υποορόφων κυμαίνονται κατά προσέγγιση από 8 έως 12 μέτρα και συνήθως η πρόσβαση επιτυγχάνεται με σύστημα ράμπας. Η στοά μεταφοράς ορύσσεται κατά μήκος της διεύθυνσης κλίσης του κοιτάσματος και πάντα μέσα στο στείρο πέτρωμα του δαπέδου. Οι στοές παραγωγής έχουν ως αφετηρία τη στοά μεταφοράς και ορύσσονται εγκάρσια στο κοιτάσμα σε οριζόντιες αποστάσεις των 10 μέτρων. Με τον τρόπο αυτό το κοιτάσμα διαιρείται σε τμήματα εκμετάλλευσης και διαμορφώνεται μια κανονική γεωμετρική μορφή.

Τα κεκλιμένα για τη δημιουργία του μετώπου ορύσσονται στο άκρο των στοών παραγωγής και κοντά στην επαφή μεταλλεύματος-στεύρου, εγκάρσια στο κοιτάσμα, και στη συνέχεια επεκτείνονται εντός του κοιτάσματος με ακτινικά διατρήματα. Τα διατρήματα ορύσσονται σε αποστάσεις που κυμαίνονται από 1 έως 2 μέτρα και το μήκος είναι τέτοιο που να φτάνουν μέχρι το επίπεδο της στοάς παραγωγής του ανώτερου ορόφου. Όταν έχει ορυχθεί ένας σχετικά ικανοποιητικός αριθμός διατρημάτων, μπορεί να αρχίσει η παραγωγή με τη γόμωση και ανατίναξη μίας η δύο σειρών ακτινικών διατρημάτων. Για την αποκομιδή του εξορυγμένου μεταλλεύματος χρησιμοποιούνται μονάδες LHD. Οι διάφορες φάσεις της εκμετάλλευσης παρουσιάζονται αναλυτικά στη εικόνα 4.3.



Εικόνα. 4.3. Οι φάσεις εκμετάλλευσης με τη μέθοδο κατακρήμνισης οροφής με διαδοχικούς υποορόφους.

Αρχικά, όταν έχει εξορυχτεί ένα μικρό μόνο μέρος του κοιτάσματος, είναι πιθανόν να μην εκδηλωθεί η κατακρήμιση των υπερκειμένων και των τοιχωμάτων, οπότε η εκμετάλλευση εμφανίζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τη μέθοδο των ανοιχτών μετώπων. Με την πάροδο του χρόνου, η χαλάρωση των κοιτασμάτων καλύπτει τους κενούς χώρους και το μέταλλευμα κατακρημνίζεται και με τη βαρύτητα κατέρχεται προς τα σημεία απόληψης.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται σε όλες τις παραγωγικές στοές, καθώς το μέτωπο εκμετάλλευσης οπισθοχωρεί σταδιακά προς τη στοά μεταφοράς. Από τη στιγμή όπου έχει αποληφθεί ο ανώτατος όροφος σε μια απόσταση ασφαλείας, η παραγωγή συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο στο αμέσως επόμενο υποκείμενο επίπεδο, έως ότου αποληφθεί πλήρως το μέταλλευμα.

Το κοίτασμα που είναι βωξίτης καθώς και τα γειτονικά ασβεστολιθικά κοιτάσματα είναι αρκετά ανθεκτικά και ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της μεθόδου. Έτσι το μέταλλευμα θα μπορεί να αυτοϋποστηρίζεται χωρίς μεγάλες επεμβάσεις. Πρέπει να τονιστεί ότι όταν το κοίτασμα είναι κατακόρυφο όπως και σε αυτή την περίπτωση πάντα υπάρχει ένα κατώτερο επίπεδο για την απόληψη του εναπομείναντος μεταλλεύματος εκτός βέβαια από το κατώτερο επίπεδο της εκμετάλλευσης, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ικανοποιητικός βαθμός απόληψης.

Σημαντικά πλεονεκτήματα της SLC είναι:

- Ικανοποιητικές συνθήκες εργασίας, καθώς όλες οι εργασίες λαμβάνουν χώρα μέσα στις στοές προσβολής και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες υποστήριξης της οροφής.
- Υψηλός βαθμός εκμηχάνισης.
- Δεν εγκαταλείπονται οι στύλοι που προσ αυξάνουν το κόστος εκμετάλλευσης και ενισχύουν τις απώλειες σε μέταλλευμα.

Η διαμόρφωση της εκμετάλλευσης είναι ένα αρκετά χρονοβόρο και επίπονο θέμα όμως εξασφαλίζει την οργάνωση και την προετοιμασία του μεταλλείου.

Σημαντικό είναι να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή απόληψη μέσω της επιλογής των σωστών παραμέτρων για τους ορόφους εκμετάλλευσης :

- η υψομετρική διαφορά των υποορόφων. Το κοίτασμα μας είναι κάθετο (κλίση 90°) οπότε δεν υφίσταται κανένας περιορισμός.
- οριζόντια απόσταση στοών παραγωγής
- Σχήμα και διαστάσεις των στοών παραγωγής

Τελευταίος και σημαντικός εξίσου παράγοντας είναι η στήριξή του μετώπου κατακρήμνισης που καθορίζει σε αρκετά μεγάλο βαθμό την αποδοτικότητα της μεθόδου.

4.5. Επιλογές υλοποίησης της μεθόδου διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνισης οροφής

Το μέγεθος, το σχήμα και η κλίση του κοιτάσματος επηρεάζουν σημαντικά την εφαρμογή της μεθόδου. Η κατακόρυφη κλίση θεωρείται ως η πλέον κατάλληλη, κλίση μέχρι 60° κρίνεται ικανοποιητική και τέλος μηδενική κλίση είναι απαγορευτική για την εφαρμογή της μεθόδου, εκτός εάν το πάχος του κοιτάσματος είναι σημαντικά μεγάλο.

Στην περίπτωση που το κοίτασμα είναι επίπεδο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω αρνητικά ενδεχόμενα:

- Η ανάπτυξη και η όρυξη των διατηρημάτων στα μέτωπα παραγωγής είναι ανεπαρκής λόγω του μικρού ύψους του μεταλλεύματος.
- Στον ανώτερο όροφο μόνο το 50% του μεταλλεύματος απολαμβάνεται τελικά, γιατί το μέταλλευμα σχηματίζοντας σωρό σύμφωνα με τη γωνία απόθεσης του δυσχεραίνει την απόληψη του από τους φορτωτές.

Στην περίπτωση κατακόρυφου κοιτάσματος, πάντα υπάρχει ένα κατώτερο επίπεδο για την απόληψη του εναπομείναντος μεταλλεύματος (εκτός από το κατώτερο επίπεδο της εκμετάλλευσης), γεγονός που οδηγεί σε ικανοποιητικό βαθμό απόληψης. Στα επίπεδα όμως κοιτάσματα, μόνο μια μικρή ποσότητα μεταλλεύματος αποκομίζεται από τα κατώτερα επίπεδα, με αποτέλεσμα να παραμένουν στο μέτωπο σημαντικές ποσότητες μεταλλεύματος που δεν είναι απολήψιμες. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε υψηλό κόστος

ανάπτυξης ανά τόνο παραγόμενου μεταλλεύματος και χαμηλό βαθμό απόληψης. Σε κοιτάσματα με μέση κλίση, η γεωμετρία του κοιτάσματος είναι αρκετά καλή και παρά το γεγονός ότι μικρή ποσότητα μεταλλεύματος παραμένει στα μέτωπα, η απόληψη είναι σχετικά καλή.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ένα μέτριο συνεκτικό μετάλλευμα με ασθενή τοιχώματα και μεγάλη κλίση κοιτάσματος διευκολύνει την εφαρμογή της μεθόδου.

4.5.1 Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα κοιτάσματα μεγάλου πλάτους

Στη περίπτωση κοιτασμάτων μεγάλου πάχους χρησιμοποιούνται εγκάρσιες στοές παραγωγής. Συνήθως αυτές οι στοές δεν είναι παράλληλες στην κλίση του κοιτάσματος, αλλά είναι προσανατολισμένες κατά μία γωνία ως προς τον άξονα του κοιτάσματος, ώστε να διευκολύνονται οι αλλαγές πορείας του μηχανικού εξοπλισμού μεταξύ των στοών μεταφοράς και των παραγωγικών στοών. Η απόληψη είναι συνήθως καλύτερη όταν χρησιμοποιούνται εγκάρσιες στοές παραγωγής, γιατί έτσι καλύπτεται ολόκληρο το μετάλλευμα από την οροφή έως την στρώση.

Η στοά μεταφοράς ορύσσεται εντός του στείρου και από την πλευρά του πετρώματος της στρώσης σε απόσταση 10m από την παρυφή της μεταλλοφορίας. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται οι ανατινάξεις κοντά στην διασταύρωση της στοάς παραγωγής με τη στοά μεταφοράς, μειώνοντας την ανάγκη εκτεταμένης υποστήριξης και τις αναμενόμενες απώλειες μεταλλεύματος.

4.5.2. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα κοιτάσματα μικρού πλάτους

Όταν το πλάτος του κοιτάσματος είναι μικρότερο των 15m, οι εγκάρσιες στοές παραγωγής υστερούν σε απόδοση και ορύσσονται παράλληλα προς την διεύθυνση του άξονα του κοιτάσματος. Η συγκεκριμένη διαμόρφωση καταλήγει σε μία ή και περισσότερες παραγωγικές στοές ανά επίπεδο, ανάλογα με το πλάτος του κοιτάσματος. Στην περίπτωση αυτή που χρησιμοποιούνται στοές παραγωγής παράλληλα προς τον άξονα της μεταλλοφορίας, αναγκαστικά πρέπει να αλλάζουν τακτικά πορεία κατευθυνόμενες εντός του στείρου, όπου και θα κατασκευαστούν κεκλιμένα μεταφοράς του μεταλλεύματος.

Η απόληψη είναι χειρότερη σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση, καθώς όπου το μέταλλευμα έχει ακανόνιστη μορφή, μέρος του εγκαταλείπεται ώστε να αποφεύγεται η αποκομιδή στείρου από το πέτρωμα της οροφής.

4.6. Περιγραφή μεθόδου εκμετάλλευσης στο υπό εξέταση κοίτασμα

4.6.1. Προπαρασκευή

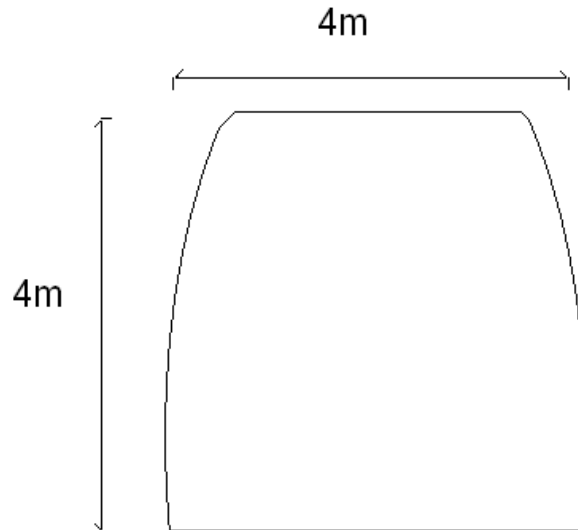
Στο υπό εξέταση κοίτασμα η παραλλαγή της μεθόδου που θα εφαρμοσθεί, είναι η μέθοδος κατακρήμνισης οροφής σε κάθετο κοίτασμα που έχει μικρό πάχος.

Όσον αφορά το κοίτασμα έχει πάχος το οποίο κυμαίνεται από **5m** το λιγότερο έως **13,8m**. Ο μέσος όρος πάχους δεν ξεπερνά τα **10,2m**. Το κοίτασμα λοιπόν θεωρείται μικρού πάχους (**<15m**) και θα διαμορφωθούν παραγωγικές στοές σε μια στήλη παράλληλες προς τον άξονα της μεταλλοφορίας.

Με την όρυξη των παραγωγικών στοών καθώς και οποιαδήποτε όρυξη στοάς εντός του κοιτάσματος υποδηλώνει αυτόματα και παραγωγή βωξίτη (στην επαφή τους με το κοίτασμα ουσιαστικά αρχίζει και η εκμετάλλευση του κοιτάσματος).

Οι παραγωγικές στοές αποτελούν τους υποορόφους της μεθόδου και η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των υποορόφων καθορίζει και την μεγαλύτερη δυνατή απόληψη του κοιτάσματος. Στη πράξη πολλές παράμετροι επηρεάζουν το ύψος όπως:

- **Κλίση του κοιτάσματος:** Εάν η κλίση είναι κατακόρυφη δεν υφίσταται κανένας περιορισμός . Όσο η κλίση μειώνεται, το ύψος θα πρέπει να μειωθεί, ώστε να αποφεύγεται η αποκομιδή στείρου από το πέτρωμα της οροφής, όπως φαίνεται στις εικόνες 4.5.
- **Η ικανότητα να διατηρηθεί, να γομωθεί και να ανατιναχθεί το μέταλλευμα με την καλύτερη δυνατή ρωγμάτωση και το χαμηλότερο κόστος:** Η απόκλιση των διατηρημάτων και το κόστος διάτρησης αυξάνουν με την αύξηση του μήκους των διατηρημάτων. Στην περίπτωση ενός χαλαρού μεταλλεύματος είναι δύσκολο



Εικόνα 4.5. Προτεινόμενη διατομή των στοών παραγωγής.

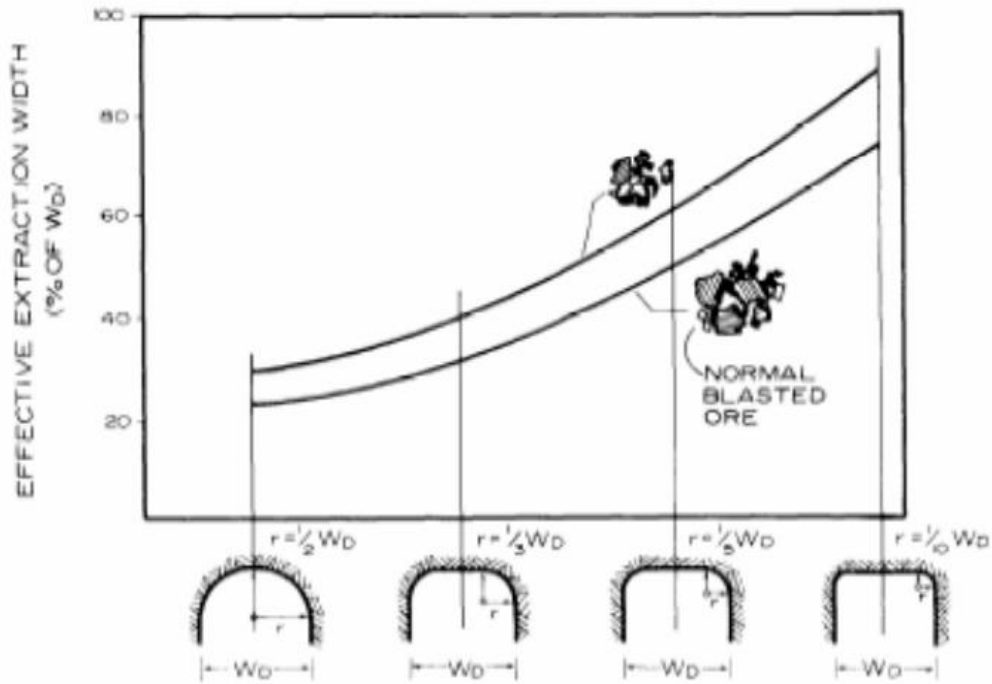
4.6.2. Ανάπτυξη μεθόδου

Με το πέρας των προπαρασκευαστικών εργασιών, ξεκινά και το βασικό τμήμα της εκμετάλλευσης, αυτό της ανάπτυξης των υποορόφων.

Για την ολοκλήρωση του σχεδιασμού απαιτείται ο υπολογισμός του ύψους των ορόφων καθώς και το φορτίο της ανατίναξης. Ο υπολογισμός της οριζόντιας απόστασης των στοών δεν είναι αναγκαίος σε αυτό το κοίτασμα διότι υπάρχει μία μόνο σειρά παραγωγικών στοών λόγω μικρού πάχους.

Υπολογισμός ενεργού ανοίγματος α (effectivewidth) :

Σύμφωνα με την εικόνα 4.6. για στοά πλάτους $W_D = 4\text{m}$ και $r = W_D/10 = 0,4\text{m}$ για ομαλή ανατίναξη προκύπτει ότι το ενεργό άνοιγμα είναι περί το 70% οπότε $\alpha = 4 \times 70\% = 2,8\text{m}$



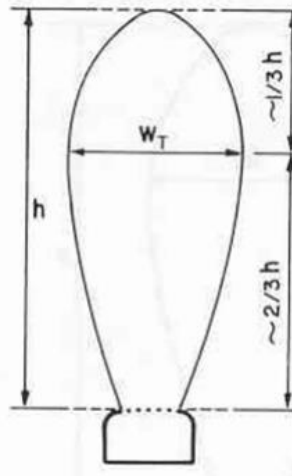
Εικόνα 4.6. Ενεργό άνοιγμα σε σχέση με τη στοά παραγωγής

Υπολογισμός ύψους ορόφων h_s :

Εκτίμηση ύψους εξόρυξης $h_T = 17m$

Ύψος ελλειμοειδούς $h = h_T - h_D = 17 - 4 = 13m$ όπου h_D είναι το ύψος της παραγωγικής στοάς

Οπότε ο τύπος για τον υπολογισμό του h_s (εικόνα 4.7)δίνεται από τη σχέση $h_s = h_D + [(2 \times h) / 3] - 2,5 = 4 + [(2 \times 13) / 3] = 12,67 - 2,5 = 10,12 \sim 10m$

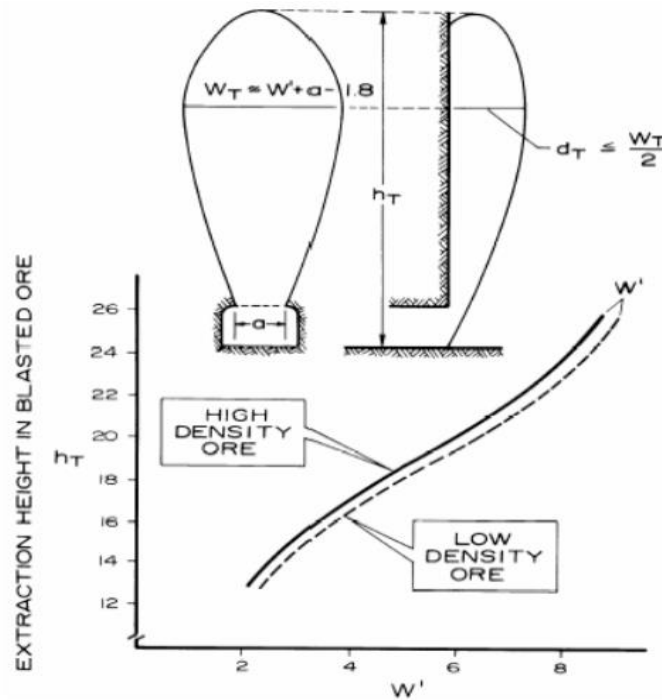


Εικόνα 4.7.Υψόζη ελλειμοειδούς εκμετάλλευσης. Το μέγιστο άνοιγμα W_T (πλάτος) του ελλειμοειδούς δημιουργείται σε απόσταση $2/3h$ από την οροφή της στοάς

Υπολογισμός φορτίου ανατίναξης b:

Αρχικά πρέπει να υπολογιστεί το μέγιστο πλάτος ελλειψοειδούς W_T που δίνεται από τη σχέση $W_T = W' + a - 1,8$

Ο συντελεστής W' υπολογίζεται από το διάγραμμα στην εικόνα 4.8. όπου για $h_T = 17$



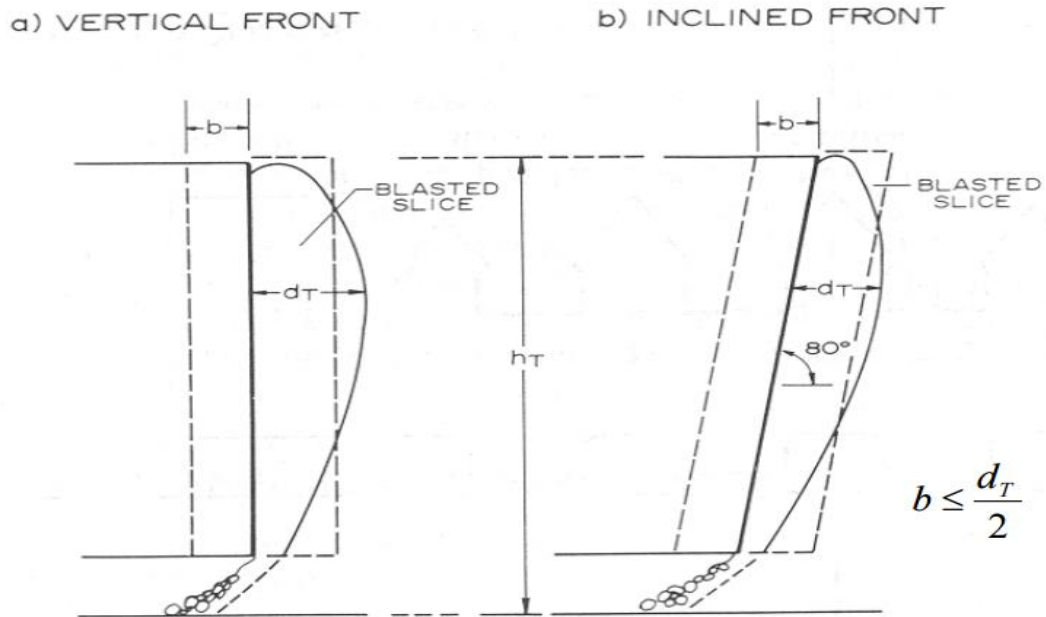
Εικόνα 4.8. Προσεγγιστικοί υπολογισμοί των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του ελλειψοειδούς εκμετάλλευσης

Προκύπτει ότι $W' = 4,5\text{m}$

Άρα $W_T = 4,5 + 2,8 - 1,8 = 5,5\text{m}$

Επομένως ο συντελεστής d_T που είναι απαραίτητος για το υπολογισμό του φορτίου ανατίναξης θα είναι :

$$d_T = W_T / 2 = 5,5 / 2 = 2,75\text{m}$$

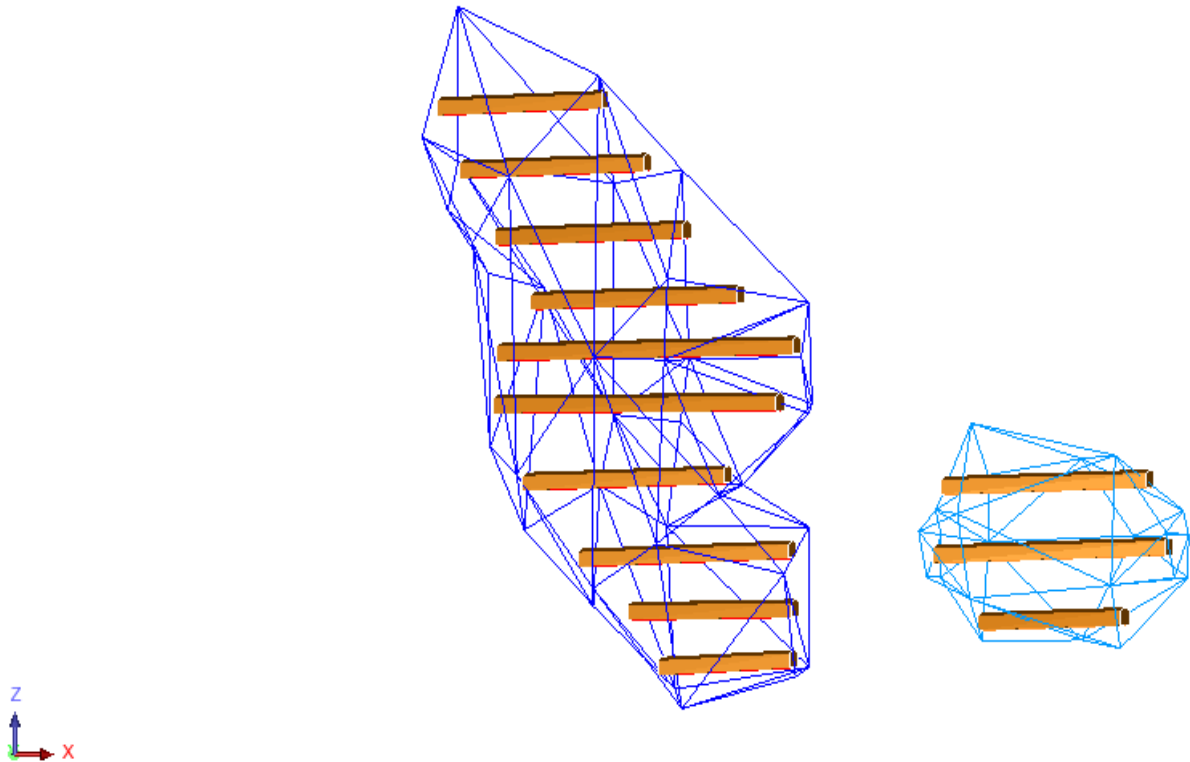


Εικόνα 4.9. Κάθετα και κεκλιμένα διατρήματα της ανατίναξης. Με κλίση μειώνεται η πρόσμιξη στείρου στο μέταλλευμα. (όπου b το φορτίο της ανατίναξης)

Τελικά σύμφωνα και με την εικόνα 4.9. το φορτίο ανατίναξης b υπολογίζεται σε:

$$b \leq d_T / 2 \leq 2,75 / 2 \leq 1,375\text{m}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω και για απόσταση υποορόφων περί τα 10m, το συνολικό μήκος όρυξης ανέρχεται στα **627m**. Μια άποψη των συνολικών στοών παραγωγής που προτείνονται να διαμορφωθούν στα δύο κοιτάσματα που έχουν εντοπιστεί δίνονται στην εικόνα 4.10.

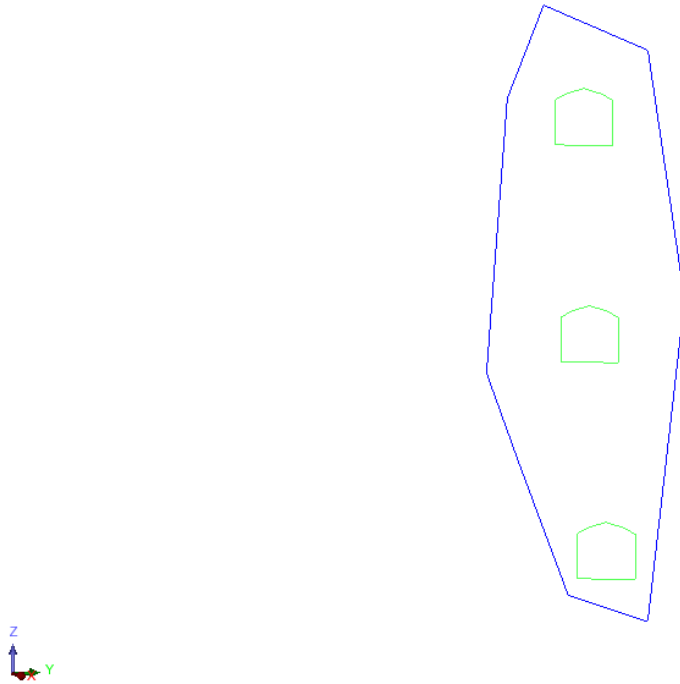


Εικόνα 4.10. Άποψη των στοών εκμετάλλευσης στο σύμπλεγμα των δύο κοιτασμάτων που έχουν εντοπιστεί.

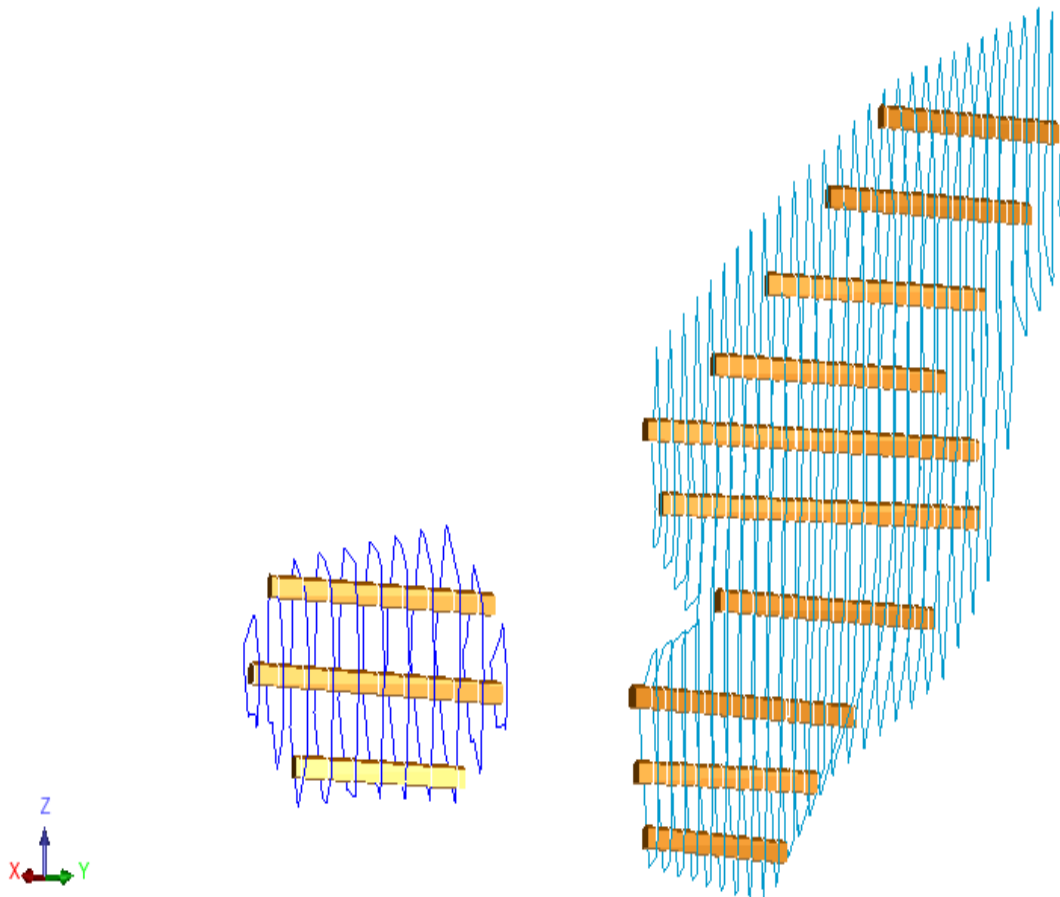
4.6.3. Σχεδιασμός εκμετάλλευσης

Από τη στιγμή κατά την οποία θα οριοθετηθεί ουσιαστικά το κοίτασμα μέσω των προσπελαστικών στοών θα υπάρξει η δυνατότητα να δημιουργηθεί η μέθοδος κατακρήμνισης οροφής με διαδοχικούς ορόφους.

Το επόμενο βήμα είναι η προσομοίωση της μεθόδου επί του κοιτάσματος. Για να γίνει εφικτό, θα πρέπει το κοίτασμα να χωριστεί σε νοητά τμήματα. Αφού γίνει αυτό, η διαδρομή των παραγωγικών στοών είναι πλέον ξεκάθαρη εντός του κοιτάσματος, καθώς και ολόκληρη η διαδικασία διάτρησης. Σε πρώτη φάση, είναι σημαντική η παρουσίαση των στοών σε τομή του κοιτάσματος. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν με τη βοήθεια του λογισμικού *surpac* παρουσιάζονται στις εικόνες 4.11, 4.12.



Εικόνα 4.11. Άποψη των παραγωγικών στοών σε τομή του κοιτάσματος.



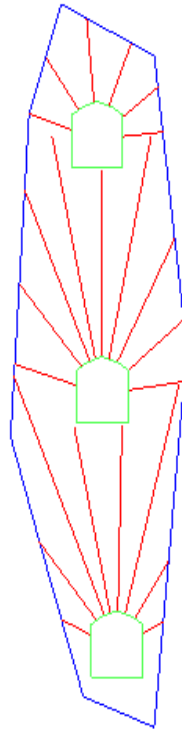
Εικόνα 4.12. Άποψη των τομών που διαμορφώνονται ώστε να υπολογιστούν τα χαρακτηριστικά των διατηρημάτων παραγωγής εντός των κοιτασμάτων.

Στη συνέχεια, είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί η διαδικασία ανιούσας διάτρησης εντός του μεταλλεύματος. Τα διατρήματα παραγωγής είναι αυτά που θα καθορίσουν τα μέτωπα κατακρήμνισης και τη ανάμειξη μεταλλεύματος με στείρο υλικό, οπότε ο σχεδιασμός τους απαιτεί μεγάλη προσοχή.

Αρχικά, οι πρώτες χρονικά διαμορφώσεις εκμετάλλευσης που χρησιμοποιήθηκαν περιελάμβαναν διατρήματα με κλίση 45° . Σκοπός τους ήταν η μείωση του μήκους των ανιόντων διατρημάτων που απαιτούνταν να ορυχθούν από τον υποκείμενο όροφο. Όμως η συγκεκριμένη διαμόρφωση δεν επέτρεπε τελικά την απόληψη του μεταλλεύματος από το συγκεκριμένο επίπεδο όρυξης των διατρημάτων, με αποτέλεσμα να παραμένει μετάλλευμα εντός του θαλάμου και να μην υπάρχει δυνατότητα επέκτασης μετά την ανατίναξη της επόμενης σειράς διατρημάτων. Σε αυτή την περίπτωση η πρόσμιξη στείρου στο μετάλλευμα ήταν αυξημένη.

Τα πλευρικά διατρήματα θα πρέπει να έχουν κλίση μεγαλύτερη των 70° και να είναι τοποθετημένα στις γωνίες των στοών, ώστε να επιτυγχάνουν τη μέγιστη ακτίνα προσβολής. Η κάθε σειρά ανιόντων διατρημάτων περιλαμβάνει συνήθως 8 διατρήματα και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σειρών ποικίλει από 1 έως 2 μέτρα, παρέχοντας τον καλύτερο βαθμό ρωγμάτωσης. Η συνηθέστερη χρησιμοποιούμενη γωνία κλίσης των διατρημάτων είναι $70^\circ - 80^\circ$ (Τερεζόπουλος, 2003).

Με τη βοήθεια του λογισμικού *suprac* και της λειτουργίας *ring design* είναι εφικτό να σχεδιαστούν τα διατρήματα παραγωγής τα οποία δεν ξεπερνούν τα **8** ανά στοά παραγωγής, έχουν **80°** κλίση και φορτίο ***b*** το οποίο είναι **1,375m**. Μία άποψη της προτεινόμενης μορφής διάτρησης στις παραγωγικές στοές του μεταλλείου δίνεται στην Εικόνα 4.13.



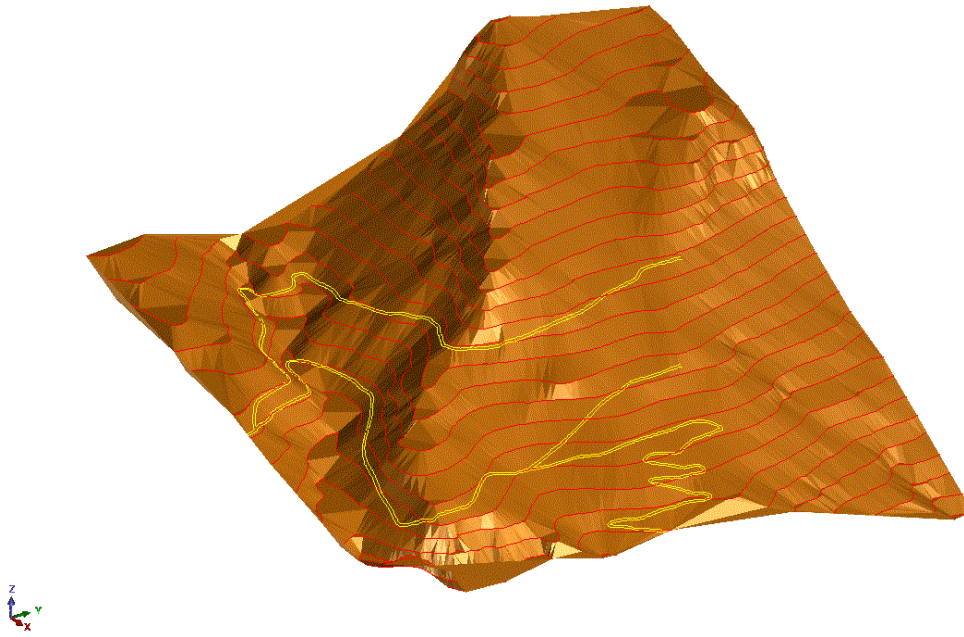
Εικόνα 4.13. Προτεινόμενη διάταξη διατρημάτων παραγωγής.

5. Προσπέλαση του κοιτάσματος

5.1. Προϋπάρχον οδικό δίκτυο

Στην περιοχή όπου πρόκειται να γίνει η εκμετάλλευση του κοιτάσματος, θα λειτουργήσει εργοτάξιο της εταιρίας ELMIN και θα χρησιμοποιηθεί το υπάρχον δίκτυο μεταλλευτικών δρόμων. Οι δρόμοι αυτοί αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για την διάτρηση των εξερευνητικών γεωτρήσεων, τον εντοπισμό και την οριοθέτηση του κοιτάσματος. Είναι δρόμοι χωμάτινοι, ανηφορικοί με κλίση μέγιστη 7 μοιρών και με πλάτος 6m κατασκευασμένων σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΚΜΛΕ (Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών).

Οι μεταλλευτικοί δρόμοι τερματίζουν πολύ κοντά στην επιφανειακή εμφάνιση του βωξίτη και μέσω αυτών θα γίνει η μεταφορά του απαιτούμενου εξοπλισμού (μηχανημάτων και προσωπικού. Στο τέλος του δρόμου θα γίνουν προσπελαστικές εργασίες για την διάνοιξη των στοών καθώς και μια πλατεία για την προσωρινή αποθήκευση του βωξίτη. Πρόκειται για τα σημεία εισόδου για την πλέον ασφαλή, γρήγορη και οικονομική εκμετάλλευση του εν λόγω κοιτάσματος βωξίτη. Η δημιουργία στοών προσπέλασης είναι το πρώτο βασικό και σημαντικό έργο υποδομής κάθε μεταλλευτικού εργοταξίου υπόγειας εξόρυξης. Στην μελέτη κατασκευής των προσπελαστικών στοών θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω στοιχεία με κύρια προτεραιότητα την ασφάλεια των εργαζόμενων και του οικονομικού κόστους κατασκευής. Οι προσπελαστικοί δρόμοι εμφανίζονται στην εικόνα 5.1.



Εικόνα 5.1. Οι προσπελαστικοί δρόμοι της περιοχής

Αρχικά κρίνεται απαραίτητο η επιλογή της κατάλληλης θέσης εισόδου, το επαρκές μήκος και η διατομή της κάθε στοάς. Με την κατάλληλη διάνοιξη στοών προσπέλασης θα έχουμε την όσο το δυνατόν ευκολότερη πρόσβαση στο μέταλλευμα τόσο των μηχανημάτων όσο και του προσωπικού για την ασφάλεια του οποίου δίδεται ιδιαίτερη προσοχή. Οι διαστάσεις των στοών πρέπει να εξασφαλίζουν την ομαλή διακίνηση των μηχανημάτων εκσκαφής φορτωτών και λοιπών οχημάτων. Να τονιστεί ότι μέσω των στοών επιτυγχάνεται και ο εξαερισμός του μεταλλείου.

5.2.Κύριες προσπελαστικές στοές

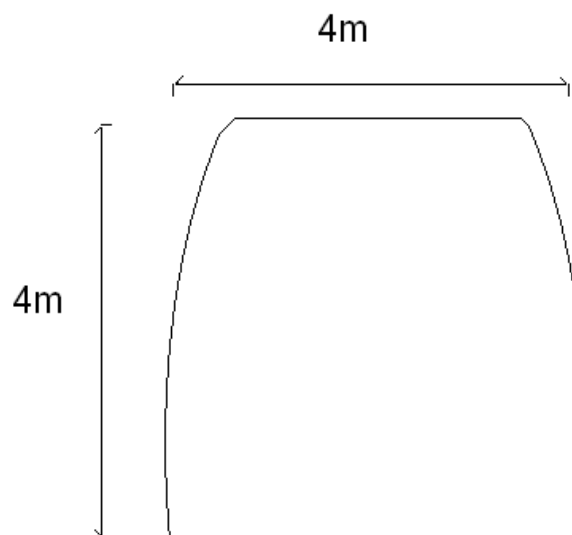
Η δημιουργία και η ανάπτυξη των προσπελαστικών στοών αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά βήματα για την καλή λειτουργία κάθε υπόγειου μεταλλευτικού έργου. Πρόκειται για το δρόμο που οδηγεί στο κοίτασμα και συνάμα δημιουργεί το κατάλληλο κύκλωμα για τον αερισμό του μεταλλείου.

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός συνδέεται άμεσα με τις προσπελαστικές στοές γιατί θα πρέπει να έχουν διαστάσεις τέτοιες που να μην δημιουργούν προβλήματα στην κίνηση του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Οι προσπελαστικές στοές υπόκεινται σε περιορισμούς που επιβάλλονται σχετικά με το μήκος τους όσο και με τις διαστάσεις τους για το λόγο ότι ορύσσονται εντός στείρων πετρωμάτων. Πρακτικά σημαίνει ότι αυξάνεται το κόστος εκμετάλλευσης και γι' αυτό η σωστή επιλογή των θέσεων έναρξης τους αποκτά μεγάλη σημασία. Στόχος είναι να εξασφαλιστούν όσο το δυνατόν μικρότερες σε διαστάσεις και μήκος οι προσπελάστικές στοές και ταυτόχρονα να πληρούν τις προϋποθέσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού.

5.2.1. Περιγραφή – Ανάπτυξη κύριων προσπελαστικών στοών

Η διατομή που προτείνεται για τη χάραξη των προσπελαστικών στοών είναι η αψιδωτή που πλεονεκτεί στην καλύτερη και ευνοϊκότερη διανομή των τάσεων γύρω από την εκσκαφή με μοναδικό μειονέκτημα την μικρότερη ωφέλιμη επιφάνεια που προσφέρει η τραπεζοειδής διατομή. Οι στοές **Σ1** και **Σ2** θα έχουν πλάτος **4m** και μέγιστο ύψος **4m** όπως φαίνεται στην εικόνα 5.2.

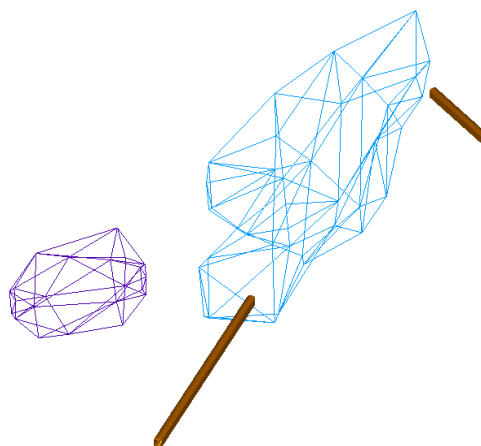


Εικόνα 5.2. Προτεινόμενη διατομή των στοών προσπέλασης

Οι δύο προσπελαστικές στοές πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερο μήκος για να αποφευχθεί αύξηση του κόστους όρυξης τους. Επιπρόσθετα, πρέπει να βρίσκονται κοντά στον μεταλλευτικό δρόμο ώστε να διανοιχθεί μικρό κομμάτι δρόμου. Είναι απαραίτητο να μεταφερθεί ο μηχανολογικός και λοιπός εξοπλισμός στην περιοχή του κοιτάσματος μέσω του οδικού δικτύου.

Για το πρότυπο κοιτάσμα σχεδιάστηκαν δύο προσπελαστικές στοές **Σ1** και **Σ2** που προσεγγίζουν το κοιτάσμα από τα πλάγια. Η στοά **Σ1** και **Σ2** έχουν μικρή ανηφορική κλίση για την αποστράγγιση των υπόγειων υδάτων προς την είσοδο της στοάς και να μην επιτρέπεται η είσοδος των όμβριων υδάτων προς το μεταλλείο από την είσοδο των στοών. Η κλίση προς τα έξω δίνει τη δυνατότητα στα έμφορτα μηχανήματα αποκομιδής του μεταλλείου να εξέρχονται με ευκολία, καθώς η διαδρομή είναι κατηφορική.

Προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι συγκεκριμένες προσπελαστικές στοές θα πρέπει αρχικά να διαμορφωθεί το ανάγλυφο της περιοχής με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολυνθούν οι εργασίες και η πρόσβαση των μηχανημάτων στα σημεία έναρξης των στοών. Επιπλέον, οι προσπελαστικές στοές είναι απαραίτητες για την δημιουργία του κυκλώματος αερισμού του μεταλλείου. Γι'αυτό επιβάλλεται η σωστή επιλογή των θέσεων έναρξης των προσπελαστικών στοών. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω οι δύο προσπελαστικές στοές που ορύσσονται είναι η **Σ1** και **Σ2**, εικόνα 5.3.



Εικόνα 5.3. Οι προσπελαστικές στοές Σ1 και Σ2 κατά την διεύθυνση βορρά-νότου

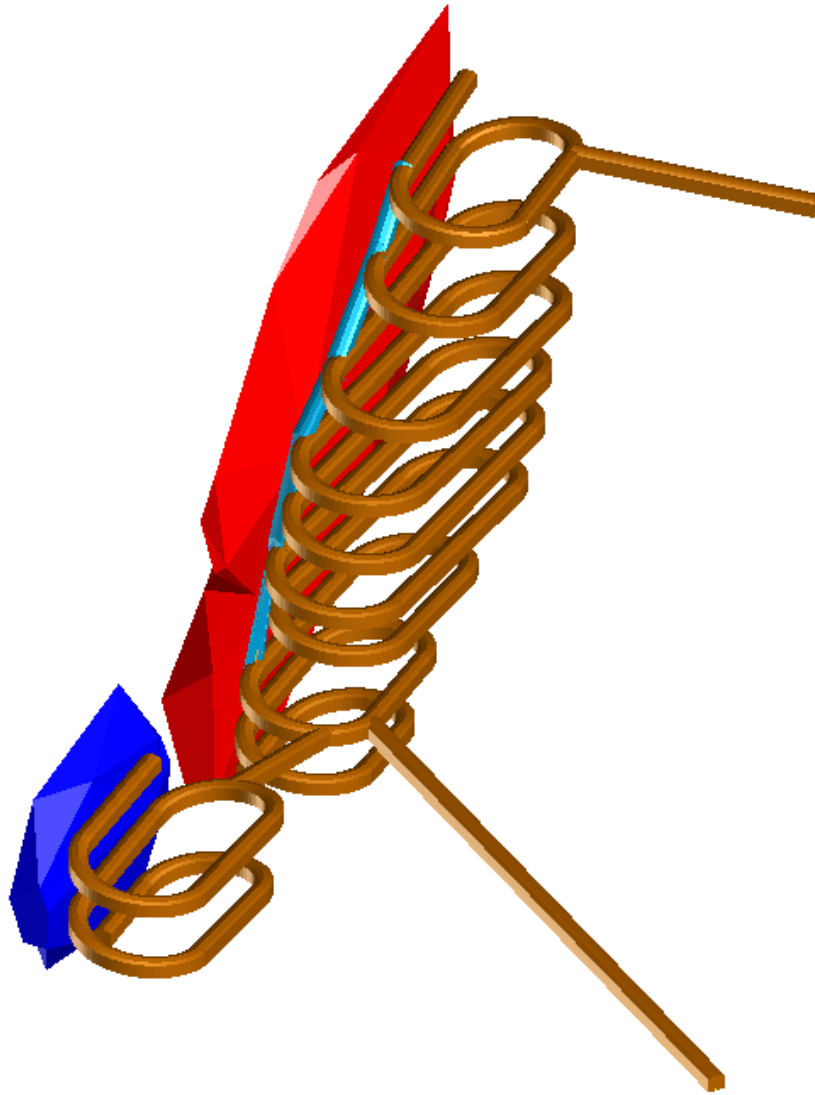
Η στοά **Σ1** ξεκινά από το υψόμετρο **900m** ανατολικά του κύριου όγκου του κοιτάσματος και πλησιάζει το κοίτασμα στο απόλυτο υψόμετρο **901,1m**. Το συνολικό μήκος της είναι **140m** και η κλίση της είναι **0,7%**. Η στοά **Σ1** θα χρησιμοποιηθεί ως στοά αποκομιδής.

Φαίνεται η στοά προσπέλασης να μην εφάπτεται με το κοίτασμα. Σχεδιάστηκε με αυτό τον τρόπο ώστε η στοά αυτή να εισέρχεται σε ένα προσπελαστικό δίκτυο από ράμπες που θα προσεγγίζουν το κοίτασμα σε πολλαπλά σημεία ώστε να διευκολυνθεί και η μετακίνηση των μηχανημάτων.

Η στοά **Σ2** ξεκινά από το υψόμετρο **984m** ανατολικά του κύριου όγκου του κοιτάσματος και προσεγγίζει το κοίτασμα στο απόλυτο υψόμετρο **985,6m**. Το συνολικό μήκος της στοάς είναι **49m** και η κλίση της είναι **1,1%**. Η στοά **Σ2** θα χρησιμοποιηθεί ως στοά αερισμού.

Όπως και η στοά Σ1 έτσι και η Σ2 δεν εφάπτεται με το κοίτασμα και σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει πρόσβαση στο μεγαλύτερο προσπελαστικό δίκτυο από ράμπες στο οποίο γίνεται αναφορά παρακάτω.

Προκειμένου να διευκολυνθεί η πρόσβαση στο κοίτασμα σε διαφορετικά υψόμετρα σχεδιάστηκε ένα δίκτυο από ράμπες το οποίο μάλιστα θα οδηγεί και στο μικρότερο βωξίτιο κοίτασμα. Προβλέπεται να κατασκευαστεί και ένα λούκι για τη γρηγορότερη μεταφορά του βωξίτη. (εικόνα 5.4 διακρίνεται το λούκι με γαλάζιο χρώμα).



Εικόνα 5.4. Σύστημα με ράμπες για την προσέγγιση του κοιτάσματος

Το συνολικό μήκος των στοών είναι **1633m** και η μέγιστη κλίση που χρησιμοποιείται για την μετάβαση σε άλλο όροφο είναι **11%**. Επιπλέον, οι ράμπες έχουν ακτίνα καμπυλότητας 10m που εξασφαλίζει την ομαλή στροφή των μηχανημάτων. Όσον αφορά το λούκι, το συνολικό του μήκος είναι **106,5m** και είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επιτρέπει τη φυσική ροή του υλικού και να παρέχει ασφάλεια στην εκφόρτωση.

Όλα τα παραπάνω τηρούν τα όρια που θέτει ο Κ.Μ.Λ.Ε. Η συγκεκριμένη προσπέλαση κρίνεται ως η πλέον κατάλληλη και οικονομικά συμφέρουσα επειδή αξιοποιείται το υπάρχον οδικό δίκτυο με μια μικρή προέκταση του και το μήκος των προσπελαστικών στοών είναι το ελάχιστο δυνατό εξασφαλίζοντας παράλληλα την άνετη μετακίνηση των μηχανημάτων μέσα στο μεταλλείο.

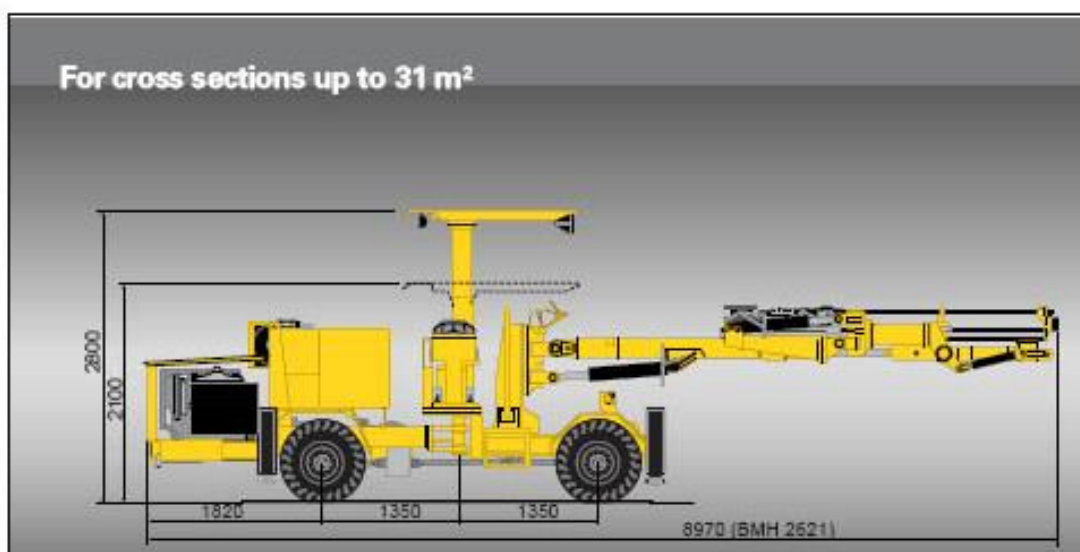
6. ΚΥΡΙΕΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Ο κύκλος των κύριων εξορυκτικών εργασιών ακολουθεί τον κλασικό κύκλο εργασίας που εφαρμόζεται σε όλες τις υπόγειες εξορυκτικές εργασίες :

- διάτρηση
- γόμωση
- πυροδότηση
- ξεσκάρωμα
- αποκομιδή
- υποστήριξη

6.1. Διάτρηση

Για την διάτρηση των προσπελαστικών και παραγωγικών στοών θα χρησιμοποιηθεί ντιζελο-υδραυλικό ελαστικοφόρο διατρητικό φορείο(jumbo) της Atlas Copco, το DCS Boomer 281DH φαίνεται στην εικόνα 6.1. Το jumbo διαθέτει μονό τηλεσκοπικό βραχίονα (μπούμα), διατρητικό στέλεχος (μακάπι) **3,6m** και κοπτικό άκρο (κορώνα) διαμέτρου **45mm**. Κατά την διάτρηση τα θραύσματα απομακρύνονται με συνδυασμό πεπιεσμένου αέρα και νερού.

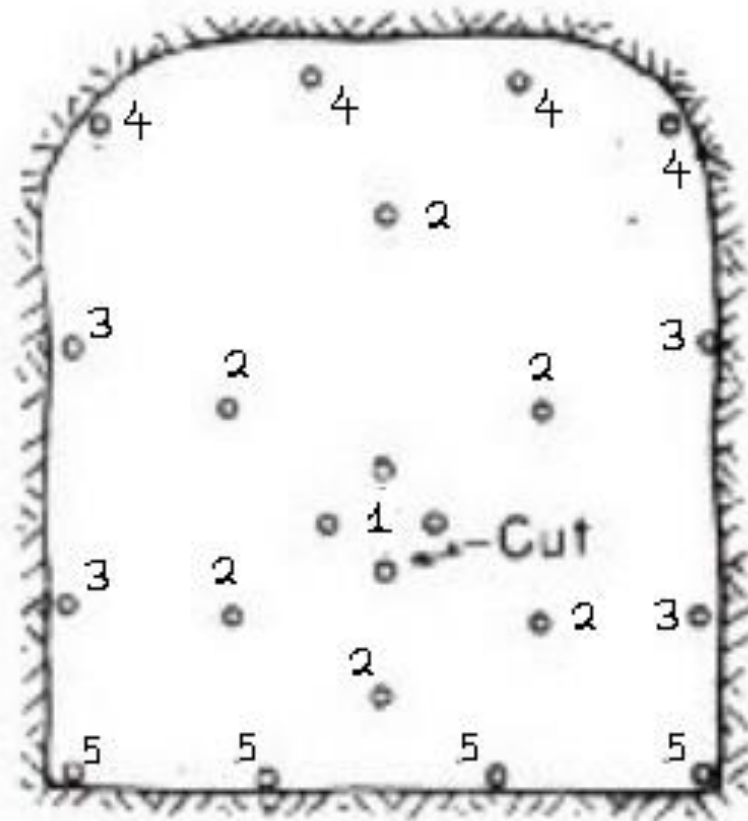


Εικόνα 6.1. Το διατρητικό φορείο DCS Boomer 281DH της Atlas Copco.

Το σχέδιο της διάτρησης αποτελείται από 22 διατρήματα, καθένα εκ των οποίων έχει διάμετρο 45mm και μήκος 3,1m (εικόνα 6.2).

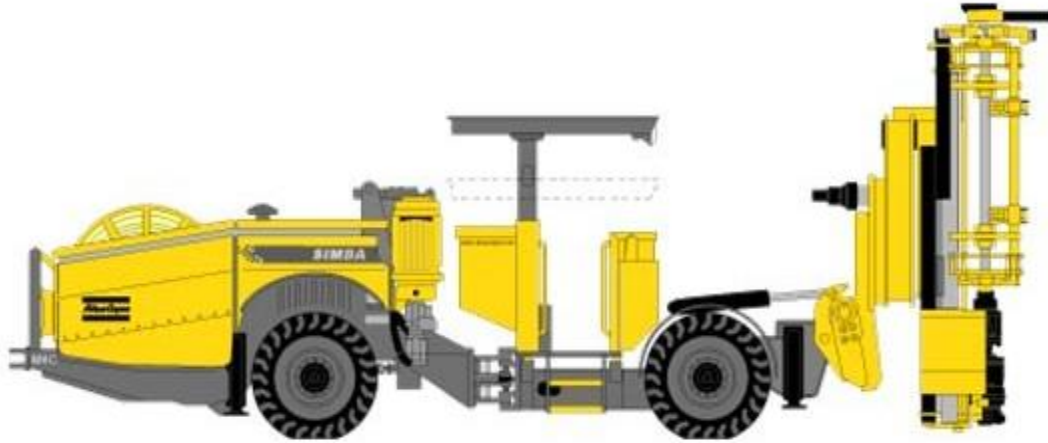
Τα διατρήματα σε σχέση με την θέση τους στο μέτωπο χαρακτηρίζονται ως εξής:

- **Μπουσόν(1)**: ορύσσονται οριζόντια με κατάλληλη κλίση, ώστε να χαράσσεται μία σφήνα πετρώματος (μέθοδος κοπής VCut).
- **Βοηθητικά(2)**: ορύσσονται σχεδόν οριζόντια και με κλίση λίγο μικρότερη αυτής των μπουσόν.
- **Περιμετρικά(3)**: ορύσσονται οριζόντια και με κατάλληλη κλίση ώστε να εισχωρούν στις παρειές της στοάς (παραμέντα).
- **Κορώνες(4)**: γενικά έχουν ανοδική κλίση ώστε η ανατίναξη να χαλαρώσει την στέψη της στοάς με τον ελάχιστο αριθμό διατρημάτων.
- **Ντούκια(5)**: ορύσσονται με καθοδική κλίση ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα σχηματισμού πόδα (πάγκου) στο δάπεδο της στοάς.



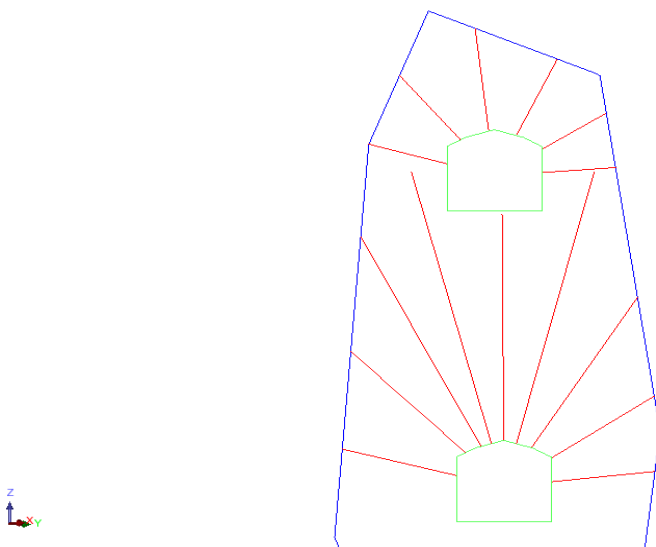
Εικόνα 6.2. Το σχέδιο για την όρυξη των διατρημάτων.

Όσον αφορά τη διάτρηση των διατρημάτων της μεθόδου SLC χρησιμοποιείται ειδικό διατρητικό της AtlasCorco, το SimbaM4 C-ITH που φαίνεται στην εικόνα 6.3. Το συγκεκριμένο διαθέτει περιστροφικό βραχίονα 360°, διατρητικό στέλεχος (μακάπι) **3,5m** και άνοιγμα διατρημάτων **95-178mm**. Κατά την διάτρηση τα θραύσματα απομακρύνονται με συνδυασμό πεπιεσμένου αέρα και νερού.



Εικόνα. 6.3. Διατρητικό μηχάνημα SimbaM4 C-ITH της Atlas Corco

Η όρυξη διατρημάτων γίνεται στην οροφή των στοών παραγωγής, υπό μορφή “βεντάλιας” (εικόνα 6.4). Τα διατρήματα που γίνονται είναι κατά μέσο όρο 8, έχουν κλίσεις **75°-85°** και ορύσσονται μέχρι απόστασεως **1-1,5m** από το δάπεδο του ανώτερου ορόφου έτσι ώστε να διατηρηθεί προσωρινά ένα μικρό πάχος οροφής από βωξίτη για να μειωθεί η αραίωση (μόλυνση) του μεταλλεύματος με στείρα υλικά της κατακρήμνισης.



Εικόνα 6.4. Διατρήματα υπό μορφή “βεντάλιας” στην οροφή των στοών παραγωγής

6.2. Γόμωση

Για την γόμωση των διατρημάτων χρησιμοποιείται συνδυασμός φυσίγγιου ζελατινοδυναμίτιδας και πετρελαιοαμμωνίτη (ANFO) όταν κοντά στο μέτωπο υπάρχει δίκτυο πεπιεσμένου αέρα ή ζελατινοδυναμίτιδας και εκρηκτικού γαλακτώματος στην αντίθετη περίπτωση.

Η γόμωση των διατρημάτων γίνεται με συνδυασμό ζελατινοδυναμίτιδας και ANFO. Ειδικότερα στα μπουσόν, στα βοηθητικά και τα περιμετρικά χρησιμοποιείται ένα φυσίγγιο ζελατινοδυναμίτιδας ως εκρηκτικό βάσης μαζί με το καψύλλιο και το υπόλοιπο διάτρημα πληρώνεται με ANFO. Οι κορώνες πληρώνονται αποκλειστικά με φυσίγγια ζελατινοδυναμίτιδας, ενώ στα ντούκια τοποθετούνται δύο φυσίγγια ζελατινοδυναμίτιδας και το υπόλοιπο διάτρημα πληρώνεται με ANFO.

Στη μέθοδο SLC η γόμωση των διατρημάτων γίνεται με ANFO και έπειτα ακολουθεί η ανατίναξή τους, με σκοπό την κατακρήμνιση της οροφής.

6.3. Πυροδότηση

Ο τρόπος πυροδότησης που επιλέγεται είναι η ηλεκτρική πυροδότηση. Με την ηλεκτρική πυροδότηση επιτυγχάνεται η πυροδότηση πολλών υπονόμων από ασφαλή απόσταση (τουλάχιστον 150 μέτρα) με ένα μόνο χειρισμό της πηγής ενέργειας.

Για την πυροδότηση χρησιμοποιούνται μηχανές πυροδοτήσεως. Η μηχανή πυροδοτήσεως είναι συνήθως μια γεννήτρια στρεφόμενου τύπου. Στον τύπο αυτό με την κατάλληλη περιστροφή της χειρολαβής παράγεται ρεύμα από μικρή γεννήτρια συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, που διοχετεύεται προς τη γραμμή πυροδοτήσεως μόνο στο τέλος της περιστροφής. Όσο ταχύτερη είναι η περιστροφή τόσο περισσότερο είναι το ρεύμα το οποίο παράγεται. Η παρεχόμενη ενέργεια από αυτές τις μηχανές κυμαίνεται μεταξύ **1 - 6 Ws**. Η μηχανή πυροδοτήσεως φαίνεται στην εικόνα 6.5.



Εικόνα 6.5. Η μηχανή πυροδοτήσεως

Για την κατασκευή του κυκλώματος πυροδότησης χρησιμοποιούνται χάλκινοι μονόκλωνοι αγωγοί με μόνωση από πλαστικό υλικό. Όλες οι ενώσεις του κυκλώματος θα πρέπει να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή. Όταν γίνεται σύνδεση των αγωγών των καψυλλίων με τον αγωγό κατασκευής του κυκλώματος, τότε οι πρώτοι απογυμνώνονται από την γόμωση τους σε μήκος **8cm - 10cm** και στη συνέχεια περιτυλίγονται σφιχτά σε μήκος **2cm - 3cm** επί του αγωγού κατασκευής του κυκλώματος, από τον οποίο έχει απομακρυνθεί η μόνωση.

Η γραμμή πυροδοτήσεως δεν πρέπει να εκτείνεται έως το μέτωπο εργασίας διότι υπάρχει περίπτωση να καταστραφεί λόγω των εκρήξεων. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται για την σύνδεση των δύο αγωγών των καψυλλίων με τους αγωγούς πυροδοτήσεως ο αγωγός συνδέσεως. Ο αγωγός συνδέσεως είναι σύρμα διαμέτρου **0,6mm** από χαλκό της ίδιας μόνωσης όπως και ο αγωγός των καψυλλίων. Οι αγωγοί αυτοί αντικαθίστανται σε κάθε νέο κύκλο εργασιών καθώς καταστρέφονται λόγω της ανατίναξης. Βέβαια το κόστος τους είναι μηδαμινό οπότε δεν τίθεται κανένα θέμα από οικονομικής άποψης.

Οι κύριες γραμμές πυροδοτήσεως πρέπει να έχουν την μικρότερη δυνατή αντίσταση και επαρκή μηχανική αντοχή ώστε να μην κόβονται από τους λίθους των ανατινάξεων. Η μόνωσή τους θα πρέπει να παρουσιάζει αντοχή έναντι της υγρασίας και να είναι αντιστατική. Οι γραμμές πυροδοτήσεως απαιτούν προσοχή καθώς παραμένουν για πολύ χρόνο και αν είναι ελαττωματικές προκαλούν προβλήματα στην ανατίναξη. Πρέπει να

αποφεύγεται η επαφή τους με υγρό πέτρωμα ή με μεταλλικά αντικείμενα, ενώ σε υγρούς χώρους δεν πρέπει να εφάπτονται μεταξύ τους. Τα γυμνά άκρα των αγωγών θα πρέπει να καλύπτονται με μονωτική ταινία.

Με το πέρας των συνδέσεων πραγματοποιείται έλεγχος του κυκλώματος για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν τυχόν διακοπές στο κύκλωμα, ηλεκτρικής επαφής του κυκλώματος και του εδάφους ή ύπαρξη βραχυκυκλώματος. Ο έλεγχος γίνεται με κατάλληλο ωμόμετρο (εικόνα 6.6)



Εικόνα 6.6. Ωμόμετρο

6.4. Ξεσκάρωμα

Πρώτη και πιο σημαντική δουλειά με το τέλος της πυροδοτήσεως και προτού ξεκινήσει η αποκομιδή και μεταφορά του εξορυχθέντος πετρώματος είναι το ξεσκάρωμα της οροφής. Ο χειριστής του διατρητικού μαζί με τον εργοδηγό παρατηρούν προσεκτικά την οροφή και τα παραμέντα (πλαϊνά τοιχώματα). Όσα κομμάτια πετρώματος φαίνονται να είναι ανοικτά από την ανατίναξη τα ξεσκαρώνουν. Το ξεσκάρωμα γίνεται είτε με την χρήση του jumbo, με μέγεθος μακαπιού περίπου **2,5m** και μόνο με την χρήση της περιστροφής, είτε χειρονακτικά από ειδικευμένους μεταλλωρύχους που διαθέτουν την

άδεια ξεσκαρωτή. Για την εργασία αυτή χρησιμοποιούνται μεταλλικές ράβδοι με ειδικά διαμορφωμένα άκρα και με ικανό μήκος και αντοχή, έτσι ώστε να γίνεται με ασφάλεια η αποκόλληση των επισφαλών τεμαχίων ή όγκων. Εν συνεχεία αφού εμφανισθεί γερό ταβάνι ακολουθεί η κοχλίωση.

6.5. Υποστήριξη – Κοχλίωσης οροφής

Επειδή σε ένα εργοτάξιο μεταλλείου τον πρώτο λόγο έχει η ασφάλεια των εργαζομένων και των μηχανημάτων, εκτός αυτού η οποιαδήποτε στήριξη της οροφής(ταβάνι) είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Κατά δεύτερο λόγο και εξίσου σημαντικό είναι η προστασία του μεταλλεύματος από τυχόν πτώσεις στείων έτσι ώστε να μην αλλοιώνεται η ποιότητα του από υπερκείμενη στρώση ασβεστόλιθου.

Από την εμπειρία εκμετάλλευσης ανώτερου βωξιτικού ορίζοντα είναι διαπιστωμένη η ανθεκτικότητα του υπερκείμενου ασβεστόλιθου. Η υποστήριξη όμως των στοών επιβάλλεται για μεγαλύτερη ασφάλεια. Μια δοκιμασμένη και αποδεδειγμένα ασφαλής μέθοδος υποστήριξης είναι αυτή της κοχλίωσης της οροφής. Κατά της διάνοιξη των στοών και την εκσκαφή του μετώπου η δημιουργημένη ζώνη χαλάρωσης(της οποίας η έκταση πρέπει να προσδιοριστεί) και η αναπόφευκτη σύγκλιση(της οποίας πρέπει να γίνει ανάσχεση και επιβράδυνση) προλαμβάνονται με την κατάλληλη υποστήριξη.

Μετά από ενδοσκοπικές μετρήσεις το σύνηθες μήκος της ζώνης χαλάρωσης δεν υπερβαίνει το **1m** ακόμα και σε άνοιγμα αρκετού πλάτους.

Η εφαρμογή υποστύλωσης με πλαίσια δεν είναι πάντοτε εύχρηστη λόγω μεγάλων διατομών και διαστάσεων και κατά συνέπεια μεγάλου βάρους. Ως εκ τούτου η μέθοδος κοχλίωσης της οροφής με αγκύρια κρίνεται ως η πλέον κατάλληλη επειδή προσφέρει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

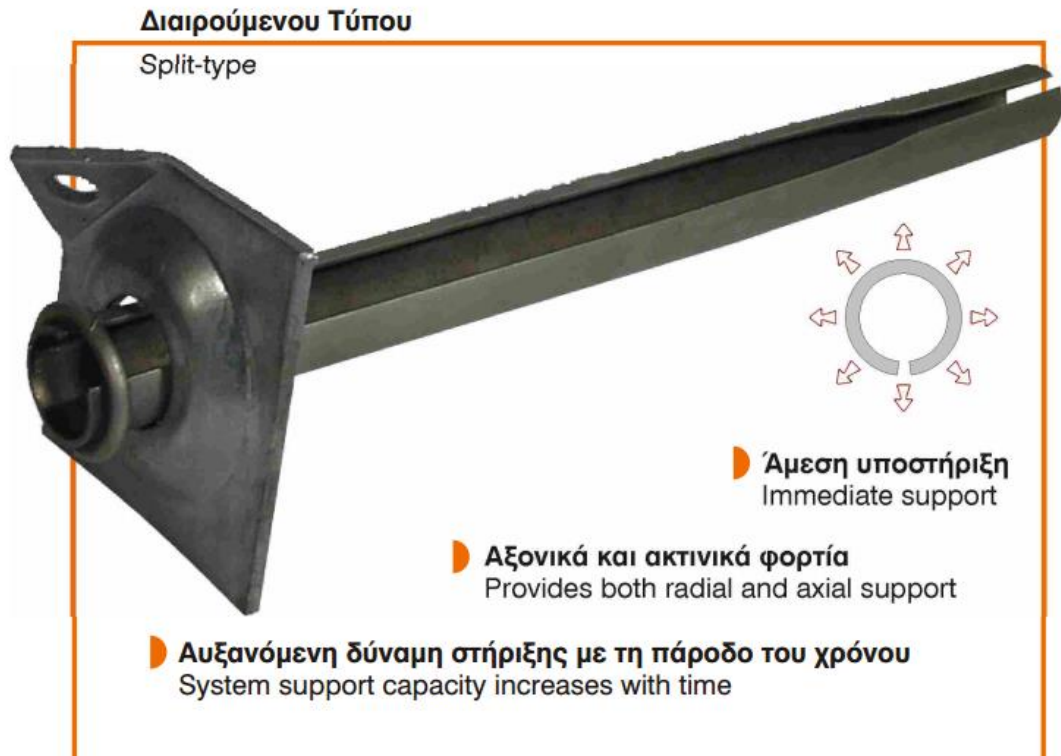
- Χρησιμοποιούνται για προσωρινή, αλλά και για μόνιμη υποστήριξη.
- Έχουν μικρό βάρος περίπου **2-3kg**
- Η τοποθέτηση είναι μηχανοποιήσιμη, εύκολη και γρήγορη με απλά εργαλεία ακόμη και πλησίον του μετώπου εκσκαφής.
- Δεν μειώνουν το μέγεθος της διατομής σε οποιοδήποτε σχήμα εκσκαφής.

- Δίδεται η δυνατότητα αποτελεσματικού συνδυασμού με άλλες μεθόδους υποστήριξης
- Υπάρχει μεγάλη ευελιξία έτσι ώστε να καλύπτεται αποτελεσματικά ένα ευρύτερο πεδίο διαφορετικών προσανατολισμών λόγω ασυνέχιας των μαζών των πετρωμάτων καθώς επίσης των διευθύνσεων και μεγεθών τάσεων αυτών.
- Άμεση υποστήριξη και σταθεροποίηση του πετρώματος
- Στα πλακίδια έδρασης μπορούν να αναρτηθούν φωτισμοί, αεραγωγοί
- Με ορθολογική εφαρμογή τους το κόστος παραμένει σε χαμηλά επίπεδα
- Δεν απαιτείται μεγάλος χώρος αποθήκευσης

Στην αγορά υπάρχουν πολλοί τύποι κοχλίων αγκύρωσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται για σημειακή αγκύρωση κοχλίες με αγκύρια τριβής διαιρούμενου τύπου (split type) ή και για ολομήκη αγκύρωση κοχλίες με ή χωρίς συγκολλητικό υλικό (τσιμέντο, ρητίνες).

Η επιλογή γίνεται ανάλογα με τις προβλεπόμενες ανάγκες ως προς το μήκος τους την διάμετρο τους καθώς επίσης για την αντοχή τους σε φορτία εφελκυσμού, κάμψης, θράυσεως σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Η υποστήριξη με αγκύρια τύπου (I) εφαρμόζεται όταν υπάρχουν συμπαγείς σχηματισμοί πετρωμάτων με μικρό συντελεστή σύγκλισης και για την τοποθέτησή τους χρειάζονται ελαφρά αεροκίνητα διατρητικά εργαλεία και αερόκλειδα. Αντίθετα, τα αγκύρια τύπου (II) χρησιμοποιούνται όταν τα πετρώματα είναι σαθρά με μεγάλο συντελεστή σύγκλισης και απαιτούνται για την τοποθέτησή τους υδραυλικά διατρητικά φορεία με πυργίσκους αυτόματης λειτουργίας.

Η πυκνότητα κοχλίωσης οροφής και στους δύο τύπους υποστήριξης είναι κατά μέσο όρο της τάξης του ενός (1) κοχλία ανά m^2 έως $1,5 m^2$. Ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων και για αποφυγή πτώσεων μικρών όγκων στείρων μπορούμε με τα αγκύρια να στηρίξουμε μεταλλικό πλέγμα. Στην παρούσα εργασία τα αγκύρια που θα χρησιμοποιηθούν είναι τριβής διαιρούμενου τύπου VedexVBF 46 όπως φαίνεται στην εικόνα 6.7.



Εικόνα 6.7. Το αγκύριοδιαιρούμενου τύπου VedexVBF 46

Οι μηχανικές ιδιότητες και οι διαστάσεις του συγκεκριμένου αγκυρίου παρατίθεται στην εικόνα 6.8.

A Μηχανικές Ιδιότητες Υλικού Κατασκευής Mechanical Properties of Raw Material		Ελάχιστο Minimum	Σύνηθες Typical
Όριο διαρροής Yield Strength	N/mm ² (MPa)	410	> 490
Αντοχή στον εφελκυσμό Ultimate Tensile Strength	N/mm ² (MPa)	520	> 565
Επιμήκυνση Elongation	%	16	> 20

B Διαστάσεις - Χαρακτηριστικά Dimensions - Specifications		VFB 33	VFB 39	VFB 46
Όνομ. διάμετρος σωλήνα Tube nom. diameter	mm	33	39	46
Προτεινόμενη διαμ. διατρήματος Recommended hole diameter	mm	31 - 33	35 - 38	41 - 45
Φορτίο θραύσεως * Breaking capacity	Ελάχιστη Minimum kN (tons)	120-125 (12-12.5)	130-140 (13-14)	180-200 (18-20)
Προτεινόμενη αρχική αγκύρωση Recommended initial anchorage	kN (tons)	30-50 (3-5)	30-50 (3-5)	50-90 (5-9)
Διαθέσιμα μήκη Available lengths	m	0.9 - 2.4 μεγαλύτερα κατόπιν παραγγελίας greater lengths on request		
Διαστάσεις πλακιδίων Plate dimensions	mm	125 x 125 - 150 x 150		

Εικόνα 6.8. Μηχανικές ιδιότητες και Διαστάσεις – Χαρακτηριστικά των αγκυριών της σειράς VFB

Τα συγκεκριμένα αγκύρια είναι σωληνωτά διατομής σχήματος C, διαμέτρου 46mm και φέρουν δακτύλιο συγκράτησης πλακιδίου. Το πλακίδιο έδρασης είναι χαλύβδινη πλάκα διαστάσεων 150x150mm ή 200x200mm.

Τα πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων αγκυριών συνοψίζονται στα παρακάτω :

- Ικανότητα να διαρρέει αντί να θραύεται
- Ολόσωμη ενεργής υποστήριξη
- Ενεργά ακτινικά και αξονικά φορτία
- Ασκή θλιπτικά φορτία στο πέτρωμα
- Άμεση υποστήριξη
- Η ικανότητα υποστήριξης αυξάνεται με το χρόνο

- Η ικανότητα αγκύρωσης αυξάνεται με τις μετακινήσεις του πετρώματος
- Η οξείδωση συμβάλλει στην αύξηση της ικανότητας υποστήριξης
- Διατήρηση της υποστήριξης ακόμα και αν υπάρξει αστοχία του πλακιδίου εδράσεως
- Γρήγορη και εύκολη τοποθέτηση
- Αποτελεσματική υποστήριξη σε κάθε γωνία τοποθέτησης του αγκυρίου
- Ο απλός σχεδιασμός ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο συγκέντρωσης φορτίων

6.6. Φόρτωση – Μεταφορά

Όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 5 (Προσπέλαση) η φόρτωση των προϊόντων της ανατίναξης πραγματοποιείται με την χρήση ντιζελοκίνητου ελαστικοφόρου φορτωτή Scooptram ST1030 της AtlasCorpo. Ο συγκεκριμένος φορτωτής φέρει κάδο **5m³** και στην περίπτωση του βωξίτη έχει χωρητικότητα υπερπλήρωσης **10mt**. Ο συγκεκριμένος φορτωτής φαίνεται στην εικόνα 6.9.



Εικόνα.6.9. Φορτωτής Scooptram ST1030 της Atlas Corpo

Η μεταφορά του προϊόντος θα εξεταστεί εάν θα γίνεται με την χρήση φορητών υπογείων(dumper) της Wagner χωρητικότητας **25mt** περίπου **8m³** ή απευθείας με τον φορτωτή. Στην περίπτωση όπου χρειαστεί φορητό υπογείων τότε ο φορτωτής θα μεταφέρει το προϊόν στο κατασκευασμένο λούκι από την οποία εν συνεχεία με την χρήση άλλου φορτωτή θα φορτώνεται στα φορητά υπογείων απ' όπου θα μεταφέρεται εκτός μεταλλείου.

Εκτός από τον μηχανολογικό εξοπλισμό ο οποίος θα ευρίσκεται εντός της στοάς, θα υπάρχουν και μηχανήματα τα οποία θα χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές εργασίες. Τα μηχανήματα αυτά είναι τα φορτηγά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά του βωξίτη στη Αγία Μαρίνα, τα (Dumper) τα οποία θα μεταφέρουν υλικό επίσης από τις στοές για τον τελικό προορισμό τους, τα αυτοκίνητα τα οποία θα μεταφέρουν τους εργαζόμενους στους χώρους εργασίας εντός και εκτός εργοταξίου και τέλος οι υπαίθριοι φορτωτές.

6.7. Προγραμματισμός φορτωτών

Το μήκος των στοών μεταφοράς και της απόστασης της στοάς βάσης από το πιο απομακρυσμένο σημείο του κοιτάσματος είναι περίπου **253m**. Γενικώς είναι αποδεκτό ότι ένας φορτωτής δεν πρέπει να διανύει αποστάσεις μεγαλύτερες των **500m – 600m**.

Η δυναμικότητα του φορτωτή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Q = C \times F \times W_v \times (\text{κύκλοι/h})$$

Όπου **C** η χωρητικότητα του κάδου σε κυβικά μέτρα (m^3). Στον συγκεκριμένο φορτωτή ισούται με **5m³**, **F** ο συντελεστής πλήρωσης του κάδου ίσος με **0,9**, **W_v** το βάρος μονάδας όγκου του βωξίτη το οποίο είναι ίσο με το πηλίκο του ειδικού βάρους προς τον συντελεστή επιπλύματος (για τον βωξίτη **1,7**). Οπότε έχουμε:

$$W_v = \gamma / 1,7 = 3,2 \text{tn} / 1,7 \qquad W_v = 1.88 \text{tn}$$

Ο λόγος **κύκλοι/h** μας δίνει τον αριθμό των κύκλων φόρτωσης που πραγματοποιούνται σε χρονική διάρκεια μιας ώρας. Ο αριθμός αυτός ισούται με $3.600 \text{sec} / t_{\text{ολ}}$ όπου **t_{ολ}** ο συνολικός χρόνος που διαρκεί ο κύκλος φόρτωσης. Ο χρόνος που διαρκεί ο κύκλος φόρτωσης δίδεται ως άθροισμα των επιμέρους χρονικών φάσεων που τον απαρτίζουν.

Οπότε έχουμε :

$$t_{\text{ολ}} = t_{\text{μετ}} + t_{\text{επ}} + t_{\text{εκφ}} + t_{\text{φορ}}$$

Όπου **t_{φορ}** ο χρόνος πλήρωσης του κάδου (για τους φορτωτές των 4–5 m^3 είναι περίπου ίσος με **60sec**), **t_{εκφ}** είναι ο χρόνος που απαιτείται για την κένωση του κάδου (για την

συγκεκριμένη κατηγορία φορτωτών υπολογίζεται σε 15sec περίπου), $t_{μετ}$ είναι ο χρόνος που απαιτείται για να διανύσει ο φορτωτής τα **253m** όπου είναι και το μέγιστο μήκος (**S_{max}**) από το πιο απομακρυσμένο μέτωπο έως την έξοδο του μεταλλείου εκεί που θα υπάρχει η πλατεία απόθεσης. Σαν μέση ταχύτητα (**U_μ**) λαμβάνονται τα 4km/h που αντιστοιχεί στην ταχύτητα του συγκεκριμένου φορτωτή γεμάτου και με την πρώτη σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι ο χρόνος πλήρωσης και κένωσης του κάδου δεν είναι χαρακτηριστικό σχετικό, αλλά εξαρτάται και από εξωγενείς παράγοντες όπως την εμπειρία και την ικανότητα του χειριστή. Έτσι τελικώς βρίσκουμε ότι $t_{μετ} = S_{max}/U_{μ} = 253m / (4km/h) \approx 230sec$

ως $t_{επ}$ είναι ο χρόνος που απαιτείται για την επιστροφή του φορτωτή στο μέτωπο και υπολογίζεται να είναι περίπου το 80% του $t_{μετ}$. Οπότε έχουμε :

$$t_{επ} = 0,8 \times 230sec = 184sec$$

Επομένως το $t_{ολ}$ ισούται με:

$$t_{ολ} = 230sec + 184sec + 15sec + 60sec = 489sec (8,1 min)$$

Άρα ο λόγος **κύκλοι/h** ισούται με:

$$κύκλοι / h = 3600sec/489sec = 7,36$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω η δυναμικότητα του φορτωτή Q είναι ίση με:

$$Q = 5m^3 \times 0,9 \times 1,88tn \times 7,36 = 62,27tn/h$$

Θεωρείται ότι η καθαρή απασχόληση του φορτωτή θα είναι της τάξης των 6 ηρανά βάρδια, συνεπώς η δυναμικότητα του φορτωτή ανά βάρδια υπολογίζεται σε:

$$Q_{βαρ} = Q \times 6 = (62,27 tn/h) \times 6 = 373,6tn$$

Η ημερήσια δυναμικότητα του φορτωτή είναι:

$$Q_{ημ} = Q_{βαρ} \times 3 = 373,6 \times 3 Q_{ημ} = 1.121tn$$

Η ετήσια δυναμικότητα του φορτωτή είναι:

$$Q_{ετ} = Q_{ημ} \times 250 = 1.121 \times 250 = 280.250 \text{tn}$$

(Η συγκεκριμένη δυναμικότητα δεν ξεπερνά την ετήσια παραγωγή του μεταλλείου που είναι **336.600tn**(υπολογίζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο)και επομένως η παραγωγή μπορεί να καλυφθεί με την χρήση των φορτηγών υπογείων).

7. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει η εξέταση και ο υπολογισμός του χρόνου που χρειάζεται ώστε να ολοκληρωθούν οι εργασίες που απαιτούνται για την προσέγγιση της περιοχής, την περαιτέρω ανάπτυξη των προσπελαστικών στοών, την προπαρασκευή, την ανάπτυξη καθώς και την εξόφληση του κοιτάσματος. Εκτιμάται ότι η εκμετάλλευση θα γίνεται σε 3 βάρδιες ανά ημέρα, για 250 ημέρες ανά έτος.

7.1. Προσέγγιση της περιοχής

Για την προσέγγιση της περιοχής έχουν σχεδιαστεί οι μεταλλευτικοί δρόμοι που βρίσκονται μόλις μερικά μέτρα από το κοιτάσμα. Οι συγκεκριμένοι δρόμοι χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την πρόσβαση στη περιοχή και την έναρξη των ερευνητικών γεωτρήσεων. Χρειάζεται μόνο η επέκταση των δρόμων προς τις προσπελαστικές στοές και κάποια έργα εξομάλυνσης της περιοχής. Να επισημανθεί πως είναι απαραίτητη η δημιουργία μιας πλατείας απόθεσης των εξορυχθέντων υλικών κοντά στην είσοδο της στοάς. Εκτιμάται πως αυτές οι εργασίες θα διαρκέσουν περίπου 25-30 ημέρες.

$T_{\text{προς}} = 1 \text{ μήνας}$

7.2. Προσπέλαση του υπό εξέταση κοιτάσματος

Η προσπέλαση του κοιτάσματος όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο θα επιτευχθεί μέσω των στοών Σ1 και Σ2 καθώς και τους ορόφους που θα συνδέονται με ράμπες συνολικού μήκους **1.822m**.

Η διάρκεια διάνοιξης των προσπελαστικών έργων είναι συνάρτηση των μέτρων προχώρησης ανά πυροδότηση. Όμως τα μέτρα προχώρησης, με τη σειρά τους εξαρτώνται από την διατηρητική ικανότητα του διατηρητικού φορείου. Συγκεκριμένα, το μέγιστο μήκος του στελέχους φτάνει τα **3,6m**, το μέσο μήκος των διατηρημάτων είναι **3,1m** και κατά μέσο όρο το μήκος της προχώρησης είναι **3m**.

Η ικανότητα προχώρησης που μπορεί να προσφέρει το συγκεκριμένο διατηρητικό φορείο, με 3 βάρδιες ημερησίως, υπολογίζεται :

$$3\text{m (ανά βάρδια)} \times 3 \text{ (βάρδιες ανά/ημέρα)} \times 250 \text{ (ημέρες/έτος)} = 2.250\text{m/έτος}$$

Επομένως η διάρκεια των έργων προσπέλασης υπολογίζεται :

$$T_{\text{προσπ}} = (\text{συνολικά μέτρα προσπελαστικών έργων}) / (\text{ικανότητα προχώρησης}) = 1822\text{m} / (2250\text{m/έτος}) = 0,81 \text{ έτη}$$

Ο παραπάνω υπολογισμός αφορά στην εργασία ενός μόνο διατρητικού φορείου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει δυνατότητα να εργάζονται ταυτόχρονα δύο διατρητικά φορεία του ίδιου τύπου. Τελικά, ο χρόνος περάτωσης των προσπελαστικών έργων θα είναι **0,405 έτη**.

7.3. Χρονολόγηση κύριων εξορυκτικών εργασιών

1. Διάτρηση

Το διατρητικό φορείο που θα χρησιμοποιηθεί έχει δυνατότητα διάτρησης **1,4m/min**. Το συνολικό μήκος των **22** διατρημάτων είναι **68,2m**. Οπότε το διατρητικό χρειάζεται **48min** για να ολοκληρώσει την διάτρηση. Για την επανατοποθέτηση του διατρητικού σε νέο διάτρημα απαιτείται περί το 1min/διάτρημα. Συνεπώς, ο συνολικός χρόνος εκτιμάται σε **70 min**.

2. Γόμωση - πυροδότηση

Σύμφωνα με χρονομετρήσεις που έγιναν οι γομωτές της ΕΛΜΙΝ για την γόμωση και την πυροδότηση **22** διατρημάτων χρειάζονται περίπου **40min** (2min ανά εργάτη και διάτρημα).

3. Αερισμός μετώπων

Ο χρόνος που απαιτείται για την απαγωγή των αερίων που εκλύονται, εκτιμάται στα **20min** περίπου.

4. Ξεσκάρωμα

Για το ξεσκάρωμα των επισφαλών όγκων ο χρόνος που απαιτείται υπολογίζεται στα **15min**.

5. Κογλίωση οροφής

Το μέγιστο μήκος αγκυρίων που τοποθετούνται είναι **2,5m**. Ανά προχώρηση απαιτούνται **12** κογλίες (τοποθέτηση ενός ανά 1 m και μέση προχώρηση 3m σε στοά πλάτους 4m). Για την διάτρηση ενός διατρήματος απαιτούνται **1,8min**. Οπότε τα **12** διατρήματα χρειάζονται **25min** περίπου για να ορυχθούν. Για την τοποθέτηση τους απαιτούνται επιπλέον άλλα **15min**. Άρα για την κογλίωση χρειάζονται περίπου **40min**.

6. Φόρτωση – μεταφορά

Σε κάθε πυροδότηση προσπελαστικών στοών παράγονται **133,92tn** στείρων (στη περίπτωση των στοών εντός του βωξίτη **158,72tn**). Ο φορτωτής έχει δυνατότητα **62.27tn/h**. Οπότε για την φόρτωση και μεταφορά τους απαιτούνται **160min**.

Συνεπώς, φαίνεται ότι ένας παραγωγικός κύκλος πραγματοποιείται σε:

70+40+20+15+40+160= 345min ή 5,8hr περίπου.

7.4. Ανάπτυξη – εξόφληση

Παραγωγικές στοές

Σε στοές με διαστάσεις **4m x 4m** και με ταυτόχρονη ανάπτυξη **3** παραγωγικών μετώπων δίδεται η δυνατότητα εργασιών υποστήριξης – διάτρησης – γόμωσης – πυροδότησης σε **3** μέτωπα κάθε μέρα (1 ανά βάρδια για 3 βάρδιες). Για κάθε ένα παραγωγικό μέτωπο ισχύει η σχέση:

$$\Pi \times \Upsilon \times M \times E \times i = 4m \times 4m \times 3,1m \times 3,2tn/m^3 \times 0,9 = 142,9tn$$

όπου **Π** το πλάτος του μετώπου, **Υ** το ύψος του μετώπου, **Μ** το μήκος του στελέχους, **Ε** το ειδικό βάρος του βωξίτη, **i** συντελεστής διόρθωσης. Από την σχέση αυτή προκύπτει ότι ανά έκρηξη (1 ανά βάρδια) παράγονται **142,9tn** εξορυγμένου βωξίτη. Υπολογίζεται λοιπόν ότι ημερησίως παράγονται:

$$Q_{\eta\mu} = 142,9tn \times 3 = 428,7tn$$

Το συνολικό μήκος των στοών παραγωγής είναι **626,6m**. Άρα ο συνολικός βωξίτης των παραγωγικών στοών είναι **32.082tn**.

Ο συνολικός χρόνος εξόρυξης των στοών παραγωγής είναι:

$$T_{ΠΣ} = 32.082\text{tn} / 428,7\text{tn ανά ημέρα} \approx 75 \text{ ημέρες} \approx 0,21 \text{ έτη}$$

Εξόφληση κοιτάσματος

Ο υπόλοιπος βωξίτης που απομένει αν αφαιρέσουμε τις παραγωγικές στοές είναι:

$$261.856\text{tn} - 32.082\text{tn} = 229.774\text{tn}$$

➤ Υπολογισμός όγκου εξόρυξης ανά ανατίναξη

Για λόγους ευκολίας, ο μέσος όρος εμβαδού τομής κοιτάσματος προς εξόφληση για διατρήματα μήκους 10m και για μέσο όρο πάχους κοιτάσματος 10,2m υπολογίζεται κατά προσέγγιση :

$$10\text{m} \times 10,2\text{m} = 102\text{m}^2$$

Για βήμα προχώρησης $b = 1,375\text{m}$ ο όγκος βωξίτη που ορύσσεται ανά ανατίναξη είναι:

$$102\text{m}^2 \times 1,375\text{m} = 140,25\text{m}^3 \text{ ή } 448,8\text{tn} \text{ βωξίτη ανά μέτωπο}$$

Επειδή έχουμε 3 μέτωπα, η παραγωγή ανά ημέρα θα είναι:

$$Q_{EB} = 448,8 \times 3 = 1.346,4\text{tn}$$

Ο συνολικός χρόνος εξόφλησης του υπόλοιπου κοιτάσματος είναι:

$$T_{EB} = 229.774\text{tn} / 1.346,4\text{tn ανά ημέρα} \approx 171 \text{ ημέρες}$$

Η ετήσια παραγωγή του μεταλλείου (για 250 μέρες εργασίας) σύμφωνα με τα παραπάνω υπολογίζεται σε:

$$Π = 250\text{ημέρες} \times 1.346,4\text{tn ανά ημέρα} = 336.600\text{tn}$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι με συνολικά απολήψιμα αποθέματα 81830m^3 δηλαδή 261.856tn , προκύπτει ότι ο χρόνος ανάπτυξης και εξόφλησης του μεταλλείου θα είναι:

$$T_{av-εξ} = (\text{Απολήψιμα αποθέματα}) / (\text{Ετήσια Παραγωγή}) = 261.856\text{tn} / (336.600\text{tn}/\text{έτος}) \approx 0,78 \text{ έτη}$$

Τελικά η συνολική διάρκεια των εργασιών υπολογίζεται ως εξής:

$$T_{ολ} = T_{προσ} + T_{προσπ} + T_{ΠΣ} + T_{av-εξ} = 0,083 + 0,405 + 0,21 + 0,78 \approx 1,5 \text{ έτη}$$

$$\text{Άρα } T_{ολ} \approx 1,5 \text{ έτη}$$

8. ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στα μέτρα που πρέπει να ληφθούν και έχουν προτεραιότητα υψίστης σημασίας την ασφάλεια των εργαζομένων και των μηχανημάτων εντός του μεταλλείου.

8.1. Φωτισμός

Λόγω της αναγκαιότητας επαρκούς φωτισμού στις κύριες στοές προσπέλασης θα τοποθετηθεί η κατάλληλη κεντρική ηλεκτρική εγκατάσταση (καλωδιώσεις, φωτιστικά). Το ΚΜΛΕ προβλέπει την εγκατάσταση σταθερών λαμπτήρων εντός των κεντρικών στοών καθώς και κοντά στα παραγωγικά μέτωπα. Με την εγκατάσταση μετασχηματιστών θα εξασφαλίζεται εντός των στοών ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσης **42V**. Στις κεντρικές στοές η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σταθερών λαμπτήρων δεν θα ξεπερνά τα 20m. Παράλληλα, κοντά στα μέτωπα εργασίας θα εγκατασταθεί σταθερός φωτισμός, ενώ κατά την διάρκεια εργασίας του προσωπικού επί των μετώπων θα χρησιμοποιούνται οι ατομικές λυχνίες κεφαλής και ο φωτισμός των μηχανημάτων.

Σε σημεία με μεγάλα ύψη και σε περιοχές που βρίσκονται στο στάδιο της εξόφλησης αλλά και όπου κριθεί απαραίτητο από την επίβλεψη θα τοποθετηθούν ειδικοί φορητοί προβολείς. Για την ασφάλεια όσων κυκλοφορούν πεζοί ή εποχούμενοι πλησίον αυτών προβλέπεται η τοποθέτηση ερυθρών προειδοποιητικών λαμπτήρων στις εισόδους των λουκιών. Πέραν του σταθερού φωτισμού, το προσωπικό που θα εισέρχεται εντός των υπογείων στοών θα εφοδιάζεται με ειδικές ατομικές λυχνίες, οι οποίες λειτουργούν με συσσωρευτή και επαρκούν για την πλήρη κάλυψη μιας βάρδιας, δηλαδή ενός οκταώρου εργασίας.

8.2. Υπόγεια νερά

Κατά την διάρκεια των εργασιών αναμένεται η εμφάνιση σημαντικών ποσοτήτων υπόγειων υδάτων ιδιαίτερα την περίοδο του χειμώνα, όπου παρατηρούνται έντονες βροχοπτώσεις. Παρόλα αυτά όμως δεν θα υπάρξει δυσχέρεια στην εκτέλεση των εργασιών. Προκειμένου να αποφευχθεί η εισροή υδάτων από την επιφάνεια θα ορυχθούν στις εισόδους των κύριων στοών αύλακες συλλογής υδάτων. Σε αυτή την κατεύθυνση συμβάλλει και ο σχεδιασμός των στοών που θα έχουν μικρή ανηφορική κλίση. Σε χώρους της υπόγειας εκμετάλλευσης με μεγάλες συγκεντρώσεις υπογείων υδάτων θα γίνεται η απομάκρυνση τους με την χρήση αντλιών.

8.3. Αερισμός

Ένα από τα βασικότερα στάδια στον σχεδιασμό των μεταλλείων είναι ο σχεδιασμός του κυκλώματος του αερισμού. Ενδεικτικά της σημαντικότητας του συγκεκριμένου σχεδιασμού είναι το γεγονός ότι το βάρος του αέρα διοχετεύεται και κυκλοφορεί στις υπόγειες μεταλλευτικές εργασίες είναι κατά την διάρκεια μιας χρονικής περιόδου, κατά κανόνα, μεγαλύτερο από το βάρος του εξορυσσόμενου μεταλλεύματος στην ίδια περίοδο. Η ενέργεια που καταναλώνεται για την εξασφάλιση του αερισμού των μεταλλείων είναι σημαντική και μπορεί να φθάσει μέχρι και τις **8Kwh/tn** στην περίπτωση των ανθρακωρυχείων.

Από αναλύσεις σε μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις προκύπτει ότι το κόστος που αφορά τον αερισμό είναι περίπου σε ποσοστό **0,5 – 2%** του συνολικού κόστους του παραγόμενου προϊόντος. Το συγκεκριμένο ποσοστό δείχνει αρχικώς μικρό και δεν αντανakλά πλήρως την σοβαρότητα και την αναγκαιότητα για επαρκή αερισμό στο μεταλλείο προκειμένου να εξυπηρετηθεί η εξαγωγή του μεταλλεύματος.

Οι κύριοι λόγοι που καθιστούν αναγκαίο τον αποτελεσματικό αερισμό του μεταλλείου είναι οι εξής:

- Εξασφάλιση ατμόσφαιρας μέσα στην οποία το προσωπικό και μηχανήματα θα μπορούν να εργάζονται άνετα και αποδοτικά.
- Αραίωση και απαγωγή των επικίνδυνων αερίων και κονιορτών.

- Ταπείνωση της θερμοκρασίας στις εκμεταλλεύσεις μεγάλου βάθους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο αερισμός των μεταλλείων απαιτεί συνεχή έλεγχο καθώς οι ανάγκες μεταβάλλονται τοπικά και χρονικά. Επίσης κάθε επένδυση στον αερισμό αποτελεί μια άριστη επένδυση που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ασφάλειας και την βελτίωση της παραγωγικότητας εργαζομένων και μηχανημάτων, γεγονός που οδηγεί προοδευτικά στην μείωση του κόστους του παραγόμενου προϊόντος.

Κατά γενικό κανόνα θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι το ποσοστό οξυγόνου στις στοές επιστροφής αέρα του μεταλλείου δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο του **20%**.

Το παρόν κοίτασμα το οποίο εξετάζεται είναι βωξιτικό οπότε τόσο από το ίδιο το κοίτασμα όσο και από τα περιβάλλοντα πετρώματα δεν εκλύονται τοξικά ή εκρηκτικά αέρια. Επίσης ο βωξίτης είναι αδρανής και δεν υπόκειται σε διεργασίες οξειδώσεως ή αυταναφλέξεως. Επομένως ο ρόλος του αερισμού περιορίζεται:

- Στην εξασφάλιση της απαραίτητης ποσότητας αέρα για την αναπνοή και μεταβολισμό των εργαζομένων
- Στην ομαλή λειτουργία των μηχανών εσωτερικής καύσης που λειτουργούν εντός του μεταλλείου
- Στην αραιώση και απομάκρυνση των καυσαερίων που παράγονται από την λειτουργία των μηχανών εσωτερικής καύσης
- Στην αραιώση και απομάκρυνση των αερίων που παράγονται κατά την πυροδότηση των εκρηκτικών υλών λόγω της αποσύνθεσής τους.

8.4. Ασφάλεια εργαζομένων

Η ασφάλεια των εργαζομένων αποτελεί προτεραιότητα για την εταιρία και γι' αυτό το λόγο λαμβάνονται όλα τα προβλεπόμενα μέτρα από τον Κ.Μ.Λ.Ε. Στο προσωπικό χορηγούνται όλα τα προβλεπόμενα μέσα ατομικής προστασίας και ειδικότερα:

- Κράνη ασφαλείας με εσωτερικό πλαστικό δικτυωτό
- Ατομικές λάμπες κεφαλής

- Ωτοασπίδες
- Γυαλιά εργασίας
- Διηθητικό κάνιστρο (μάσκες προσώπου με ειδικά φίλτρα)
- Φόρμες εργασίας
- Αδιάβροχες επενδύσεις
- Γάντια εργασίας
- Άρβυλα και μπότες ασφαλείας

Ο Κ.Μ.Λ.Ε. ορίζει τα χρονικά διαστήματα στα οποία γίνεται η χορήγηση των υλικών αλλά μπορεί να γίνει και συχνότερα, όταν αυτό επιβάλλεται. Η εταιρία οφείλει να οργανώνει σεμινάρια από τους μηχανικούς της με θέμα τον ορθό τρόπο εκτέλεσης των εργασιών, για την επιπλέον ασφάλεια των εργαζομένων της αλλά και για την σωστή τους κατάρτιση.

Οι είσοδοι των στοών θα εξασφαλισθούν με την τοποθέτηση κατάλληλου μεταλλικού πλέγματος για την συγκράτηση χαλαρών τεμαχίων, ενώ προβλέπεται και η εγκατάσταση μεταλλικών πλαισίων τύπου Π και τοποθέτηση επί αυτών κορμών καστανιάς(ανθεκτικών και ιδανικών για τη συγκεκριμένη περίπτωση). Εφόσον κριθεί σκόπιμο οι είσοδοι των στοών θα ενισχυθούν με κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Σε περιπτώσεις μη λειτουργίας του εργοταξίου για την αποφυγή εισόδου ατόμων ειδικά στις εισόδους των προσπελαστικών στοών αλλά και για την υποβοήθηση του κυκλώματος αερισμού, τοποθετούνται πόρτες ή πετάσματα με χειροκίνητο ή αυτόματο μηχανισμό ανοίγματος και κλεισίματος τους.

Η τοποθέτηση προειδοποιητικών απαγορευτικών πινακίδων είναι απαραίτητη στις εισόδους των στοών. Για την επιπλέον ασφάλεια των εργαζομένων στα υπόγεια θα τοποθετηθούν και εκεί προειδοποιητικές πινακίδες σε επικίνδυνα κυρίως σημεία με τη φωτεινή σήμανση τους. Στις εισόδους των λουκιών θα υπάρχει και ερυθρή φωτεινή σήμανση.

Είναι σημαντική και η εγκατάσταση τηλεφωνικού δικτύου για την επικοινωνία των υπογείων εργασιών με την επιφάνεια. Οι τηλεφωνικές συσκευές θα τοποθετηθούν σε κομβικά σημεία για να είναι εύκολη η πρόσβαση τους από το προσωπικό.

Για λόγους ασφαλείας θα επιβάλλεται η απενεργοποίηση των κινητών τηλεφώνων σε όσους εργάζονται ή εισέρχονται για οποιοδήποτε λόγο στις υπόγειες στοές.

Σε εξοφλημένα τμήματα της εκμετάλλευσης ή άλλα επικίνδυνα σημεία θα ασφαλίζονται με κατάλληλα ξύλινα φράγματα στα οποία θα τοποθετηθούν και προειδοποιητικές σημάνσεις. Επιβάλλεται η τοποθέτηση πινακίδων για την επισήμανση της εξόδου σε κύρια σημεία και σε διασταυρώσεις εντός των υπογείων.

Τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα προβλέπονται να συντηρούνται κανονικά για την καλύτερη δυνατή ασφάλεια του προσωπικού και του έργου, σύμφωνα πάντα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Ο έλεγχος και η συντήρηση θα γίνεται κυρίως στα συστήματα ασφαλείας, δηλαδή φρένα, φώτα, υδραυλικά και ηχητικά συστήματα όπως επίσης και τα συστήματα καθαρισμού καυσαερίων.

Τέλος για λόγους ασφαλείας η απασχόληση μεμονωμένων ατόμων εντός των υπογείων απαγορεύεται αυστηρά. Οι εργασίες προβλέπεται να εκτελούνται από άτομα που οφείλουν να είναι νηφάλια και τα οποία διαθέτουν τα απαραίτητα ουσιαστικά και τυπικά προσόντα.

9. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Προκειμένου να είναι συμφέρουσα η εκμετάλλευση ενός υπογείου μεταλλείου, η εκτίμηση του κόστους έχει ιδιαίτερη σημασία για την εταιρία. Στο συνολικό κόστος εκμετάλλευσης συνυπολογίζονται το κόστος επένδυσης και το κόστος λειτουργίας. Στην ανάλυση του κόστους επένδυσης υπολογίζονται οι δαπάνες για τις εγκαταστάσεις υποδομών εργοταξίου, διάνοιξης στείρων στοών και του εξοπλισμού. Όσον αφορά το κόστος λειτουργίας αναφέρεται στα έξοδα που απαιτούνται για την παραγωγή 1tn βωξίτη. Η εκτίμηση του κόστους βασίζεται στην ημερήσια απόδοση αντίστοιχη της ημερήσιας παραγωγής βωξίτη σε τόνους (tn).

9.1.ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Τα συνολικά μέτρα στείρων στοών είναι **1633m** με διαστάσεις στοών 4 m × 4m. Σύμφωνα με τις διαστάσεις των στοών προκύπτει ότι ο συνολικός όγκος των ασβεστολιθικών στείρων ανέρχεται στα **26128m³** ή στους **70.546tn**. Με την συντονισμένη εργασία μιας ομάδας ανά βάρδια, παράγονται ημερησίως 136,08tn στείρων. Το κόστος διάνοιξης των στείρων στοών υπολογίζεται ως εξής:

1) ΔΙΑΤΡΗΣΗ

➤ Κορώνες

Για τον υπολογισμό της συμμετοχής, των κοπτικών άκρων, στο κόστος διάτρησης των προσπελαστικών στοών γίνεται χρήση των παρακάτω τύπων:

$$(1) \quad N = a / L_k$$

$$(2) \quad K_k = (N \times C_k) / \Pi$$

Εάν όπου, **N** ο αριθμός των κοπτικών που απαιτούνται ανά ημέρα, **a** τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, **L_k** η διάρκεια ζωής του κοπτικού (κορώνας) σε μέτρα διάτρησης (m), **C_k** το κόστος αγοράς της κορώνας σε €, **Π** η ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) και **K_k** η συμμετοχή στο κόστος αγοράς της κορώνας. Με δεδομένα **L_k** την διάρκεια

ζωής της κορώνας για **8000m**, C_k το κόστος αγοράς της κορώνας **50€** και όταν σε ημερήσια βάση λειτουργεί ένα διατρητικό φορείο με ένα διατρητικό στέλεχος για δύο (2) βάρδιες με παραγωγή **272,2tn** ημερησίως τότε έχουμε:

$$a = (16 \text{ διατρήματα/βάρδια}) \times (2 \text{ βάρδιες/ημέρα}) \times (3,2 \text{ m/διάτρημα})$$

$$a = 102,4 \text{ m /ημέρα και}$$

$$N = 102,4 / 8000 = 0,0128 \text{ κορώνες/ημέρα. Οπότε}$$

$$K_k = (0,0128 \times 50) / 272,2 = 0.0024 \text{ €/ tn ημερησίως}$$

➤ Στελέχη

Το κόστος συμμετοχής των στελεχών υπολογίζεται όπως και στις κορώνες.

$$(1) \quad N = a / L_\Sigma$$

$$(2) \quad K_\Sigma = N * C_\Sigma / \Pi$$

Εάν όπου, N ο αριθμός των στελεχών που απαιτούνται ανά ημέρα, a τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, $L_\Sigma = 6000\text{m}$ η διάρκεια ζωής του στελέχους σε μέτρα διάτρησης (m), $C_\Sigma = 250\text{€}$ το κόστος αγοράς του στελέχους, Π η ημερήσια παραγωγή σε τόννους (tn) και K_Σ η συμμετοχή του στελέχους στο κόστος διάτρησης. Όταν σε ημερήσια βάση λειτουργεί ένα διατρητικό φορείο με ένα διατρητικό στέλεχος για δύο(2) βάρδιες με παραγωγή **272,2tn** ημερησίως τότε έχουμε:

$$A = (16 \text{ διατρήματα/βάρδια}) \times (2 \text{ βάρδιες/ημέρα}) \times (3,2 \text{ m/διάτρημα})$$

$$a = 102,4 \text{ m /ημέρα και}$$

$$N = 102,4 / 6000 = 0,017 \text{ στελέχη /ημέρα. Οπότε}$$

$$K_\Sigma = (0,017 \times 250) / 272,2 = 0.016 \text{ €/tn ημερησίως}$$

➤ Κόστος καυσίμου διατρητικού φορείου

Το διατρητικό φορείο που θα χρησιμοποιηθεί είναι το Boomer 281 DH της ATLAS COPCO με κινητήρα diesel ιπποδύναμης 75 hp. Για να υπολογίσουμε το κόστος της συμμετοχής, του διατρητικού φορείου, σε καύσιμο (πετρέλαιο) κάνουμε χρήση του τύπου:

$$K_{KA} = (W \times 0,2 \times n \times T \times C_o) / \Pi = (75 \times 0,2 \times 0,8 \times 4 \times 1,5) / 272,2$$

$$K_{KA} = 0,265 \text{ €/tn ημερησίως.}$$

Όπου $W = 75 \text{ hp}$ η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού, n ο συντελεστής φορτίου(0,2- 0,8), T οι ώρες λειτουργίας του διατρητικού φορείου, $C_o = 1,5 \text{ €/lt}$ το κόστος του καυσίμου, και Π η ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) . Η κατανάλωση του καυσίμου δίδεται ίση με $0,2\text{lt}/(\text{h} \times \text{hp})$.

➤ Κόστος επισκευών διατρητικού φορείου

Υπολογίζουμε ότι το κόστος επισκευών του διατρητικού φορείου θα είναι ίσον με το 40% του κόστους αγοράς αυτού ($C_{\Delta} = 300.000 \text{ €}$). Ενδεικτικά όταν ο χρόνος ζωής του μηχανήματος $L_{\Delta} = 30.000 \text{ ώρες}$ (10έτη* 3000ώρες/ έτος), και όταν αυτό λειτουργεί $T = 3.000 \text{ ώρες}$ ετησίως (250 ημ.*12ωρ.), με ετήσια παραγωγή $\Pi = 68.050 \text{ tn}$ (272,2tn x250 ημ.), τότε θα έχουμε:

$$K_E = (0,4 \times C_{\Delta} \times T) / (L_{\Delta} \times \Pi)$$

$$K_E = (0,4 \times 300.000 \times 3.000) / (30.000 \times 68.050) = 0,18 \text{ €/tn .}$$

Οπότε το συνολικό κόστος διάτρησης των στείρων ανέρχεται σε :

$$K_{\Delta} = (K_K + K_{\Sigma} + K_{KA} + K_E) = 0,0024 + 0,016 + 0,265 + 0,18 = 0,463 \text{ €/tn}$$

2) ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

Ο υπολογισμός του κόστους υποστήριξης περιλαμβάνει, όπως και στην διάτρηση, το κόστος των υλικών αφ' ενός αλλά και το λειτουργικό κόστος του μηχανήματος αφ' ετέρου. Στο συγκεκριμένο έργο πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως στοιχεία υποστήριξης κοχλίες αγκύρωσης. Το κόστος αυτών των στοιχείων υποστήριξης υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο.

$$K_{KY} = (N_{KX} C_R) / \Pi$$

Εάν όπου $N_k=40$ ο αριθμός των κοχλίων που θα τοποθετηθούν, $C_R=14\text{€}$ το κόστος κάθε τεμαχίου και $\Pi=272,2\text{tn}$ η ημερήσια παραγωγή τότε θα έχουμε :

$$K_{KY}=(40 \times 14) / 272,2 = 2,05 \text{ €/tn}$$

Υπ' όψιν ότι η υποστήριξη γίνεται κατά περίπτωση αναλόγως της σύστασης της οροφής και όχι σε καθημερινή βάση. Όσον αφορά το λειτουργικό κόστος του μηχανήματος για την όρυξη των διατρημάτων σημειώνεται ότι έχει συμπεριληφθεί στο κόστος διάτρησης.

3)ΓΟΜΩΣΗ – ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΗ

Στο κόστος γόμωσης-πυροδότησης K_{EY} υπολογίζουμε την συνολική ποσότητα εκρηκτικής ύλης V που θα χρησιμοποιήσουμε, το κόστος αγοράς αυτής C_{EY} , καθώς επίσης και το κόστος των απαιτούμενων καψυλίων πυροδότησης C_K . Όταν $V=N \times B \times \beta$ και όπου N ο αριθμός των διατρημάτων, όπου B το βάρος της εκρηκτικής ύλης σε $\text{kgr} / \text{διάτρημα}$ και β ο αριθμός των βαρδιών ημερησίως. Η μεν εκρηκτική ύλη που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι η ζελατοδυναμίτιδα με κόστος αγοράς $C_{EY}=1,5 \text{ €/kgr}$, τα δε ηλεκτρικώς πυροδοτούμενα καψύλια με κόστος τεμαχίου $C_{KA}=0,9 \text{ €/διάτρημα}$ και η ημερήσια παραγωγή $272,2\text{tn}$. Οπότε έχουμε :

$$V = N \times B \times \beta$$

$$V = 25 \times 1 \times 2 = 50 \text{ kgr}$$

$$K_{EY} = (V \times C_{EY}) / \Pi = (50 \times 1,5) / 272,2 = 0,276 \text{ €/tn}$$
 για την ζελατοδυναμίτιδα

$$K_{KA} = (N \times C_{KA} \times \beta) / \Pi = (25 \times 0,9 \times 2) / 272,2 = 0,165 \text{ €/tn}$$
 για τα καψύλια

$$\text{Συνολικό κόστος } K_{EY} + K_{KA} = 0,276 + 0,165 = 0,441 \text{ €/tn}$$

4) ΦΟΡΤΩΣΗ – ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Το κόστος φόρτωσης και μεταφοράς έχει σχέση με τους φορτωτές και φορτηγών που χρησιμοποιούνται για την αποκομιδή των στείρων από τα μέτωπα εξόρυξης . Για να υπολογίσουμε το κόστος της συμμετοχής, του φορτωτή και των φορτηγών, σε καύσιμο (πετρέλαιο), κάνουμε χρήση των τύπων που εφαρμόσαμε και παραπάνω.

➤ **ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΩΤΟΥ**

A) ΚΑΥΣΙΜΑ

Ο φορτωτής που θα χρησιμοποιηθεί είναι scooptram Atlascorpe ST 1030 με χωρητικότητα κάδου **10 tn**, και με κινητήρα diesel ιπποδυνάμεως 250 hp.

$$K_{\Phi} = (W \times 0.2 \times n \times T \times C_0) / \Pi$$

$$K_{\Phi} = (250 \times 0.2 \times 0.8 \times 8 \times 1.5) / 272.2 = 1.76 \text{ €/tn}$$

B) Κόστος επισκευών του φορτωτή

Έχουμε

$$K_{E\Phi} = (0.4 \times C_{\Phi} \times T) / (L_{\Phi} \times \Pi)$$

$$K_{E\Phi} = (0.4 \times 600.000 \times 3000) / (30.000 \times 68.050) = 0.35 \text{ €/tn}$$

➤ **ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΗΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

Για την μεταφορά των στείρων θα χρησιμοποιηθεί ένα (1) φορτηγό με ικανότητα μεταφοράς **30tn** σε δύο (2) βάρδιες

A) ΚΑΥΣΙΜΑ

$$K_M = (W \times 0.2 \times n \times T \times C_0) / \Pi$$

$$K_M = (400 \times 0.2 \times 0.8 \times 8 \times 1.5) / 272.2 = 2.82 \text{ €/tn}$$

Συνολικό κόστος φόρτωσης και μεταφοράς στείρων υλικών

$$K_{\Phi M} = K_{\Phi} + K_{E\Phi} + K_M = 1.76 + 0.35 + 2.82 = 4.93 \text{ €/tn}$$

5) ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Όπως υπολογίστηκε και στο κόστος εξόρυξης του βωξίτη με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε και τις δαπάνες προσωπικού για κόστος όρυξης στείρων.

Α) ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ

$$K_X = (3 \times 16 \times 8 \times 2) / 272,2 = 2,82 \text{ €/tn}$$

Β) ΕΡΓΑΤΕΣ

$$K_E = (3 \times 12 \times 8 \times 2) / 272,2 = 2,11 \text{ €/tn}$$

Γ) ΓΟΜΩΤΕΣ

$$K_G = (1 \times 15 \times 8 \times 2) / 272,2 = 0,88 \text{ €/tn}$$

Δ) ΕΡΓΟΔΗΓΟΙ

$$K_A = (1 \times 18 \times 8 \times 2) / 272,2 = 1,06 \text{ €/tn}$$

Ε) ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

$$K_M = (1 \times 20 \times 8 \times 2) / 272,2 = 1,175 \text{ €/tn}$$

Η συνολική δαπάνη προσωπικού είναι

$$K_{\text{ΠΡ}} = K_X + K_E + K_G + K_A + K_M$$

$$K_{\text{ΠΡ}} = 2,82 + 2,11 + 0,88 + 1,06 + 1,175 = 8,05 \text{ €/tn}$$

Σύμφωνα με τους ανωτέρω υπολογισμούς το κόστος της διάνοιξης των στοών προσπέλασης ανά τόνο , δίνεται αναλυτικά στον πίνακα 9.1.

Πίνακας 9.1. Ανάλυση κόστους ανά τόνο στείρων

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	€/tn
1	ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ	0,463
2	ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ	2,05
3	ΚΟΣΤΟΣ ΓΟΜΩΣΗΣ - ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΗΣ	0,441
4	ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ-ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	4,93
5	ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	8,05
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	15,934

Άρα το συνολικό κόστος διάνοιξης των στείρων είναι :

$$Κ_{\pi} = (15,934 \text{ € / tn}) \times 70.546 \text{ tn} = 1.124.080 \text{ €}$$

9.2. ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο κόστος λειτουργίας συνυπολογίζονται οι δαπάνες για την εξόρυξη του βωξίτη, καθώς επίσης και υπόλοιπες δαπάνες οι σχετικές με τη συντήρηση των μηχανημάτων, το κόστος της φόρτωσης και της μεταφοράς του εξορυσσόμενου βωξίτη, το κόστος επεξεργασίας, οι δαπάνες για το προσωπικό, κ.α.

Κόστος εξόρυξης βωξίτη

Ο συνολικός παραγόμενος βωξίτης ανέρχεται στα **81.830m³** ή **261.856tn**. Θα υπολογιστεί ξεχωριστά το κόστος εξόρυξης των παραγωγικών στοών και έπειτα του υπόλοιπου κοιτάσματος προς εξόφληση. Οι υπολογισμοί λαμβάνουν υπόψη ότι εργάζονται (1) ομάδα ανά βάρδια και ότι έχουμε 3 βάρδιες ανά ημέρα.

Το κόστος της εξόρυξης του βωξίτη υπολογίζεται ως εξής:

1) ΔΙΑΤΡΗΣΗ

➤ Κορόνες

Για τον υπολογισμό της συμμετοχής, των κοπτικών άκρων, στο κόστος διάτρησης χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους:

$$(1) \quad N = a / L_k$$

$$(2) \quad K_k = (N \times C_k) / \Pi$$

όπου ,

N = ο αριθμός των κοπτικών που απαιτούνται ανά ημέρα,

a = τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα,

L_k = η διάρκεια ζωής του κοπτικού (κορώνας) σε μέτρα διάτρησης (m),

C_k = το κόστος αγοράς της κορώνας σε € ,

Π = η ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) και

K_k = η συμμετοχή στο κόστος αγοράς της κορώνας.

Με δεδομένα L_k την διάρκεια ζωής της κορώνας για **8.000m**, C_k το κόστος αγοράς της κορώνας **50€** και όταν σε ημερήσια βάση λειτουργεί ένα διατρητικό φορείο με ένα διατρητικό στέλεχος για τρεις βάρδιες έχουμε:

Παραγωγικές στοές (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα **428,7tn**)

$$a = (22 \text{ διατρήματα/βάρδια}) * (3 \text{ βάρδιες/ημέρα}) * (3,1 \text{ m/διάτρημα})$$

$$a = 204,6 \text{ m/ημέρα}$$

$$N = 204,6 / 8000 = 0,026 \text{ κορώνες/ημέρα.}$$

Οπότε $K_k = 0,026 * 50 / 428,7 = 0,003 \text{ €/ tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,003 \text{ €/ tn}) \times 32.082 \text{ tn} = 97,3 \text{ €}$$

Εξόφληση βωξίτη

Αντίστοιχα:

$$a = (8 \text{ διατρήματα/βάρδια}) * (3 \text{ βάρδιες/ημέρα}) * (10 \text{ m/διάτρημα})$$

$$a = 240 \text{ m/ημέρα}$$

$$N = 240/8000 = 0,03 \text{ κορώνες/ημέρα.}$$

Οπότε $K_k = 0,03 * 50/1.346,4 = 0.0011 \text{ €/ tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,0011 \text{ €/ tn}) \times 229.774 \text{ tn} = 256 \text{ €}$$

➤ **Στελέχη**

Παραγωγικές στοές (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα 428,7tn)

Το κόστος συμμετοχής των στελεχών υπολογίζεται όπως και στις κορώνες.

$$(1) \quad N = a / L_{\Sigma}$$

$$(2) \quad K_{\Sigma} = N * C_{\Sigma} / \Pi$$

Εάν όπου, N ο αριθμός των στελεχών που απαιτούνται ανά ημέρα, a τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, $L_{\Sigma} = 6.000 \text{ m}$ η διάρκεια ζωής του στελέχους σε μέτρα διάτρησης (m), $C_{\Sigma} = 250 \text{ €}$ το κόστος αγοράς του στελέχους, Π η ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) και K_{Σ} η συμμετοχή του στελέχους στο κόστος διάτρησης. Όταν σε ημερήσια βάση λειτουργεί ένα διατρητικό φορείο με ένα διατρητικό στέλεχος για 3 βάρδιες τότε έχουμε:

$$a = (22 \text{ διατρήματα/βάρδια}) * (3 \text{ βάρδιες/ημέρα}) * (3,1 \text{ m/διάτρημα})$$

$$a = 204,6 \text{ m/ημέρα}$$

$$N = 204,6/6000 = 0,034 \text{ στελέχη /ημέρα.}$$

Οπότε $K_{\Sigma} = 0,034 * 250/428,7 = 0,020 \text{ €/tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,020 \text{ €/tn}) \times 32.082 \text{ tn} = 638 \text{ €.}$$

Εξόφληση βωξίτη (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα 1.346,4tn)

Αντίστοιχα:

$$a = (8 \text{ διατρήματα/βάρδια}) * (3 \text{ βάρδιες/ημέρα}) * (10 \text{ m/διάτρημα})$$

$$a = 240 \text{ m/ημέρα}$$

$$N = 240/6000 = 0,04 \text{ κορώνες/ημέρα.}$$

Οπότε $K_{\Sigma} = 0,04 * 250/1.346,4 = 0,0074 \text{ €/ tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,0074 \text{ €/ tn}) \times 229.774 \text{ tn} = 1707 \text{ €}$$

➤ **Κόστος καυσίμου διατρητικού φορείου**

Παραγωγικές στοές (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα 428,7tn)

Το διατρητικό φορείο που θα χρησιμοποιηθεί είναι το DCS Boomer 281DH της ATLAS COPCO με κινητήρα diesel ιπποδυνάμεως 75hp.

Για να υπολογίσουμε το κόστος της συμμετοχής, του διατρητικού φορείου, σε καύσιμο (πετρέλαιο) κάνουμε χρήση του τύπου:

$$K_{KA} = [(W) \times 0,2 \times (n) \times (T) \times (C_o)] / \Pi = (75 \times 0,2 \times 0,8 \times 12 \times 1,5) / 428,7$$

$K_{KA} = 0,5 \text{ €/tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,5 \text{ €/tn}) \times 32.082 \text{ tn} = 16.164 \text{ €}$$

Όπου $W=75\text{hp}$ η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού, n ο συντελεστής φορτίου (0,2-0,8), T οι ώρες λειτουργίας του διατρητικού φορείου, $C_o = 1,5 \text{ €/lt}$ το κόστος του καυσίμου, και Π η ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) . Η κατανάλωση του καυσίμου δίδεται ίση με $0,2\text{lt}/(\text{hxhp})$.

Εξόφληση βωξίτη (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα 1.346,4tn)

Αντίστοιχα, το διατρητικό φορείο που θα χρησιμοποιηθεί είναι το Simba M4 C-ITH της ATLAS COPCO με κινητήρα diesel ιπποδυνάμεως 163hp.

$$K_{KA} = [(W) \times 0,2 \times (n) \times (T) \times (C_o)] / \Pi = (163 \times 0,2 \times 0,8 \times 12 \times 1,5) / 1.346,4$$

$K_{KA} = 0,35 \text{ €/tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,35\text{€/tn}) \times 229.774\text{tn} = 80.114\text{€}$$

Όπου $W = 163\text{hp}$ η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού

➤ **Κόστος επισκευών διατρητικού φορείου**

Υπολογίζουμε ότι το κόστος επισκευών του διατρητικού φορείου θα είναι ίσον με το **40%** του κόστους αγοράς αυτού ($C_{\Delta} = 300.000 \text{ €}$). Ενδεικτικά όταν ο χρόνος ζωής του μηχανήματος $L_{\Delta} = 30.000 \text{ ώρες}$ (10έτη x 3000ώρες/ έτος), και όταν αυτό λειτουργεί $T = 3.000 \text{ ώρες}$ ετησίως (250 ημέρες x 12ώρες), με ετήσια παραγωγή $\Pi = 336.600\text{tn}$ (1.346,4 tn x 250 ημέρες), τότε θα έχουμε:

$$K_E = (0,4 \times C_{\Delta} \times T) / (L_{\Delta} \times \Pi)$$

$K_E = (0,4 * 300.000 * 3.000) / (30.000 * 336.600) = 0,036 \text{ €/tn}$ και στο υπό εκτέλεση έργο.

$$(0,036 \text{ €/tn}) \times 261.856\text{tn} = 9.427\text{€}$$

Οπότε το συνολικό κόστος διάτρησης ανέρχεται σε

$K_{\Delta} = 97,3 + 256 + 638 + 1707 + 16.164 + 80.114 + 9.427 = 108.403,3 \text{ €}$ στο υπό εκτέλεση έργο.

2) ΓΟΜΩΣΗ – ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΗ

Στο κόστος γόμωσης- πυροδότησης K_{EY} υπολογίζουμε την συνολική ποσότητα εκρηκτικής ύλης V που θα χρησιμοποιήσουμε, το κόστος αγοράς αυτής C_{EY} , καθώς επίσης και το κόστος των απαιτούμενων καψυλίων πυροδότησης C_K . Όταν $V = N * B * \beta$ και όπου N ο αριθμός των διατρημάτων, όπου B το βάρος της εκρηκτικής ύλης σε $\text{kgr} / \text{διάτρημα}$ και β ο αριθμός των βαρδιών ημερησίως. Η μεν εκρηκτική ύλη που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι η ζελατοδυναμίτιδα με κόστος αγοράς $C_{EY} = 1,5 \text{ €/kgr}$, τα δε ηλεκτρικώς πυροδοτούμενα καψύλλια με κόστος τεμαχίου $C_{KA} = 0,9 \text{ €/διάτρημα}$. Οπότε έχουμε:

Παραγωγικές στοές (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα 428,7tn)

$$V = N \times B \times \beta$$

$$V = 22 \times 1 \times 3 = 66 \text{ kgr}$$

$$K_{EY} = (V \times C_{EY}) / \Pi$$

$$K_{EY} = (66 \times 1,5) / 428,7 = 0,23 \text{ €/tn}$$
 για την ζελατοδυναμίτιδα

$$K_{KA} = (N \times C_{KA} \times \beta) / \Pi$$

$$K_{KA} = (22 \times 0,9 \times 3) / 428,7 = 0,138 \text{ €/tn}$$
 για τα καψύλια

Συνολικό κόστος γόμωσης- πυροδότησης

$$K_{\Gamma\Pi} = 0,368 \text{ €/tn}$$
 και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,368 \text{ €/tn}) \times 32.082 \text{ tn} = 11.806 \text{ €}$$

Εξόφληση βωξίτη (παραγωγή βωξίτη ανά ημέρα 1.346,4tn)

$$V = 8 \times 3 \times 3 = 72 \text{ kgr}$$

$$K_{EY} = (72 \times 1,5) / 1.346,4 = 0,08 \text{ €/tn}$$

$$K_{KA} = (8 \times 0,9 \times 3) / 1.346,4 = 0,016 \text{ €/tn}$$

Συνολικό κόστος γόμωσης- πυροδότησης

$$K_{\Gamma\Pi} = 0,096 \text{ €/tn}$$
 και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,096 \text{ €/tn}) \times 229.774 \text{ tn} = 22.058 \text{ €}$$

Συνολικό κόστος γόμωσης πυροδότησης

$$K_{\Gamma\Pi} = 11.806 + 22.058 = 33.864 \text{ €}$$

3) ΦΟΡΤΩΣΗ - ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Το κόστος φόρτωσης και μεταφοράς έχει σχέση με τους φορτωτές και φορητά υπογείων εργασιών που χρησιμοποιούνται για την αποκομιδή του μεταλλεύματος από τα μέτωπα εξόρυξης του. Για να υπολογίσουμε το κόστος της συμμετοχής, του

φορτωτή και των φορτηγών, σε καύσιμο (πετρέλαιο), κάνουμε χρήση του τύπου που εφαρμόσαμε.

A) ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΩΤΟΥ

➤ ΚΑΥΣΙΜΑ

Ο φορτωτής που θα χρησιμοποιηθεί είναι scooptram Atlascorco ST 1030 με χωρητικότητα κάδου 10 tn, και με κινητήρα diesel ιπποδυνάμεως 250 hp.

$$ΚΦ = (W \times 0.2 \times n \times T \times C_0) / \Pi$$

Όπου **W = 250 hp**, η συνολική ιπποδύναμη του φορτωτή, n ο συντελεστής φορτίου (**0,2-0,8**), T= οι ώρες λειτουργίας του φορτωτή, **C₀ = 1,5 €/lt** το κόστος του καυσίμου, και **Π** ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) . Η κατανάλωση του καυσίμου δίδεται ίση με 0,2lt/(h x hp).Οπότε έχουμε:

$$ΚΦ = (W \times 0.2 \text{ lt} \times n \times T \times C_0) / \Pi$$

Παραγωγικές στοές

$$ΚΦ = (250 \times 0,2 \times 0,8 \times 12 \times 1,5) / 428,7 = 1.68 \text{ €/tn} \text{ και στο υπό εκτέλεση έργο}$$

$$(1,68 \text{ €/tn}) \times 32.082 \text{ tn} = 53.882 \text{ €}.$$

Εξόφληση βωξίτη

$$ΚΦ = (250 \times 0,2 \times 0,8 \times 12 \times 1,5) / 1.346,4 = 0,53 \text{ €/tn} \text{ και στο υπό εκτέλεση έργο}$$

$$(0,53 \text{ €/tn}) \times 229.774 \text{ tn} = 122.873 \text{ €}.$$

➤ Κόστος επισκευών του φορτωτή

Υπολογίζουμε ότι το κόστος επισκευών του φορτωτή θα είναι ίσον με το 40% του κόστους αγοράς αυτού (**C_Φ = 600.000 €**). Ενδεικτικά όταν ο χρόνος ζωής του μηχανήματος **L_Φ = 30.000 ώρες** (10 έτη x 3000 ώρες/έτος), και όταν αυτό λειτουργεί **T**

=**3.000** ώρες ετησίως (250 ημέρες x12ώρες), με ετήσια παραγωγή $\Pi=336.600\text{tn}$ (1.346,4tn *250 ημ.), τότε θα έχουμε

$$K_{\text{EF}}=(0,4 \times C_{\text{ΦΧΤ}})/(L_{\text{ΦΧΠ}})$$

$K_{\text{EF}}= (0,4 \times 600.000 \times 3000) / (30.000 \times 336.600) = 0,071\text{€/tn}$ και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(0,071\text{€/tn}) \times 261.856\text{tn} = 18670,6 \text{ €}$$

B) ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΗΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Για την μεταφορά του μεταλλεύματος θα χρησιμοποιηθούν (2) φορτηγά με ικανότητα μεταφοράς 30tn έκαστον, σε τρεις (3) βάρδιες. Όταν η ημερήσια παραγωγή είναι **1.346,4tn**, τότε σε κάθε βάρδια των 6 ωρών θα μεταφέρονται 448,8tn (από 224,4tn κάθε φορτηγό) δηλαδή (10δρομολόγια x 22,4tn).

➤ ΚΑΥΣΙΜΑ

$$K_{\text{M}}= (W \times 0,2 \times n \times T \times C_0) / \Pi$$

$$K_{\text{M}}= (400 \times 0,2 \times 0,8 \times 12 \times 1,5) / 1.346,4 = 0,856 \text{ €/tn}$$
 κάθε φορτηγό

Οπότε για 2 φορτηγά $0,856 \times 2 = 1,71 \text{ €/tn}$ ημερησίως και στο υπό εκτέλεση έργο

$$(1,71\text{€/tn}) \times 261.856\text{tn} = 448.095\text{€}.$$

Όπου $W = 400 \text{ hp}$ η συνολική ιπποδύναμη του φορτηγού, n ο συντελεστής φορτίου (0,2-0,8), T οι ώρες λειτουργίας του φορτηγού, $C_0 = 1,5 \text{ €/lt}$ το κόστος του καυσίμου, και Π η ημερήσια παραγωγή σε τόνους (tn) . Η κατανάλωση του καυσίμου δίδεται ίση με $0,2\text{lt}/(\text{hxhp})$.

Το συνολικό κόστος φόρτωσης & μεταφοράς είναι:

$$K_{\text{FM}}=K_{\text{Φ}}+K_{\text{EF}}+K_{\text{M}}$$

$$K_{\text{FM}}=(53.882 + 122.873)+18670,6 + 448.095 = 643.520,6 \text{ €}$$

4) ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Για τις δαπάνες του προσωπικού γίνεται ξεχωριστός υπολογισμός κατά ειδικότητα και ωρομίσθιο. Στο κόστος (E) του ωρομισθίου έχει συμπεριληφθεί και η εργοδοτική εισφορά.

Στον τύπο $K_{HP} = (N \times E \times T \times \beta) / \Pi$ αντικαθιστούμε όπου N ο αριθμός εργαζομένων, όπου E το κόστος ωρομισθίου κάθε ειδικότητας, όπου T= οι ώρες εργασίας/ ημέρα, όπου β ο αριθμός βαρδιών και όπου Π η ημερήσια παραγωγή σε tn.

A) ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ (χειριστές διατρητικών , φορτωτών, οδηγοί φορτηγών)

Με ωρομίσθιο $E_x = 16 \text{ €}$

Απαιτούνται τρεις (4) χειριστές σε κάθε βάρδια, ένας (1) χειριστής διατρητικού, ένας (1) χειριστής φορτωτή και δύο (2) οδηγοί φορτηγών . Άρα:

$$K_x = (4 \times 16 \times 8 \times 3) / 428,7 = 3,58 \text{ €/tn για παραγωγικές στοές}$$

$$K_x = (4 \times 16 \times 8 \times 3) / 1.346,4 = 1,14 \text{ €/tn για εξόφληση βωξίτη}$$

B) ΕΡΓΑΤΕΣ (ανειδίκευτοι εργάτες , βοηθοί)

Με ωρομίσθιο $E_E = 12 \text{ €}$

Απαιτούνται (4) εργάτες σε κάθε βάρδια. Οπότε:

$$K_E = (4 \times 12 \times 8 \times 3) / 428,7 = 2,69 \text{ €/tn για παραγωγικές στοές}$$

$$K_E = (4 \times 12 \times 8 \times 3) / 1.346,4 = 0,86 \text{ €/tn για εξόφληση βωξίτη}$$

Γ) ΓΟΜΩΤΕΣ

Με ωρομίσθιο $E_G = 15 \text{ €}$

Απαιτούνται δύο (2) γομωτές σε κάθε βάρδια. Οπότε

$$K_G = (2 \times 15 \times 8 \times 3) / 428,7 = 1,68 \text{ €/tn για παραγωγικές στοές}$$

$$K_G = (2 \times 15 \times 8 \times 3) / 1.346,4 = 0,53 \text{ €/tn για εξόφληση βωξίτη}$$

Δ) ΕΡΓΟΔΗΓΟΙ

Με ωρομίσθιο $E_A = 18 \text{ €}$

Απαιτείται ένας (1)εργοδηγός σε κάθε βάρδια. Οπότε

$$K_A = (1 \times 18 \times 8 \times 3) / 428,7 = 1 \text{ €/tn για παραγωγικές στοές}$$

$$K_A = (1 \times 18 \times 8 \times 3) / 1.346,4 = 0,32 \text{ €/tn για εξόφληση βωξίτη}$$

Ε) ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

Με ωρομίσθιο $E_M = 20 \text{ €}$

Απαιτείται ένας (1) μηχανικός σε κάθε βάρδια. Οπότε

$$K_M = (1 \times 20 \times 8 \times 3) / 428,7 = 1,12 \text{ €/tn για παραγωγικές στοές}$$

$$K_M = (1 \times 20 \times 8 \times 3) / 1.346,4 = 0,36 \text{ €/tn για εξόφληση βωξίτη}$$

Η συνολική δαπάνη προσωπικού είναι

$$K_{ΠΡ} = K_X + K_E + K_Γ + K_A + K_M$$

$$K_{ΠΡ} = 3,58 + 2,69 + 1,68 + 1 + 1,12 = (10,07 \text{ €/tn}) \times 32.082 \text{ tn} = 323.065,7 \text{ € για παραγωγικές στοές}$$

$$K_{ΠΡ} = 1,14 + 0,86 + 0,53 + 0,32 + 0,36 = (3,21 \text{ €/tn}) \times 229.774 \text{ tn} = 737.574,5 \text{ €}$$

Συνολικό κόστος προσωπικού

$$K_{ΠΡ} = 323.065,7 + 737.574,5 = 1.060.639,5 \text{ €}$$

Το συνολικό κόστος για την εξόρυξη του βωξίτη είναι περί τα **1,85 εκατ. €**, όπως αναλύεται στον πίνακα 9.2.

Πίνακας 9.2. Ανάλυση κόστους παραγόμενου βωξίτη

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	€
1	ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ	108.403
2	ΚΟΣΤΟΣ ΓΟΜΩΣΗΣ - ΠΥΡΟΛΟΤΗΣΗΣ	33.864
3	ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ-ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	643.520
4	ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	1.060.639
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	1.846.427

Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι το κόστος παραγωγής βωξίτη, (απολήψιμα αποθέματα περί τα 196.000 tn) είναι περί τα **9,4 €/t βωξίτη**.

9.3. Συνολικό κόστος – προϋπολογιζόμενα κέρδη

Το κόστος παραγόμενου βωξίτη όπως υπολογίστηκε παραπάνω είναι **1.846.427 €**

Μαζί με το κόστος για τη διάνοιξη των στειρών

$$\mathbf{Κτελικό = ΚΣ + ΚΠ = 1.124.080 + 1.846.427.4 = 2.970.507 €}$$

Αν συνυπολογιστεί ότι η μέση τιμή του βωξίτη ανά τόνο είναι της τάξης των **35 \$/tn** δηλαδή **31,4 €/tn**, και ότι έχουμε 75% απόληψη του κοιτάσματος τα έσοδα υπολογίζονται σε:

$$\mathbf{Ε = 31,4 €/tn \times (261.856 \times 0,75)tn = 6.166.709 €}$$

Εκτιμάται συνεπώς ότι τα καθαρά κέρδη από την εκμετάλλευση του κοιτάσματος ανέρχονται σε **3.196.201 €** περίπου. Σε αυτά βέβαια χρειάζεται να συμπεριληφθούν τα κόστη μεταφοράς και επεξεργασίας των υλικών, τα οποία δεν είναι αντικείμενο της παρούσης εργασίας. Όμως φαίνεται ότι υπάρχει ένας σημαντικός θετικό οικονομικός αντίκτυπος από την εκμετάλλευση του κοιτάσματος.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την αύξηση των υπογείων εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό η ανάγκη για την ακριβή μελέτη και αξιολόγησή τους οδήγησε στην χρήση Η/Υ μέσω των οποίων μπορεί να ανακτηθούν χρήσιμα συμπεράσματα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε σε πρότυπο κοίτασμα για το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης του οποίου χρησιμοποιήθηκε το μεταλλευτικό λογισμικού **Surpac 6.4.1** της **Gemcom**. Η χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού προσφέρει αρκετές λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το προς μελέτη κοίτασμα, όπως για παράδειγμα το συνολικό του όγκο, τη δυνατότητα ελέγχου του πάχους του κοιτάσματος σε όλη του την έκταση, στοιχεία τα οποία βοηθούν στον λεπτομερή και ακριβή σχεδιασμό της εκμετάλλευσης. Επιπλέον, η τρισδιάστατη απεικόνιση του σχεδιασμού μέσω του λογισμικού προσφέρει καλύτερη δυνατότητα ελέγχου των σχεδιαζόμενων έργων και επιλογών, πράγμα που βοηθά στον εντοπισμό πιθανών λαθών και δίνει τη δυνατότητα πολλαπλών υλοποιήσεων. Τέλος, η δυνατότητα σχεδιασμού κάθε φάσης της εκμετάλλευσης ξεχωριστά, προσφέρει το πλεονέκτημα του καλύτερου προγραμματισμού των εργασιών εντός του μεταλλείου. Όλα τα παραπάνω επιτρέπουν την εκ των προτέρων ανάλυση του κόστους με σημαντική ακρίβεια, μειώνοντας έτσι το ρίσκο της επένδυσης.

Επίσης ο τρισδιάστατος σχεδιασμός επιτρέπει στον Μηχανικό να έχει καλύτερη εικόνα για τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων στον χώρο. Με άλλα λόγια, ο σχεδιασμός αλλά και οι μετρήσεις οι οποίες έγιναν για την μέτρηση των όγκων, του μήκους των στοών, , δίνει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του τρόπου εκμετάλλευσης από οικονομικής πλευράς.

Το υπόγειο πρότυπο βωξιτικό κοίτασμα είναι ένα μικρού μεγέθους φακοειδές κοίτασμα το οποίο βρίσκεται πολύ κοντά στην επιφάνεια. Τα γεωλογικά αποθέματα του φακοειδούς αυτού κοιτάσματος του γ' ορίζοντα ανέρχονται στα **81.800m³** ή στους **261.800tn**. Εκτιμάται ότι η απόληψη θα κυμανθεί περί το 70-75% και τα συνολικά απολήψιμα αποθέματα στους **196.000 tn**.

Τα έργα προσπέλασης του κοιτάσματος σχεδιάστηκαν με γνώμονα την μικρότερη δυνατή διάνοιξη εντός στείρων πετρωμάτων που παράλληλα όμως να εξυπηρετεί την

απαραίτητη κλίση των προσπελαστικών στοών και το τελικό τους μήκος είναι **1633m** εντός στείρου πετρώματος.

Το υπό εξέταση κοιτάσμα επιλέχθηκε να εκμεταλλευθεί με τη μέθοδο κατακρήμνισης της οροφής με διαδοχικούς υποορόφους.

Κατά τη φάση της πλήρους ανάπτυξης του μεταλλείου, θα υπάρχουν ταυτόχρονα σε ανάπτυξη **3 μέτωπα**. Κάθε ομάδα εργασίας αναλαμβάνει την ολοκλήρωση ενός πλήρους εξορυκτικού κύκλου μέσα σε μία βάρδια στα τρία μέτωπα που της αντιστοιχούν. Με την ταυτόχρονη ανάπτυξη και των τριών μετώπων με τρεις βάρδιες ανά ημέρα ο παραγόμενος βωξίτης ανέρχεται σε **1.346tn/ημέρα**.

Όσο για τη χρονική διάρκεια των εξορυκτικών εργασιών, η διάτρηση ανά βωξίτικο μέτωπο διαρκεί **70 min**, η κοχλίωση του ταβανιού **40 min**, η φόρτωση μαζί με τη μεταφορά **160 min**, το ξεσκάρωμα **15 min**, η γόμωση **40 min**, η ανατίναξη **30 min** και το ξεκάπνισμα **20 min**.

Το συνολικό χρονικό διάστημα από την προσέγγιση μέχρι την τελική εξόφληση δηλαδή ο χρόνος ζωής του μεταλλείου υπολογίστηκε περίπου στους **18 μήνες**.

Το συνολικό προϋπολογιζόμενο κόστος της εκμετάλλευσης εκτιμάται ότι είναι **2.970.507 €** παραγόμενου βωξίτη (μη συνυπολογίζοντας κόστη μεταφοράς – επεξεργασίας - φόρτωσης πλοίων). Προκύπτει ότι το κόστος ανά παραγόμενο tn βωξίτη, (απολήψιμα αποθέματα περί τα 196.000 tn) είναι περί τα **9,4 €/t βωξίτη**. Σε αυτό περιλαμβάνονται όλα τα επιμέρους κόστη που θα προκύψουν κατά την διάρκεια ζωής του μεταλλείου. Βέβαια είναι σημαντικό το γεγονός ότι η μέση τιμή πώλησης του βωξίτη είναι της τάξης των **35 \$/tn** δηλαδή **31,4 €/tn** (λαμβάνοντας υπόψη την τωρινή ισοτιμία ευρώ – δολαρίου) , τα έσοδα που θα αποκομίσει η εταιρεία από την εκμετάλλευση του κοιτάσματος θα ανέρθουν στα **3.196.201 €** περίπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Μπενάρδος Α. 2014, «ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ», Σημειώσεις Σχολή Μηχ. Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.

Μπενάρδος Α.-Καλιαμπάκος Δ., ΕΜΠ, 2010, ‘Υπόγεια Έργα’.

Σοφιανός Ι. «Υποστήριξη Υπογείων Έργων», Α.Ι. Σοφιανός, Εκδόσεις ΕΜΠ

Ζευγώλης Μ. Ν., ΕΜΠ, Αθήνα 2000 “Η Ασφάλεια στη Βιομηχανία”.

Τερεζόπουλου Ν. 2003, «ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ», Σημειώσεις Σχολή Μηχ. Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.

Λειβαδίτη-Αλεξούλη Αλίκη, Καθηγήτρια, Ε.Μ.Π., 2008, ‘Γενική Γεωμορφολογία’.

Αναστασία Μανουσάκη – Ορφανουδάκη 2005, «ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ», Αναστασία Μανουσάκη – Ορφανουδάκη Ε.Μ.Π, Σημειώσεις Σχολή Μηχ. Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.

Κατοπόδης Διονύσης, Διπλωματική εργασία, ‘Σχεδιασμός εκμετάλλευσης βωξιτικού κοιτάσματος Κοκκινόλιθου Φωκίδας’, Αθήνα 2011

Δημοσθένης Μουντράκης 1985, «ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ»,

Atlas Copco, 1980, «GUIDE TO UNDERGROUND MINING METHODS AND APPLICATIONS»

www.geo.auth.gr/courses/gmo/gmo878e/

www.metal.ntua.gr/uploads/4321/883/11_Analysi_sxediasmou_SLC.pdf

www.orykta.gr/oryktes-protos-yles-tis-ellados/metalleytika-orykta/131-boxitis

www.oryktosploutos.net/2011/01/blog-post_2346.html#.Vv42taSLTIU

www.atlascopco.com