

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ
ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΡΟΙΟΣ Α. ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ζαχαρίας Αγιουτάντης, καθηγητής (επιβλέπων)

Γεώργιος Εξαδάκτυλος, καθηγητής

Κωσταντίνος Κακλής, Δρ.

Χανιά
Απρίλιος, 2016

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο, εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις των εξεταστών.

αφιερώνεται

στην οικογένεια μου
και σε όλους όσους ήταν μαζί μου σε αυτό το υπέροχο ταξίδι μέχρι την
παρουσίαση της διπλωματικής μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει σαν αντικείμενο την εκπόνηση μιας ολοκληρωμένης μελέτης εκμετάλλευσης ασβεστολιθικού κοιτάσματος στη μαρμαροφόρο περιοχή Καλεντζίου. Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνεται η μελέτη και επεξεργασία τόσο θεωρητικών όσο και εφαρμοσμένων στοιχείων.

Τα θεωρητικά στοιχεία αφορούν τη γεωλογία της περιοχής, την ανάπτυξη των τεχνικών όρων και της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί καθώς και τη νομοθεσία του κράτους.

Τα εφαρμοσμένα στοιχεία αφορούν τον προσδιορισμό των ορίων της εκμετάλλευσης, τον σχεδιασμό της επιφανειακής εκμετάλλευσης, τον υπολογισμό του όγκου και της διάρκειας ζωής του λατομείου, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος, την οικονομοτεχνική μελέτη και τέλος τις προτάσεις για την ανασύσταση και λειτουργία του λατομείου.

Για τον υπολογισμό των ανωτέρω δημιουργήθηκε ψηφιακός χάρτης της περιοχής του λατομικού χώρου. Ο χάρτης χρησιμοποιήθηκε σε ψηφιακή μορφή έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ακρίβεια στους υπολογισμούς, ευκολία και μείωση του χρόνου επεξεργασίας. Με δεδομένα τα όρια της εκμετάλλευσης σχεδιάστηκαν οι βαθμίδες, τα τελικά όρια της εκμετάλλευσης και ο συνολικός απολήψιμος όγκος που δίνει τη διάρκεια ζωής του εν λόγω λατομείου.

Στη συνέχεια έγινε αναλυτική περιγραφή των έργων προσπέλασης και των σταδίων της εκμετάλλευσης καθώς και χρονοδιάγραμμα των ανωτέρω εργασιών. Επίσης έγινε πλήρης και ολοκληρωμένη μελέτη της χρήσης των εκρηκτικών υλών που θα χρησιμοποιηθούν.

Ακολούθησε η οικονομοτεχνική μελέτη όλων των ανωτέρω με σκοπό την πιο ρεαλιστική προσέγγιση όσον αφορά τις ανάγκες ενός λατομείου και τα πιθανά σενάρια ανασύστασης του. Η μελέτη συμπληρώνεται με την περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής όπου θα γίνει η εκμετάλλευση.

Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τις προτάσεις που αφορούν την πιθανότητα ανασύστασης του υπό μελέτη λατομικού χώρου.

Πρόλογος

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της.

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρείχαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου και ιδιαίτερα κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Θέλω να ευχαριστήσω τη φίλη και συνάδελφο Αγγέλη Μαγδαληνή για την εμπιστοσύνη της να μου αναθέσει τη μελέτη του λατομικού χώρου της ιδιαίτερης πατρίδας της. Επίσης την αδερφή της και γεωλόγο Αγγέλη Ιωάννα για τη συμβολή της στη μελέτη της γεωλογίας του λατομικού χώρου και συνολικά την οικογένεια Αγγέλη για την προσφορά και την στήριξη της.

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αγιουτάντη Ζαχαρία για την άμεση συγκατάθεση του στην ανάληψη της διπλωματικής εργασίας και για τη στήριξη του με την εμπειρία και τις πολύτιμες γνώσεις του καθώς και για την άψογη συνεργασία και το χρόνο που διέθεσε.

Την εξεταστική επιτροπή αποτελούμενη από τον καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Εξαδάχτυλο Γεώργιο και τον Δρ. Κακλή Κωσταντίνο για τη συμμετοχή τους στην επιτροπή και για τη συμβολή τους στη διόρθωση και αξιολόγηση της διπλωματικής εργασίας.

Τον επίκουρο καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Αλεβίζο Γεώργιο και το Δρ. Στρατάκη Αντώνιο για τη συμβολή τους μέσω της ημιποσοτικής ανάλυσης που πραγματοποίησαν στον προσδιορισμό του κοιτάσματος και της σύστασης του.

Τον κ. Μαυριγιαννάκη Στυλιανό, Μηχανικό Μεταλλείων για τη σημαντική του προσφορά στην ολοκλήρωση του 2^{ου} κεφαλαίου και τη Σταθογιάννη Φωτεινή, Μηχανικό Ορυκτών Πόρων για τη άμεση βοήθεια της σε οποιοδήποτε πρόβλημα προέκυπτε.

Το φίλο και εκπαιδευόμενο Ορκωτό Ελεγκτή Λογιστή Θεοδούλου Χρυσοβαλάντη και τον φίλο και απόφοιτο των οικονομικών επιστημών του Πανεπιστημίου Μακεδονίας Δελλιόπουλο Δημήτριο για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των οικονομικών στοιχείων της διπλωματικής.

Τη φίλη και συνάδελφο Παπαγιαννίδου Σωτηρία και την επίσης φίλη και συνάδελφο Χριστοφίδη Αφροδίτη για την πολύτιμη προσφορά τους στα τελευταία χρόνια της φοίτησης μου. Τους φίλους και συναδέλφους Λευτέρη, Λευτέρη, Μαρία-Έλενα, Αντιγόνη, Αγάπη, Μαρία, Ζωή, Κατερίνα, Βίβιαν και Μαρίνα για την συνεισφορά τους.

Κλείνοντας θέλω να ευχαριστήσω και όλους αυτούς που με στήριξαν ηθικά και την πίστη τους στο πρόσωπο μου σε όλη αυτή την υπέροχη πορεία μέχρι την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Πρόλογος	ii
Κεφάλαιο 1	1
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2	4
Χωροθέτηση, γεωλογία και μηχανικές ιδιότητες του πετρώματος στον λατομικό χώρο	4
2.1 Εισαγωγή.....	4
2.2 Περιγραφή του λατομικού χώρου	4
2.3 Γεωλογία της περιοχής	7
2.4 Παράμετροι σχεδιασμού για το παρόν λατομείο	11
2.5 Προσδιορισμός των μηχανικών παραμέτρων του πετρώματος	12
2.5.1 Εισαγωγή	12
2.5.2 Προσδιορισμός της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη	13
2.5.3 Έμμεση Δοκιμή σε Εφελκυσμό (Δοκιμή Brazil).....	21
Κεφάλαιο 3	29
Βασικές αρχές σχεδιασμού επιφανειακής εκμετάλλευσης	29
3.1 Εισαγωγή.....	29
3.2 Τεχνικοί όροι.....	29
3.3 Σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης	33
3.4 Σχεδιασμός των τελικών ορίων εκσκαφής	33
3.4.1. Οριακή σχέση αποκάλυψης	34
3.4.2. Τελική κλίση πρανών της εκμετάλλευσης.....	34
3.4.3. Οριακά απολήψιμο πέτρωμα, όσο αφορά την ποιότητα του	36
3.4.4. Πρόγραμμα παραγωγής	36
3.3.5 Τελικός σχεδιασμός των τελικών ορίων εκσκαφής.....	38
3.5 Σχεδιασμός των λεπτομερειών εκσκαφής.....	39
3.6 Ασφάλεια προσωπικού και εξοπλισμού.....	40
3.6.1. Κανόνες ασφάλειας στον σχεδιασμό ενός λατομείου, νομικό πλαίσιο	40
3.6.2. Προστασία φυσικού περιβάλλοντος, ελαχιστοποίηση επιπτώσεων σε αυτό και την γύρω περιοχή.....	41

Κεφάλαιο 4	43
Δημιουργία ψηφιακού χάρτη και τρισδιάστατη απεικόνιση βαθμίδων	43
4.1 Εισαγωγή.....	43
4.2 Δημιουργία ψηφιακού χάρτη	43
4.2.1 Δημιουργία ψηφιακών δεδομένων.....	43
4.2.2 Επεξεργασία ψηφιακών δεδομένων.....	45
4.2.3 Σύνθεση ψηφιακού χάρτη στο Autocad.....	47
4.3 Δημιουργία τρισδιάστατου ανάγλυφου και τρισδιάστατη άποψη του κοιτάσματος ..	49
4.4 Καθορισμός των ορίων της εκμετάλλευσης με τη μέθοδο των κύκλων (Αντωνίου 2005)	51
4.5 Τρισδιάστατος σχεδιασμός των τελικών βαθμίδων και υπολογισμός του απολήψιμου κοιτάσματος.....	54
Κεφάλαιο 5	58
Σχεδιασμός ανατινάξεων και βαθμίδων λειτουργίας.....	58
5.1 Εισαγωγή.....	58
5.2 Σχεδιασμός των έργων προσπέλασης, ανάπτυξης της πλατείας και μόνιμων εγκαταστάσεων	58
5.2.1 Χάραξη εξωτερικού δρόμου προσπέλασης	58
5.2.2 Διάνοιξη κύριας πλατείας του κοιτάσματος	59
5.2.3 Μόνιμες εγκαταστάσεις του λατομείου	60
5.2.4 Εσωτερικός δρόμος προσπέλασης	63
5.3 Σχεδιασμός των βαθμίδων λειτουργίας	64
5.3.1 1 ^ο στάδιο – αξιοποίηση του κοιτάσματος της πλατείας.....	64
5.3.2 2 ^ο στάδιο – αναγκαστική απομάκρυνση όγκου	65
5.3.3 3 ^ο στάδιο – εκμετάλλευση της πρώτης βαθμίδας	66
5.3.4 4 ^ο στάδιο – εκμετάλλευση της δεύτερης βαθμίδας.....	67
5.3.5 5 ^ο στάδιο – εκμετάλλευση της τρίτης βαθμίδας	68
5.3.6 6 ^ο στάδιο – εκμετάλλευση της τέταρτης βαθμίδας	69
5.3.7 7 ^ο στάδιο – εκμετάλλευση της τελευταία βαθμίδας	70
5.3.8 8 ^ο στάδιο – απομάκρυνση εξοπλισμού και αποκατάσταση περιβάλλοντος	71
5.4 Σχεδιασμός των ανατινάξεων.....	71
5.4.1 Εισαγωγή	71
5.4.2 Απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο	72

5.4.3 Καθορισμός των παραμέτρων ανατίναξης	76
5.4.4 Κατανάλωση εκρηκτικού.....	81
5.4.5 Πυροδότηση.....	83
5.5 Χρονοδιάγραμμα των εργασιών.....	85
Κεφάλαιο 6	87
Οικονομοτεχνική μελέτη	87
6.1 Εισαγωγή.....	87
6.2 Έρευνα αγοράς στην περιοχή μελέτης	87
6.3 Κόστος αρχικής επένδυσης.....	88
6.3.1 Κόστος εκπόνηση μελετών	88
6.3.2 Κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων και έργων προσπέλασης	89
6.3.3 Κόστος μηχανολογικού εξοπλισμού	90
6.3.4 Κόστος αγοράς μηχανολογικού εξοπλισμού σπαστηροτριβείου.....	93
6.3.5 Συνολικό ύψος αρχική επένδυσης	95
6.4 Κόστος λειτουργίας της επιχείρησης.....	95
6.4.1 Αναγκαίο προσωπικό και δαπάνες μισθών	96
6.4.2 Δαπάνες καυσίμων, λιπαντικών και συντήρησης.....	96
6.4.3 Δαπάνες για την αγορά εκρηκτικών, αναλώσιμων και διατρητικών κεφαλών	98
6.4.4 Δαπάνη για την αποκατάσταση περιβάλλοντος.....	99
6.4.5 Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας του λατομείου	99
6.5 Έσοδα της επιχείρησης.....	99
6.6 Μελέτη Επένδυσης	101
6.6.1 Εισαγωγή	101
6.6.2 Επένδυση με δάνειο από ιδιωτική τράπεζα	101
6.6.3 Επένδυση με ιδία κεφάλαια	102
6.6.4 Προτάσεις	103
Κεφάλαιο 7	106
Περιβαλλοντική αποκατάσταση	106
7.1 Εισαγωγή.....	106
7.2 Ανάλυση πιθανών ρύπων	106
7.2.1 Αέριοι ρύποι.....	106
7.2.2 Στερεά απόβλητα	108
7.2.3 Επίδραση ανατινάξεων	108

7.3 Αποκατάσταση περιβάλλοντος	110
7.3.1 Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων	110
7.3.2 Διαδικασία αποκατάστασης.....	110
Κεφάλαιο 8	115
Συμπεράσματα – Προτάσεις	115
Βιβλιογραφία	117

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εκπόνηση μια ολοκληρωμένης μελέτης εκμετάλλευσης ασβεστολιθικού κοιτάσματος στην Περιφέρεια Ηπείρου και συγκεκριμένα 2,6 km νοτιοανατολικά του χωριού Καλέντζι. Το λατομείο βρίσκεται εντός λατομικής ζώνης αλλά η άδεια του έχει λήξει. Στο χώρο αυτό είχε γίνει μία αρχική εκμετάλλευση πριν το 1980, αλλά εγκαταλήφθηκε γρήγορα λόγω έλλειψης τεχνογνωσίας αλλά και δυνατού μηχανολογικού εξοπλισμού.



Σχήμα 1.1: Ο χώρος του λατομείου όπως εγκαταλήφθηκε μετά την πρώτη εκμετάλλευση.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός λατομείου ασβεστολιθικών αδρανών υλικών. Για να γίνει αυτό πρέπει να υπολογιστούν αρκετοί παράγοντες και το βασικό είναι να είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Αρχικά γίνεται επακριβής προσδιορισμός της θέσης του λατομείου και παρατίθεται η άδεια που είχε λάβει η προηγούμενη εταιρία πάνω στην οποία βασίζονται τα όρια του λατομείου. Γίνεται αναφορά στη γεωλογία γενικότερα της περιοχής των Ιωαννίνων και στη συνέχεια ειδικά για το χώρο του λατομείου. Επίσης γίνεται και προσδιορισμός των μηχανικών παραμέτρων του ασβεστολιθικού πετρώματος.

Ακολουθεί ο προσδιορισμός των βασικών αρχών σχεδιασμού μιας επιφανειακής εκμετάλλευσης. Δηλαδή γίνεται αναφορά στο απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο όσον αφορά τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις. Σε αυτό περιλαμβάνεται η θεωρία από επιστημονικά συγγράμματα και από τους νόμους (Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών) που διέπουν τη δημιουργία, το σχεδιασμό, τους παραμέτρους, τους περιορισμούς και την ασφάλεια των εργασιών ενός λατομικού χώρου.

Στη συνέχεια ακολουθεί το σχεδιαστικό κομμάτι της διπλωματικής εργασίας. Δημιουργήθηκε ο ψηφιακός τοπογραφικός χάρτης του λατομείου με τη χρήση των λογισμικών Google Earth, TCX Converter, QuikGrid, Excel και AutoCAD. Στη συνέχεια με τη χρήση των ψηφιακών εργαλείων που προσφέρει το λογισμικό AutoCAD έγινε τρισδιάστατη απεικόνιση του εδάφους και των βαθμίδων του λατομείου. Με τη μέθοδο των κύκλων (Αντωνίου, 2005) έγινε προσδιορισμός της πλατείας της εκμετάλλευσης. Ακόμη γίνεται απεικόνιση του λατομικού χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης και προσδιορισμός του όγκου του απολήψιμου κοιτάσματος.

Έχοντας γνώση για όλα τα δεδομένα και τις παραμέτρους του υπό μελέτη λατομικού χώρου είναι δυνατόν να σχεδιαστούν όλα όσα απαιτούνται για τη λειτουργία του. Έτσι προσδιορίστηκαν και σχεδιάστηκαν τα απαραίτητα έργα προσπέλασης με τη χρήση του λογισμικού AutoCAD πάνω στο ψηφιακό χάρτη του λατομείου. Επίσης έγινε αναλυτική περιγραφή των σταδίων εκμετάλλευσης του λατομικού χώρου και προβολή του κάθε σταδίου με το αντίστοιχο σχήμα για καλύτερη επεξήγηση. Έγινε ακόμη ανάλυση της θεωρίας όσον αφορά το κομμάτι της διάτρησης και ανατίναξης. Έγινε ακριβής προσδιορισμός των παραμέτρων του συγκεκριμένου λατομείου (που αφορούν τις ανατινάξεις) και σχηματική αναπαράσταση τους. Προσδιορίστηκε η παραγωγή υλικού σε κάθε κύκλο ανατινάξεων καθώς και οι ποσότητες εκρηκτικού μέσου και ύλης που απαιτούνται. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από την απαιτούμενη παραγωγή και τις ημέρες λειτουργία της επιχείρησης προσδιορίστηκε ο χρόνος ζωής του λατομείου.

Γνωρίζοντας όλα τα δεδομένα σειρά έχει η οικονομοτεχνική ανάλυση. Σκοπός της είναι ο προσδιορισμός του αν είναι συμφέρουσα ή μη μία επένδυση. Αρχικά προσδιορίστηκαν όλα τα έξοδα που αφορούν το κομμάτι της αρχικής επένδυσης. Στο κομμάτι αυτό περιλαμβάνονται τα έξοδα για τις μελέτες, τα έργα προσπέλασης και μόνιμων εγκαταστάσεων και τα έξοδα αγοράς του μηχανολογικού εξοπλισμού και του μηχανολογικού εξοπλισμού του σπαστηροτριβείου. Στη συνέχεια γίνεται προσδιορισμός του κόστους λειτουργίας της επιχείρησης κατά τη διάρκεια ενός έτους. Περιλαμβάνονται τα έξοδα για τη μισθοδοσία των εργαζομένων, τα καύσιμα και τη συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, τη διάτρηση και ανατίναξη και για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Υπολογίζονται τα έσοδα της εταιρία σύμφωνα με τα προϊόντα που σκοπεύει η εταιρία να διαθέσει στην αγορά και τις τρέχουσες τιμές πώλησης. Στη συνέχεια γίνεται μελέτη επένδυσης για δύο πιθανά σενάρια και προσδιορισμός της αξία επένδυσης για κάθε σενάριο με τη χρήση της Καθαράς Παρούσας Αξίας αλλά και της χρηματοροής.

Μετά τη μελέτη όλων των παραπάνω γίνεται και μελέτη αποκατάστασης του χώρου του λατομείου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης. Αποτελεί σημαντικό κομμάτι

μια επένδυσης όπως ένα λατομείο και διέπεται από πολύ αυστηρή νομοθεσία. Είναι σημαντικό μετά την εκμετάλλευση να μειωθεί όσο το δυνατόν η αλλοίωση του περιβάλλοντος και να γίνει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αποκατάσταση. Το σίγουρο είναι ότι δεν πρέπει να εγκαταλείπεται όπως έγινε με την προηγούμενη εταιρία.

Τέλος εξάγονται συμπεράσματα μετά την μελέτη, ανάλυση και επεξεργασία όλων των παραπάνω και δίνονται προτάσεις σε ένα πιθανό επενδυτή που θα βασιστεί στη παρούσα μελέτη για τη δημιουργία του λατομείου.

Κεφάλαιο 2

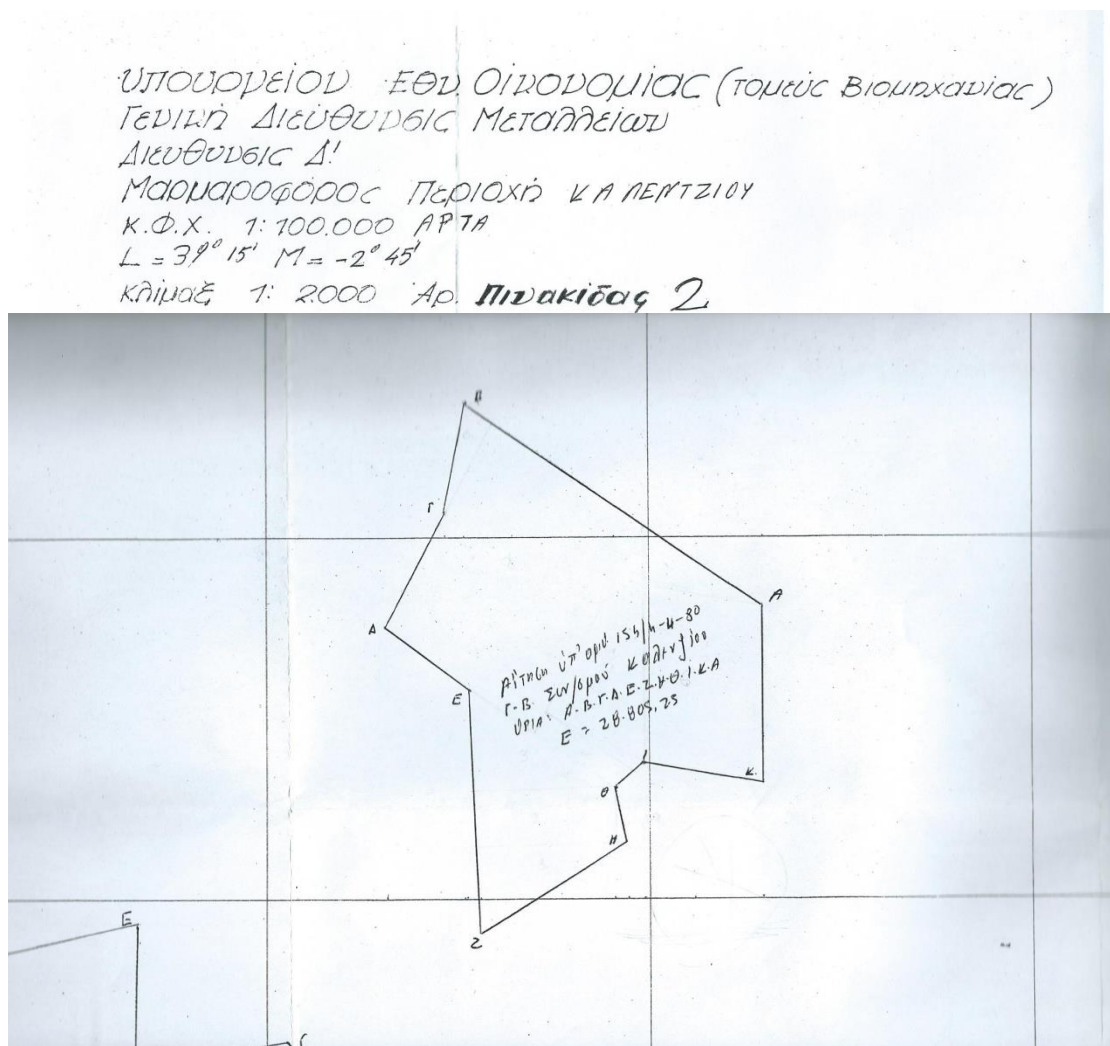
Χωροθέτηση, γεωλογία και μηχανικές ιδιότητες του πετρώματος στον λατομικό χώρο

2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναπτυχθεί για πιο λόγο επιλέχτηκε η εν λόγω τοποθεσία, θα γίνει περιγραφή του χώρου όπως είναι σήμερα καθώς και περιγραφή της γεωλογίας της περιοχής.

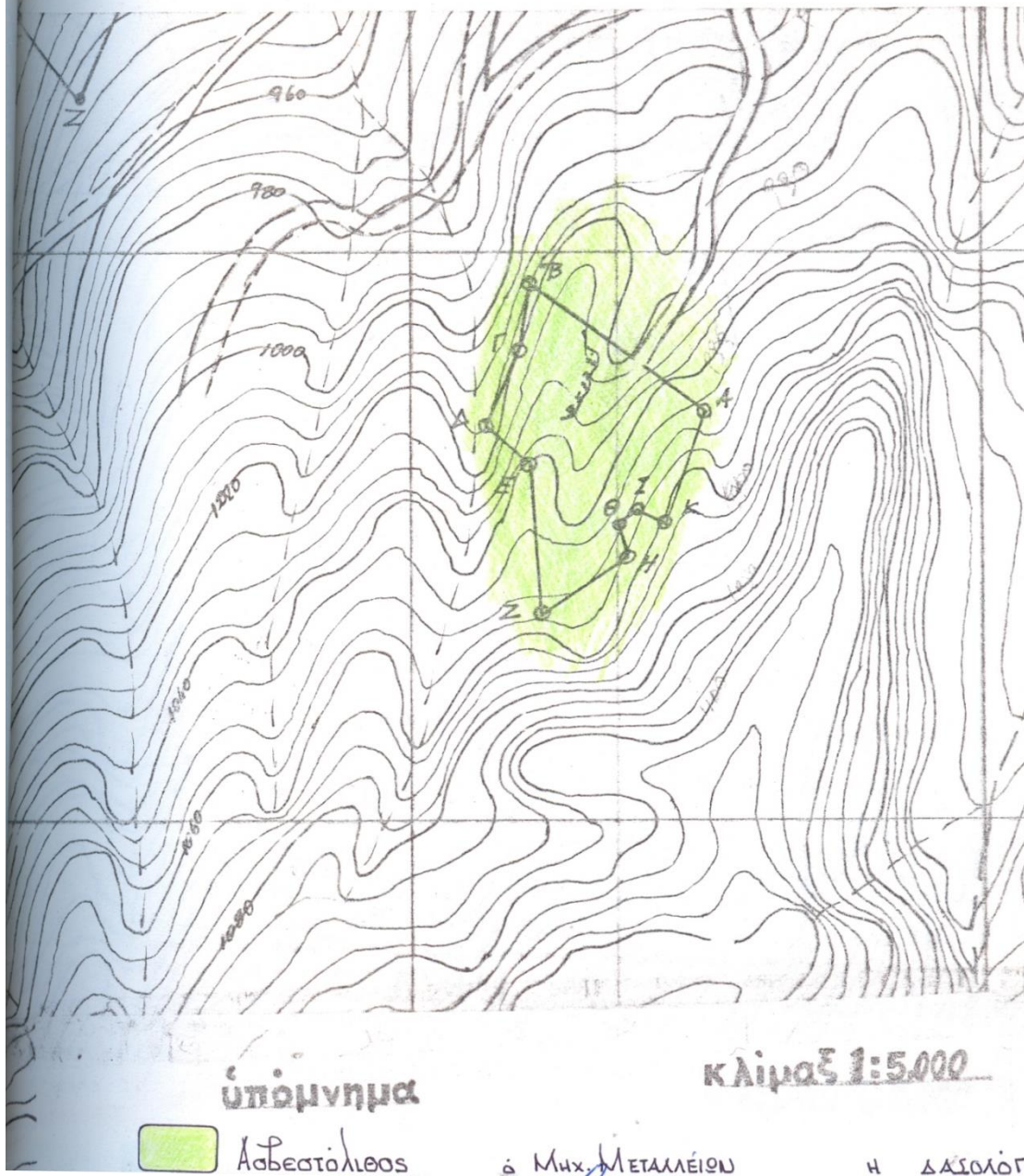
2.2 Περιγραφή του λατομικού χώρου

Ο λατομικός χώρος βρίσκεται στα σύνορα του Ν. Ιωαννίνων και του Ν. Θεσπρωτίας 2,6 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά του χωριού Καλέντζι. Η περιοχή περιλαμβάνεται στο δήμο Δωδώνης και η πρόσβαση τόσο στο χωριό όσο και στο λατομικό χώρο γίνεται από την επαρχιακή οδό Άρτας-Ιωαννίνων. Στα σχήματα 2.1, 2.2 και 2.3 δίνονται διαφορετικές απεικονίσεις του λατομικού χώρου.

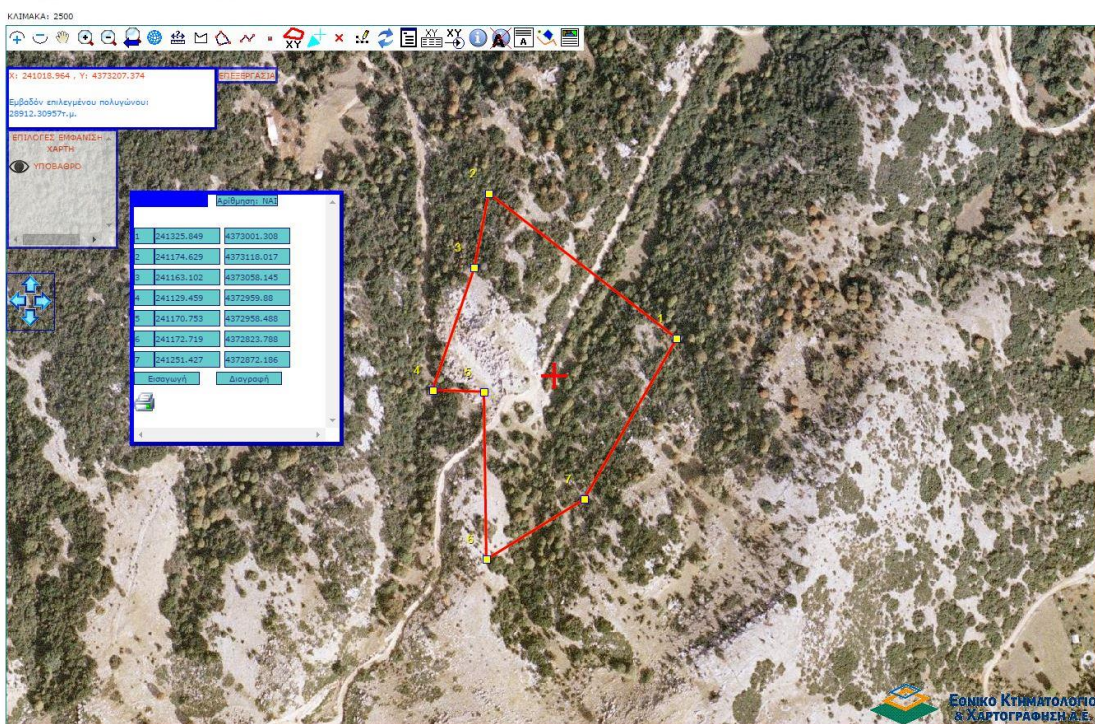


Σχήμα 2.1: Τμήμα χάρτη της Διεύθυνσης Μεταλλείων Β. Ελλάδος που περιλαμβάνει το χώρο του λατομείου.

ΧΑΡΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ



Σχήμα 2.2: Τοπογραφικός χάρτης του λατομικού χώρου όπως παραχωρήθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, ο οποίος περιλαμβάνεται στην παλιά άδεια του λατομείου.



Σχήμα 2.3: Προβολή του λατομικού χώρου σύμφωνα με τις συντεταγμένες της άδειας πάνω στο χάρτη του εθνικού κτηματολογίου.

Η άδεια που είχε εκδοθεί για λατομική επιχείρηση εντός του παραπάνω απεικονιζόμενου λατομικού χώρου έχει την ακόλουθη ένδειξη:

Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ, ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΣΑΝΟΧΩΡΙΩΝ, Δ. Δ. Καλεντζίου θέση Κανακαριά - Σκαφίδα - Τσούλια, Γ. Β.Σ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ ΑΔΕΙΑ ΕΜΝΕ / Φ.19.15 / 2980 / 28.4.1983.

Οι συντεταγμένες του λατομικού χώρου στο σύστημα Ε.Γ.Σ.Α. (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς) 87 δίνονται στον Πίνακα 1.1:

Πίνακας 2.1: Συντεταγμένες του λατομικού χώρου κατά Ε.Γ.Σ.Α. 87.

ΚΟΡΥΦΗ	X	Y
A	241325.849302	4373001.308024
B	241174.629222	4373118.017058
Γ	241163.101500	4373058.145733
Δ	241129.458864	4372959.880993
E	241170.753081	4372958.488881
Z	241172.718987	4372823.788656
H	241251.427062	4372872.186076

Η συνολική έκταση του λατομικού χώρου είναι 28.912,27 m² με το χαμηλότερο σημείο στα 996 m και το υψηλότερο στα 1100 m. Ουσιαστικά βρίσκεται στην άκρη

ενός λόφου, όπου προς το βορρά είναι τα χαμηλότερα υψόμετρα και μικρές κλίσεις ενώ στο νότο βρίσκονται τα μεγαλύτερα υψόμετρα με απότομες κλίσεις.

Η κατάσταση του λατομικού χώρου όπως είναι σήμερα φαίνεται στο σχήμα 1.3. Πρόκειται για ένα εγκαταλελειμμένο λατομικό χώρο για πάνω από 30 χρόνια. Έχει αξιοποιηθεί μόνο ένα μικρό κομμάτι και το υπόλοιπο εγκαταλήφθηκε.

Οι κύριοι λόγοι που επιλέχτηκε το λατομείο αυτό ως αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι οι ακόλουθοι:

- Υπάρχει άδεια (έστω και αν έχει λήξει) που προσδιορίζει ακριβώς τη θέση του και βρίσκεται εντός λατομικής περιοχής κατοχυρωμένη από τις δημόσιες αρχές που είναι υπεύθυνες.
- Αν και είχε ξεκινήσει η εκμετάλλευση του εγκαταλήφθηκε πολύ γρήγορα και έτσι έχει απομείνει το μεγαλύτερο μέρος των αποθεμάτων του.
- Πρόκειται για λατομείο αδρανών υλικών και σε απόσταση 20 km βρίσκεται η πόλη των Ιωαννίνων που σημαίνει ότι θα βρεθούν εταιρίες για να απορροφήσουν τα προϊόντα του.

2.3 Γεωλογία της περιοχής

Σύμφωνα με τον Γεωλογικό Χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο 121) (σχήμα 1.4), στην ευρύτερη περιοχή των Ιωαννίνων εμφανίζονται οι κάτωθι ενότητες:

- Ιονίας
- Πίνδου

Στα νοτιοανατολικά του νομού και κυρίως δυτικά της Άρτας εμφανίζεται η ενότητα του Γαβρόβου.

Η Ιόνια ζώνη εμφανίζεται στην Ήπειρο, στην νήσο Κέρκυρα, σε τμήματα των υπόλοιπων Ιόνιων νησιών, στην Αιτωλοακαρνανία, στη ΒΔ Πελ/νησο, στη Κρήτη και στη Ρόδο (από την κεντρική Πελοπόννησο και νοτιότερα η σειρά είναι μεταμορφωμένη). Από το Κατώτερο Τριαδικό έως το Μέσο Λιάσιο, ο Ιώνιος παλαιογραφικός χώρος αποτελούσε τμήμα μιας εκτενούς νηριτικής πλατφόρμας. Τα παλαιότερα πετρώματα του χώρου αυτού είναι οι εβαπορίτες (πάχος μεγαλύτερο από 2.000 m), που είναι γνωστό μόνο από γεωτρήσεις. Στην επιφάνεια εμφανίζονται μόνο στις έντονα τεκτονισμένες ζώνες, όπου έχουν μετατραπεί σε λατυποπαγή εβαπορίτικης διάλυσης – κατάρρευσης (γνωστά ως Τριαδικά λατυποπαγή και γύψοι). Υπερκείμενοι στους εβαπορίτες ακολουθούν οι ασβεστόλιθοι Φουσταπήδημα, με ηλικία Λαδίνιο – Ραίτιο (πάχος 150-200 m). Ακολουθούν οι ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα (πάχος μεγαλύτερο από 1.000 m), οι οποίοι είναι πλούσιοι σε φύκη (*Palaeodasycladus mediterraneus*), ηλικίας Κατώτερου – Μέσου Λιασίου, και έχουν αποθεθεί σε πολύ ρηχό περιβάλλον (όριο της ανάδυσης). Τα ιζήματα που προαναφέρθηκαν ανήκουν στην προταφροσιγενή ακολουθία της Ιόνιας ζώνης.

Η συνταφροσιγενής ακολουθία αυτής της περιόδου ξεκινάει με την απόθεση των ασβεστολιθικών Σινιών (στα κεντρικά τμήματα της λεκάνης) και των πλευρικά τους ισοδύναμων ασβεστολίθων Λούρου (στα κρασπεδικά τμήματα της λεκάνης) που περικλείουν αμμωνίτες, βραχιονόποδα, και Τρηματοφόρα Πλιενσβάχιας ηλικίας των σχηματισμών (πάχος σχηματισμών Σινιών και Λούρου από 10 έως 200 m).

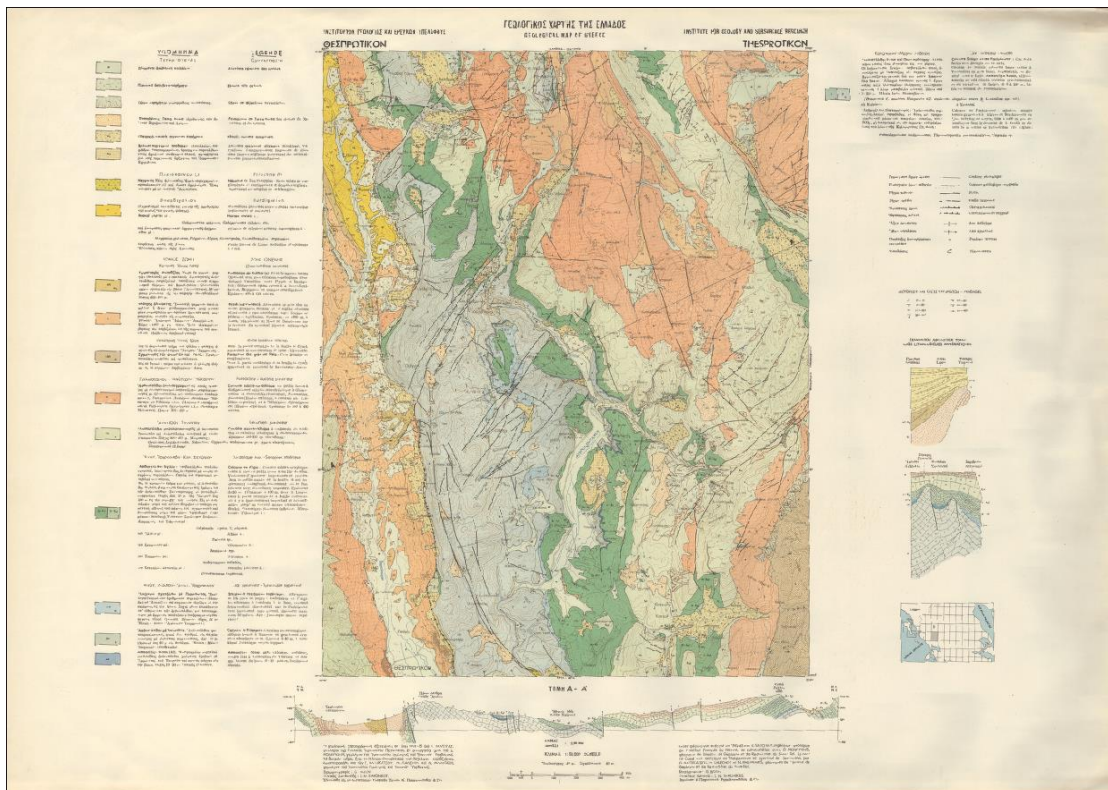
Στις μικρές υπολεκάνες που δημιουργήθηκαν καταγράφονται πρισματικές συνιζηματογενείς αποθέσεις σφηνοειδούς μορφής, όπως είναι το *Ammonitico rosso*, οι κατώτεροι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες, οι ασβεστόλιθοι με *filaments* και οι ανώτεροι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες (οι ηλικίες των επιμέρους σχηματισμών προσδιορίστηκαν με Αμμωνίτες, ακτινόζωα και ναννοαπολιθώματα).

Η μεταφροσιγενής ακολουθία της Ιόνιας ζώνης ξεκινάει με τους πελαγικούς ασβεστόλιθους Βίγλας, (εναλλαγές ασβεστολίθων και πυριτολίθων) σε όλη την έκταση της λεκάνης, οι οποίες εμφανίζουν στη βάση τους (Κατώτερο Βερριάσιο) τοπικές ασυμφωνίες μόνο στις θέσεις που αντιστοιχούσαν στα ανυψωμένα τμήματα των προαναφερθέντων ημιτάφρων. Η ηλικία των ασβεστολίθων Βίγλας προσδιορίστηκε στο κατώτερο τμήμα της με *Calpionelidae* και ναννοαπολιθώματα, ενώ στο ανώτερο τμήμα της με *Globotruncanidae* και ναννοαπολιθώματα. Η ιζηματογένεση των ασβεστολίθων Βίγλας αντιστοιχεί σε μια γενική ταπείνωσης της συνολικής λεκάνης. Οι διαφοροποιήσεις του πάχους του ασβεστολίθου Βίγλας (από 100 έως 700 m) οφείλονται στη συνέχιση της αλατοκίνησης, η οποία συντηρεί τη διαφορική βύθιση της λεκάνης και το υποθαλάσσιο τοπογραφικό της ανάγλυφο. Τους ασβεστόλιθους Βίγλας ακολουθούν οι παχυπλακώδεις ασβεστόλιθοι του ανώτερου Σενώνιου (πάχος 200-300 m), οι οποίοι περιλαμβάνουν δύο φάσεις: η πρώτη αντιστοιχεί σε ασβεστολίθους με λεπτομερείς κλάστες και θραύσματα από *Globotruncanidae* και Ρουδιστές, και η δεύτερη σε μικρολατυποπαγείς ορίζοντες με θραύσματα διαφόρων ασβεστόλιθων και κυρίως θραύσματα Ρουδιστών σε ασβεστολιθικό συνδετικό υλικό με πελαγική πανίδα (*Globotruncanidae*). Οι κλάστες προέρχονται κυρίως από τη διάβρωση των παρακείμενων νηριτικών χώρων Γαβρόβου (στα ανατολικά) και Απούλιας (στα δυτικά). Στη συνέχεια ακολουθεί το Παλαιόκαινο και το Ηώκαινο (συνολικό πάχος 200 έως 400 m), που περιλαμβάνουν ασβεστόλιθους με λατυποπαγείς ορίζοντες όχι τόσο συχνούς όσο προηγουμένως, αλλά με κλάστες προερχόμενους από την ίδια περιοχή τροφοδοσίας. Το Παλαιόκαινο δεν είναι ιδιαίτερα εκπεφρασμένο, σε αντίθεση με το Ηώκαινο που κυριαρχεί με λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους (σε μικρότερο βαθμό λατυποπαγείς σε σχέση με το Ανώτερο Σενώνιο) που εναλλάσσονται με αραιά στρώματα πυριτολίθων και φάση που δεν διαφοροποιείται ιδιαίτερα από τους αντίστοιχους ορίζοντες της ζώνης Γαβρόβου.

Η σειρά κλείνει με το φλύσχη η απόθεση του οποίου αρχίζει στο όριο Ηωκαίνου – Ολιγοκαίνου, σε στρωματογραφική συνέχεια με τους ασβεστόλιθους του Ανώτερου Ηώκαινου, μέσω μεταβατικών στρωμάτων από μαργαϊκούς ασβεστολίθους. Αποτελείται από ρυθμικές εναλλαγές αργίλων, μαργών, ιλυολίθων και ψαμμιτών (Καρακίτσιος και Ζαμπετάκη-Λέκκα, 2011).

Η ενότητα της Πίνδου, ανήκει στις λεγόμενες εξωτερικές Ελληνίδες και πρόκειται για μια αμεταμόρφωτη ενότητα. Είναι γνωστό ότι είναι μια βαθιά πελαγική ενότητα, όπου η ιζηματογένεση μπορεί να είναι πυριτική ή ανθρακική.

Πιο συγκεκριμένα με βάση την μελέτη των απολιθωμάτων του ασβεστόλιθου, τις ενότητες και την γεωλογία της ευρύτερης περιοχής ο ασβεστόλιθος αυτός ανήκει στην Ιόνια ζώνη. Έχει πελαγικά απολιθώματα ηλικίας παλαιόκαινου-ηώκαινου. Είναι γνωστό ότι η Ιόνια ενότητα περιλαμβάνει λατυποπαγείς ασβεστολίθους, ηλικίας σενώνιο – ηώκαινο σε εναλλαγή με πελαγικούς ασβεστολίθους και με βενζονική πανίδα από επαναιζηματογένεση (θραύσματα ρουδιστών) (Παπανικολάου, 2015). Έτσι εξηγούνται τα νηριτικά απολιθώματα που βρίσκονται μέσα στον ασβεστόλιθο.



Σχήμα 2.4: Γεωλογικός χάρτης του ΙΓΜΕ (Φύλλο 121) για την περιοχή των Ιωαννίνων.

Στη συνέχεια έγινε από το Εργαστήριο Γενικής και Τεχνικής Ορυκτολογίας του Πολυτεχνείου Κρήτης και ημιποσοτική ανάλυση δείγματος που έδωσε τις τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα 2.2:

Πίνακας 2.2: Ημιποσοτική ανάλυση δείγματος.

CaCO ₃	99%
SiO ₂	1%

Η ανάλυση της μικροσκοπικής εξέτασης του ασβεστόλιθου που έγινε στο Εργαστήριο Γενικής και Τεχνικής Ορυκτολογίας του Πολυτεχνείου Κρήτης έδειξε τα εξής:

- Τα απολιθώματα που χαρακτηρίζουν νηρητική φάση, είναι βενθονικά τρηματοφόρα (discocyclina, aktinocyclina, nummulites).
- Τα απολιθώματα που χαρακτηρίζουν πελαγική φάση είναι πλαγκτονικά τρηματοφόρα (globigerinoides, globorotalidae).

Τα συγκεκριμένα άνωθι απολιθώματα στρωματογραφικά τοποθετούνται:

- discocyclina, aktinocyclina: Παλαιόκαινο-Ηώκαινο
- nummulites: Παλαιόκαινο -Ολιγόκαινο
- globigerinidae: Παλαιόκαινο - Νεόκαινο

➤ globorotalidae: Νεογενές

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι πρόκειται για Παλαιοκαινικό / Ηωκαινικό ασβεστόλιθο (Αγγέλη, 2016).



Σχήμα 2.5: Βενθονικά τρηματοφόρα απολιθώματα.



Σχήμα 2.6: Πλαγκτονικά τρηματοφόρα απολιθώματα.

2.4 Παράμετροι σχεδιασμού για το παρόν λατομείο

Με βάση τις γενικές θεωρητικές απαιτήσεις σχεδιασμού σε συνδυασμό με τις ιδιαιτερότητες του εν λόγω λατομείου είναι δυνατόν να προσδιορισθούν οι παράμετροι σχεδιασμού του. Η περιοχή που βρίσκεται δεν υπόκειται σε περιορισμούς λόγω εγγύτητας σε κατοικημένες περιοχές. Βρίσκεται μακριά από οικισμούς, το κοντινότερο χωριό Καλέντζι είναι πάνω από 2,6 km μακριά, και κανένας οικισμός δεν έχει οπτική επαφή. Επίσης στην περιοχή δεν υπάρχουν ρέματα που να το επηρεάζουν. Οι κλίσεις του αναγλύφου είναι σχετικά ομαλές με εξαίρεση ένα μικρό τμήμα στα νοτιοανατολικά.

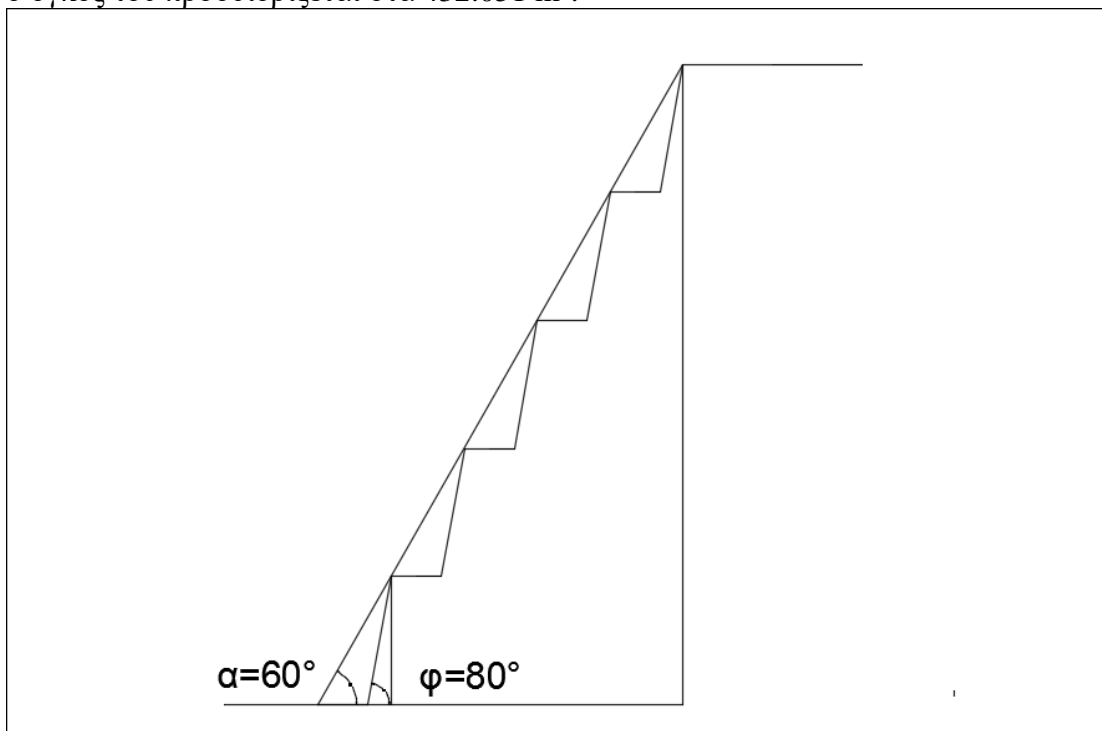
Το πέτρωμα σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν στο Εργαστήριο Μηχανικής Πετρωμάτων του Πολυτεχνείου Κρήτης και οι οποίες παρουσιάζονται στην ενότητα 2.5 είναι ιδιαίτερα υψηλής αντοχής που σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι μέγιστες επιτρεπτές κλίσεις σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε.

Δημιουργήθηκαν πέντε βαθμίδες σύμφωνα με τις παραμέτρους του πίνακα 2.3:

Πίνακας 2.3: Γεωμετρικά όρια λατομείου.

Πλάτος βαθμίδας	4,3 m
Ύψος βαθμίδας	12 m
Κλίση πρανούς	80°
Κλίση εκμετάλλευσης	60°

Με βάση τον πίνακα 2.3 είναι δυνατόν να δημιουργηθεί το σχήμα 2.7 όπου απεικονίζονται οι βαθμίδες στην τελική μορφή της εκμετάλλευσης του λατομείου ενώ ο όγκος του προσδιορίζεται στα 432.051 m³.



Σχήμα 2.7: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδων κατά την τελική φάση.

2.5 Προσδιορισμός των μηχανικών παραμέτρων του πετρώματος

2.5.1 Εισαγωγή

Στο Εργαστήριο Μηχανικής Πετρωμάτων του Πολυτεχνείου Κρήτης είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι μηχανικές παράμετροι ενός πετρώματος. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης προσδιορίστηκαν:

- Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη
- Μέτρο Ελαστικότητας
- Αντοχή σε εφελκυσμό

Το τμήμα του όγκου που χρησιμοποιήθηκε επιλέχθηκε από το χώρο του λατομείου από εργαζόμενο που είχε εργαστεί στην πρώτη εταιρία που είχε δραστηριοποιηθεί στο συγκεκριμένο λατομικό χώρο. Ο όγκος που στάλθηκε ήταν συμπαγής και δεν παρουσίαζε ούτε ασυνέχειες ούτε ρωγμές.

Τα δοκίμια κατασκευάζονται από τον εξοπλισμό που υπάρχει στο εργαστήριο. Αρχικά το ακανόνιστο δείγμα στερεώνεται σε κατάλληλη βάση διάτρησης, όπου με διατρητικό πυρηνοσυλλέκτη (drill press) δημιουργούνται κυλινδρικά δοκίμια. Τα δοκίμια αυτά έχουν πάχος περίπου 54 mm (ονομαστική διάμετρος πυρηνολήπτη). Στη συνέχεια αφού μετρηθεί το μήκος των κυλινδρικών δοκιμίων και προσδιοριστούν τα σημεία κοπής οδηγούνται σε κατάλληλο δισκοπρίονο με αδαμαντοτροχό. Τέλος γίνεται λείανση των βάσεων σε κατάλληλο λειαντικό μηχάνημα.

Τα δοκίμια που προορίζονται για τη μονοαξονική θλίψη επιλέχτηκε να έχουν μήκος δύο φορές μεγαλύτερη από τη διάμετρο δηλαδή περίπου 108 mm. Αντίστοιχα τα δοκίμια που προορίζονται για τη δοκιμή Brazil είναι το μισό της διαμέτρου δηλαδή 27 mm περίπου.

Για τη συγκεκριμένη εργαστηριακή έρευνα που πραγματοποιήθηκε ελήφθησαν συνολικά 7 δοκίμια για το προσδιορισμό της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη και 10 για τον έμμεσο προσδιορισμό της αντοχής σε εφελκυσμό ή μέθοδος Brazil.



Εικόνα 2.1: Ο όγκος που χρησιμοποιήθηκε για τη κατασκευή των δοκιμίων.

2.5.2 Προσδιορισμός της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη

Σκοπός της δοκιμής είναι ο προσδιορισμός της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη και ο προσδιορισμός του μέσου μέτρου ελαστικότητας. Το φορτίο που εφαρμόζεται στα δοκίμια και τη διάρκεια της δοκιμής επιβάλλεται με σταθερό ρυθμό φόρτισης μεταξύ 0.5-1.0 MPa/s. Στο σχήμα 2.8 παρουσιάζεται η φωτογραφία ενός δοκιμίου μετά την πραγματοποίηση της δοκιμής σε μονοαξονική θλίψη.



Σχήμα 2.8: Δοκίμιο μετά την πραγματοποίηση της μονοαξονικής δοκιμής. Διακρίνονται οι πλάκες φόρτισης.

Αρχικά παραθέτονται στον πίνακα 2.4 τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δοκιμίων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση της δοκιμής.

Πίνακας 2.4: Μέσες τιμές δοκιμίων που θα χρησιμοποιηθούν στη δοκιμή μονοαξονικής θλίψης.

α/α	Μέση διάμετρος (cm)	Μέσο ύψος (cm)	Μέση Επιφάνεια (cm ²)
1	5,223	10,851	21,425
2	5,193	10,795	21,180
3	5,208	10,653	21,302
4	5,180	10,780	21,074
5	5,215	10,767	21,360
6	5,203	10,837	21,262
7	5,197	10,755	21,213

Μετά την πραγματοποίηση της δοκιμής τα δεδομένα λαμβάνονται σε αρχεία της μορφής .CSV τα οποία μπορούν εύκολα να εισαχθούν για επεξεργασία από το πρόγραμμα Microsoft Excel.

Αρχικά πρέπει για το κάθε δοκίμιο να υπολογιστεί η διαφορική τάση και η ανηγμένη αξονική παραμόρφωση.

Η αξονική παραμόρφωση δίνεται από τη σχέση:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_o} \quad [2.1]$$

όπου:

ε = η αξονική παραμόρφωση,

Δl = η βράχυνση,

l_o = το αρχικό μήκος του δοκιμίου.

Η αξονική τάση δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma = \frac{F}{\pi \frac{D^2}{4}} \quad [2.2]$$

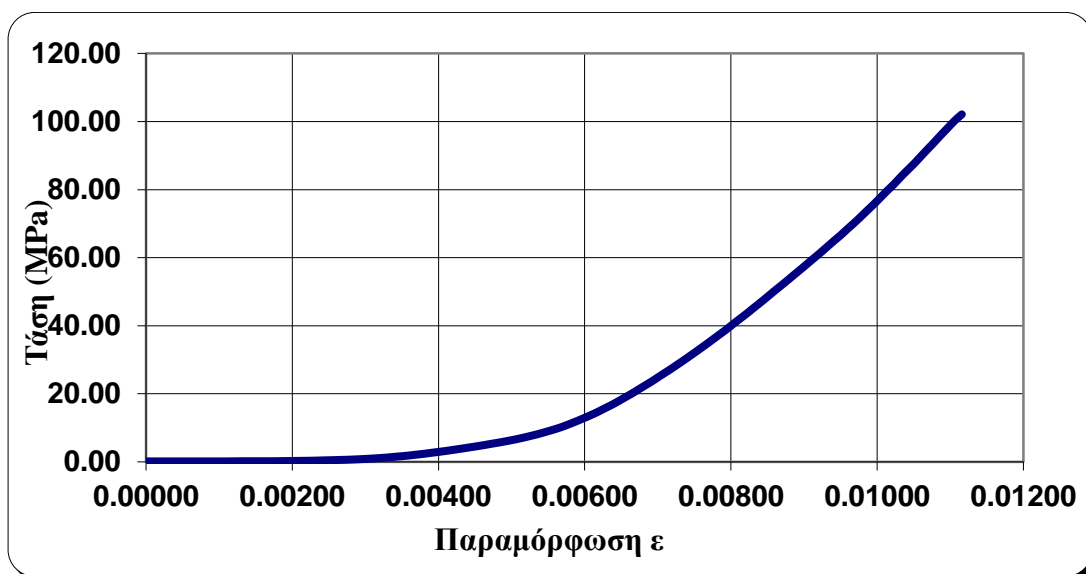
όπου:

σ = η αξονική τάση,

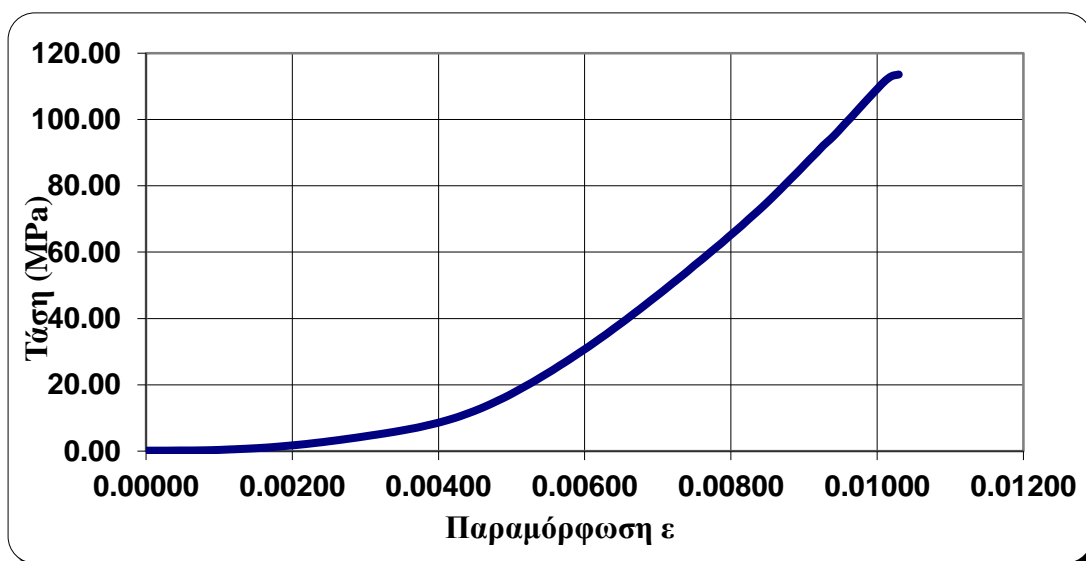
F = το μετρούμενο φορτίο,

D = η διάμετρος του δοκιμίου σε m.

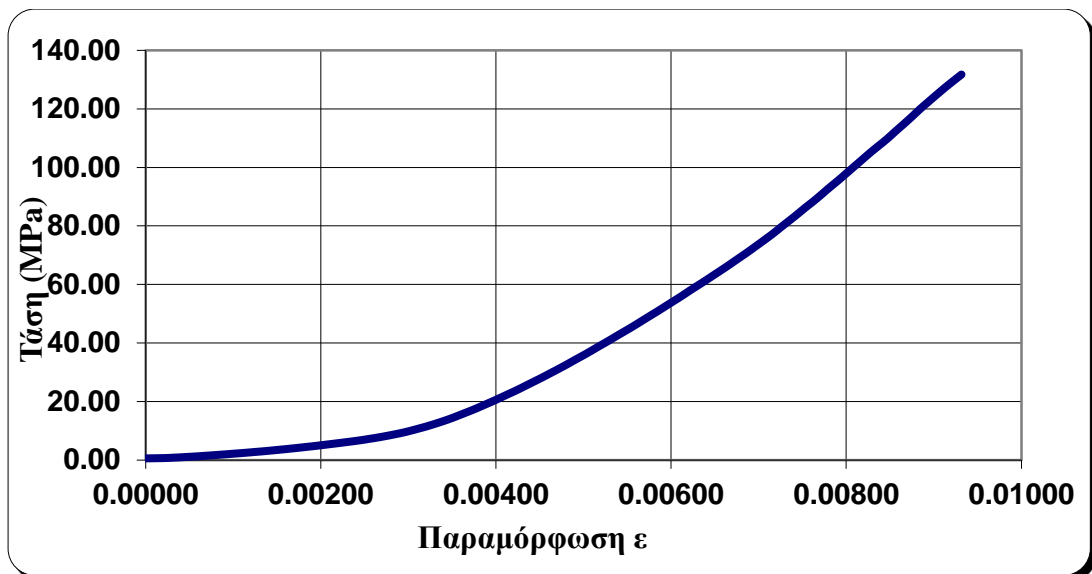
Αφού γίνει εφαρμογή των τύπων στο αρχείο του κάθε δοκιμίου δημιουργούνται οι καμπύλες τάσης - παραμόρφωσης που παρουσιάζονται στα σχήματα 2.9 - 2.15 παρακάτω:



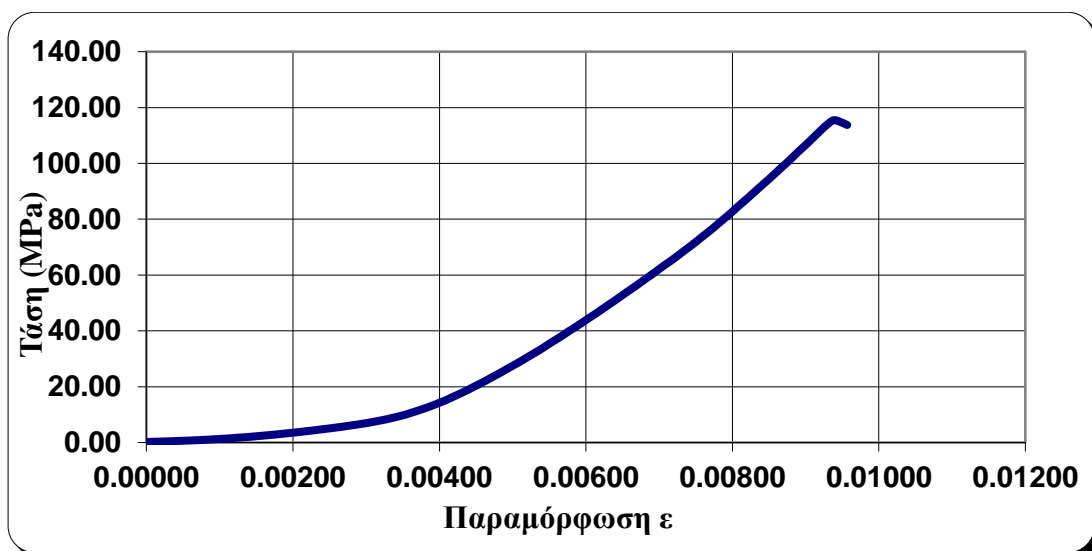
Σχήμα 2.9: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 1.



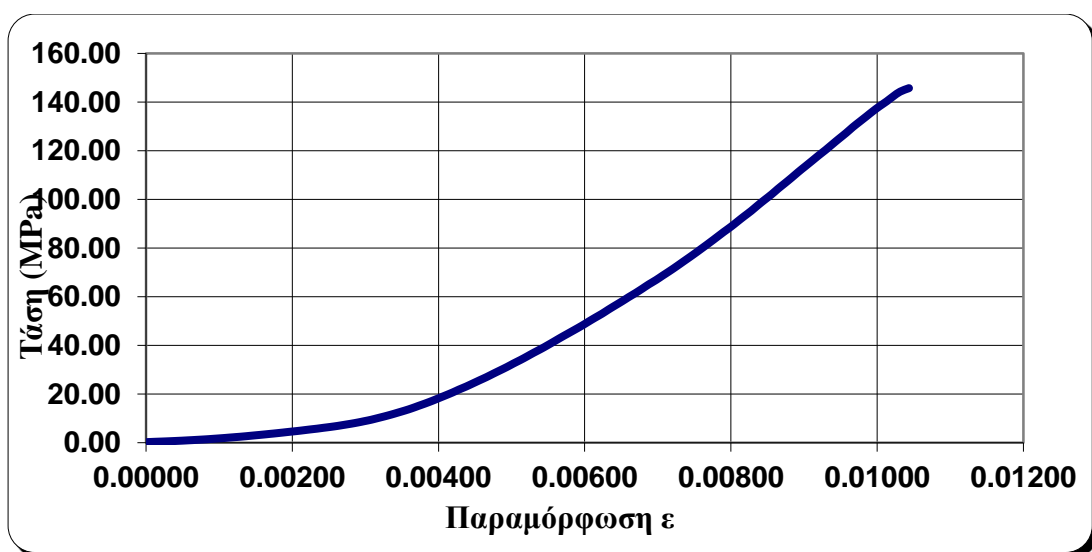
Σχήμα 2.10: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 2.



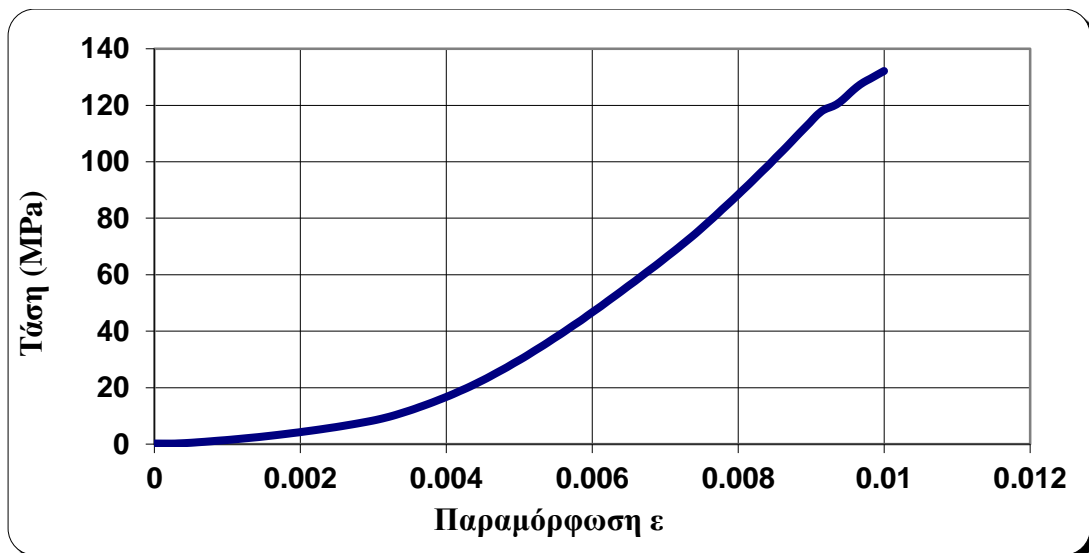
Σχήμα 2.11: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 3.



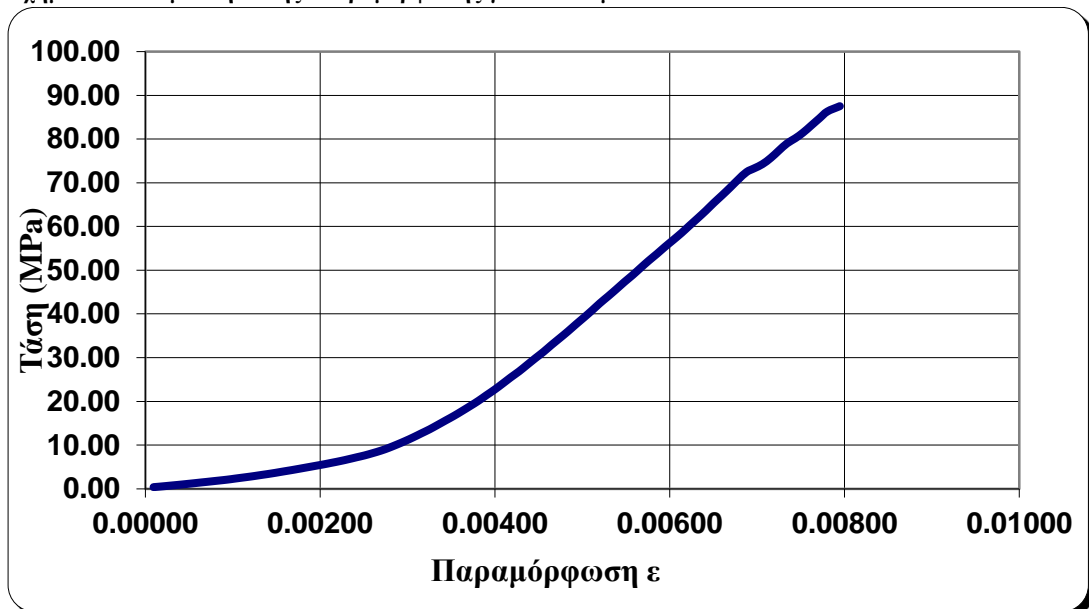
Σχήμα 2.12: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 4.



Σχήμα 2.13: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 5.



Σχήμα 2.14: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 6.



Σχήμα 2.15: Καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης για το δοκίμιο 7.

Στον πίνακα 2.5 παρουσιάζεται η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη (C_o) για κάθε δοκίμιο:

Πίνακας 2.5: Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη C_o για κάθε δοκίμιο.

α/α	C_o (MPa)
1	102,09
2	113,52
3	133,50
4	115,52
5	145,74
6	132,14
7	87,53

Στη συνέχεια έχοντας γνωστές τις τιμές για το C_0 μπορεί να γίνει αναγωγή σε τυποποιημένες τιμές δοκιμίου 2:1.

Η ανηγμένη αντοχή του δοκιμίου για λόγω $h/d=2$ κατά τον Protodyakonov δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$C_2 = \frac{C_0}{\frac{7}{8} + \frac{2}{8h/d}} \quad [2.3]$$

Επιλύοντας την παραπάνω σχέση για κάθε δοκίμιο υπολογίζεται η ανηγμένη αντοχή για κάθε δοκίμιο και παρουσιάζεται συνοπτικά στον πίνακα 2.6:

Πίνακας 2.6: Αναγωγή της αντοχής C_0 σε C_2 για $h/d=2$ κατά τον Protodyakonov.

α/α	C_0 (MPa)	C_2 (MPa)
1	102,09	102,57
2	113,52	114,06
3	133,50	133,87
4	115,52	116,08
5	145,74	146,31
6	132,14	132,80
7	87,53	87,90

Το μέσο μέτρο ελαστικότητας υπολογίζεται από την κλίση της ευθείας που διέρχεται από την αρχή των αξόνων και την αντοχή του δοκιμίου C_0 , στην καμπύλη τάση παραμόρφωση (πίνακας 2.7).

Πίνακας 2.7: Μέσο μέτρο Ελαστικότητας για κάθε δοκίμιο.

α/α	$E_{\text{μέσο}}$ (GPa)
1	15,19
2	14,99
3	16,13
4	14,65
5	15,78
6	15,47
7	14,25

Τέλος παρατίθενται οι τελικοί πίνακες (πίνακας 2.8 και 2.9 και 2.10) που δείχνουν συγκεντρωτικά τα στοιχεία για τη συγκεκριμένη δοκιμή. Παραλήφθηκαν τα αποτελέσματα από το δοκίμιο 7 γιατί παρουσίαζε μεγάλη απόκλιση από τα υπόλοιπα αποτελέσματα.

Πίνακας 2.8: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της δοκιμής μονοαξονικής θλίψης κατά C₀.

	Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη C ₀	Μέση τιμή	Μέγιστο (max)	Ελάχιστο (min)	Εύρος (R)	Διάμεσος (δ)	Τυπική απόκλιση (s)
α/α	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
1	102,09	123,75	145,74	102,09	43,64	123,83	16,06
2	113,52						
3	133,50						
4	115,52						
5	145,74						
6	132,14						

Πίνακας 2.9: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της δοκιμής μονοαξονικής θλίψης κατά C₂.

	Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη C ₂	Μέση τιμή	Μέγιστο (max)	Ελάχιστο (min)	Εύρος (R)	Διάμεσος (δ)	Τυπική απόκλιση (s)
α/α	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
1	102,57	124,28	146,31	102,57	43,74	124,44	16,08
2	114,06						
3	133,87						
4	116,08						
5	146,31						
6	132,80						

Πίνακας 2.10: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της δοκιμής μονοαξονικής θλίψης για το μέσο μέτρο ελαστικότητας $E_{\text{μέσο}}$.

	Μέσο μέτρο Ελαστικότητας $E_{\text{μέσο}}$	Μέση τιμή	Μέγιστο (max)	Ελάχιστο (min)	Εύρος (R)	Διάμεσος (δ)	Τυπική απόκλιση (s)
α/α	GPa	GPa	GPa	GPa	GPa	GPa	GPa
1	15,19	15,37	16,13	14,65	1,48	15,33	0,54
2	14,99						
3	16,13						
4	14,65						
5	15,78						
6	15,47						

2.5.3 Έμμεση Δοκιμή σε Εφελκυσμό (Δοκιμή Brazil)

Σκοπός της δοκιμής είναι ο έμμεσος προσδιορισμός της αντοχής σε εφελκυσμό. Το φορτίο κατά τη διάρκεια της δοκιμής πρέπει να επιβάλλεται με σταθερό ρυθμό περίπου 200 N/s χωρίς διακοπές. Στο σχήμα 2.16 παρουσιάζεται η φωτογραφία ενός δοκιμίου πριν την πραγματοποίηση της δοκιμής.



Σχήμα 2.16: Δοκίμιο λίγο πριν την πραγματοποίηση της δοκιμής Brazil. Διακρίνονται οι σιαγόνες φόρτισης.

Στον πίνακα 2.11 παραθέτονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δοκιμίων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση της δοκιμής.

Πίνακας 2.11: Μέσες τιμές δοκιμίων που θα χρησιμοποιηθούν στη δοκιμή Brazil.

α/α	Μέση διάμετρος (cm)	Μέσο πάχος (cm)
1	5,229	2,713
2	5,204	2,769
3	5,217	2,698
4	5,185	2,776
5	5,170	2,903
6	5,223	2,719
7	5,193	2,830
8	5,178	2,812
9	5,208	2,943
10	5,213	2,753

Μετά την πραγματοποίηση της δοκιμής τα δεδομένα δίνονται σε αρχεία της μορφής .CSV τα οποία μπορούν εύκολα να εισαχθούν στο λογισμικό Excel για περαιτέρω επεξεργασία.

Η αντοχή του δοκιμίου σε εφελκυσμό προκύπτει από την ακόλουθη σχέση :

$$T_o = 2 \frac{F_{\max}}{\pi D t} = \frac{0.637 F_{\max}}{D t} \quad [2.4]$$

όπου:

F_{\max} = είναι το μέγιστο φορτίο (δύναμη που δέχθηκε το δοκίμιο μέχρι να αστοχήσει),
 D = είναι η διάμετρος,
 t = είναι το πλάτος (πάχος) του δοκιμίου.

Σημειώνεται ότι η σχέση αυτή προκύπτει από την ακόλουθη εξίσωση με την παραδοχή ότι οι γωνίες επαφής είναι (2α) είναι μικρές:

$$T_o = \frac{F_{\max}}{\pi r t} \left[\frac{\sin \alpha}{\alpha} - 1 \right] \quad [2.5]$$

Στη συνέχεια στο αρχείο κάθε δοκιμίου υπολογίζεται η διαφορική τάση και η μέγιστη τιμή αυτής (δηλαδή η F_{\max}) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της αντοχής του δοκιμίου σε εφελκυσμό.

Επίσης υπολογίζεται και η διαφορική μετατόπιση για να δημιουργηθούν τα διαγράμματα Φορτίου – Μετατόπισης.

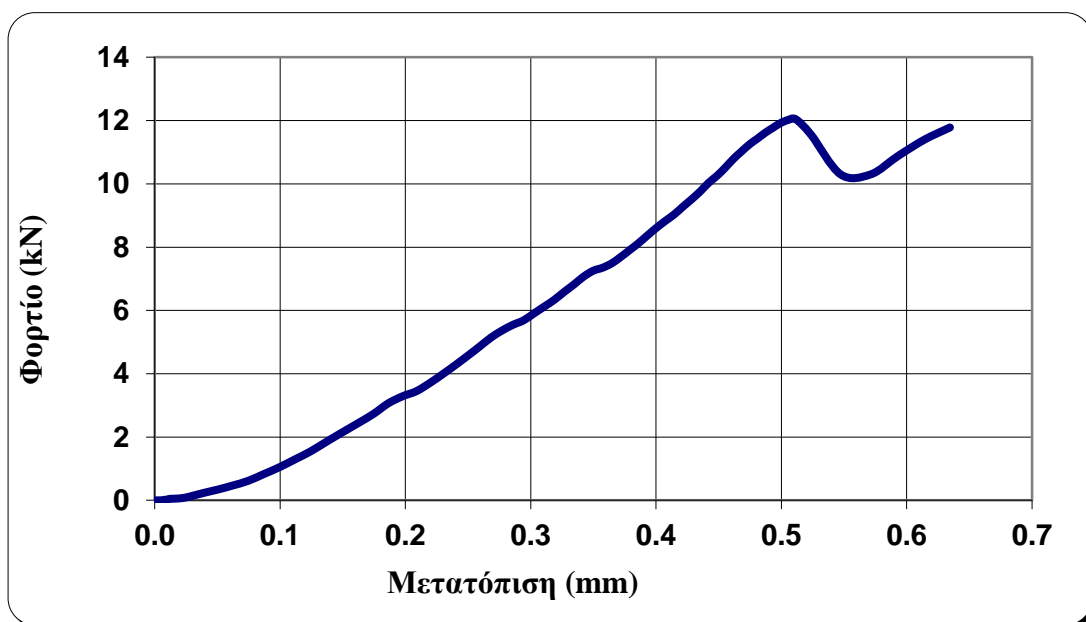
Και με την επίλυση της σχέσης 2.4 υπολογίζεται η T_o για κάθε δοκίμιο.

Ακολουθεί ο πίνακας 2.12 όπου δίνεται η μέγιστη τάση για κάθε δοκίμιο (F_{\max}):

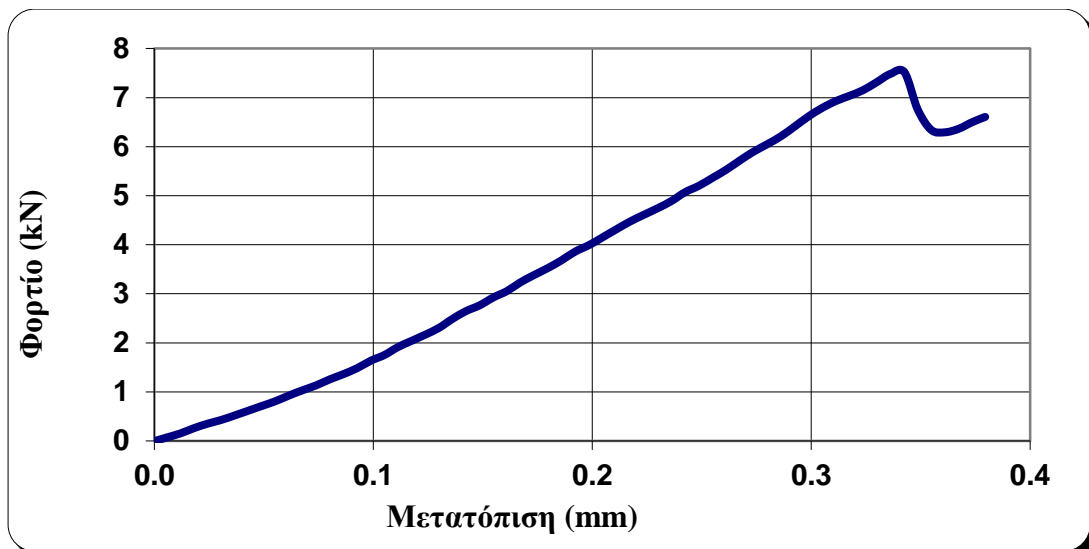
Πίνακας 2.12: Μέγιστο φορτίο F_{\max} για κάθε δοκίμιο (σε kN).

α/α	Μέγιστο φορτίο F_{\max} (kN)
1	12,04
2	7,52
3	12,07
4	11,18
5	14,96
6	11,40
7	10,43
8	11,03
9	19,13
10	12,93

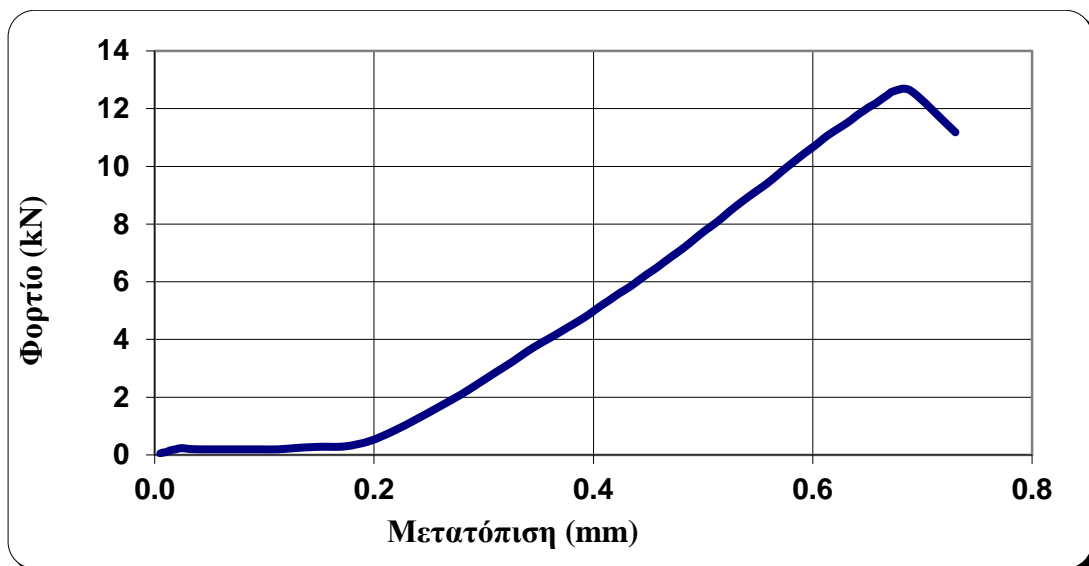
Στη συνέχεια παρατίθενται τα σχήματα 2.17 – 2.26 με τα διαγράμματα Φορτίου – Μετατόπισης για κάθε δοκίμιο.



Σχήμα 2.17: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 1.



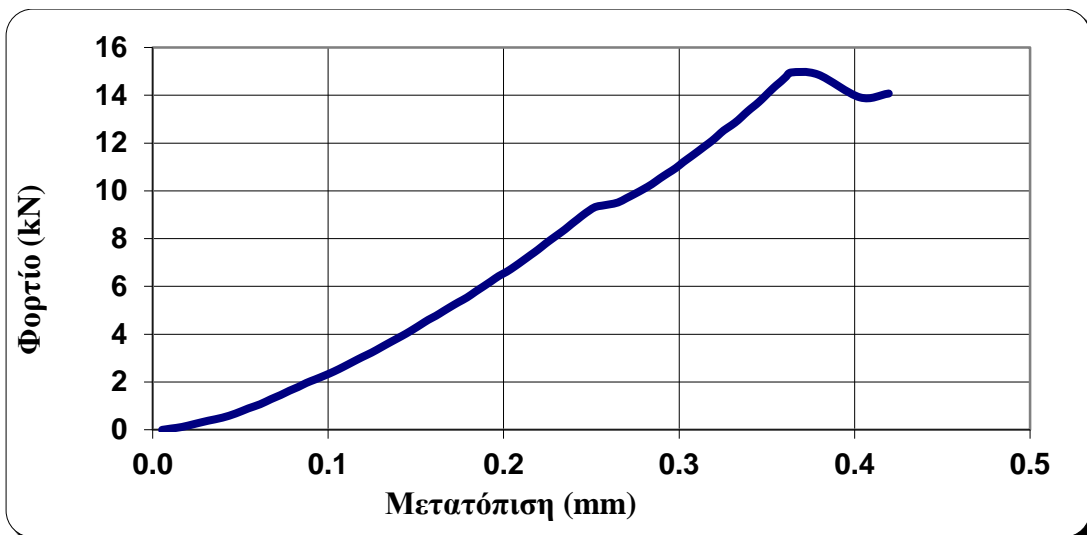
Σχήμα 2.18: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 2.



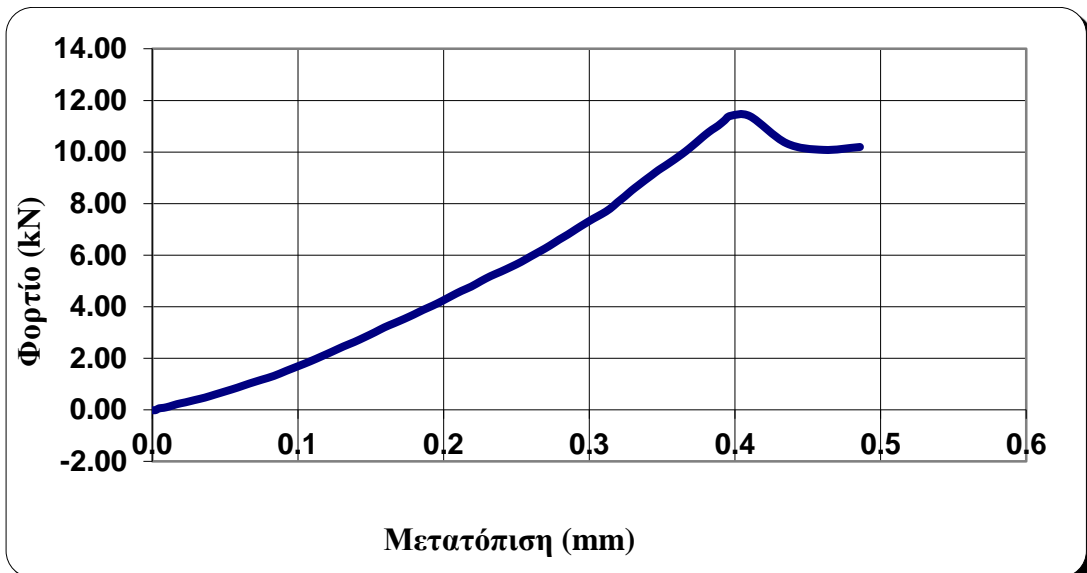
Σχήμα 2.19: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 3.



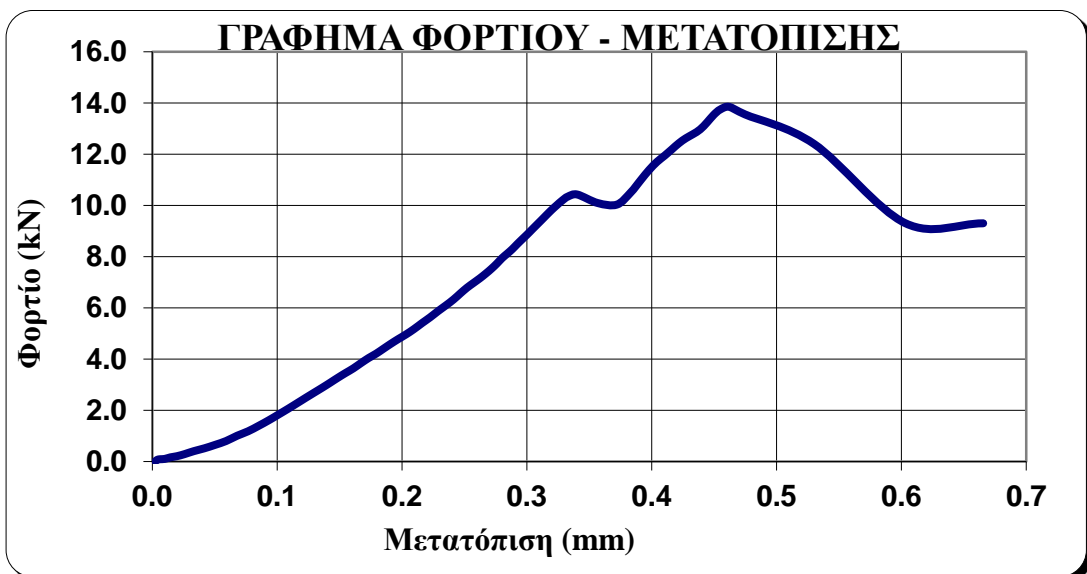
Σχήμα 2.20: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 4.



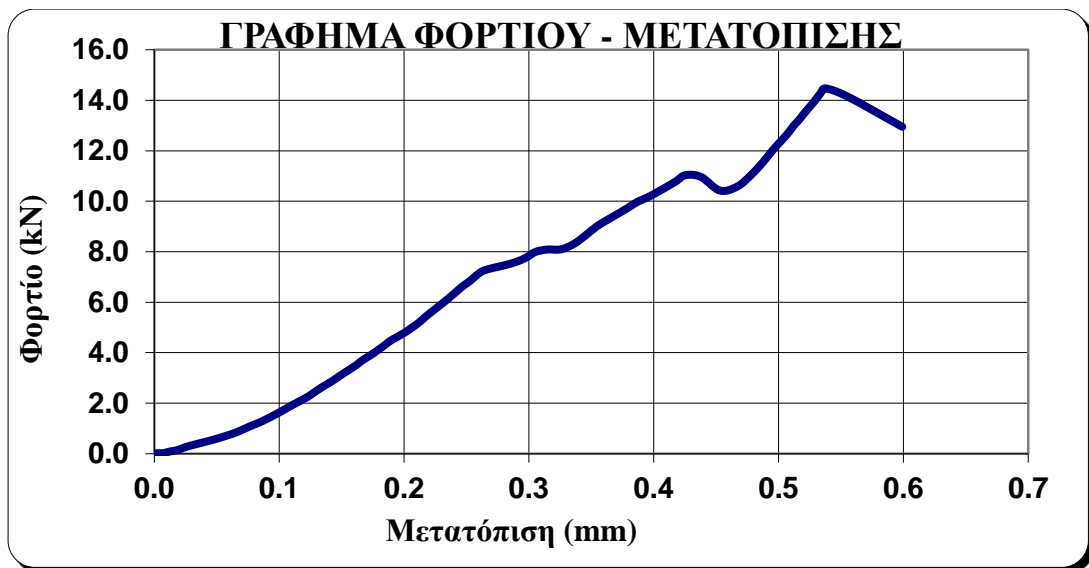
Σχήμα 2.21: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 5.



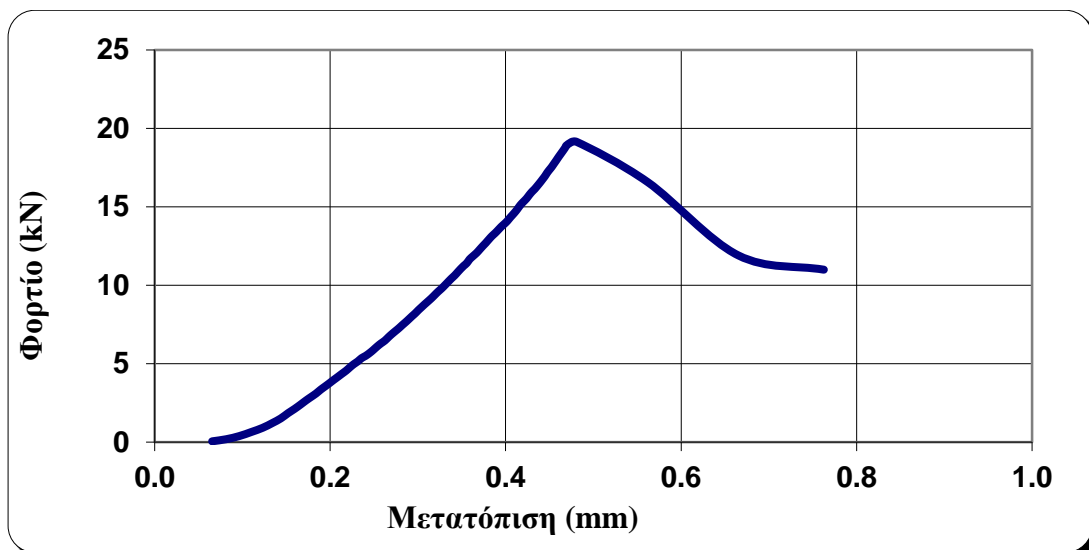
Σχήμα 2.22: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 6.



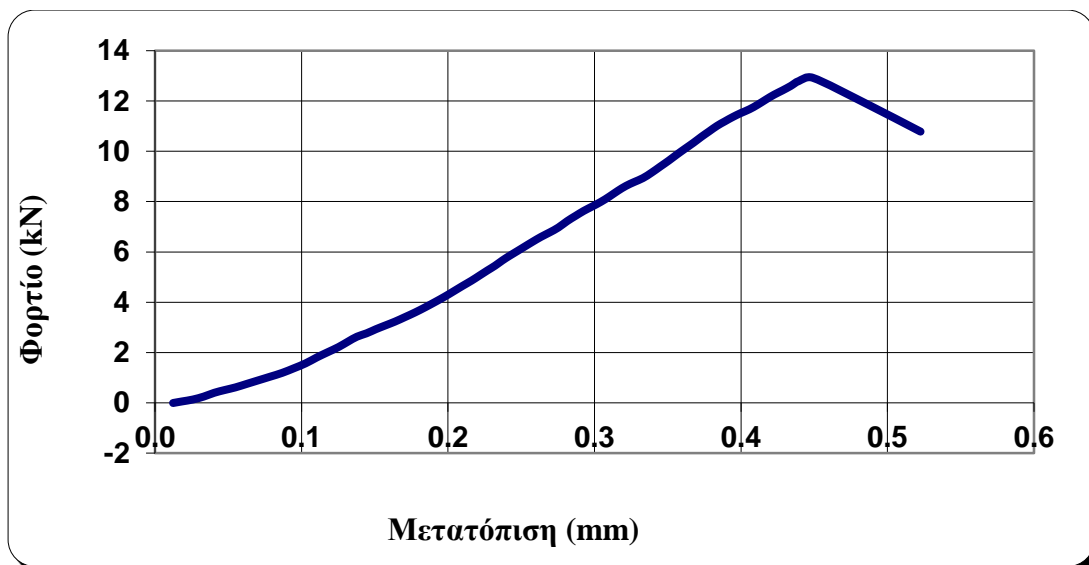
Σχήμα 2.23: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 7.



Σχήμα 2.24: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 8.



Σχήμα 2.25: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 9.



Σχήμα 2.26: Διάγραμμα Φορτίου – Μετατόπισης για το δοκίμιο 10.

Με την επίλυση της σχέσης 2.4 προκύπτει ο πίνακας 2.13 με την αντοχή σε εφελκυσμό για κάθε δοκίμιο.

Πίνακας 2.13: Αντοχή σε εφελκυσμό για κάθε δοκίμιο.

α/α	Αντοχή σε εφελκυσμό T_0 (MPa)
1	5,40
2	3,32
3	5,46
4	4,94
5	6,34
6	5,11
7	4,51
8	4,82
9	7,94
10	5,73

Τέλος παρατίθεται ο τελικός πίνακας 2.14 που δίνει συγκεντρωτικά τα στοιχεία για τη συγκεκριμένη δοκιμή. Παραλήφθηκαν τα αποτελέσματα από τα δοκίμια 2 και 9 γιατί παρουσίαζαν μεγάλη απόκλιση από τα υπόλοιπα αποτελέσματα. Ο μέσος όρος της αντοχής σε εφελκυσμό υπολογίστηκε στα 5,29 MPa.

Πίνακας 2.14: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της δοκιμής έμμεσου προσδιορισμού της αντοχής σε εφελκυσμό (μέθοδος Brazil).

Αντοχή σε έμμεσο εφελκυσμό T_0		Μέση τιμή	Μέγιστο (max)	Ελάχιστο (min)	Εύρος (R)	Διάμεσος (δ)	Τυπική απόκλιση (s)
α/α	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
1	5,40	5,29	6,34	4,51	1,83	5,26	0,58
2	3,32						
3	5,46						
4	4,94						
5	6,34						
6	5,11						
7	4,51						
8	4,82						
9	7,94						
10	5,73						

Κεφάλαιο 3

Βασικές αρχές σχεδιασμού επιφανειακής εκμετάλλευσης

3.1 Εισαγωγή

Με τον όρο υπαίθρια ή επιφανειακή εκμετάλλευση εννοείται οποιαδήποτε εκμετάλλευση στερεών πρώτων υλών, η οποία πραγματοποιείται επιφανειακά για λόγους οικονομικών συμφερόντων. Πιο συγκεκριμένα η επιφανειακή εκμετάλλευση βιομηχανικών πετρωμάτων, όπως ασβεστόλιθου, δολομίτη, χαλαζία, διαβάση κ.λ.π, ονομάζεται λατομική εκμετάλλευση και το εργοτάξιο λατομείο.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της υπαίθριας εκμετάλλευσης είναι (Καβουρίδης, 1990):

- Ο υψηλός συντελεστής απόληψης
- Η υψηλή παραγωγικότητα ανά οκτάωρο – άτομο και κατά συνέπεια μικρότερο κόστος παραγωγής ανά τόνο.
- Οι καλύτερες συνθήκες εργασίας για τους εργαζομένους.
- Η δυνατότητα χρησιμοποίησης μεγάλης δυναμικότητας εξοπλισμού εξόρυξης, φόρτωσης και αποκομιδής του υλικού.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι:

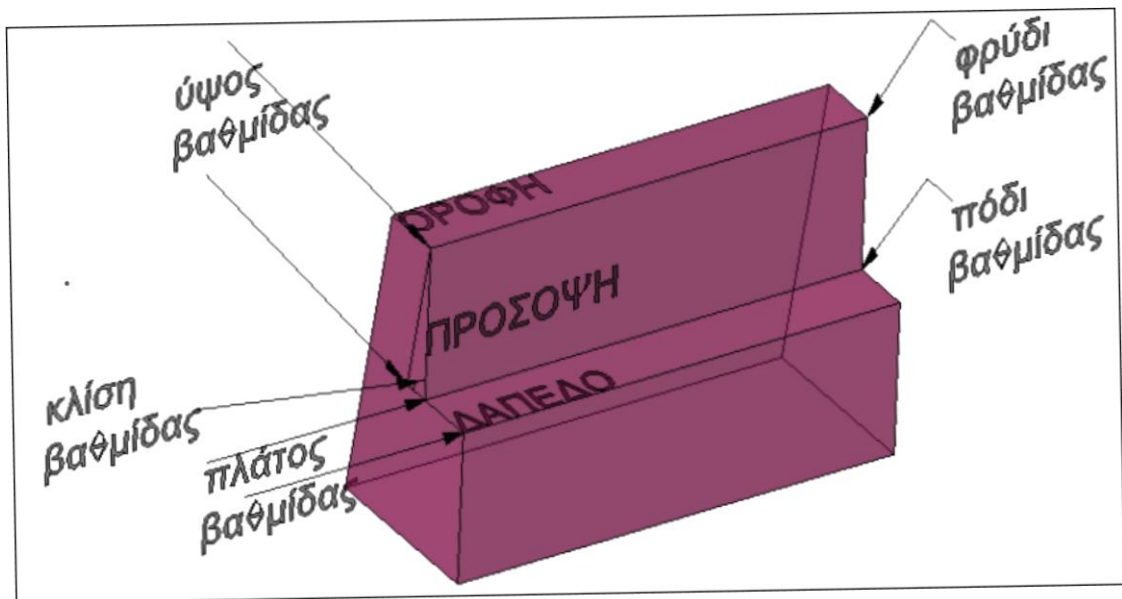
- Διακίνηση τεραστίων ποσοτήτων μη χρήσιμου υλικού.
- Μεγάλες επενδύσεις στα αρχικά στάδια της εξόρυξης.
- Έκθεση στις άμεσες επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

3.2 Τεχνικοί όροι

Οι κυριότεροι τεχνικοί όροι που χρησιμοποιούνται στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις είναι (Τσουτρέλης, 1983):

• Βαθμίδα

Η βαθμίδα αποτελεί τη συνηθέστερη γεωμετρική μορφή μετώπου παραγωγής της υπαίθριας εκμετάλλευσης και χαρακτηρίζεται από την παρουσία δύο ελεύθερων επιφανειών, μίας οριζόντιας και μίας κατακόρυφης ή κεκλιμένης με μεγάλη ή και μικρής κλίση ανάλογα με τα χαρακτηρίστηκα του πετρώματος. Η βαθμίδα αποτελείται από ένα πρηνές το οποίο περιορίζεται μεταξύ δύο οριζόντιων επιπέδων, από τα οποία το κατώτερο ονομάζεται δάπεδο και το ψηλότερο οροφή. Η κάθε βαθμίδα αποτελεί τη μονάδα παραγωγής του εργοταξίου. Άμεσα συνδεδεμένοι με την βαθμίδα, είναι οι όροι "κλίση βαθμίδας", "ύψος βαθμίδας", "πλάτος βαθμίδας", "φρύδι βαθμίδας", "πόδι βαθμίδας", "οροφή", "πρόσοψη" και "δάπεδο". Στο Σχήμα 3.1 φαίνεται καθαρά η έννοια του κάθε όρου.



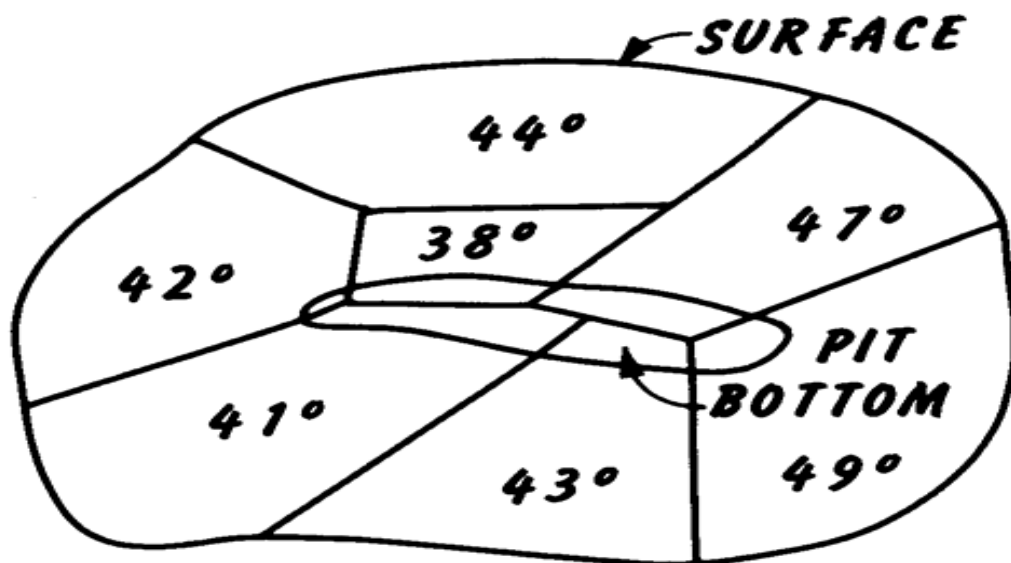
Σχήμα 3.1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας

- Κλίση πρανούς λατομείου

Κλίση πρανούς λατομείου, ονομάζεται η γωνία η οποία σχηματίζει προς το οριζόντιο επίπεδο το πρανές.

- Κλίση της εκμετάλλευσης

Κλίση του πρανούς της εκμετάλλευσης ή κλίση της εκμετάλλευσης (Σχήμα 3.2), ονομάζεται η κλίση την οποία έχουν τα πρανή του μεταλλείου προς το οριζόντιο επίπεδο οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Είναι συνάρτηση του ύψους, του πλάτους του δαπέδου της βαθμίδας και της κλίσης της βαθμίδας (α).



Σχήμα 3.2: Κλίση της εκμετάλλευσης (Armstrong, 1990).

Το ύψος, η κλίση και το πλάτος της βαθμίδας τα οποία επηρεάζουν την κλίση των πρανών της εκμετάλλευσης, εξαρτώνται άμεσα από τα φυσικά χαρακτηριστικά του πετρώματος, την σχέση αποκάλυψης, το μέγεθος παραγωγής, το μέγεθος και τον τύπο του εξοπλισμού, τις κλιματολογικές συνθήκες και τα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

- **Τελική κλίση του πρανούς του λατομείου**

Μέγιστη ή οριακή ή τελική κλίση του πρανούς του λατομείου καθορίζεται η κλίση εκείνη μέχρι της οποίας μπορεί να φτάσει ακίνδυνα η εκμετάλλευση κατά την τελική της φάση. Η τελική κλίση πρανούς είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος και το σχήμα του λατομείου.

- **Υπερκείμενα**

Ως υπερκείμενα χαρακτηρίζονται τα άγονα τα οποία υπέρκεινται του κοιτάσματος και πρέπει να απομακρυνθούν για να πραγματοποιηθεί η εκμετάλλευση. Συνήθως η απομάκρυνση αυτή πραγματοποιείται λίγο πριν από την έναρξη της παραγωγής και συνεχίζεται παράλληλα με αυτή.

- **Αποκάλυψη**

Ονομάζεται η διαδικασία της απομάκρυνσης των αγόνων από την περιοχή της εκμετάλλευσης. Η φάση της εργασίας αυτής η οποία πραγματοποιείται πριν την έναρξη της παραγωγής, ονομάζεται 'αρχική αποκάλυψη'.

- **Άγονα (στείρα)**

Με τον όρο αυτό καθορίζεται το άνευ οικονομικής σημασίας πέτρωμα, το οποίο περιβάλλει το κοιτάσμα ή συναντάται μέσα σε αυτό υπό μορφή θυλάκων.

- **Σχέση αποκάλυψης R**

Ως σχέση αποκάλυψης ορίζεται ο αριθμός των μονάδων όγκου ή βάρους αγόνων, τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν για να αποκαλυφθεί το κοιτάσμα. Συμβολίζεται με το γράμμα R και είναι αδιάστατο μέγεθος. Η σχέση αποκάλυψης υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$R = \frac{V_p - V_o}{V_o} \quad [3.1]$$

όπου:

V_p = ο όγκος ολόκληρης της εκσκαφής (άγονα και χρήσιμα υλικά)

V_o = ο όγκος του εξορυσσόμενου χρήσιμου υλικού

- **Μέση σχέση αποκάλυψης**

Για μια δεδομένη χρονική στιγμή της εκμετάλλευσης, μέση σχέση αποκάλυψης είναι ο λόγος του όγκου των αγόνων που έχουν εξορυχθεί μέχρι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή προς τον όγκο του μεταλλεύματος.

• Οριακή σχέση αποκάλυψης

Οριακή ή μέγιστη ή οικονομική σχέση αποκάλυψης είναι η στιγμιαία σχέση αποκάλυψης, κατά την οποία για δεδομένο κέρδος το κόστος της επιφανειακής εκμετάλλευσης ισούται με το κόστος της υπόγειας.

• Στιγμιαία σχέση αποκάλυψης

Είναι ο αριθμός των μονάδων όγκου των αγόνων ο οποίος πρέπει να απομακρυνθεί για την παραγωγή μιας μονάδας όγκου μεταλλεύματος.

• Όρια εκμετάλλευσης

Τα γεωμετρικά όρια μέχρι των οποίων θα φθάσει οριζόντια και σε βάθος η εκμετάλλευση.

• Φάσεις ή στάδια εκμετάλλευσης

Καθορίζονται τρεις ή τέσσερις χρονικές περίοδοι στις οποίες χωρίζεται η εκμετάλλευση από την έναρξη της μέχρι την ολοσχερή απόληψη του οικονομικά συμφέροντος τμήματος του κοιτάσματος. Κάθε φάση χαρακτηρίζεται από ένα πρόγραμμα εργασίας, το οποίο αποσκοπεί στην επίτευξη της καλύτερης δυνατής οικονομικής απόδοσης της εκμετάλλευσης στο σύνολο της με τις μέγιστες δυνατές συνθήκες ασφάλειας.

Κατά την πρώτη φάση πραγματοποιείται εξόρυξη κυρίως των αγόνων (ίσως και μικρού τμήματος του κοιτάσματος) με πολύ μικρή γωνία πρανούς αποτελούμενη από βαθμίδες μεγάλου πλάτους και ύψους. Κατά τη φάση αυτή, η οποία είναι και η πιο απλή από όλες τις φάσεις, αφενός το προσωπικό αποκτά εμπειρία και αφετέρου δοκιμάζεται η καταλληλότητα του εξοπλισμού. Με βάση αυτές τις δοκιμές παραγγέλλεται ο συμπληρωματικός εξοπλισμός.

Στη δεύτερη φάση αρχίζει η εξόρυξη και η απομάκρυνση των αγόνων εκτός των ορίων της εκμετάλλευσης, ενώ παράλληλα προχωρεί σε βάθος η εκμετάλλευση του κοιτάσματος. Κατά τη φάση αυτή το πλάτος των βαθμίδων της εκμετάλλευσης διατηρείται μεγάλο για την διευκόλυνση της αποδοτικής λειτουργίας του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού. Άρα η κλίση των πρανών παραμένει όπως είναι στη πρώτη φάση.

Κατά την τρίτη φάση ολοκληρώνεται η απομάκρυνση των αγόνων, η κλίση των πρανών των αγόνων αυξάνεται στη μέγιστη δυνατή και παράλληλα προχωρά η εκμετάλλευση του κοιτάσματος σε βάθος.

Κατά την τελευταία φάση, το πλάτος των βαθμίδων στο κοίτασμα μειώνεται μέχρι την επίτευξη της μέγιστης ασφαλούς γωνίας πρανούς. Παράλληλα η εκμετάλλευση προχωρά σε βάθος μέχρι την εξάντληση των δυνατοτήτων εργασίας (Τσουτρέλης, 1983).

• Συνεχείς ή ασυνεχείς μέθοδοι εκμετάλλευσης

Η εξόρυξη του πετρώματος είτε στην επιφάνεια είτε στα υπόγεια διακρίνεται σε:

- συνεχείς, και
- ασυνεχείς μεθόδους.

Οι συνεχείς μέθοδοι αναφέρονται σε συνεχείς διαδικασίες θραύσης και αποκομιδής του προϊόντος οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή σε μαλακά πετρώματα σε οριζόντια διατεταγμένες στρώσεις και μεγάλων αποθεμάτων κύρια, ενώ στις ασυνεχείς μεθόδους η θραύση του πετρώματος επιτυγχάνεται με εφαρμογή διακριτών κύκλων εργασίας όπως η όρυξη, γόμωση και ανατίναξη των διατρημάτων και η αποκομιδή του πετρώματος.

3.3 Σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης

Η ανάπτυξη μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης, απαιτεί προηγουμένως λεπτομερή διερεύνηση, με στόχο την επίτευξη των καλύτερων οικονομικών αποτελεσμάτων, την ικανοποιητική απόληψη πετρώματος και ακίνδυνες συνθήκες εργασίας. Η μελέτη αυτή χωρίζεται σε δύο φάσεις (Τσουτρέλης, 1983):

- A. Στο σχεδιασμό των τελικών ορίων εκσκαφής
- B. Στο σχεδιασμό των λεπτομερειών εκσκαφής

Βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης είναι η επαρκής και λεπτομερής διερεύνηση της ευρύτερης περιοχής με ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα γεωτρήσεων. Το πλάνο γεωτρήσεων έχει σαν στόχο τη διερεύνηση των παρακάτω στοιχείων (Καβουρίδης, 1990):

- i. Την μορφολογία του εδάφους.
- ii. Την διάκριση υπερκειμένων σε χαλαρό.
- iii. Το πάχος του κοιτάσματος.
- iv. Την καθολική εξάπλωση του κοιτάσματος.
- v. Τα επίπεδα του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής.
- vi. Την φυσική σύνθεση και δομή των ορυκτών.

Όλα αυτά τα στοιχεία στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν και στις δύο φάσεις της μελέτης σχεδιασμού της εκμετάλλευσης.

3.4 Σχεδιασμός των τελικών ορίων εκσκαφής

Ο σχεδιασμός των τελικών ορίων έχει σαν σκοπό τον καθορισμό της τελικής περιμέτρου, που θα έχει η εκσκαφή στην επιφάνεια καθώς και ολόκληρου του όγκου που θα καταλάβει η εκσκαφή. Με βάση τα στοιχεία αυτά μπορεί να γίνει ο υπολογισμός των ποσοτήτων και ποιοτήτων του πετρώματος, των οποίων είναι δυνατή η εξόρυξη, καθώς και ο υπολογισμός των αγόνων που θα πρέπει να απομακρυνθούν. Γενικότερα ο καθορισμός των ορίων της εκσκαφής είναι αναγκαίος για τους εξής λόγους (Καβουρίδης, 1990):

- Για την κατάστρωση ενός διαχρονικού προγράμματος εκμετάλλευσης.
- Για τον καθορισμό της επιφανειακής έκτασης που θα καταλάβει τελικά η εκσκαφή, δηλαδή η απαιτούμενη προς αγορά έκταση.
- Για το διάγραμμα εσωτερικών μεταφορών.
- Για τον καθορισμό της θέσης των επιφανειακών εγκαταστάσεων (εργοστάσιου εμπλουτισμού, γραφεία, κλπ).
- Για τον καθορισμό του χώρου εναπόθεσης των αγόνων.

- Για τον υπολογισμό του συνολικού όγκου των αγόνων.
- Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων και ποιοτήτων του μεταλλεύματος και της κατανομής τους στο χώρο.
- Για τον υπολογισμό των ταμειακών ροών σε μια μελέτη σκοπιμότητας.

Αυτή η φάση της μελέτης που αφορά το σχεδιασμό των τελικών ορίων εκσκαφής, η οποία είναι και η βασικότερη, χωρίζεται σε δύο μέρη.

Στο πρώτο μέρος της μελέτης, σύμφωνα πάντοτε με τα εκάστοτε δεδομένα, καθορίζονται (Τσουτρέλης, 1983):

- η οριακή σχέση αποκάλυψης,
- η τελική κλίση των πρανών της εκμετάλλευσης και
- το οριακά απολήψιμο πέτρωμα, όσο αφορά την ποιότητα του ούτως ώστε να προκύψουν τα οικονομικώς συμφέροντα γεωμετρικά όρια της εκμετάλλευσης.

Στο δεύτερο μέρος της μελέτης καθορίζεται το πρόγραμμα παραγωγής το οποίο θα είναι το καλύτερο οικονομικά συμφέρον, για τις συγκεκριμένες συνθήκες. Στο πρόγραμμα παραγωγής καθορίζονται, το μέγεθος του απαιτούμενου εξοπλισμού, το απαιτούμενο προσωπικό, το μέγεθος του εργοστασίου εμπλουτισμού και διάφορα άλλα χρήσιμα στοιχεία.

Παρακάτω ακολουθεί λεπτομερής ανάλυση των τριών παραγόντων του πρώτου μέρους της μελέτης καθώς και του δεύτερου μέρους της μελέτης.

3.4.1. Οριακή σχέση αποκάλυψης

Για το σχεδιασμό της τελικής γεωμετρικής μορφής που θα αποκτήσει η υπαίθρια εκμετάλλευση, είναι προηγουμένως απαραίτητος ο καθορισμός της οριακής σχέσης αποκάλυψης, συναρτήσει των δεδομένων του προβλήματος.

Η οριακή σχέση αποκάλυψης αυξάνει συναρτήσει της ποιότητας του κοιτάσματος και της τιμής πώλησης του παραγόμενου υλικού. Για την παρακολούθηση της μεταβολής της σε σχέση με τις δύο πιο πάνω παραμέτρους, κατασκευάζονται πίνακες όπου οι παράμετροι αυτοί παίρνουν διάφορες τιμές. Έπειτα από αυτούς τους πίνακες καθορίζεται η σχέση αποκάλυψης κατά την οποία η επιφανειακή εκμετάλλευση είναι συμφέρουσα σε σχέση με την υπόγεια.

Η σχέση αποκάλυψης επηρεάζεται άμεσα από τη μορφή του κοιτάσματος, τη θέση του ως προς την επιφάνεια και από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής (Τσουτρέλης, 1983).

3.4.2. Τελική κλίση πρανών της εκμετάλλευσης

Μετά από τον καθορισμό της οριακής σχέσης αποκάλυψης ακολουθεί ο καθορισμός της τελικής κλίσης των πρανών της εκμετάλλευσης.

Η κλίση αυτή είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας και ο καθορισμός της, τόσο κατά τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης όσο και κατά τη πρώτη φάση της εκμετάλλευσης είναι εξαιρετικά δύσκολος. Αυτό συμβαίνει επειδή οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την ευστάθεια των πρανών, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει την τελική κλίση της εκμετάλλευσης, δεν μπορούν να καθοριστούν επαρκώς πριν προχωρήσει η εκμετάλλευση. Οι παράγοντες αυτοί είναι (Καβουρίδης, 1990, Τσουτρέλης, 1983):

• Γεωλογικοί παράγοντες

Για την εκτίμηση της κατάλληλης κλίσης πρανούς που θα αποδώσει στο πρανές την επιθυμητή ευστάθεια, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι μηχανικές ιδιότητες του πετρώματος καθώς και οι γεωλογικοί παράγοντες. Οι γεωλογικοί παράγοντες είναι τα ρήγματα, ο τεκτονισμός, οι ασυνέχειες και οι μηχανικές ιδιότητες είναι η γωνία εσωτερικής τριβής, η συνοχή και η αντοχή του πετρώματος. Ο κυριότερος από όλους αυτούς τους παράγοντες είναι οι ασυνέχειες.

Αυτό επισημαίνει την ανάγκη πραγματοποίησης λεπτομερούς γεωλογικής (τεκτονικής) αποτύπωσης του χώρου της εκμετάλλευσης, πριν από την έναρξη της εκμετάλλευσης, για επισήμανση των ασυνεχειών του πετρώματος.

•Υπόγεια νερά

Τα υπόγεια νερά είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ευστάθεια των πρανών. Αυτό οφείλεται στις υδροστατικές πιέσεις που αναπτύσσονται στις ασυνέχειες του πετρώματος και που έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της αντίστασης των επιφανειών προς ολίσθηση. Ειδικότερα οι φυσικοχημικές επιδράσεις της πίεσης του νερού των πόρων, στο υλικό όπου πληρεί μια ασυνέχεια, έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της συνοχής και της γωνίας εσωτερικής τριβής στην επιφάνεια της ασυνέχειας αυτής.

• Χρονικός παράγοντας

Ο χρονικός παράγοντας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη επειδή σε πολλές περιπτώσεις πρανών, τα οποία χαρακτηρίζονταν ως τέλειος ασφαλή κατά το στάδιο δημιουργίας τους, με την πάροδο του χρόνου παρουσίασαν σημεία αστάθειας και τελικά κατολίσθησαν.

• Ύψος βαθμίδας

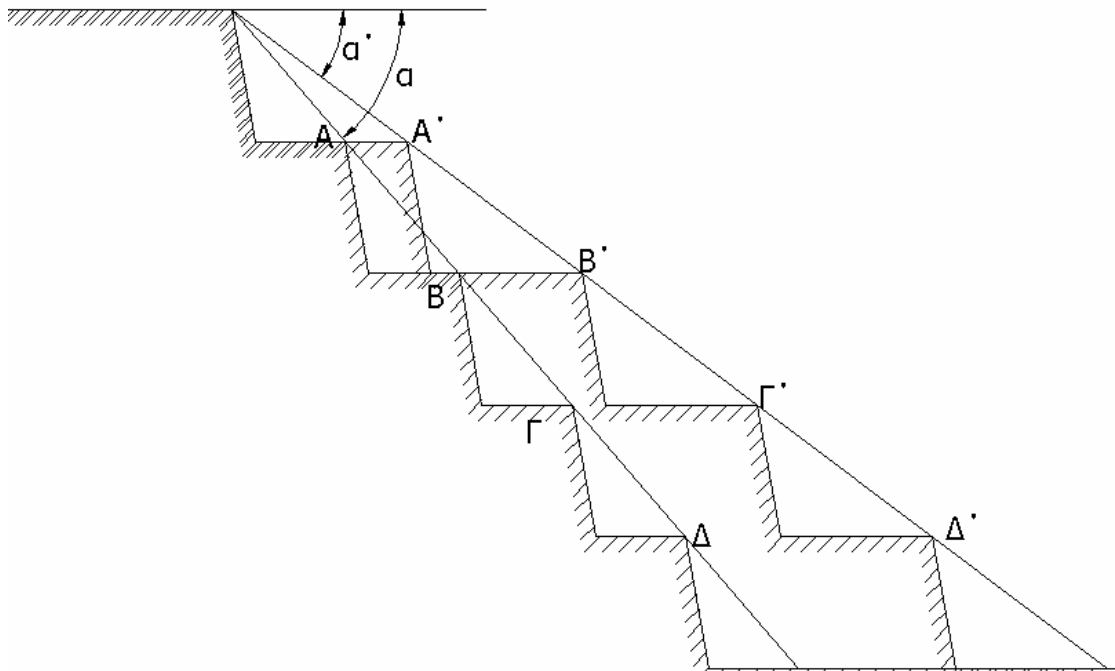
Το ύψος της βαθμίδας ουσιαστικά είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δαπέδου και οροφής. Στην περίπτωση που οι γεωλογικοί παράγοντες το επιτρέπουν, όλες οι βαθμίδες πρέπει να έχουν το ίδιο ύψος. Το ύψος της βαθμίδας πρέπει να είναι το μέγιστο δυνατό που μπορεί να αποδοθεί αλλά θα πρέπει να μην υπερβαίνει τα όρια ύψους, τα οποία προκύπτουν από το μέγεθος και τον τύπο εξοπλισμού και για λόγους ασφάλειας. Τα όρια αυτά κυμαίνονται από 1 έως 20m (Armstrong, 1990).

Το μεγάλο ύψος βαθμίδας μειώνει τον αριθμό των βαθμίδων και συνεπώς το κόστος εξόρυξης. Τα μειονεκτήματα που προκύπτουν λόγω του μεγάλου ύψους είναι (Τσουτρέλης, 1983): (α) το μεγάλο μέγεθος των παραγόμενων τεμαχίων που απαιτούν δευτερογενή θραύση, (β) η αύξηση των δονήσεων λόγω αύξησης της απαιτούμενης εκρηκτικής ύλης ανά διάτρημα και (γ) η δυσκολία διάνοιξης κεκλιμένων διατρημάτων.

• Πλάτος βαθμίδας

Η μείωση του πλάτους των βαθμίδων προσδίδει αύξηση της κλίσης της εκμετάλλευσης, συνεπώς είναι επιθυμητή από οικονομικής πλευράς. Αυτό φαίνεται και στο Σχήμα 3.3 όπου η κλίση αυξήθηκε από α' σε α λόγω της μείωσης του πλάτους των

βαθμίδων. Αντίθετα όμως από πλευράς ασφάλειας και αποδοτικότερης χρήσης του εξοπλισμού, η μείωση του πλάτους της βαθμίδας δυσχεραίνει τις εργασίες.



Σχήμα 3.3: Η μείωση του πλάτους βαθμίδας έχει σαν συνέπεια την αύξηση της κλίσης του πρανούς (Τσουτρέλης, 1983).

3.4.3. Οριακά απολήψιμο πέτρωμα, όσο αφορά την ποιότητα του

Η διάκριση μεταξύ αγόνων και χρήσιμων υλικών στην περίπτωση μεταλλείου, ονομάζεται οριακή περιεκτικότητα σε ωφέλιμα συστατικά. Όταν η περιεκτικότητα σε ωφέλιμα συστατικά είναι κατώτερη της οριακής περιεκτικότητας, τότε το υλικό θεωρείται άγονο ή στείρο. Στην περίπτωση όμως λατομικής εργασίας, άγονα υλικά θεωρούνται τα υλικά τα οποία δεν πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές που καθορίζονται για την χρήση τους σαν αδρανή υλικά. Οι προδιαγραφές αυτές αφορούν άμεσα φυσικά, χημικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του πετρώματος και ποικίλουν από χώρα σε χώρα.

Αναμφίβολα ο καθορισμός του οριακά απολήψιμου πετρώματος κατέχει ένα πολύ σημαντικό ρόλο κατά το στάδιο σχεδιασμού των τελικών ορίων της εκμετάλλευσης (Τσουτρέλης, 1983, Χρηστίδης, 2002).

3.4.4. Πρόγραμμα παραγωγής

Στο πρόγραμμα παραγωγής καθορίζονται, το μέγεθος του απαιτούμενου εξοπλισμού, το απαιτούμενο προσωπικό, το μέγεθος του εργοστασίου εμπλουτισμού και το διαχρονικό πρόγραμμα παραγωγής.

Η εκπόνηση ενός διαχρονικού προγράμματος για την υπαίθρια εκμετάλλευση ενός κοιτάσματος έχει σαν σκοπό τον καθορισμό της χρονικής σειράς με την οποία θα γίνει η εξόρυξη των διαφόρων τμημάτων του κοιτάσματος, έτσι ώστε να γίνει η εκμετάλλευση κατά τον ορθολογικότερο δυνατό τρόπο και να βελτιστοποιηθεί το οικονομικό αποτέλεσμα της εκμετάλλευσης.

Εκτός από τη σειρά με την οποία θα γίνει η εξόρυξη των διαφόρων τμημάτων του κοιτάσματος και των στείρων που το περιβάλλουν, προκύπτουν κατά την εκπόνηση του προγράμματος εκμετάλλευσης τα εξής στοιχεία (Καβουρίδης, 1990):

- Ο όγκος της αρχικής αποκάλυψης που πρέπει να γίνει στο κοίτασμα πριν αρχίσει η εξόρυξη του χρήσιμου υλικού, καθώς και ο χρόνος που θα απαιτηθεί για να γίνει η αρχική αποκάλυψη.
- Η μέση ποιότητα του πετρώματος που θα εξορύσσεται σε κάθε χρονική περίοδο.
- Η ποσότητα των αγόνων που θα πρέπει να εξορύσσεται σε κάθε χρονική περίοδο καθώς και τα σημεία από τα οποία εξορύσσεται.

Το διαχρονικό πρόγραμμα εκμετάλλευσης χρησιμεύει στο (Καβουρίδης, 1990):

- Να γίνουν έγκαιρα οι σχετικές ενέργειες για την προμήθεια του εξοπλισμού της εκμετάλλευσης.
- Να αποφεύγεται η πρόωρη προμήθεια μηχανημάτων που θα χρειαστούν ύστερα από μερικά χρόνια

Η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού, δηλαδή το μέγεθος του εργοστασίου εμπλουτισμού καθώς και το μέγεθος του απαιτούμενου εξοπλισμού, σε μια επιφανειακή εκμετάλλευση είναι αποφασιστικής σημασίας για τη βιωσιμότητα της επιχείρησης και τη διατήρηση του κόστους στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο.

Η επιλογή του συνδυασμού των διαφόρων τύπων και μεγεθών εξοπλισμού θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και μετά από λεπτομερή διερεύνηση των παραγόντων όπως (Καβουρίδης, 1990):

- Τύπος κοιτάσματος και επικρατούσες συνθήκες.
- Συσχέτιση ποιότητας πετρωμάτων με διαθέσιμο εξοπλισμό για την εκσκαφή, μεταφορά και απόθεση.
- Ρυθμός παραγωγής.

Η επιλογή του εξοπλισμού θα πρέπει να συνδεθεί με οικονομικά και επιχειρησιακά κριτήρια.

Τέλος κατά τη εκπόνηση του προγράμματος παραγωγής πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφοροι περιορισμοί. Οι κυριότεροι περιορισμοί αφορούν τα εξής (Καβουρίδης, 1990):

- Την ελάχιστη ποσότητα χρήσιμου υλικού που θα πρέπει να αποκαλυφθεί με την αρχική αποκάλυψη.
- Τη μέγιστη ασφαλή τελική κλίση των πρανών, καθώς και την κλίση των πρανών κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης.
- Τη συνολική δυναμικότητα των διαθέσιμων μηχανημάτων εξόρυξης και φόρτωσης.
- Τον αριθμό των μετώπων εξόρυξης τα οποία μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα.
- Την ελάχιστη και μέγιστη ποσότητα τροφοδοσίας του εργοστασίου εμπλουτισμού κατά τη διάρκεια της κάθε χρονικής περιόδου.

- Την ελάχιστη και μέγιστη ποιότητα που μπορεί να έχει το πέτρωμα που τροφοδοτείται στην εγκατάσταση εμπλουτισμού, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί μια σταθερή ποιότητα προϊόντων.
- Την ελάχιστη ποσότητα πετρώματος που θα πρέπει να είναι αποκεκαλυμμένη στο τέλος της κάθε χρονικής περιόδου.
- Τις ελάχιστες διαστάσεις των βαθμίδων που βρίσκονται υπό όρυξη και ειδικότερα της χαμηλότερης βαθμίδας που βρίσκεται στον πυθμένα της εκσκαφής.
- Το μέγιστο αριθμό βαθμίδων που μπορεί να υφίστανται εκμετάλλευση στη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου.

3.3.5 Τελικός σχεδιασμός των τελικών ορίων εκσκαφής

ετά τον προσδιορισμό όλων των παραγόντων που αναλύονται στις ενότητες 3.4.1-3.4.4, ακολουθεί ο καθορισμός των γεωμετρικών ορίων εκμετάλλευσης. Ο σχεδιασμός των ορίων εκσκαφής μπορεί να επιτευχθεί με τους ακόλουθους δύο τρόπους:

A. Με τη συμβατική μέθοδο σχεδιασμού των ορίων της εκμετάλλευσης

Η συμβατική μέθοδος ουσιαστικά είναι η μέθοδος των τομών. Σε αυτή τη μέθοδο σχεδιάζεται μια σειρά από κατακόρυφες ή οριζόντιες η υπό κλίση τομές που τέμνουν το κοίτασμα σε διάφορα σημεία του. Το όριο εκσκαφής καθορίζεται σε κάθε τομή με βάση τα όρια της παραχωρήσεως και την κατά το δυνατό μεγαλύτερη απόληψη του κοιτάσματος.

Με βάση τα σχεδιαγράμματα των τομών στη συνέχεια σχεδιάζονται οι κατόψεις των διαφόρων βαθμίδων όπου φαίνονται τα όρια του μεταλλεύματος και τα εξωτερικά όρια της κάθε βαθμίδας. Τέλος με βάση τις κατόψεις αυτές υπολογίζονται οι όγκοι του μεταλλεύματος και των αγόνων για την κάθε βαθμίδα και από αυτούς οι συνολικοί όγκοι και η μέση σχέση αποκάλυψης.

B. Με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για το σχεδιασμό των τελικών ορίων μιας εκμετάλλευσης με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Με αυτές γίνεται ο σχεδιασμός, συνήθως με την επιδίωξη να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης της εκμετάλλευσης. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να καταταχθούν σε δύο βασικές κατηγορίες (Καβουρίδης, 1990):

- Η πρώτη περιλαμβάνει αυτές που στηρίζονται σε αυστηρά μαθηματικά μοντέλα, για τα οποία αποδεικνύεται ότι η λύση στην οποία καταλήγουν είναι πραγματικά η βέλτιστη. Στις μεθόδους αυτές κατατάσσονται εκείνες που χρησιμοποιούν μαθηματικούς τρόπους επίλυσης όπως ο δυναμικός προγραμματισμός, ο γραμμικός προγραμματισμός, η θεωρία γραφημάτων κλπ.
- Η δεύτερη περιλαμβάνει μεθόδους που στηρίζονται σε διάφορους αλγόριθμους, χωρίς μαθηματική απόδειξη ότι η λύση που επιτυγχάνεται είναι πραγματικά η βέλτιστη. Τέτοιες μέθοδοι είναι η μέθοδος των κινητών κώνων με διάφορες παραλλαγές της, η μέθοδος της παραμετροποίησης κλπ.

3.5 Σχεδιασμός των λεπτομερειών εκσκαφής

Στην εργασία αυτή περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός του σχήματος και των διαστάσεων της κάθε βαθμίδας εκμετάλλευσης χωριστά, δηλαδή ο καθορισμός τόσο της τελικής μορφής και των διαστάσεων της κάθε βαθμίδας, όσο και των ενδιάμεσων μορφών που θα πάρει αυτή κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Στον λεπτομερειακό σχεδιασμό περιλαμβάνεται επίσης ο σχεδιασμός των οδών προσπέλασης προς το χώρο του λατομείου, αλλά και προς τα μέτωπα της εκμετάλλευσης.

Το πρώτο βήμα στο λεπτομερειακό σχεδιασμό αποτελεί ο καθορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου ύψους των βαθμίδων. Ο καθορισμός αυτός γίνεται με βάση:

- Το είδος του προβλεπόμενου εξοπλισμού εξόρυξης.
- Τη γεωμετρία του κοιτάσματος.
- Τη γωνία του πρανούς της εκσκαφής.

Ο πρώτος παράγοντας είναι και ο σημαντικότερος επειδή το ύψος των βαθμίδων εξαρτάται αφενός από το είδος και τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού διάτρησης και αφετέρου από το είδος και τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού εκσκαφής και φόρτωσης. Η επιλογή του ύψους των βαθμίδων επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό από τη γεωμετρία του κοιτάσματος καθώς και από τη γεωμετρία των πρανών.

Αφού καθοριστεί το ύψος των βαθμίδων τότε γίνεται ο σχεδιασμός της κάθε βαθμίδας ξεχωριστά. Για το σχεδιασμό αυτό χρησιμοποιούνται στοιχεία τα οποία έχουν προκύψει από την προηγούμενη φάση, δηλαδή από τον σχεδιασμό των τελικών ορίων εκσκαφής. Το τελικό όριο της κάθε βαθμίδας ορίζεται ως η τομή του οριζόντιου επιπέδου, που αποτελεί το δάπεδο της βαθμίδας με την εξωτερική επιφάνεια του τελικού τρισδιάστατου ορίου της συνολικής επιφάνειας.

Η τελική φάση στο σχεδιασμό της εκσκαφής μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης είναι ο σχεδιασμός της οδού μεταφοράς. Τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η χάραξη της οδού είναι (Καβουρίδης, 1990):

1. Η ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς.
2. Η κατά το δυνατό μόνιμη διαμόρφωση της οδού και η αποφυγή συχνών μετατοπίσεων.
3. Η αποφυγή όσο είναι δυνατό περιοχών της εκσκαφής με επισφαλή πρανή.
4. Η ομαλή ροή της διακίνησης των οχημάτων και η αποφυγή κυκλοφοριακών συμφορήσεων.
5. Η ασφαλής και ορθολογική διεξαγωγή των μετώπων εξόρυξης.

Ο σχεδιασμός της οδού μεταφοράς έχει ιδιαίτερη σημασία όταν η μεταφορά του μεταλλεύματος και των αγόνων γίνεται με αυτοκίνητα.

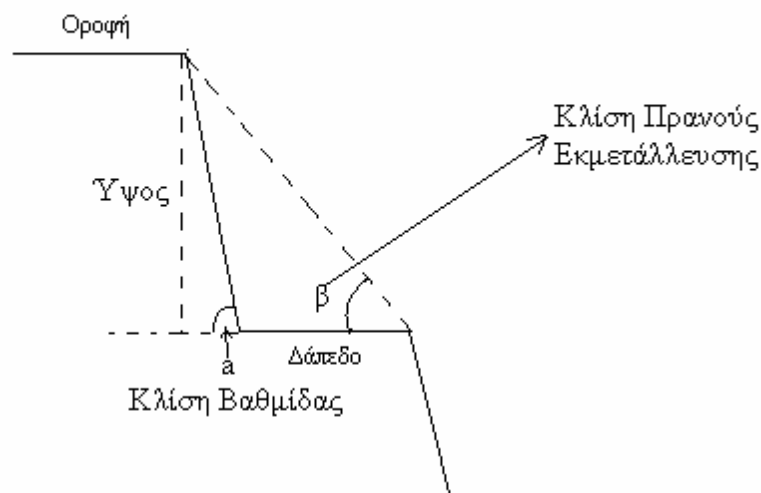
3.6 Ασφάλεια προσωπικού και εξοπλισμού

Ο παράγοντας ασφάλεια παίζει ιδιαίτερο ρόλο στο σχεδιασμό μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης ειδικά κατά την περίπτωση όπου απαιτείται η χρήση εκρηκτικών για την χαλάρωση του πετρώματος. Από την άλλη μια υπαίθρια εκμετάλλευση επεμβαίνει στο φυσικό περιβάλλον μιας περιοχής και το παραμορφώνει αισθητά από την πρότερη φυσική του κατάσταση. Η οικονομικότητα μιας εκμετάλλευσης είναι αυστηρά σχετισμένη με τους δυο αυτούς παράγοντες και θα ήταν λάθος να μην γίνει σαφής προσδιορισμός τους κατά τα αρχικά μάλιστα στάδια του σχεδιασμού μιας εκμετάλλευσης.

3.6.1. Κανόνες ασφάλειας στον σχεδιασμό ενός λατομείου, νομικό πλαίσιο

Κατά το σχεδιασμό μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης το πλέον οικονομικότερο σχέδιο είναι αυτό που θέτει το ύψος των βαθμίδων ως το μέγιστο δυνατό ενώ αντίστοιχα το πλάτος αυτών το μικρότερο δυνατό. Με αυτό το τρόπο επιτυγχάνεται κατά το σχεδιασμό η μέγιστη δυνατή απάλειψη του κοιτάσματος. Πριν όμως μια τέτοια θεώρηση γίνει αποδεκτή πρέπει να εξεταστεί ο παράγοντας ασφάλεια της εκμετάλλευσης και πως αυτός διασφαλίζεται. Οι κείμενη νομοθεσία (κανόνες μεταλλευτικών λατομικών εργασιών, χάριν συντομίας Κ.Μ.Λ.Ε.) έχει ορίσει συγκεκριμένα όρια που αφορούν τα γεωμετρικά χαρακτηρίστηκα τόσο των βαθμίδων παραγωγής όσο και των τελικών βαθμίδων εκμετάλλευσης. Σύμφωνα με αυτά το ύψος των βαθμίδων σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 15 m η δε κλίση αυτών και για συνεκτικά και μόνο πετρώματα πρέπει να είναι τόση ώστε σε καμία περίπτωση η κλίση του τελικού πρανούς να μην υπερβαίνει τις 600. Αντίστοιχα για το δάπεδο κάθε βαθμίδας ορίζεται ότι αυτό πρέπει να είναι τουλάχιστο 12 m, ενώ για την περίπτωση όπου δεν κινούνται αυτοκινούμενα μηχανήματα επί του δαπέδου της βαθμίδας το πλάτος δεν μπορεί να είναι μικρότερο των 6 m (άρθρο 80, νέου Κ.Μ.Λ.Ε.). Με βάση τα όρια αυτά μπορεί να προσδιοριστεί η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση των βαθμίδων αν θεωρηθεί δάπεδο βαθμίδας ίσο με 6 m, ύψος 15 m και γωνία πρανούς εκμετάλλευσης ίση με 600 και με βάση το σχήμα 3.4 θα ισχύει:

$$\begin{aligned}\tan 600 &= \frac{15}{6+x} \Rightarrow \left(\tan a = \frac{15}{x} \right) \\ \tan 600 &= \frac{15}{6 + \frac{15}{\tan a}} \Rightarrow \\ \frac{15}{\tan a} &= \frac{15}{\tan 600} - 6 \Rightarrow \\ \tan a &= \frac{15}{\frac{15}{\tan 600} - 6} \Rightarrow \\ \tan a &= 5,64 \Rightarrow a = 79,940 \approx 80^\circ\end{aligned}\quad [3.2]$$



Σχήμα 3.4: Τομή βαθμίδων με τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά (Καβουρίδης, 1990).

Με βάση τη σχέση 3.2 διαπιστώνεται ότι η μέγιστη γωνία πρανούς μιας βαθμίδας μπορεί να είναι 80^0 ενώ όλα τα παραπάνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται από τον ΚΜΛΕ (παράρτημα 1) πρέπει να τηρούνται προκειμένου να διασφαλίζεται η ασφάλεια κατά τις διαδικασίες της εκμετάλλευσης τόσο του προσωπικού όσο και του μηχανικού εξοπλισμού του λατομείου. Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι τα παραπάνω όρια αποτελούν τα ελάχιστα δυνατά όπως προβλέπει ο νόμος. Σε κάθε περίπτωση τα ζητήματα που άπτονται της ασφάλειας είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων και ίσως διαφέρουν από λατομείο σε λατομείο. Για κάθε λατομείο η θέσπιση της ασφαλούς λειτουργίας του είναι διαδικασία που αφορά τον υπεύθυνο μηχανικό ασφαλείας σε συνάρτηση πάντα με τη νομοθεσία.

3.6.2. Προστασία φυσικού περιβάλλοντος, ελαχιστοποίηση επιπτώσεων σε αυτό και την γύρω περιοχή

Η διάνοιξη ενός επιφανειακού λατομείου συνιστά ευθεία επέμβαση στο περιβάλλον της περιοχής το οποίο και αλλοιώνεται. Ανά νομαρχίες στην Ελλάδα ορίζονται κατά καιρούς λατομικές ζώνες στις οποίες μπορούν να δημιουργηθούν λατομεία. Προκειμένου μια περιοχή να κριθεί ως λατομική ζώνη πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις που αφορούν τόσο το περιβάλλον όσο και την οικονομικότητα. Οι παράγοντες αυτού προσδιορίζονται κατά τόπους από τα δασαρχεία και τους μηχανικούς της νομαρχίας. Συνήθως πρόκειται για άγονες περιοχές χαμηλής φυτοκάλυψης στις οποίες δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί αναδάσωση και βρίσκονται σε ικανή απόσταση από οικισμούς.

Παρόλα αυτά ωμός η προστασία του περιβάλλοντος της γύρω προς το λατομείο περιοχής κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης, αλλά και η αποκατάσταση των επιπτώσεων σε αυτό μετά το πέρας της εκμετάλλευσης είναι εργασίες που απαιτούνται και περιγράφονται αναλυτικά σε κατάλληλη μελέτη που υποβάλλεται πριν την έναρξη της λειτουργία του λατομείου.

Οι κύριοι παράγοντες που επιβαρύνουν το περιβάλλον της περιοχής γύρω από ένα λατομείο είναι:

- A. Τα φορτία σκόνης που παράγονται κατά της εργασίες στο λατομείου και για τα οποία πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για να τα περιορίσουν τα οποία είναι:
1. πραγματοποίηση ανατινάξεων όταν δεν πνέουν ισχυροί άνεμοι
 2. διαβροχή των δρόμων και του δαπέδου της πλατείας
 3. τοποθετήσει κατάλληλων κονιοσυλεκτών στην εγκατάσταση του σπαστηροτριβείου
 4. διαβροχή του υλικού κατά την μεταφορά του τα φορτία σκόνης θα μετρούνται κατά τακτά χρονικά διαστήματα και θα ελέγχεται αν είναι εντός των ορίων που θέτει το άρθρο 22 του Κ.Μ.Λ.Ε.
- B. Η ηχορύπανση κατά την διάρκεια των ανατινάξεων ίσος δημιουργήσει πρόβλημα κυρίως αν σε μικρή απόσταση βρίσκονται οικισμοί. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού είναι δυνατόν να ληφθούν τα εξής μέτρα:
1. ανατίναξη μικρού αριθμού διατρημάτων χωρίς χρόνους καθυστέρησης
 2. μείωση της υποδιάτρησης
 3. χρήση απλής θρυαλλίδας και όχι ακαριαίας για την ανατίναξη

Τέλος για την ελαχιστοποίηση της οπτικής αλλοίωσης του χορού μετά το πέρας της εκμετάλλευσης προτείνεται συν των όσων απαιτούνται από τον Κ.Μ.Λ.Ε. οι φυτοσπορά των πρανών των βαθμίδων, καταστροφή της γωνίας των φρυδιών των βαθμίδων ώστε το ανάγλυφο να προσεγγίζει όσο το δυνατόν περισσότερο το φυσικό και τέλος η δενδροφύτευση να γίνει με βλάστηση που ευδόκιμη στην γύρω περιοχή.

Στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 4 θα γίνει ανάπτυξη και εφαρμογή των παραπάνω στον υπό μελέτη λατομικό χώρο. Θα αναπτυχθεί πως είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένας τοπογραφικός χάρτης με τη χρήση μόνο ψηφιακών δεδομένων. Στη συνέχεια με την πανάκεια της θεωρίας θα δημιουργηθούν οι βαθμίδες του λατομείου. Είναι σημαντικό η θεωρία και τα άρθρα του Κ.Μ.Λ.Ε. να ακολουθούνται κατά γράμμα για να αποφεύγονται προβλήματα κατά το σχεδιασμό που μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικά εργατικά ατυχήματα.

Κεφάλαιο 4

Δημιουργία ψηφιακού χάρτη και τρισδιάστατη απεικόνιση βαθμίδων

4.1 Εισαγωγή

Αρχικά θα γίνει αναφορά στο πως δημιουργείται ένας ψηφιακός χάρτης από την εφαρμογή Google Earth και πως δημιουργείται ο τοπογραφικός χάρτης σε αρχείο συμβατό με την εφαρμογή AutoCAD. Στη συνέχεια περιγράφεται η δημιουργία του αναγλύφου και του κοιτάσματος σε τρεις διαστάσεις σε περιβάλλον AutoCAD καθώς και η δυνατότητα απεικόνισής τους τρισδιάστατα.. Περιγράφεται πως προσδιορίστηκε η περιοχή του λατομικού χώρου σύμφωνα με την άδεια που παραχωρήθηκε και τα αντίστοιχα άρθρα του Κ.Μ.Α.Ε. Τέλος παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθόδου των κύκλων (Αντωνίου 2005) για τον προσδιορισμό της τελικής πλατείας. Περιγράφεται ο σχεδιασμός των βαθμίδων σε τρεις διαστάσεις και πως προσδιορίζεται ο συνολικός όγκος του απολήψιμου κοιτάσματος στο εν λόγω λατομείο.

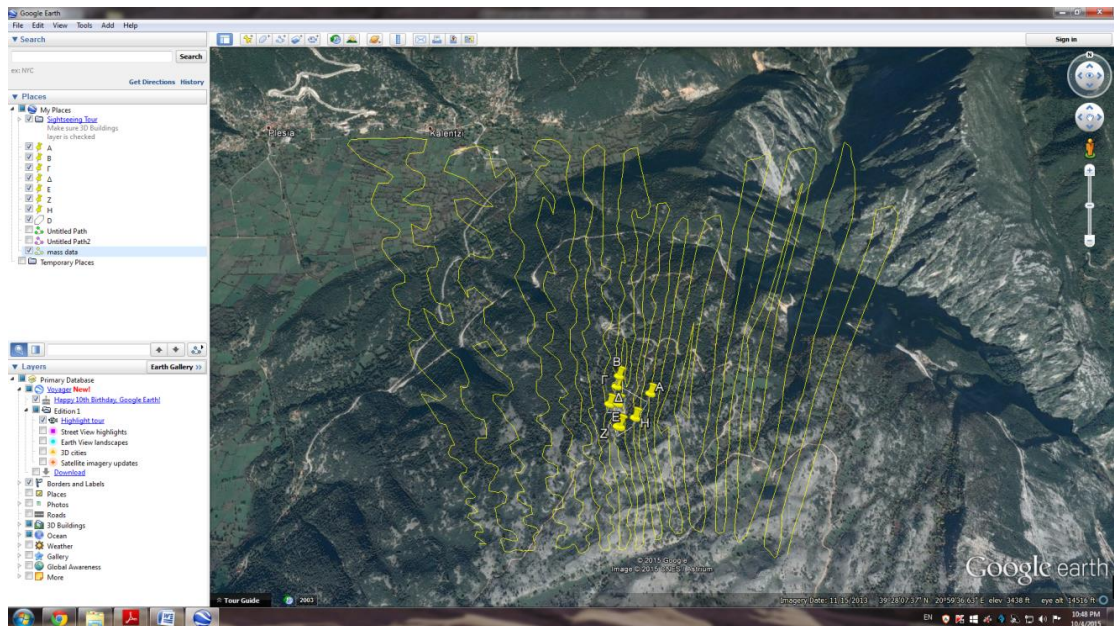
4.2 Δημιουργία ψηφιακού χάρτη

Στις μέρες μας είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένας τοπογραφικός χάρτης με ικανοποιητική ακρίβεια με εργαλεία μόνο μερικά προγράμματα. Η τεχνική αυτή είναι χρήσιμη κυρίως για περιοχές όπου η υπό μελέτη περιοχή δεν έχει επαρκή δεδομένα ή είναι δύσκολη η ψηφιοποίηση του χάρτη μέσω ενός σαρωτή. Παρακάτω ακολουθεί η διαδικασία.

4.2.1 Δημιουργία ψηφιακών δεδομένων

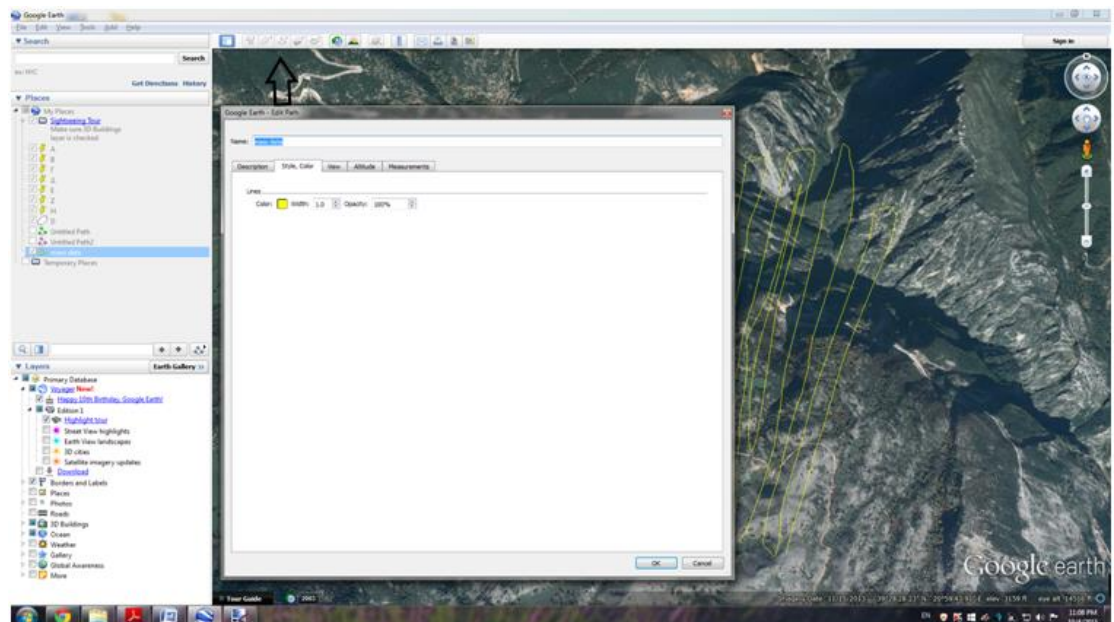
Δημιουργία αρχείου .kml με τη χρήση του προγράμματος Google earth.

Η Google αποδεικνύει την πρωτοπορία της καθώς οι δυνατότητες που προσφέρει στους χρήστες της δωρεάν είναι πολλές. Αρχικά πρέπει ο χρήστης να κατεβάσει το λογισμικό και να το εγκαταστήσει στον υπολογιστή του. Στη συνέχεια πρέπει να πάει στην υπό εξέταση περιοχή και να δημιουργήσει ένα μονοπάτι. Αυτό γίνεται με την επιλογή path και συνίσταται η επιλογή αρκετών σημείων ώστε να επιτευχθεί ακρίβεια όπως στο σχήμα 4.1. Στην συγκεκριμένη περιοχή υπάρχουν και τα όρια του λατομείου σύμφωνα με την άδεια.



Σχήμα 4.1: Με κίτρινο χρώμα διακρίνεται το μονοπάτι της υπό εξέταση περιοχής.

Στην έκδοση 7.1.5.1557 που χρησιμοποιήθηκε η επιλογή path είναι η τρίτη όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2. Με αριστερό κλικ ο χρήστης πρέπει να του δώσει όνομα και είναι χρήσιμο να επιλέξει ένα χρώμα ευδιάκριτο.



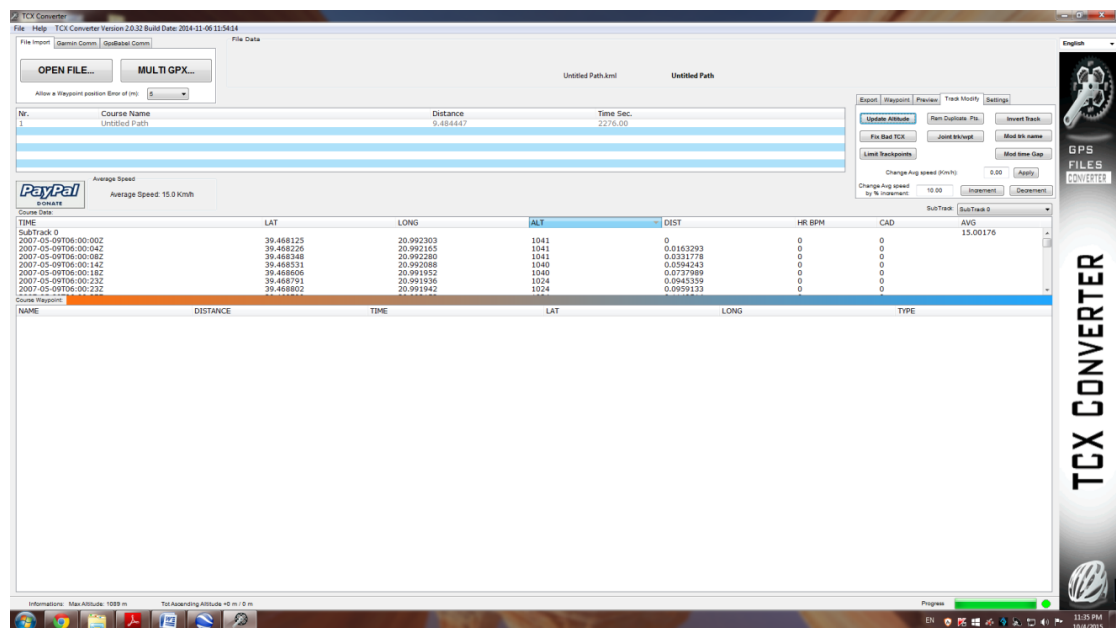
Σχήμα 4.2: Διακρίνεται με μαύρο βέλος η επιλογή για μονοπάτι (path).

Αφού ολοκληρωθεί το μονοπάτι με δεξί κλικ στο όνομα του μονοπατιού (στη συγκεκριμένη περίπτωση το όνομα είναι mass data) και με την επιλογή save place as, αποθηκεύεται το αρχείο με όνομα της επιλογής του χρήστη αφού πρώτα αλλάξει τον τύπο του υπό αποθήκευση αρχείου σε .kml από την επιλογή save as type.

4.2.2 Επεξεργασία ψηφιακών δεδομένων

Εισαγωγή του ύψους στα σημεία με το λογισμικό TCX Converter.

Τα σημεία που έχουν επιλεγεί έχουν τον άξονα X και Y σύμφωνα με το σύστημα συντεταγμένων wgs84 αλλά δεν έχουν καθόλου τον άξονα Z δηλαδή τα υψόμετρα που είναι απαραίτητα για την δημιουργία των ισοϋψών. Το λογισμικό TCX Converter κάνει αυτό ακριβώς με τη βοήθεια των δορυφόρων του GPS που συνεργάζεται. Είναι δωρεάν και μπορεί ο χρήστης να το εγκαταστήσει εύκολα στον υπολογιστή του. Με την έναρξη του προγράμματος ο χρήστης θα πάρει την ακόλουθη μορφή του σχήματος 4.3.



Σχήμα 4.3: Η αρχική απεικόνιση του προγράμματος TCX Converter.

Με την επιλογή πάνω αριστερά OPEN FILE ανοίγεται το αρχείο που έχει αποθηκευτεί. Θα ανοίξουν όλα τα σημεία και στο ALT δηλαδή στο υψόμετρο θα έχει την τιμή 0. Στο πάνω και δεξιά μέρος του προγράμματος επιλέγεται η καρτέλα Track Modify και η πρώτη επιλογή update altitude. Απαιτείτε σύνδεση στο internet και μετά από μια μικρή επεξεργασία που πραγματοποιεί μόνο του το πρόγραμμα θα ανανεωθούν τα πραγματικά υψόμετρα των σημείων. Τέλος στην αρχική καρτέλα Export επιλέγεται Save CSV File... και στην επιλογή για cell separators επιλέγεται όχι.

Δημιουργία του excel αρχείου που απαιτείται για τις ισοϋψής.

Όταν θα ανοίξει το αρχείο που δημιουργήθηκε με το λογισμικό excel θα παρουσιαστεί η ακόλουθη μορφή του σχήματος 4.4.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	1.18E+09	2007-05-01	39.46423	20.58673	1057	0	0	0	No Data	No Data																		
2	1.18E+09	2007-05-01	39.46443	20.58634	1057	0.040181	0	0	No Data	No Data																		
3	1.18E+09	2007-05-01	39.46459	20.58605	1055	0.070091	0	0	No Data	No Data																		
4	1.18E+09	2007-05-01	39.46477	20.58611	1027	0.093483	0	0	No Data	No Data																		
5	1.18E+09	2007-05-01	39.46474	20.58624	1027	0.103197	0	0	No Data	No Data																		
6	1.18E+09	2007-05-01	39.46473	20.58646	1040	0.121388	0	0	No Data	No Data																		
7	1.18E+09	2007-05-01	39.46487	20.58639	1040	0.117794	0	0	No Data	No Data																		
8	1.18E+09	2007-05-01	39.46506	20.58615	1027	0.167228	0	0	No Data	No Data																		
9	1.18E+09	2007-05-01	39.46517	20.58582	1027	0.198592	0	0	No Data	No Data																		
10	1.18E+09	2007-05-01	39.46538	20.58555	1027	0.234444	0	0	No Data	No Data																		
11	1.18E+09	2007-05-01	39.46557	20.58535	1015	0.255286	0	0	No Data	No Data																		
12	1.18E+09	2007-05-01	39.46555	20.58583	1015	0.279159	0	0	No Data	No Data																		
13	1.18E+09	2007-05-01	39.46566	20.58599	1015	0.29421	0	0	No Data	No Data																		
14	1.18E+09	2007-05-01	39.46581	20.58574	1015	0.325734	0	0	No Data	No Data																		
15	1.18E+09	2007-05-01	39.46596	20.58535	996	0.362187	0	0	No Data	No Data																		
16	1.18E+09	2007-05-01	39.46611	20.58523	996	0.382821	0	0	No Data	No Data																		
17	1.18E+09	2007-05-01	39.46615	20.58523	996	0.387304	0	0	No Data	No Data																		
18	1.18E+09	2007-05-01	39.46622	20.58513	996	0.397963	0	0	No Data	No Data																		
19	1.18E+09	2007-05-01	39.46623	20.58533	996	0.400811	0	0	No Data	No Data																		
20	1.18E+09	2007-05-01	39.46624	20.58539	996	0.405834	0	0	No Data	No Data																		
21	1.18E+09	2007-05-01	39.46624	20.58543	996	0.409706	0	0	No Data	No Data																		
22	1.18E+09	2007-05-01	39.46622	20.58542	1015	0.429113	0	0	No Data	No Data																		
23	1.18E+09	2007-05-01	39.46626	20.58574	1015	0.437359	0	0	No Data	No Data																		
24	1.18E+09	2007-05-01	39.46653	20.58542	983	0.478276	0	0	No Data	No Data																		
25	1.18E+09	2007-05-01	39.46666	20.58513	983	0.491118	0	0	No Data	No Data																		
26	1.18E+09	2007-05-01	39.46689	20.58489	983	0.539646	0	0	No Data	No Data																		
27	1.18E+09	2007-05-01	39.46724	20.58463	944	0.584418	0	0	No Data	No Data																		
28	1.18E+09	2007-05-01	39.4674	20.58464	964	0.601895	0	0	No Data	No Data																		
29	1.18E+09	2007-05-01	39.46744	20.58476	964	0.6131061	0	0	No Data	No Data																		
30	1.18E+09	2007-05-01	39.46744	20.58479	964	0.61619	0	0	No Data	No Data																		
31	1.18E+09	2007-05-01	39.46744	20.58495	964	0.62967	0	0	No Data	No Data																		
32	1.18E+09	2007-05-01	39.46766	20.58492	964	0.65438	0	0	No Data	No Data																		
33	1.18E+09	2007-05-01	39.46778	20.58476	964	0.67324	0	0	No Data	No Data																		
34	1.18E+09	2007-05-01	39.46809	20.58431	929	0.724576	0	0	No Data	No Data																		
35	1.18E+09	2007-05-01	39.46812	20.58425	929	0.730845	0	0	No Data	No Data																		
36	1.18E+09	2007-05-01	39.4683	20.58388	907	0.774643	0	0	No Data	No Data																		
37	1.18E+09	2007-05-01	39.46852	20.58365	907	0.802812	0	0	No Data	No Data																		
38	1.18E+09	2007-05-01	39.46884	20.58375	890	0.838333	0	0	No Data	No Data																		
39	1.18E+09	2007-05-01	39.46905	20.58396	911	0.860693	0	0	No Data	No Data																		
40	1.18E+09	2007-05-01	39.46942	20.58351	870	0.930934	0	0	No Data	No Data																		

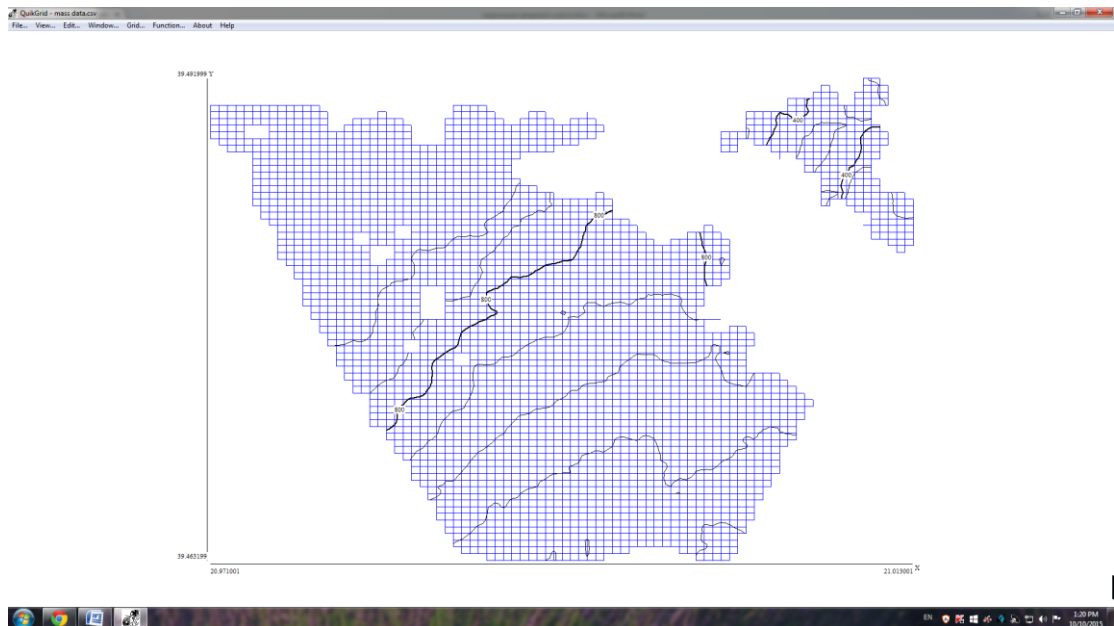
Σχήμα 4.4: Αρχείο Excel με τα δεδομένα από το πρόγραμμα TCX Converter.

Στο παρόν αρχείο διαγράφονται οι στήλες A, B, F, G, H, I και J καθώς και η πρώτη γραμμή. Μετά ο χρήστης αντιμεταθέτει τις στήλες A και B και αποθηκεύει το αρχείο.

Δημιουργία τοπογραφικού χάρτη με τη χρήση του λογισμικού QuikGrid.

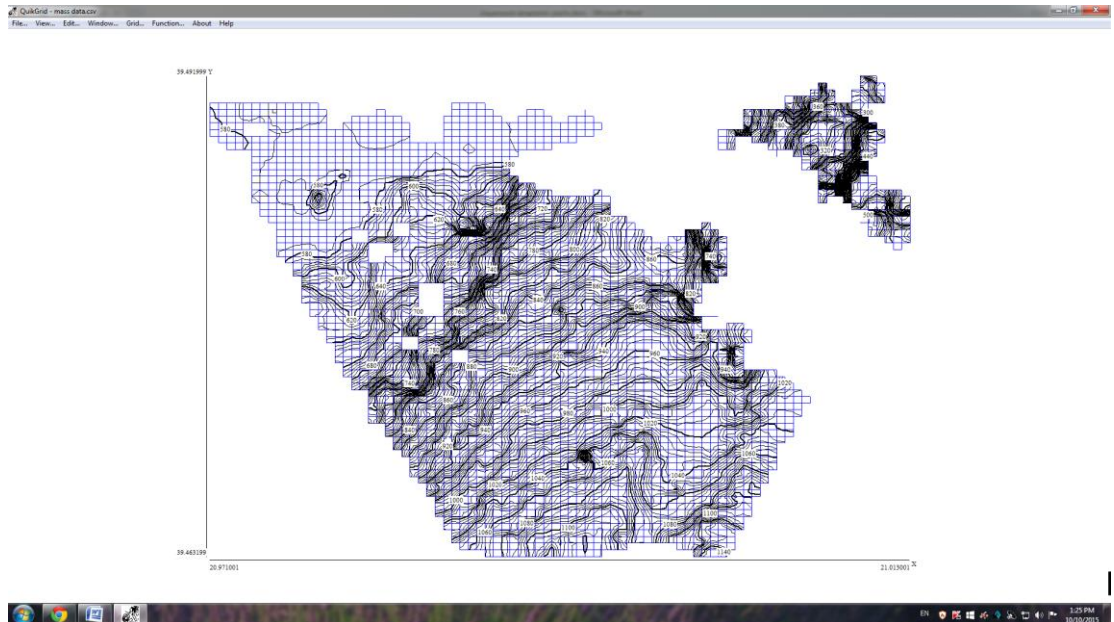
Το QuikGrid είναι ένα πρόγραμμα το οποίο μπορεί να αντλήσει τα δεδομένα του από αρχεία όπως το excel, το notepad κτλ. Σαν πρόγραμμα συνδυάζει όλα τα σημεία που έχουν τον ίδιο υψόμετρο και δημιουργεί γραμμές που διαπερνούν αυτά τα σημεία (ισοϋψείς). Μετά μέσω αλγορίθμων που διαθέτει δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να κάνει τροποποιήσεις με σκοπό να έχει το αποτέλεσμα που επιθυμεί. Έτσι μπορεί να δημιουργήσει ενδιαμέσες διαβαθμίσεις ο χρήστης και να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια σε ισοϋψείς. Μπορεί ακόμα να μετατρέψει τα δεδομένα του σε αρχείο που μπορεί να μεταφορτωθεί στο πρόγραμμα AutoCAD. Και το σημαντικότερο το πραγματοποιεί μετατρέποντας τις ισοϋψείς σε 3d polylines που είναι εύκολα επεξεργάσιμες.

Αφού κατέβει και εγκατασταθεί το λογισμικό QuikGrid φορτώνονται τα δεδομένα από το excel που δημιουργήθηκε μέσω των επιλογών File... μετά input scattered data points και input metric data points. Θα εμφανιστεί η ακόλουθη μορφή του σχήματος 4.5.



Σχήμα 4.5: Η πρώτη εικόνα τοπογραφικού χάρτη στο πρόγραμμα QuikGrid.

Στη συνέχεια θα βελτιωθεί ο χάρτης έτσι ώστε να είναι πιο εύχρηστος για την περιοχή μελέτης. Έτσι από τις επιλογές edit και contour intervals and labels θα επιλεγεί οι ισοϋψείς να εμφανίζονται ανά 20 μέτρα στην περιοχή distance between label bolt lines παίρνοντας τη μορφή του σχήματος 4.6.

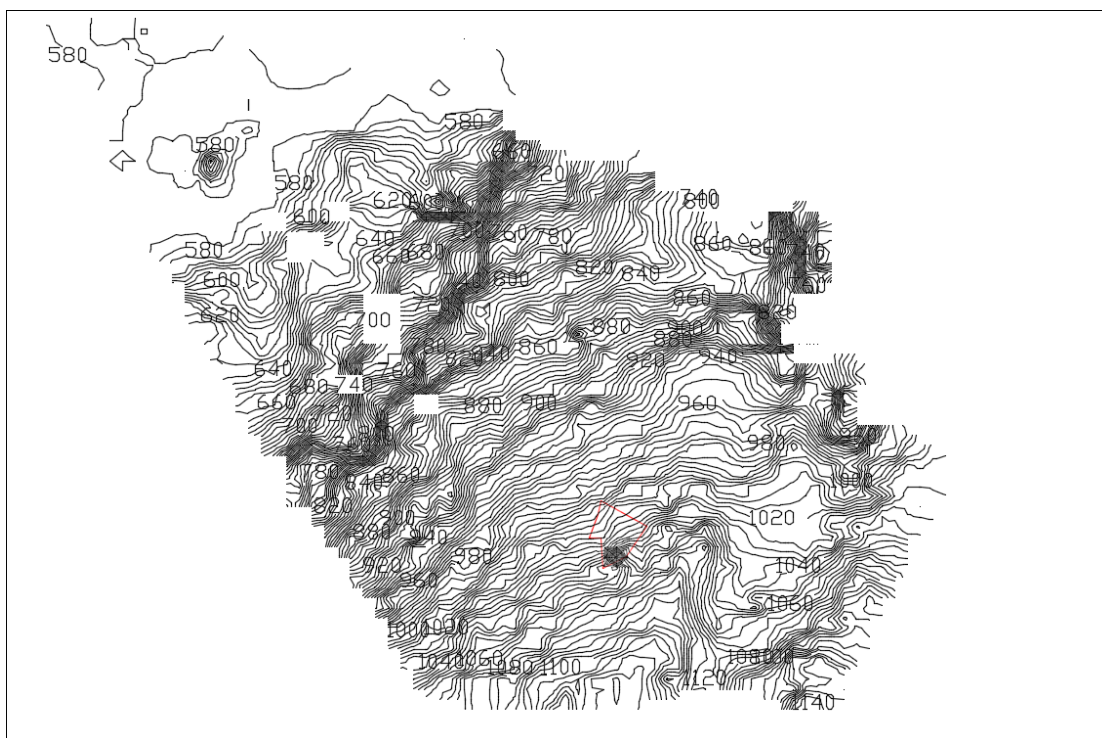


Σχήμα 4.6: Τοπογραφικός χάρτης της υπό εξέταση περιοχής με ισοϋψής των 20 m.

4.2.3 Σύνθεση ψηφιακού χάρτη στο Autocad

Μετά δημιουργείται το αρχείο που θα εισαχθεί στο autocad με δύο ακόμα επιλογές. Αρχικά επιλέγεται στο edit και output options η επιλογή use polylines for DXF output και μετά file και export a DXF file και αποθηκεύεται με όνομα της

επιλογής του χρήστη. Τώρα ανοίγοντας το πρόγραμμα autocad αποδίδεται η ακόλουθη μορφή του σχήματος 4.7.



Σχήμα 4.7: Ο τοπογραφικός χάρτης στο AutoCAD.

Οι συντεταγμένες του λατομείου που φαίνεται εισήχθησαν μέσω μικρής επεξεργασίας στο excel με την μετατροπή των συντεταγμένων από μοίρες, λεπτά και δευτερόλεπτα σε δεκαδικούς αριθμούς και την εισαγωγή της τελευταίας στήλης μέσω μιας polyline. Ακολουθεί το αρχείο excel (σχήμα 4.8).

Συντεταγμένες, Microsoft Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View

Calibri 11 A Bold Italic Underline Text Background Color Merge & Center Wrap Text

General Conditional Formatting Number Styles

Normal Bad Good Neutral Calculation Check Cell Exploratory Input Linked Cell Note

Insert Delete Format Clear Find & Select Editing

M23

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1				EGSA B7																					
2		X	Y		X,Y																				
3	A	241325.8493	4373001.308	241325.849302,4373001.308024	A	39	28	13.33	20	59	40.99	A	20.99472944	39.47036944	20.994729444444,39.470369444444										
4	B	241174.6292	4373118.017	241174.629222,4373118.017058	B	39	28	16.95	20	59	34.5	B	20.99291667	39.471375	20.992916666667,39.471375										
5	Γ	241163.1015	4373058.146	241163.1015,4373058.145733	Γ	39	28	14.99	20	59	34.11	Γ	20.99280833	39.47083056	20.992808333333,39.470830555556										
6	Δ	241129.4589	4372959.881	241129.458984,4372959.880993	Δ	39	28	11.77	20	59	32.84	Δ	20.99245556	39.46993611	20.992455555556,39.469936111111										
7	E	241170.7531	4372958.489	241170.753081,4372958.488881	E	39	28	11.77	20	59	34.57	E	20.99293611	39.46993611	20.992936111111,39.469936111111										
8	Z	241172.719	4372823.789	241172.718987,4372823.788056	Z	39	28	7.41	20	59	34.84	Z	20.99301111	39.468725	20.993011111111,39.468725										
9	H	241251.4271	4372872.186	241251.427062,4372872.186076	H	39	28	9.06	20	59	38.06	H	20.99305556	39.46918333	20.993055555556,39.469183333333										
10	Θ	241325.8493	4373001.308	241325.849302,4373001.308024	Θ	39	28	13.33	20	59	40.99	Θ	20.99472944	39.47036944	20.994729444444,39.470369444444										

Ready Sheet1 Sheet2 Sheet3

1

EN 153 W

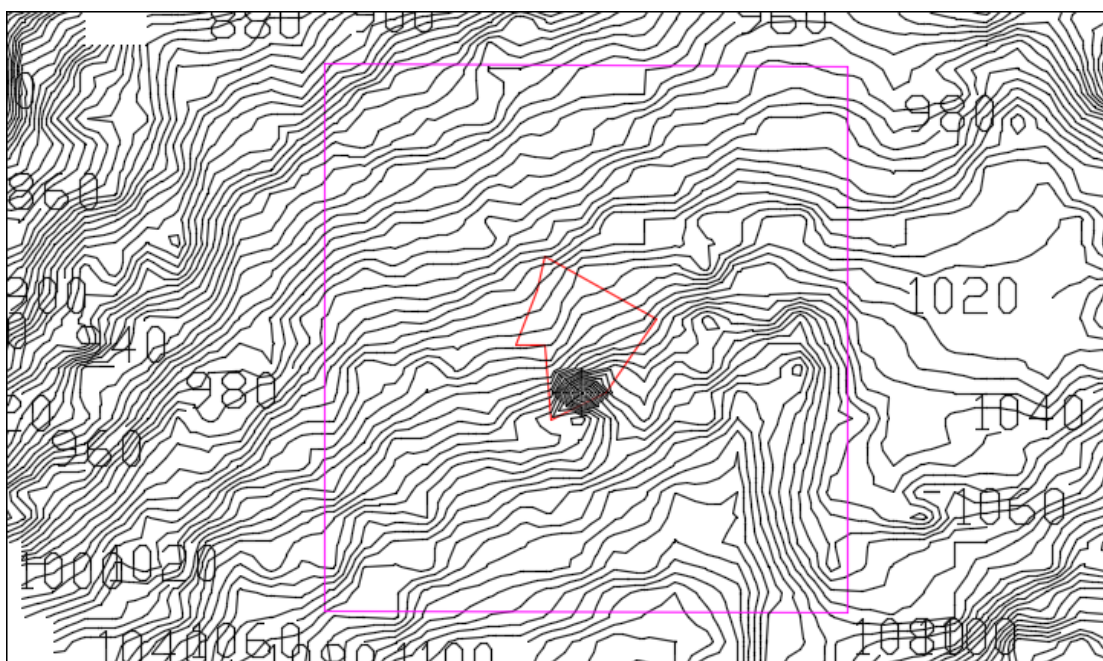
Σχήμα 4.8: Αρχείο excel όπου έγινε η μετατροπή των συντεταγμένων.

4.3 Δημιουργία τρισδιάστατου ανάγλυφου και τρισδιάστατη άποψη του κοιτάσματος

Αρχικά πρέπει στον τοπογραφικό χάρτη του σχήματος 4.7 να μετατραπούν οι 3d polylines διότι βρίσκονται η καθεμία σε διαφορετικό επίπεδο όσον αφορά τον άξονα Z. Συγκεκριμένα ανάλογα με το ύψος της ισοϋψής το QuikGrid δημιουργεί ένα layer για κάθε μία ξεχωριστά και έτσι δημιουργείται το πρόβλημα να μην μπορεί να σχεδιαστεί τίποτα πάνω στο χάρτη. Για την εξάλειψη του προβλήματος χρησιμοποιήθηκε η εντολή flatten η οποία μηδενίζει τον άξονα Z αλλά δίνει και σε όλα τα σημεία τις ίδιες συντεταγμένες. Για να επανέλθει ο χάρτης στην κανονικές του διαστάσεις, χρησιμοποιήθηκε ένας scale factor (συντελεστής κλίμακας) όπου επανάφερε όλα τα σημεία στις κανονικές τους διαστάσεις.

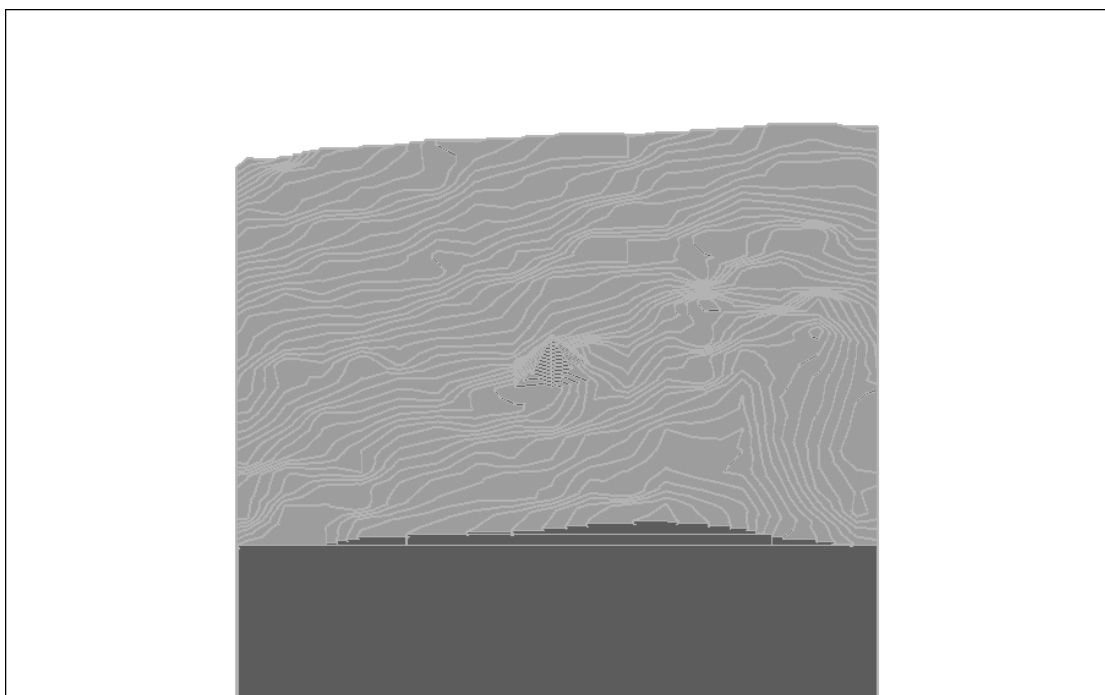
$$s/f = 97756,333$$

Αφού ο χάρτης επανήλθε στις πραγματικές διαστάσεις και πλέον είναι δισδιάστατος μπορεί να αρχίσει η σχεδίαση σε τρισδιάστατο επίπεδο. Επιλέχτηκε μία περιοχή μελέτης καθώς ο χάρτης ήταν πολύ μεγαλύτερος από τα όρια του λατομείου (σχήμα 4.9).



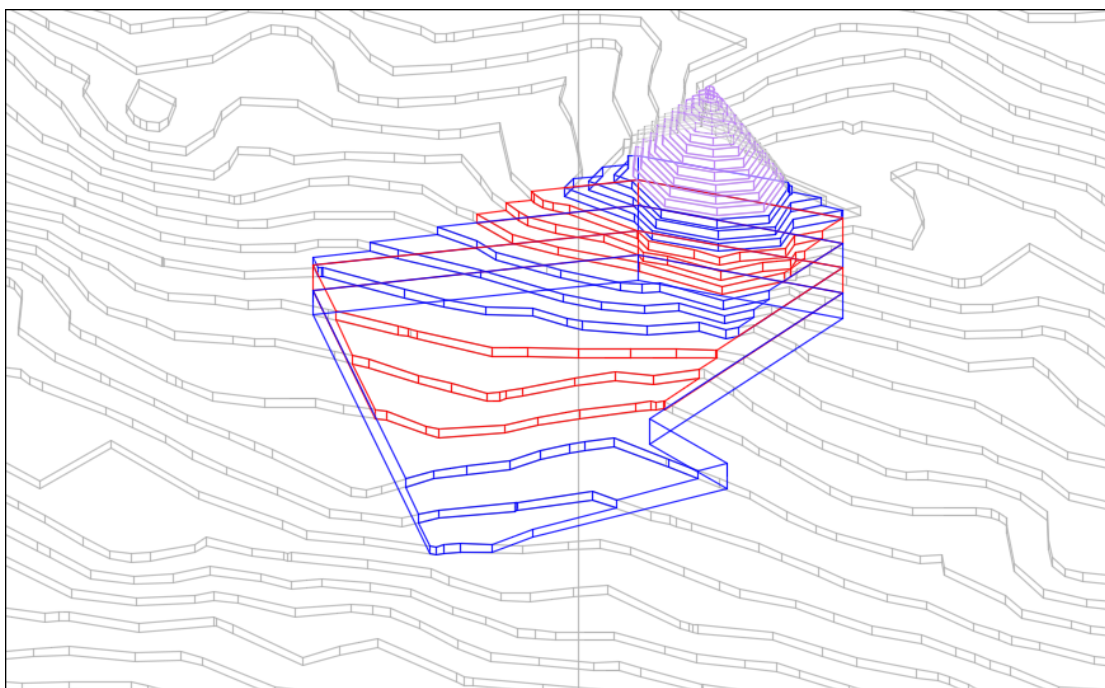
Σχήμα 4.9: Με κόκκινο χρώμα τα όρια του λατομείου και με ιώδες χρώμα τα όρια της περιοχής μελέτης και σχεδίασης.

Έχοντας έτοιμα τα όρια της σχεδίασης δημιουργήθηκε τρισδιάστατη απεικόνιση του εδάφους (σχήμα 4.10).



Σχήμα 4.10: Τρισδιάστατη άποψη του εδάφους της περιοχής μελέτης.

Στη συνέχεια σχεδιάστηκε σύμφωνα με την άδεια τρισδιάστατη απεικόνιση του κοιτάσματος με μορφή 3d solid έτσι ώστε να μπορεί να υπολογιστεί ο όγκος (σχήμα 4.11).



Σχήμα 4.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κοιτάσματος με διαφορετικά χρώματα ανά 12 m (ύψος βαθμίδας) για καλύτερη οπτική παρατήρηση.

Από την τρισδιάστατη απεικόνιση του εδάφους μέσω της εντολής MASSPROP ο μέγιστος όγκος του κοιτάσματος που αναλογεί στο λατομικό χώρο είναι 614.365 m^3 . Ο όγκος αυτός είναι θεωρητικός και στη συνέχεια θα εισαχθούν όλοι οι περιορισμοί σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε.

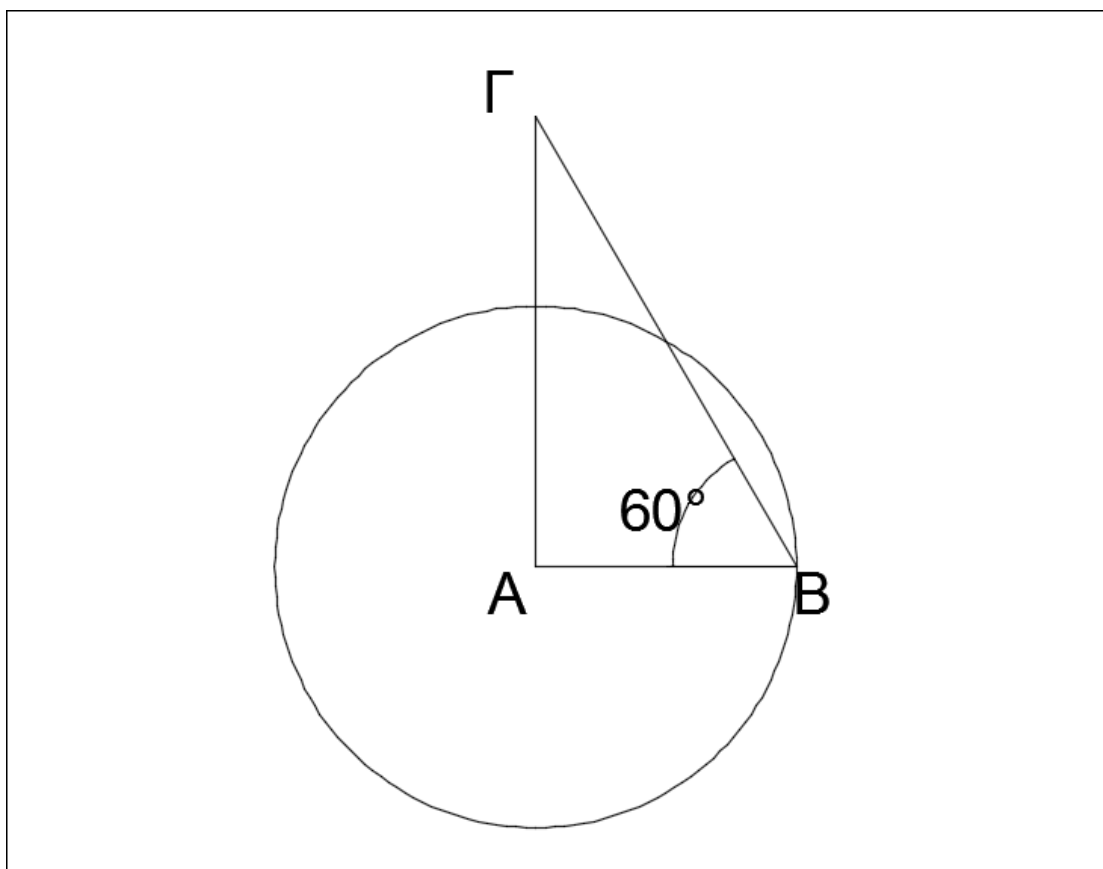
4.4 Καθορισμός των ορίων της εκμετάλλευσης με τη μέθοδο των κύκλων (Αντωνίου 2005)

Πριν ξεκινήσει η ανάπτυξη της μεθόδου αφαιρέθηκαν περιμετρικά στο χώρο του λατομείου 8 m σύμφωνα με το άρθρο 80 του Κ.Μ.Λ.Ε.

Η μέθοδος αυτή υπολογίζει την τελική πλατεία του κοιτάσματος χρησιμοποιώντας κύκλους για την εισαγωγή των περιορισμών. Έτσι σε κάθε σημείο που βρίσκεται στα όρια του λατομικού χώρου πρέπει να δημιουργηθεί ένας κύκλος σύμφωνα με τη σχέση 4.1:

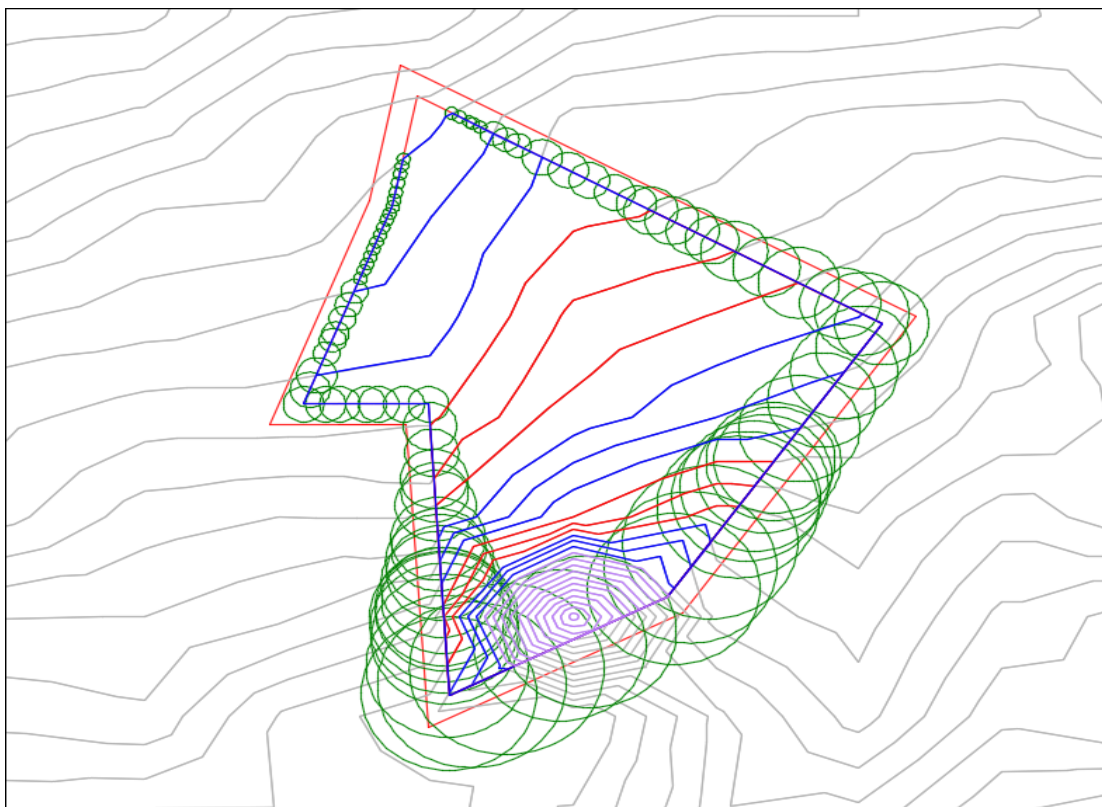
$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \tan 60^\circ = \frac{A\Gamma}{AB} \Leftrightarrow \\ AB &= \frac{A\Gamma}{\tan 60^\circ} \end{aligned} \quad [4.1]$$

Στη σχέση αυτή το Γ είναι ένα τυχαίο σημείο στα όρια του λατομικού χώρου. Το $A\Gamma$ είναι η υψομετρική διαφορά του σημείου από την πλατεία του λατομείου. Η εφαπτομένη είναι 60° διότι τόσο είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε. Έτσι υπολογίζεται η απόσταση AB που είναι και η ακτίνα του κύκλου. Τα παραπάνω γίνονται πιο κατανοητά με το σχήμα 4.12.



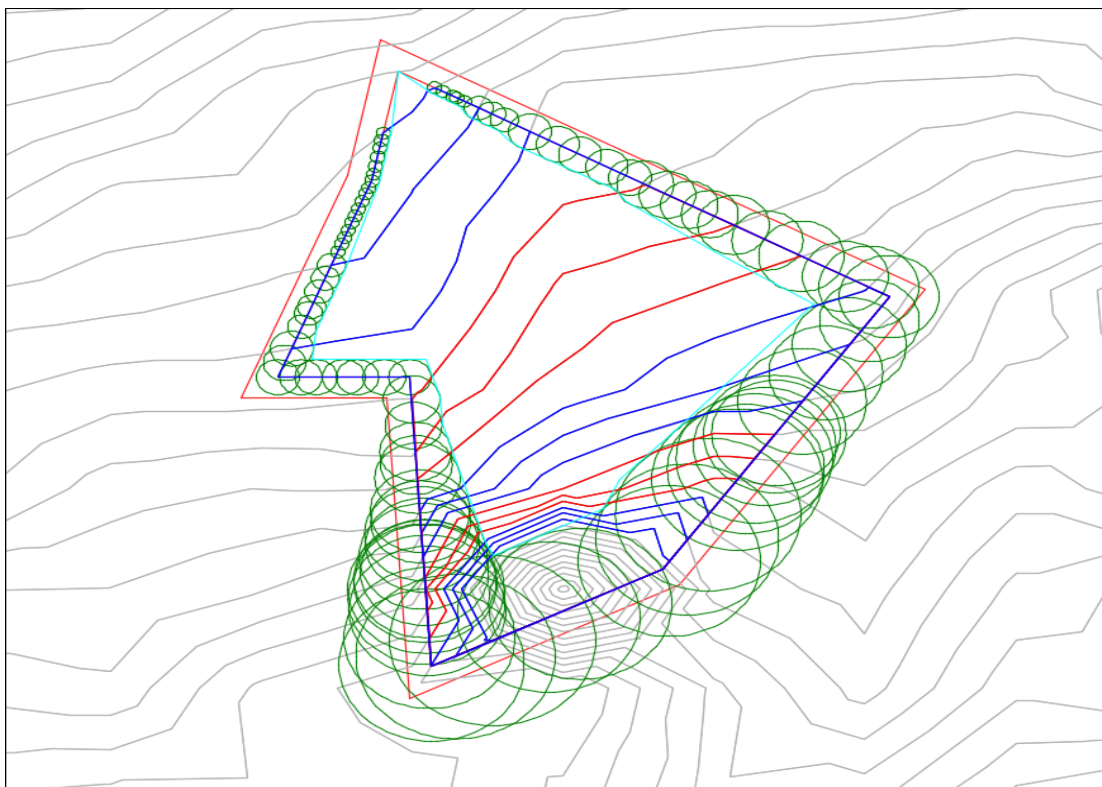
Σχήμα 4.12: Σχηματική αναπαράσταση υπολογισμού των κύκλων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δημιουργούνται κύκλοι στα επιτρεπόμενα όρια του λατομείου παίρνοντας την ακόλουθη μορφή:

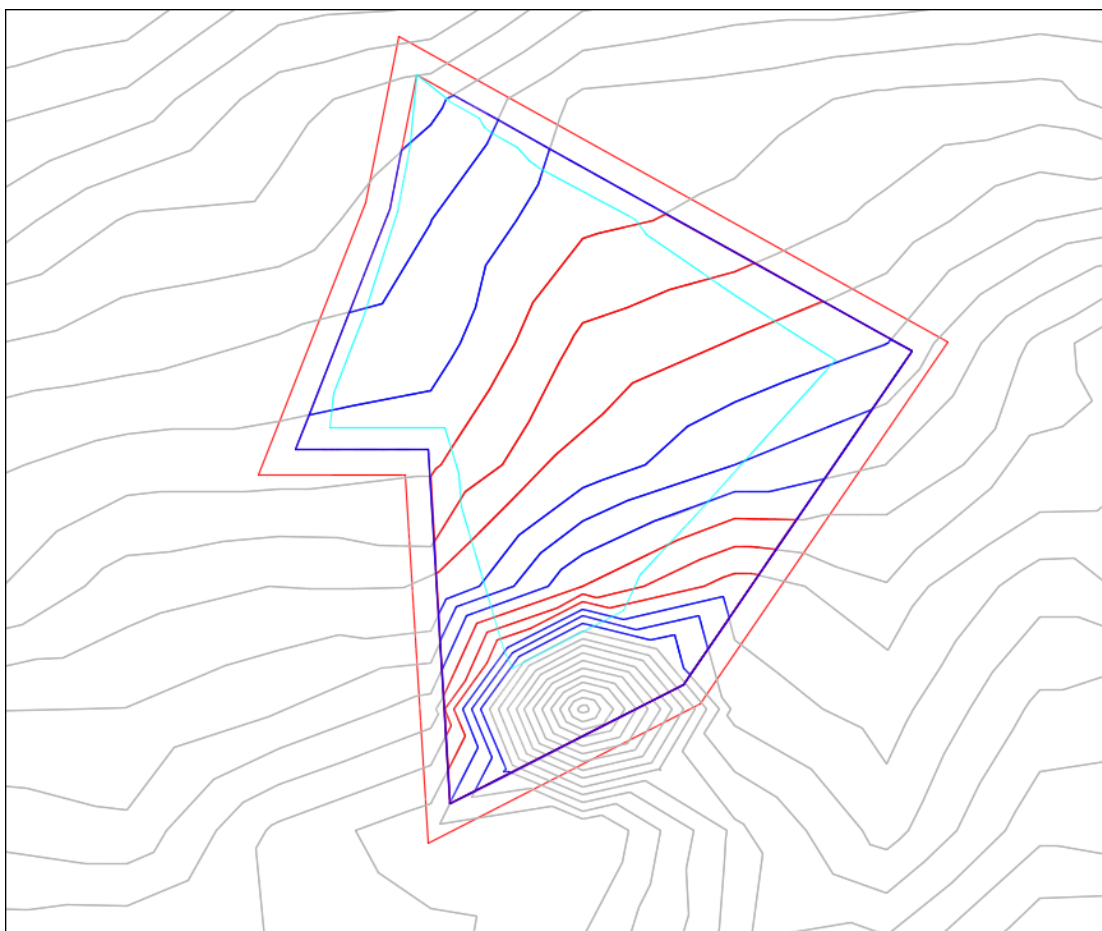


Σχήμα 4.13: Δημιουργία κύκλων για τον προσδιορισμό της πλατείας του κοιτάσματος.

Έχοντας έτοιμους τους κύκλους δημιουργείτε με την εφαπτομένη των κύκλων η τελική πλατεία του κοιτάσματος που βρίσκεται στα 996 m.



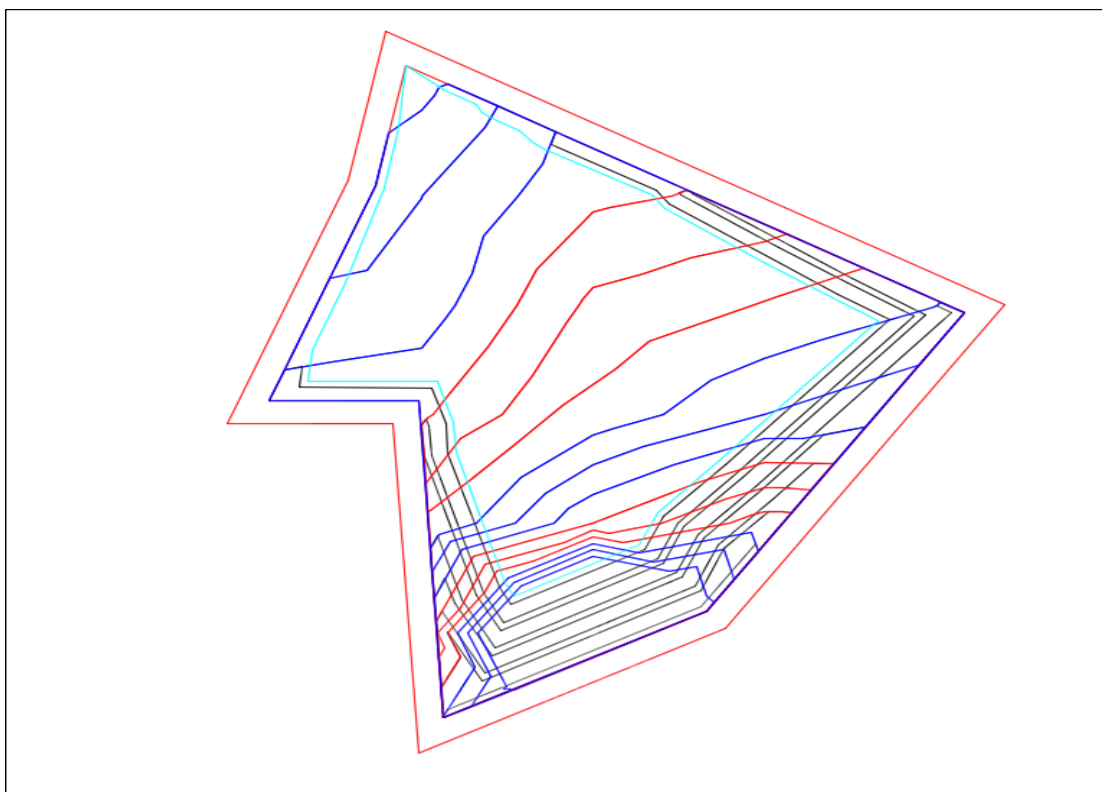
Σχήμα 4.14: Σχηματική αναπαράσταση της εφαπτομένης με γαλάζιο χρώμα.



Σχήμα 4.15: Σχηματική αναπαράσταση της τελικής πλατείας με γαλάζιο χρώμα.

Το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός των τελικών βαθμίδων της εκμετάλλευσης. Η συνολική υψομετρική διαφορά είναι 60 m και δημιουργήθηκαν 5 βαθμίδες των 12 m καθώς έτσι επιτεύχθηκε η κλίση πρανούς να είναι στις 80° μοίρες και η τελική κλίση πρανούς 60° .

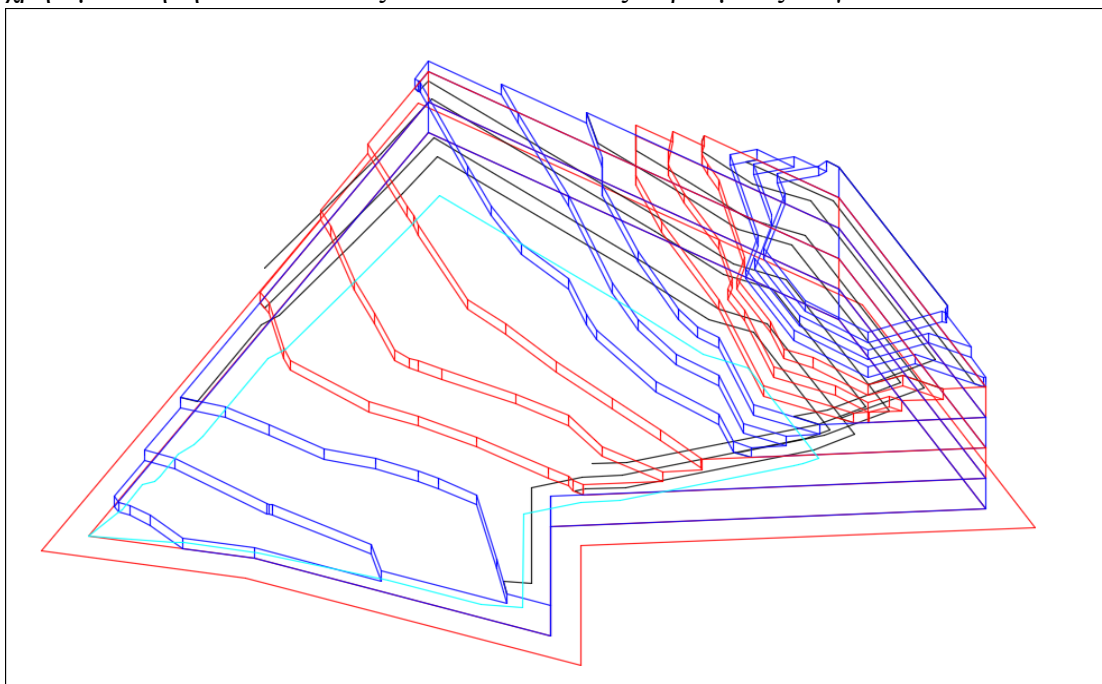
Αρχικά σύμφωνα με το σχήμα 2.7 υπολογίζεται απόσταση 2,2 m από την πλατεία του λατομείου. Πρόκειται για την οριζόντια απόσταση για κλίση πρανούς 80° και ύψος 12 m. Έτσι δημιουργείται το φρύδι της πρώτης βαθμίδας στα 1008 m. Στη συνέχεια αφήνεται απόσταση 4,7 m και εκεί είναι το πόδι της δεύτερης βαθμίδας. Συνεχίζοντας με την ίδια μέθοδο φτάνουμε και στην πέμπτη και τελευταία βαθμίδα που είναι στα 1056 m. Τα παραπάνω γίνονται εύκολα κατανοητά με το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 4.16: Σχηματική αναπαράσταση των βαθμίδων με μαύρο χρώμα.

4.5 Τρισδιάστατος σχεδιασμός των τελικών βαθμίδων και υπολογισμός του απολήψιμου κοιτάσματος.

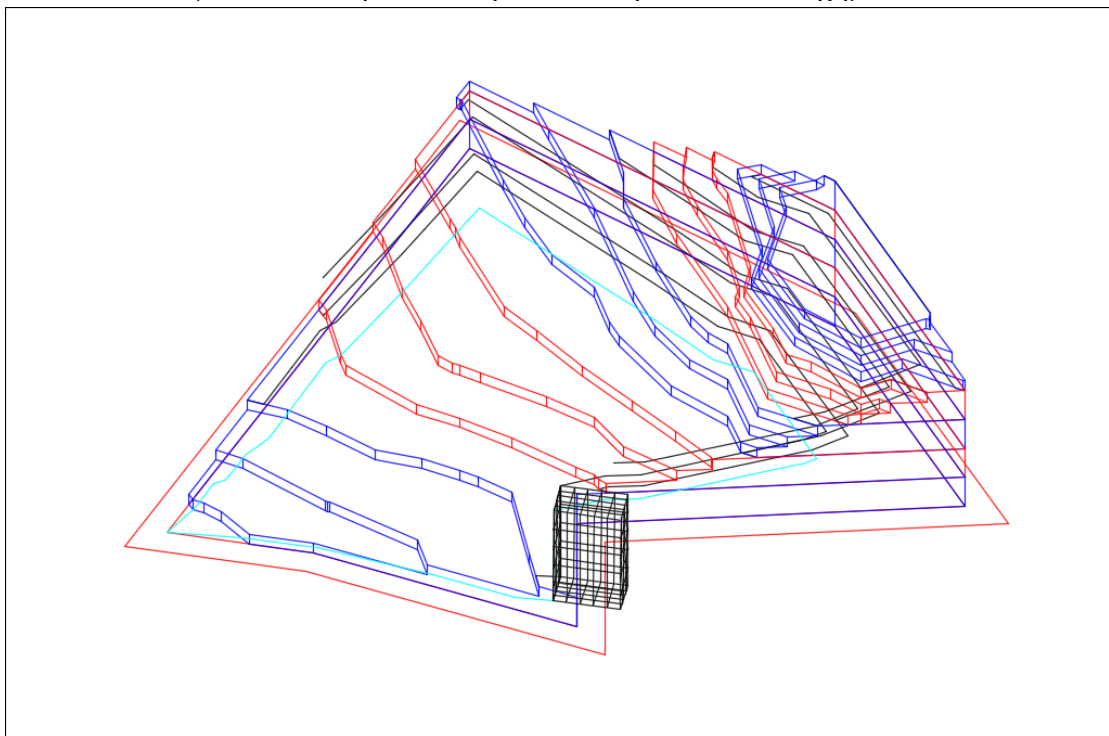
Σε αυτό το στάδιο πρέπει το δισδιάστατο σχήμα 4.16 να μετατραπεί σε τρισδιάστατο και να προστεθούν όλοι οι περιορισμοί των βαθμίδων. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές *extrude* ώστε όλες οι βαθμίδες να γίνουν 3d solid.



Σχήμα 4.17: Σχηματισμός τρισδιάστατων βαθμίδων με την εντολή *extrude* (περιστροφή κατά 90° μοίρες δυτικά για καλύτερη απεικόνιση).

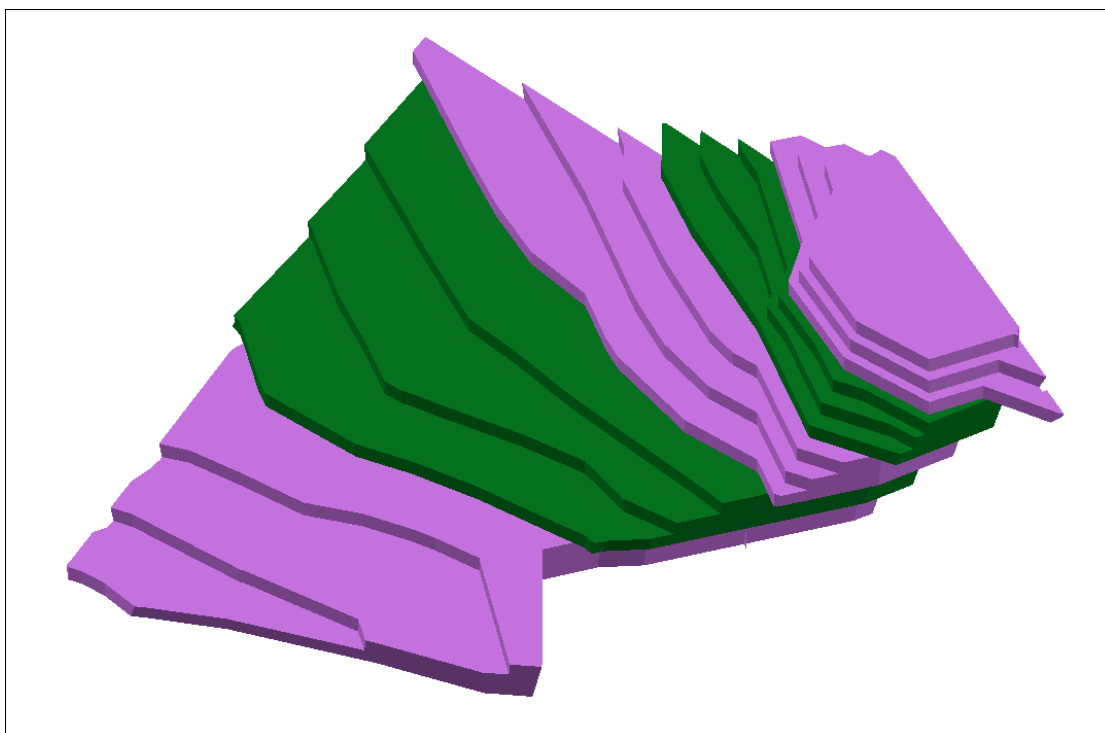
Αυτές είναι οι βαθμίδες του λατομείου που καταλαμβάνουν το μέγιστο όριο του λατομείου. Πρέπει λοιπόν να αφαιρεθούν οι όγκοι που είναι μεν στα όρια του λατομείου αλλά θα αφεθούν ώστε να ικανοποιούνται όλοι οι περιορισμοί του Κ.Μ.Λ.Ε. Έτσι για κάθε βαθμίδα δημιουργούνται επιφάνειες που ορίζονται από το πόδα και το φρύδι της κάθε βαθμίδας. Γίνεται χρησιμοποιώντας συνδυαστικά εντολές. Αρχικά δημιουργούμε μια κλειστή 3d polyline για κάθε ευθύγραμμο τμήμα. Για να μετατραπεί σε επιφάνεια χρησιμοποιείται η εντολή surfpatch. Επιλέγεται η εντολή CUrve και στη συνέχεια επιλέγεται η 3d polyline. Έτσι η 3d polyline μετατρέπεται σε επιφάνεια. Η επιφάνεια μετατρέπεται σε όγκο με την εντολή thicken και δίνοντας μία μεγάλη τιμή (αρνητική ή θετική γιατί με κάθε περιστροφή του σχήματος αλλάζουν οι άξονες) με σκοπό ο όγκος που θα δημιουργηθεί να διαπεράσει τον όγκο της βαθμίδας. Στη συνέχεια αφαιρείτε ο όγκος που δημιουργήθηκε με την εντολή subtract.

Για να γίνουν αντιληπτά τα παραπάνω παρατίθεται το σχήμα 4.18.



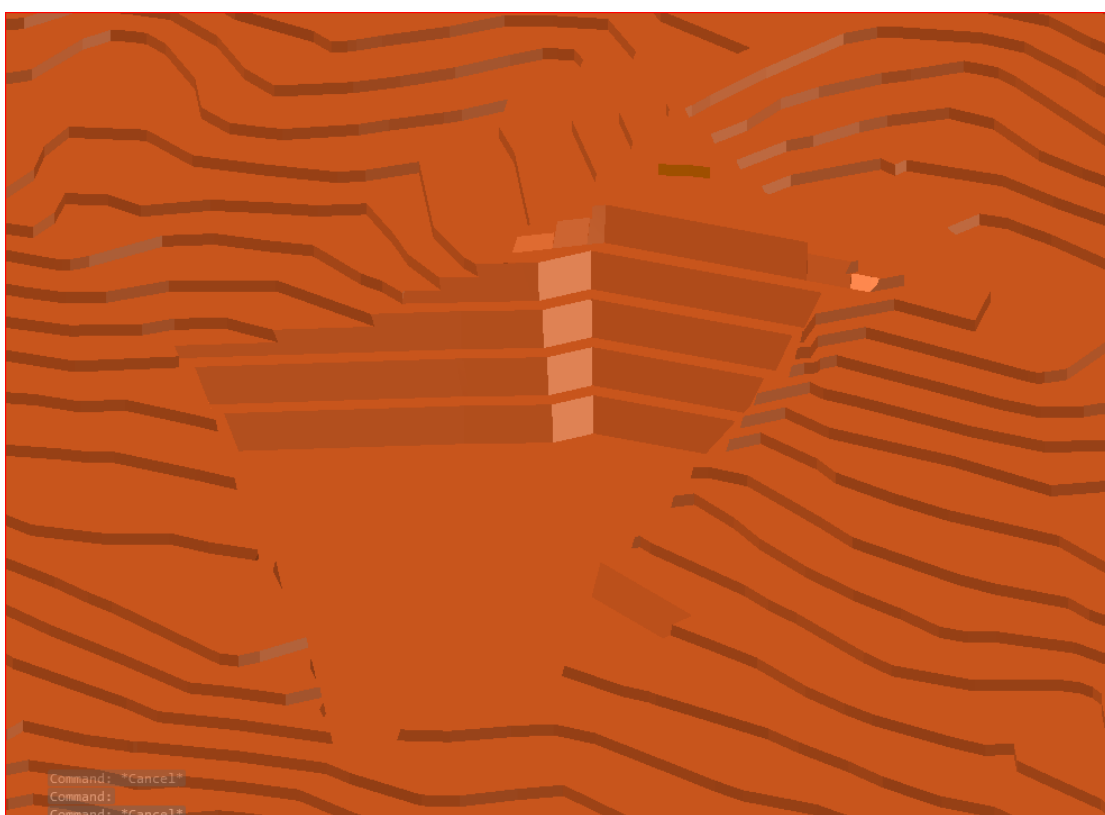
Σχήμα 4.18: Παράδειγμα δημιουργίας όγκου που θα αφαιρεθεί για το τελικό σχεδιασμό των βαθμίδων.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται περιμετρικά για κάθε βαθμίδα και δημιουργούνται έτσι οι τελικές βαθμίδες αλλά και οι τελικοί όγκοι που επιτρέπουν να υπολογιστεί ο καθαρός όγκος του λατομείου.



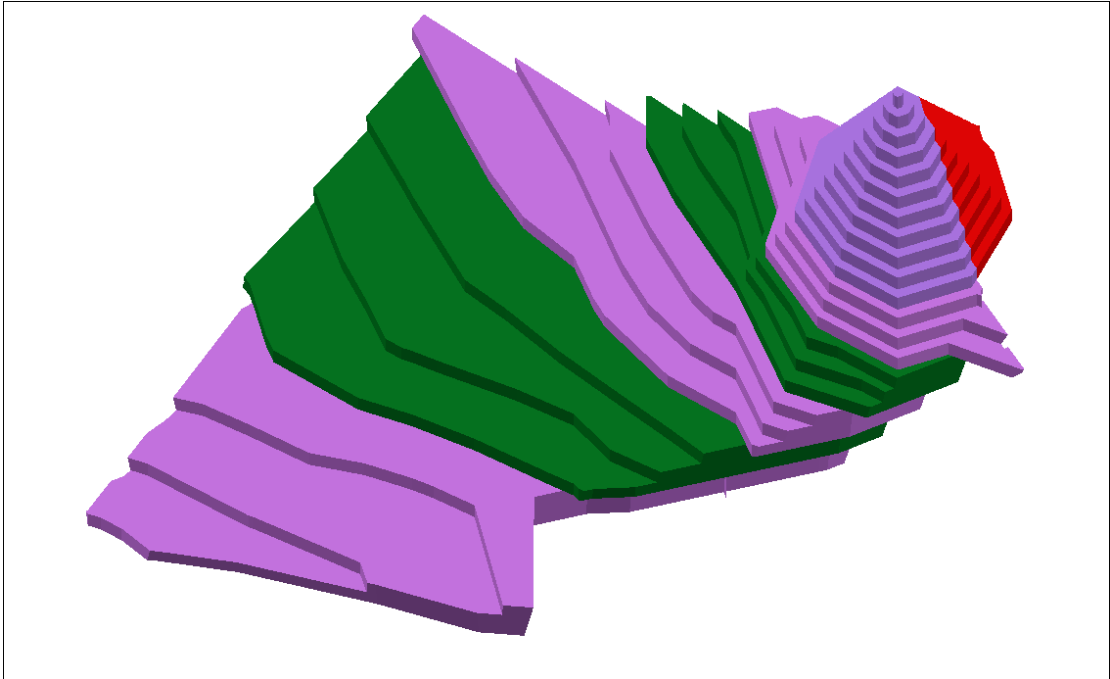
Σχήμα 4.19: Σχηματική αναπαράσταση των απολήψιμων όγκων ανά βαθμίδα.

Αφαιρώντας τους απολήψιμους όγκους από το φυσικό έδαφος δίνεται η τελική μορφή των βαθμίδων.



Σχήμα 4.20: Προβολή των τελικών βαθμίδων πάνω στην επιφάνεια του εδάφους.

Έχοντας τελειώσει με τον τρισδιάστατο σχεδιασμό το μόνο που απομένει είναι ο υπολογισμός του τελικού όγκου του λατομείου. Γίνεται με την εντολή massprop σε όλους τους όγκους του σχήματος 4.19 προσθέτοντας και τους όγκους που θα αφαιρεθούν πάνω από την τελευταία βαθμίδα όπως απεικονίζονται στο σχήμα 4.21. Με σκούρο ιώδες χρώμα απεικονίζεται ο όγκος που είναι εντός του λατομικού χώρου ενώ με κόκκινο ο όγκος που είναι εκτός. Ο συγκεκριμένος όγκος θα αφαιρεθεί γιατί είναι σημαντικό να παραμείνει στατικό το έδαφος μετά το πέρας της εκμετάλλευσης. Έτσι προκύπτει ότι ο τελικός όγκος των αδρανών θα είναι 432.051 m^3 .



Σχήμα 4.21: Σχηματική αναπαράσταση όλων των απολήψιμων όγκων.

Κεφάλαιο 5

Σχεδιασμός ανατινάξεων και βαθμίδων λειτουργίας

5.1 Εισαγωγή

Το σημαντικότερο σε μία εκμετάλλευση είναι ο σωστός σχεδιασμός των έργων προσπέλασης και των βαθμίδων λειτουργίας. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει εκτενής αναφορά των αρχικών εργασιών όσο και των βαθμίδων λειτουργίας. Επίσης θα γίνει ανάλυση των ανατινάξεων τόσο θεωρητικά όσο και για τις ανάγκες του εν λόγω λατομείου. Τέλος θα προσδιορισθεί ο χρόνος ζωής για κάθε στάδιο της εκμετάλλευσης ξεχωριστά και στη συνέχεια θα υπολογιστεί ο χρόνος ζωής της εκμετάλλευσης.

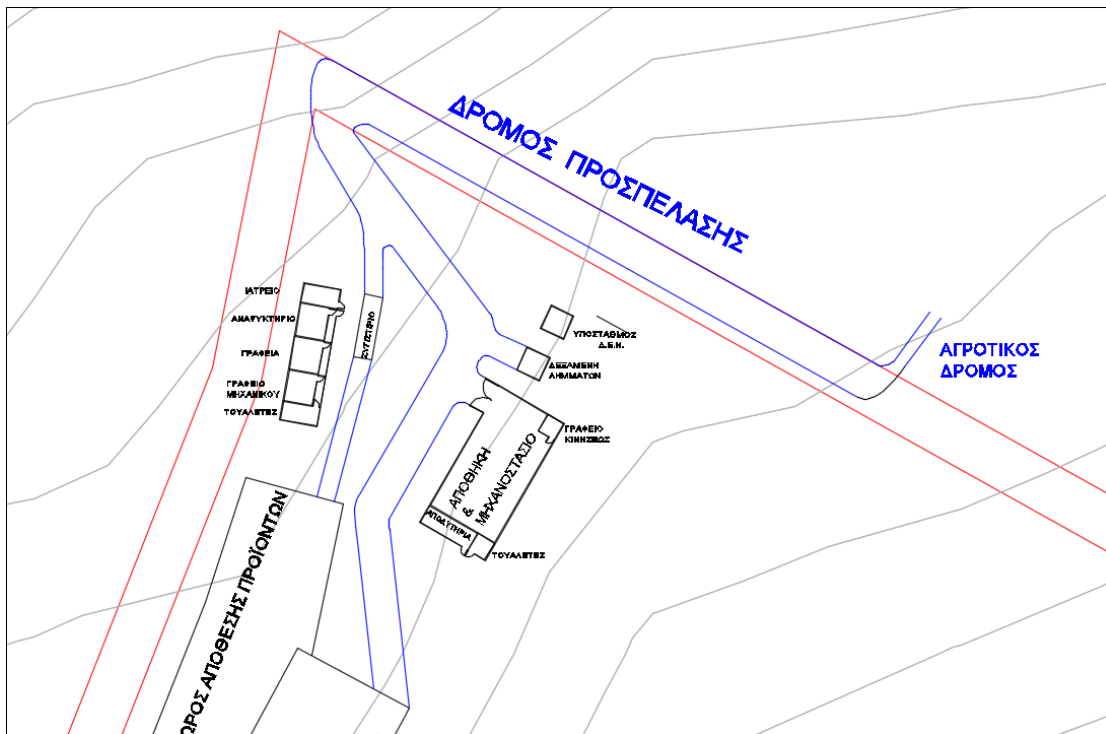
5.2 Σχεδιασμός των έργων προσπέλασης, ανάπτυξης της πλατείας και μόνιμων εγκαταστάσεων

Τα έργα προσπέλασης πρέπει να σχεδιαστούν με γνώμονα την ασφάλεια των εργασιών αλλά και το οικονομικό κόστος. Είναι οι πρώτες εργασίες σε ένα λατομείο και πρέπει να δίνεται έμφαση στις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής. Στη συνέχεια θα παρατεθούν όλα τα έργα προσπέλασης με χρονική σειρά και εκτενής ανάλυση στην υλοποίησή τους.

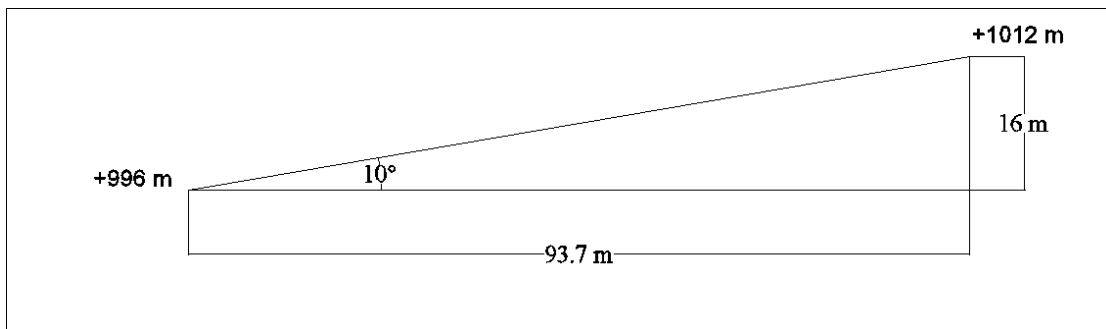
5.2.1 Χάραξη εξωτερικού δρόμου προσπέλασης

Πρόκειται για το δρόμο που θα συνδέει το λατομείο με το οδικό δίκτυο της περιοχής. Ο δρόμος θα πρέπει να έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές όσον αφορά το πλάτος του και την κλίση, διότι θα πρέπει να εξυπηρετεί τόσο τα οχήματα του λατομείου όσο και του προσωπικού που θα εργάζεται σε αυτό. Θα πρέπει να είναι ασφαλτοστρωμένος αν το επιτρέπουν οι συνθήκες, η μέγιστη κλίση του να είναι το πολύ 12° και να έχει καλή αποστράγγιση από τα νερά της βροχής σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει και η κατάλληλη σήμανση σύμφωνα με Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας.

Πιο συγκεκριμένα στο εν λόγω λατομείο πρόκειται να είναι μόνιμο έργο καθότι θα χρησιμοποιηθεί και μετά το πέρας της εκμετάλλευσης. Ο δρόμος συνδέεται με έναν αγροτικό δρόμο και στην κατάληξη αυτού είναι το επαρχιακό οδικό δίκτυο. Ο αγροτικός δρόμος συνδέεται με το δρόμο του λατομείου στο Βορειοανατολικό σύνορο όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.1. Ο δρόμος θα βρίσκεται στην περιοχή που θα αφεθεί από τα 8 m περιμετρικά του λατομείου. Σκοπός του δρόμου προσπέλασης είναι να φτάσει στην πλατεία του κοιτάσματος όπου θα γίνει η αρχική διάνοιξη με σκοπό να εγκατασταθεί ο μόνιμος εξοπλισμός του λατομείου. Ο δρόμος θα έχει πλάτος 6 m για να εξυπηρετεί και τον εξοπλισμό του λατομείου. Στο σχήμα 5.2 διακρίνεται η μήκωτομή του δρόμου. Η κλίση είναι εντός των ορίων και προβλέπεται πολύ μικρός χρόνος για τη διάνοιξη του. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το έδαφος είναι συμπαγές και με μικρή υψομετρική διαφορά.



Σχήμα 5.1: Διακρίνονται ο δρόμος προσπέλασης και ο αγροτικός δρόμος με μπλε χρώμα.



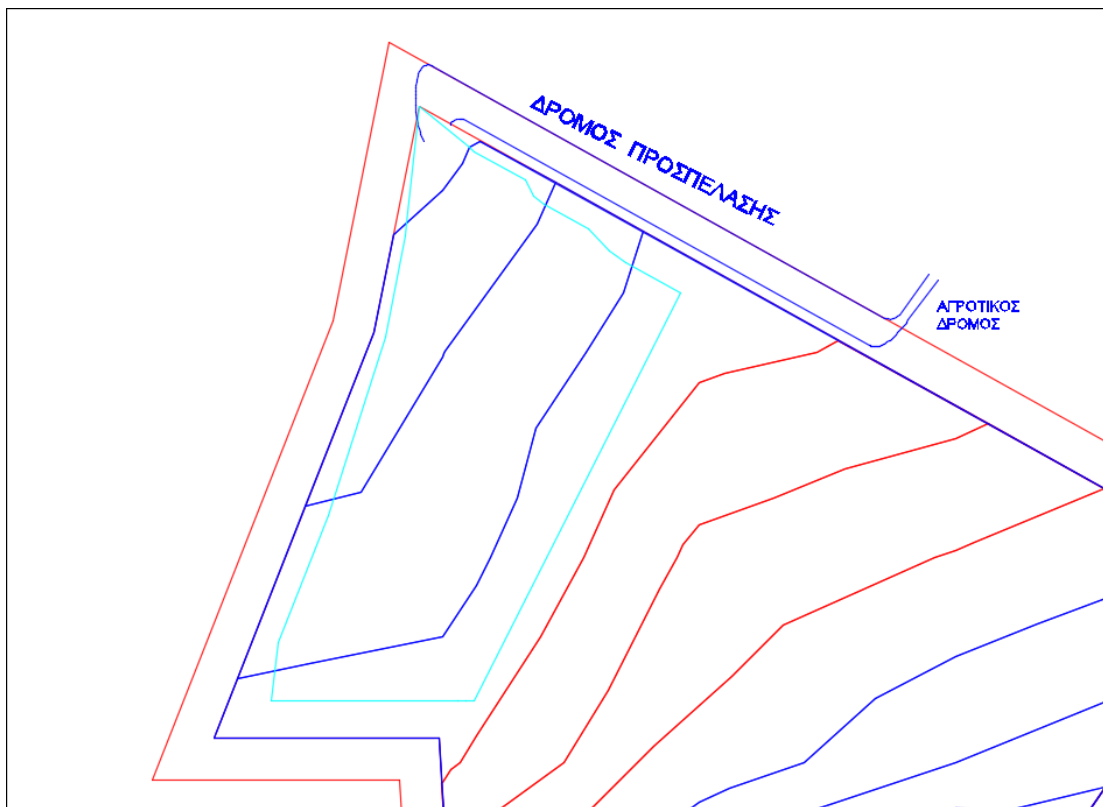
Σχήμα 5.2: Μήκο-τομή του δρόμου προσπέλασης.

5.2.2 Διάνοιξη κύριας πλατείας του κοιτάσματος

Το σημαντικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν όλα τα λατομεία και ειδικά τα καινούργια που δεν έχουν και τη δυνατότητα να κινηθούν εκτός του λατομικού χώρου είναι η διάνοιξη της κύριας πλατείας. Πρέπει να αποκαλυφθεί άμεσα και να έχει ικανοποιητικό χώρο στην πρώτη φάση ώστε να καλύψει τις ανάγκες του μόνιμου εξοπλισμού. Αλλά θα πρέπει και ο εξορυσσόμενος όγκος να είναι μικρός και να υπάρχει η δυνατότητα είτε προσωρινής του αποθήκευσης σε άλλο σημείο του λατομείου είτε να προστεθεί μία μικρή μονάδα σπαστηροτριβείου για την παραγωγή υλικού ποιότητας 3Α. Όπως και να έχει προέχει η ασφάλεια του προσωπικού και του εξοπλισμού καθώς τα πρώτα στάδια είναι και τα πιο επικίνδυνα.

Στο συγκεκριμένο λατομείο είναι δυνατόν να δημιουργηθεί μια αρχική πλατεία η οποία να ικανοποιεί όλες τις ανάγκες του λατομείου σε μόνιμο εξοπλισμό. Οφείλεται στο γεγονός ότι η διαμόρφωση του εδάφους στα χαμηλότερα υψόμετρα είναι ομαλή με μεγάλες επιφάνειες. Έτσι αρχικά θα εξορυχθεί μία αρχική ποσότητα 45.212 m^3 η οποία

θα απελευθερώσει μία επιφάνεια 4.564 m^2 . Όλος ο όγκος μπορεί να αποθηκευτεί προσωρινά στην αμέσως επόμενη βαθμίδα με ασφάλεια και με τη χρήση του δρόμου προσπέλασης.



Σχήμα 5.3: Κάτοψη της αρχικής πλατείας του λατομείου με γαλάζιο χρώμα.

5.2.3 Μόνιμες εγκαταστάσεις του λατομείου

Οι μόνιμες εγκαταστάσεις του λατομείου αποτελούν το βασικότερο κομμάτι στην αρχική φάση της εκμετάλλευσης. Χωρίς αυτές δεν είναι δυνατόν να ξεκινήσει η εκμετάλλευση και αποτελούν ιδιαίτερη ακριβή επένδυση. Η κατασκευή τους και η συντήρησή τους διέπονται από τον Κ.Μ.Λ.Ε. Παρακάτω ακολουθεί ανάλυση των μόνιμων εγκαταστάσεων του εν λόγω λατομείου.

5.2.3.1 Εγκατάσταση υποσταθμού Δ.Ε.Η.

Ο υποσταθμός της Δ.Ε.Η. αποτελεί προτεραιότητα γιατί είναι αναγκαίος για την ανάπτυξη των υπολοίπων κτιρίων. Η εγκατάστασή του θα είναι ένα τετραγωνικό κτίριο πλευράς 4 m. Θα βρίσκεται εντός του λατομικού χώρου και στο βορειανατολικό τμήμα της αρχικής πλατείας. Η θέση επιλέχθηκε με βασικό γνώμονα την ασφάλεια του προσωπικού και την αποφυγή ατυχημάτων. Μετά την κατασκευή του κτιρίου καμία εργασία και κανένα όχημα ή εργαζόμενος δεν θα έχει πρόσβαση στην υπάρχουσα τοποθεσία του κτιρίου. Επίσης η ηλεκτροδότηση στο συγκεκριμένο σημείο είναι εύκολο να γίνει επεκτείνοντας το υπάρχον τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο με λίγους στύλους. Δεδομένου ότι θα βρίσκεται εντός του λατομικού χώρου θα καθυστερήσει τις

υπόλοιπες εργασίες, ενώ παράλληλα θα πρέπει να τοποθετηθούν και οι στύλοι για να γίνει η διασύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Δεδομένου ότι το κτίριο του υποσταθμού θα έχει υψηλές τάσεις προτείνεται να έχει θερμομόνωση και να τοποθετηθεί φράχτης σε απόσταση τουλάχιστον 1 m για την αποφυγή ατυχημάτων.

5.2.3.2 Δημιουργία σπαστηροτριβείου

Ο χώρος του σπαστηροτριβείου θα βρίσκεται στο νότιο κομμάτι της αρχικής πλατείας. Για τις ανάγκες του θα διατεθεί μία έκταση 400 m³. Η πρόσβαση θα γίνεται με μόνιμο δρόμο όπως φαίνεται στο σχήμα. Νοτιοδυτικά αυτής της έκτασης έχει προβλεφθεί χώρος απόθεσης στείρων έκτασης 86 m². Η έκταση είναι μικρή αλλά δεν αναμένονται στείρα καθώς το κοίτασμα είναι επιφανειακό και επίσης έχει αφαιρεθεί υλικό κατά την πρώτη εξόρυξη μαζί με τα στείρα. Για τις ποιότητες που θα παράγονται έχει προβλεφθεί χώρος έκτασης 761 m². Ο χώρος αυτός μπορεί να αυξηθεί αν περισσέψει χώρος από την αρχική έκταση που έχει προβλεφθεί για το σπαστηροτριβείο. Επίσης στο χώρο αυτό θα δημιουργηθεί μικρή εγκατάσταση αερόσφυρας για τη θραύση μεγάλων κομματιών που μπορεί να προκύψουν κατά τη θραύση του υλικού.

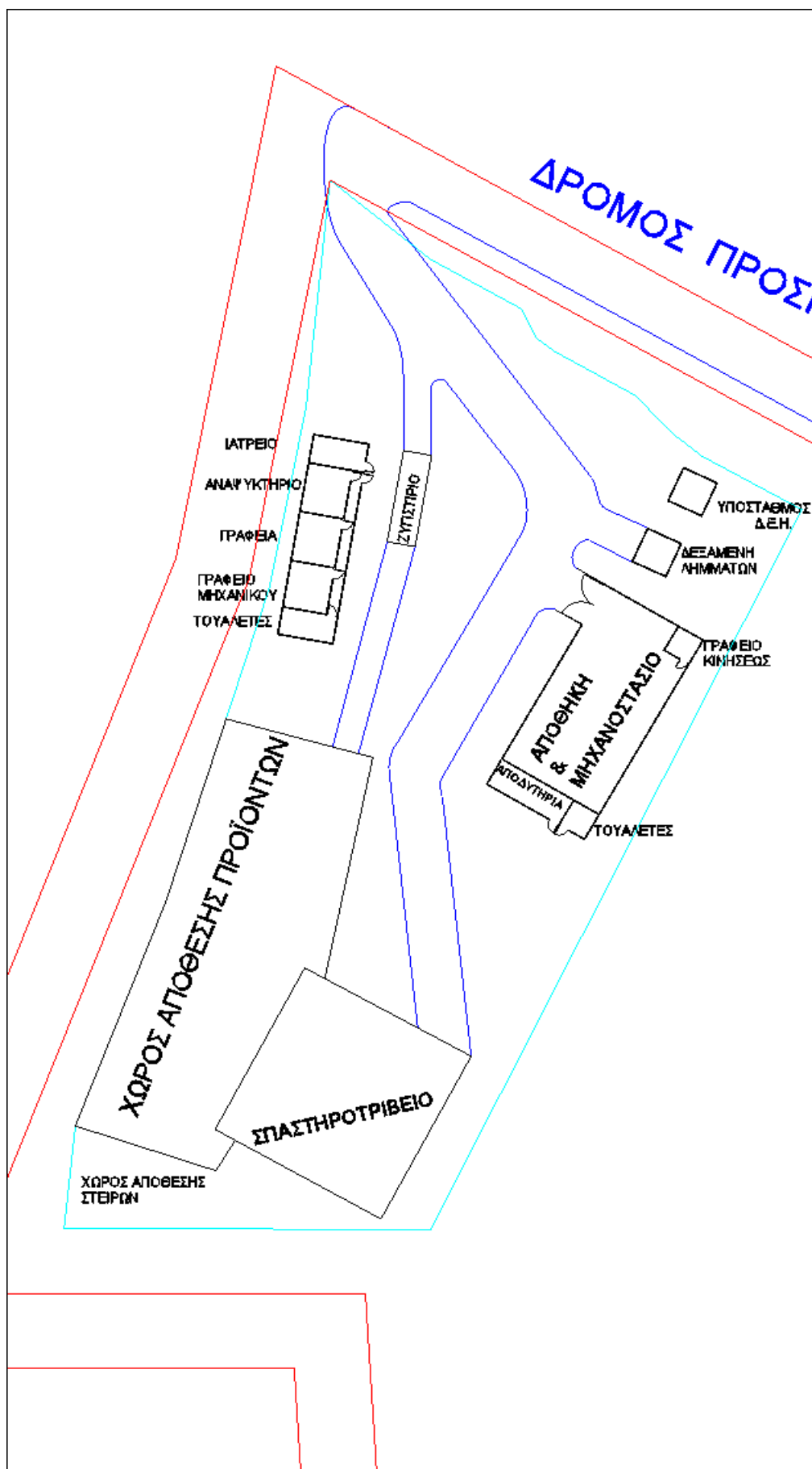
5.2.3.3 Εγκατάσταση ζυγιστηρίου

Το ζυγιστήριο αποτελεί και αυτό σημαντική μόνιμη εγκατάσταση και πρέπει να είναι από τις πρώτες στην κατασκευή τους. Απαιτείται μικρού βάθους εκσκαφή του χώρου και μετά την ολοκλήρωση του ο έλεγχος από τους αρμόδιους φορείς. Κάθε φορτηγό που πρόκειται να κάνει αποστολή έτοιμου υλικού από το λατομείο προς τους χώρους παράδοσης είναι υποχρεωμένο να ζυγίζεται. Πρέπει να έχει συγκεκριμένο βάρος το οποίο ορίζεται από τον κατασκευαστή του φορτηγού και από τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας.

5.2.3.4 Μηχανοστάσιο και λοιπές εγκαταστάσεις προσωπικού

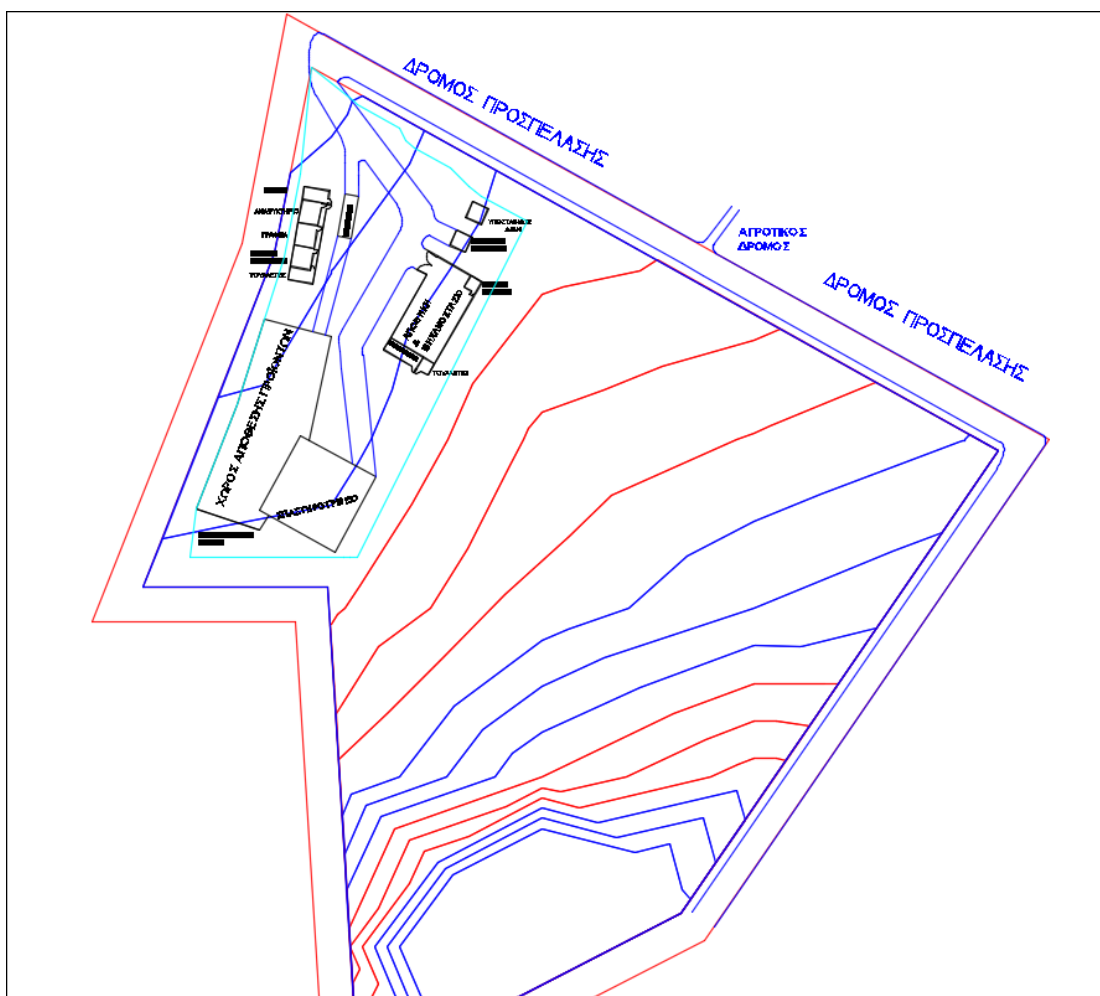
Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω εγκαταστάσεων σειρά έχει το μηχανοστάσιο. Το μηχανοστάσιο θα βρίσκεται στα ανατολικά της αρχικής πλατείας και θα έχει τη δυνατότητα στέγασης του μηχανοκίνητου εξοπλισμού. Επίσης μέσα σε αυτό θα υπάρχει η δυνατότητα συντήρησης του εξοπλισμού του λατομείου. Στα δυτικά του κτιρίου θα υπάρχουν οι τουαλέτες και τα αποδυτήρια του προσωπικού. Στα βόρεια του κτιρίου θα υπάρχει ένας μικρός χώρος δεξαμενής λημμάτων για μη τοξικά μόνο. Τα τοξικά θα αποθηκεύονται σε βαρέλια. Στα δυτικά θα δημιουργηθεί ακόμα ένα κτίριο το οποίο θα στεγάζει τα υπόλοιπα απαραίτητα κτίρια για την ομαλή λειτουργία της επιχείρησης. Θα περιέχει από βόρεια προς νότια το ιατρείο, το αναψυκτήριο, τα γραφεία, το γραφείο του επιβλέπων μηχανικού και στο τέλος τις τουαλέτες.

Στη συνέχεια ακολουθεί το σχήμα 5.4 στο οποίο φαίνονται αναλυτικά όλες οι εγκαταστάσεις που θα δημιουργηθούν:

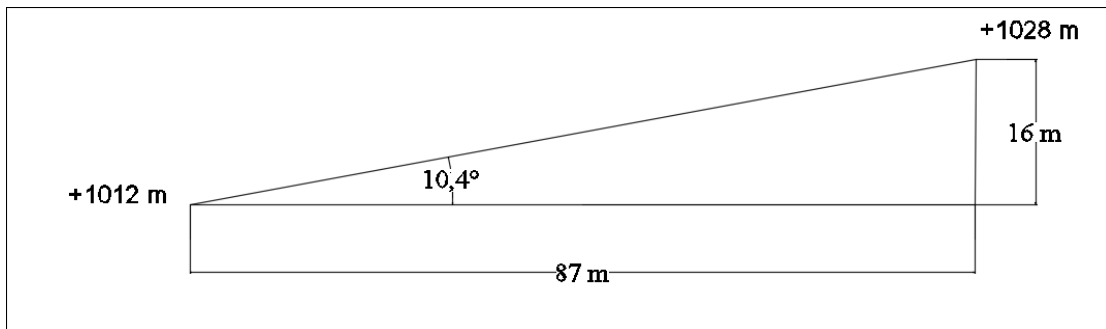


Σχήμα 5.4: Διακρίνονται όλα τα μόνιμα έργα του λατομείου.

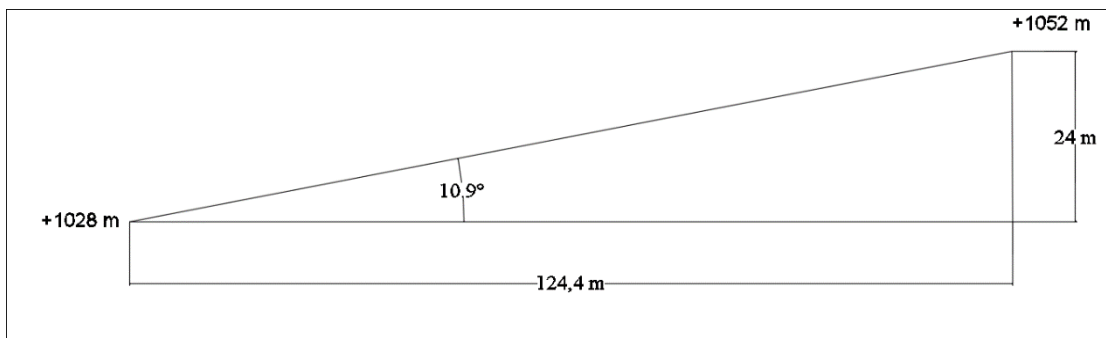
Το τελευταίο έργο προσπέλασης είναι η δημιουργία του εσωτερικού δρόμου προσπέλασης που συνδέει την πλατεία με τα μέτωπα της εκμετάλλευσης. Από το επίπεδο της πλατείας θα καταλήξει αρχικά στο υψηλότερο σημείο του κοιτάσματος για να ξεκινήσει η εκμετάλλευση. Σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε. ο δρόμος θα πρέπει να έχει κλίση το πολύ 12° και πλάτος τουλάχιστον 6 m. Στο συγκεκριμένο λατομείο ο εσωτερικός δρόμος προσπέλασης θα είναι μία επέκταση του εξωτερικού δρόμου προσπέλασης προς τα ανατολικά αρχικά και μόλις φτάσει στα όρια του λατομικού χώρου προς τα δυτικά όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.5:



Στη συνέχεια ακολουθεί η μήκο-τομή για τα δύο τμήματα του δρόμου το ανατολικό σχήμα 5.6 και το δυτικό σχήμα 5.7:



Σχήμα 5.6: Μήκοτομή του ανατολικού τμήματος του δρόμου προσπέλασης.



Σχήμα 5.7: Μήκοτομή του δυτικού τμήματος του δρόμου προσπέλασης.

Στην κατάληξη αυτού του δρόμου υπάρχει ένα εξόγκωμα του κοιτάσματος σχήματος πυραμίδας. Δεν υπάρχει δυνατότητα δημιουργία δρόμου καθώς το ύψος του είναι 48 m. Σε αυτήν τη περίπτωση η μόνη λύση είναι η δημιουργία ράμπας εξόρυξης έτσι ώστε να προσεγγιστεί το υψηλότερο σημείο.

Τα παραπάνω έργα προβλέπεται να ολοκληρωθούν σε διάστημα που θα υπερβαίνει το ένα έτος. Να τονισθεί επίσης ότι θα αποτελέσει το μεγαλύτερο μέρος της επένδυσης του λατομείου η οποία θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

5.3 Σχεδιασμός των βαθμίδων λειτουργίας

Μετά την ολοκλήρωση όλων των έργων προσπέλασης είναι δυνατή η έναρξη της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος. Θα γίνει ανάπτυξη όλων των σταδίων εκμετάλλευσης μέχρι το πέρας αυτής.

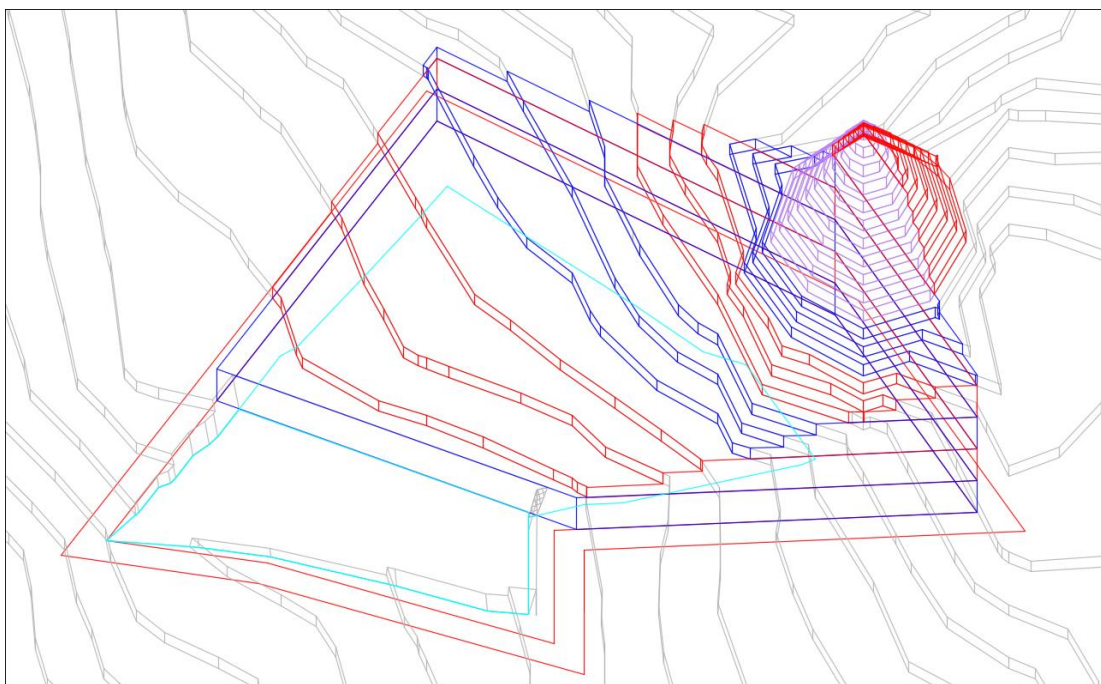
5.3.1 1^ο στάδιο – αξιοποίηση του κοιτάσματος της πλατείας

Η αρχική αξιοποίηση θα ξεκινήσει από το υλικό το οποίο έχει ήδη εξορυχθεί για να δημιουργηθεί η αρχική πλατεία. Αυτό το υλικό έχει αποθηκευτεί προσωρινά στην αμέσως επόμενη βαθμίδα καθώς πρόκειται για αξιοποιήσιμο υλικό και γιατί όλες οι εργασίες πρέπει να γίνονται εντός του λατομικού χώρου. Πρόκειται για όγκο 45.212 m³.

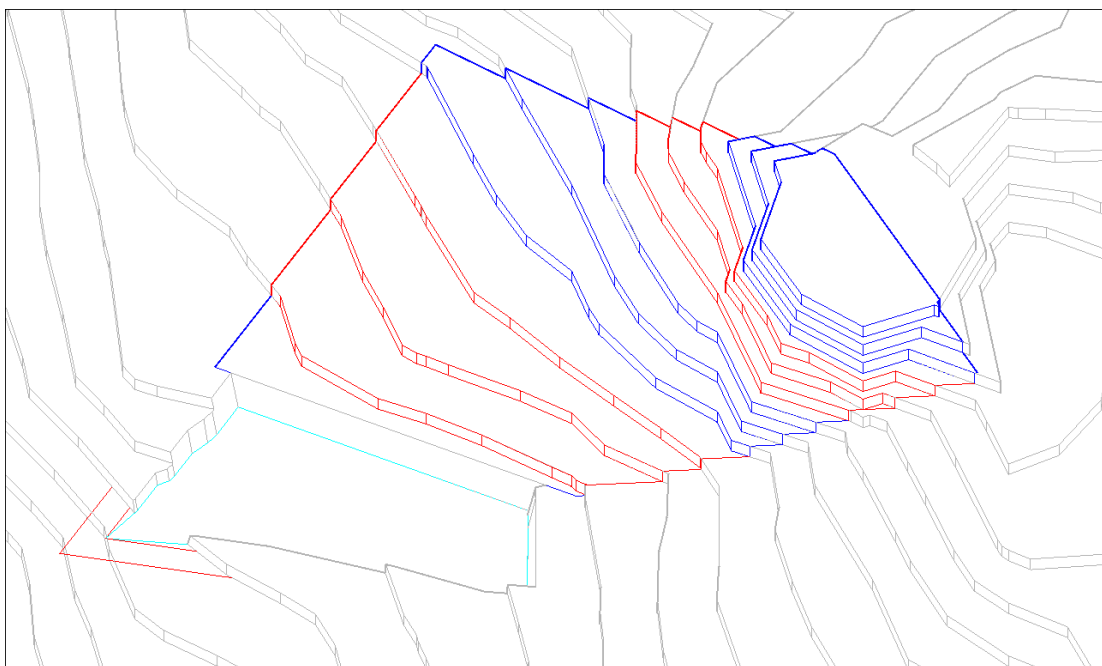
5.3.2 2^ο στάδιο – αναγκαστική απομάκρυνση όγκου

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στο κοίτασμα υπάρχει στην κατάληξη του δρόμου προσπέλασης ένα εξόγκωμα μορφής πυραμίδας. Αυτό πρέπει να αφαιρεθεί εξ ολοκλήρου παρότι ένα τμήμα του βρίσκεται εκτός των ορίων, διότι θα δημιουργηθεί πρόβλημα στατικότητας μετά την αφαίρεση όλου του κοιτάσματος. Επομένως το δεύτερο στάδιο θα είναι στην κατάληξη του δρόμου προσπέλασης να δημιουργηθεί μία ράμπα εξόρυξης. Μετά την ολοκλήρωση της θα ανεβεί ένα φορητό διατρητικό και θα αρχίσει τις ανατινάξεις. Αρχικά λόγω του περιορισμένου χώρου θα γίνουν ανατινάξεις κάθε 4 m. Αυτό θα γίνει τις τρεις πρώτες φορές και στη συνέχεια θα γίνουν άλλες τρεις από 12 m η κάθε μία, καθώς μετά αυξάνει αρκετά ο χώρος και είναι ασφαλές και πιο οικονομικό.

Ο συνολικός όγκος που θα αφαιρεθεί είναι 40.616 m³. Στη συνέχεια ακολουθούν τα σχήματα 5.8 και 5.9 που δείχνουν το πρώτο το φυσικό έδαφος και το δεύτερο το έδαφος μετά την απόληψη του όγκου. Για καλύτερη οπτική παρατήρηση έχει περιστραφεί το λατομείο και το φυσικό έδαφος κατά 90° δυτικά. Με κυανό χρώμα απεικονίζεται η αρχική πλατεία που θα φιλοξενήσει τις μόνιμες εγκαταστάσεις. Από κάτω προς τα πάνω απεικονίζονται οι πέντε βαθμίδες του λατομείου με χρωματική εναλλαγή μπλε και κόκκινο. Στο υψηλότερο σημείο διακρίνεται ο όγκος σχήματος πυραμίδας. Με ιώδες χρώμα εντός του λατομικού χώρου και με κόκκινο εκτός.



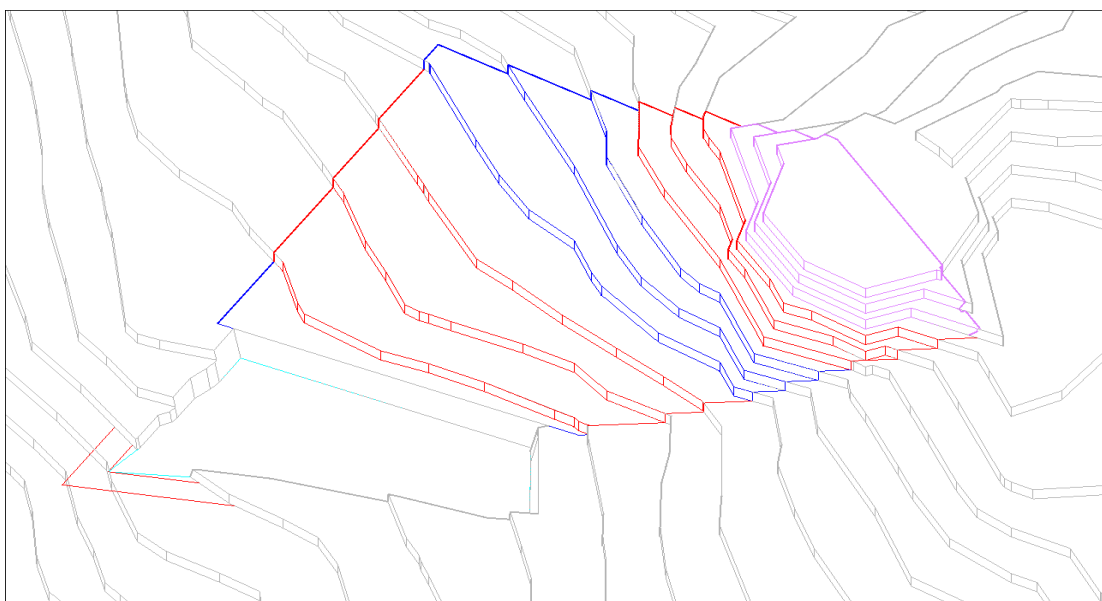
Σχήμα 5.8: Απεικόνιση του λατομικού χώρου πριν την απομάκρυνση του όγκου σχήματος πυραμίδας.



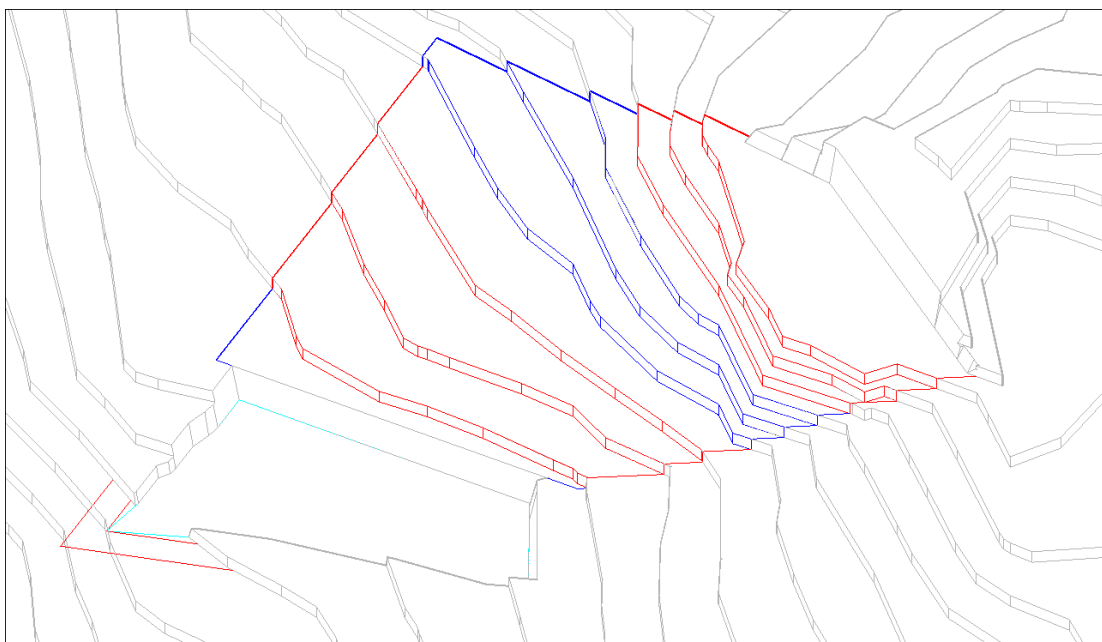
Σχήμα 5.9: Απεικόνιση του εδάφους μετά την απομάκρυνση του όγκου.

5.3.3 3^ο στάδιο – εκμετάλλευση της πρώτης βαθμίδας

Το φρύδι της πρώτης βαθμίδας βρίσκεται στο υψόμετρο των 1056 m και το πόδι της στο υψόμετρο των 1044 m. Για να γίνει η εκμετάλλευση του θα δημιουργηθεί ένας εσωτερικός δρόμος προσπέλασης στα 1044 m δηλαδή στο πόδι της βαθμίδας, που θα χρησιμοποιείται από το φορτωτή και το φορτηγό μεταφοράς. Το διατρητικό θα ανέλθει στο υψόμετρο των 1056 m από τον ήδη έτοιμο δρόμο της προσπέλασης. Η εκμετάλλευση θα γίνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά για δύο λόγους. Πρώτον γιατί είναι εύκολο να δημιουργηθεί εσωτερικός δρόμος προσπέλαση από τον εξωτερικό που βρίσκεται στα όρια του λατομικού χώρου και δεύτερον γιατί στα δυτικά οι κλήσεις είναι πιο απότομες. Ο συνολικός απολήψιμος όγκος είναι 25.647 m³.



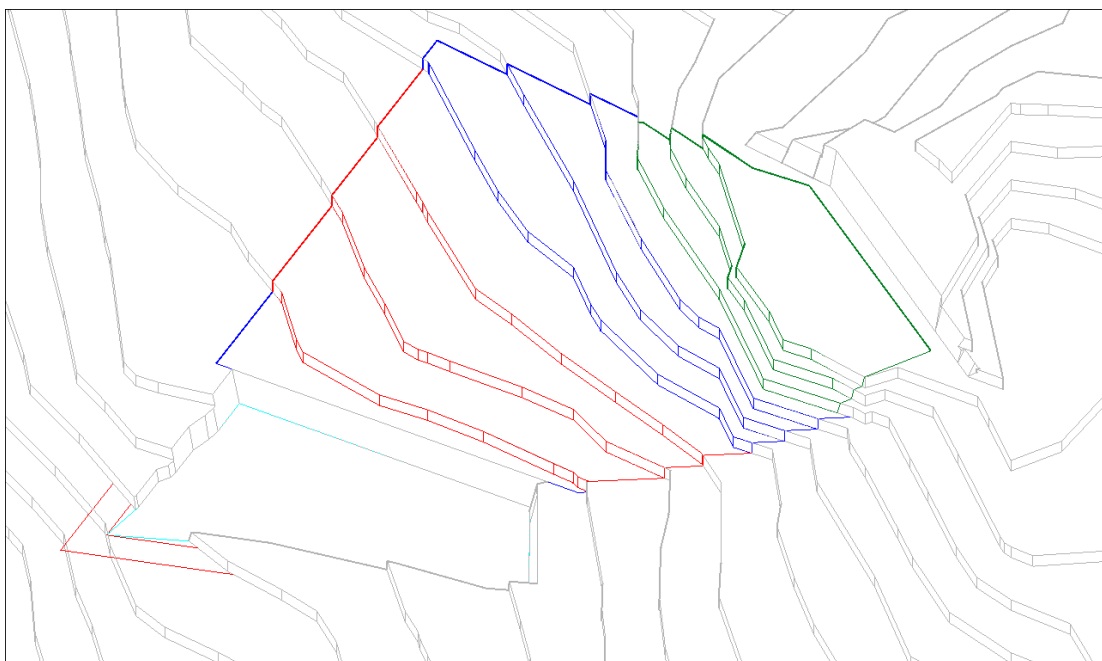
Σχήμα 5.10: Η πρώτη βαθμίδα με ιώδες χρώμα πριν την εκμετάλλευση της.



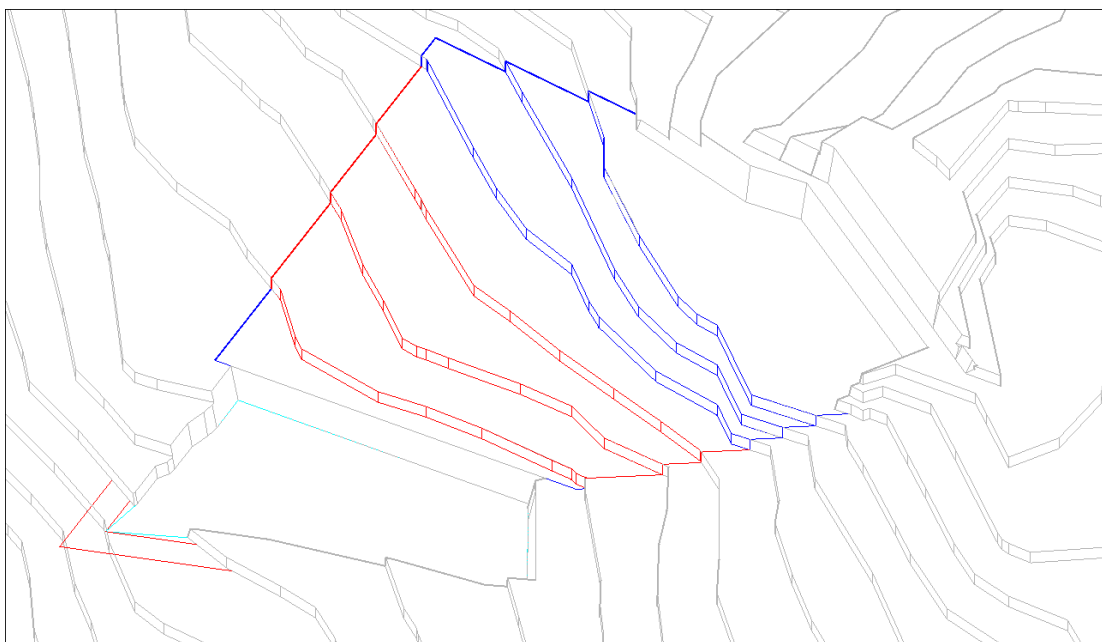
Σχήμα 5.11: Προβολή του φυσικού εδάφους μετά την απομάκρυνση του όγκου της πρώτης βαθμίδας.

5.3.4 4^ο στάδιο – εκμετάλλευση της δεύτερης βαθμίδας

Αμέσως μετά αρχίζει η εκμετάλλευση της δεύτερης βαθμίδας. Το φρύδι της βρίσκεται στα 1044 m και το πόδι της στα 1032 m. Θα ακολουθηθεί το ίδιο μοτίβο με την πρώτη βαθμίδα και θα εκμεταλλευτεί από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Θα δημιουργηθεί εσωτερικός δρόμος προσπέλασης στα 1032 m. Ο συνολικός απολήψιμος όγκος θα είναι 32.401 m³.



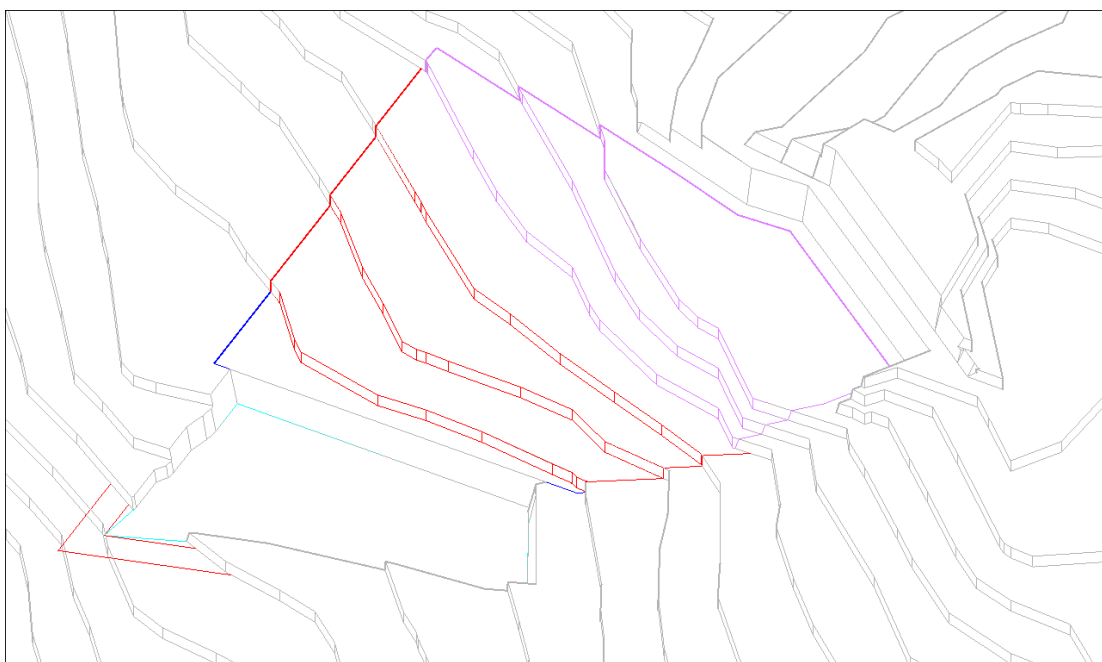
Σχήμα 5.12: Με πράσινο χρώμα ο όγκος της δεύτερης βαθμίδας.



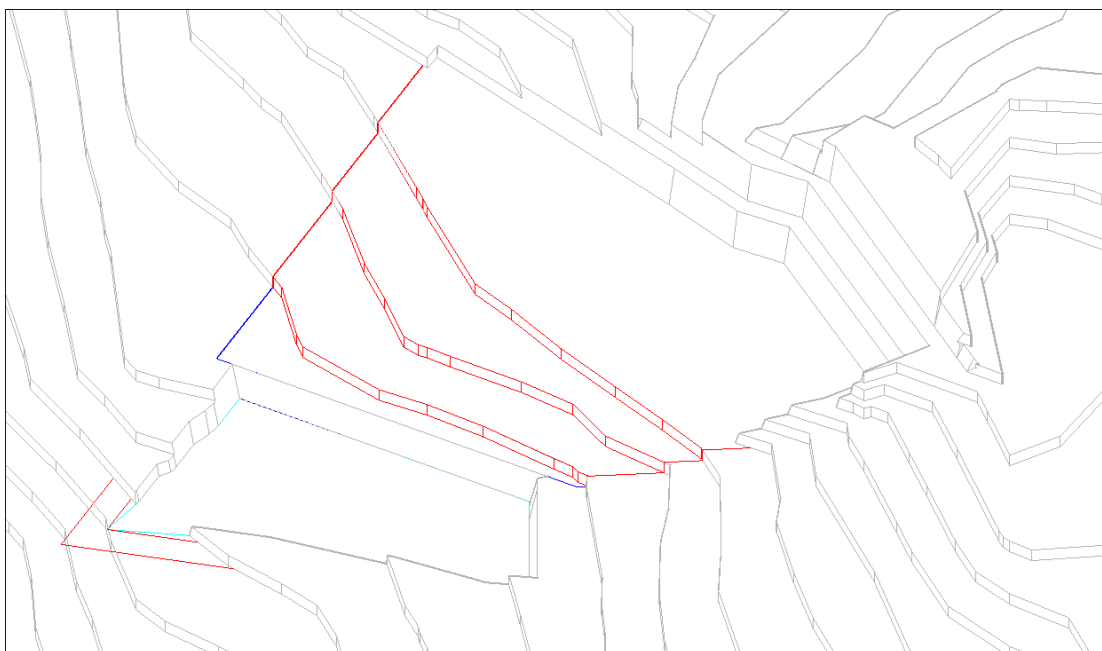
Σχήμα 5.13: Το φυσικό έδαφος μετά την απομάκρυνση της δεύτερης βαθμίδας.

5.3.5 5^ο στάδιο – εκμετάλλευση της τρίτης βαθμίδας

Μετά την ολοκλήρωση της δεύτερης βαθμίδας σειρά έχει η τρίτη βαθμίδα με φρύδι στα 1032 m και πόδι στα 1020 m. Και εδώ η εκμετάλλευση θα γίνει από τα ανατολικά προς τα δυτικά και ο εσωτερικός δρόμος προσπέλασης για την απομάκρυνση του υλικού θα βρίσκεται στα 1020 m. Ο συνολικός απολήψιμος όγκος είναι 54.416 m³.



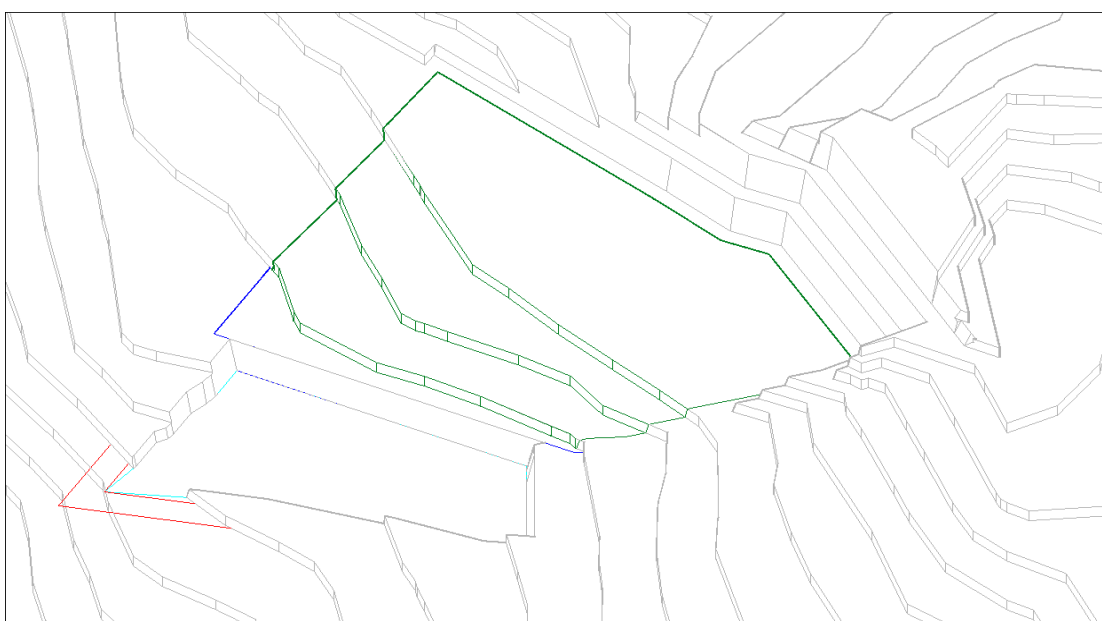
Σχήμα 5.14: Ο όγκος της τρίτης βαθμίδας με ιώδες χρώμα.



Σχήμα 5.15: Το φυσικό έδαφος μετά την απομάκρυνση της τρίτης βαθμίδας.

5.3.6 6^ο στάδιο – εκμετάλλευση της τέταρτης βαθμίδας

Ακολουθεί με τη σειρά της και η τέταρτη βαθμίδα του λατομείου. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.15 πλέον το λατομείο οδεύει προς την τελική του φάση και υπάρχει επάρκεια χώρου για όλες τις εργασίες. Το φρύδι της βαθμίδας βρίσκεται στα 1020 m και το πόδι της στα 1008 m. Η εκμετάλλευση θα γίνει από τα ανατολικά προς τα δυτικά διότι όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.15 υπάρχει μόνο ένα σημείο κάτω αριστερά που μπορεί να γίνει δρόμος προσπέλασης για να απομακρυνθεί το υλικό. Ο συνολικός απολήψιμος όγκος είναι 114.598 m³.



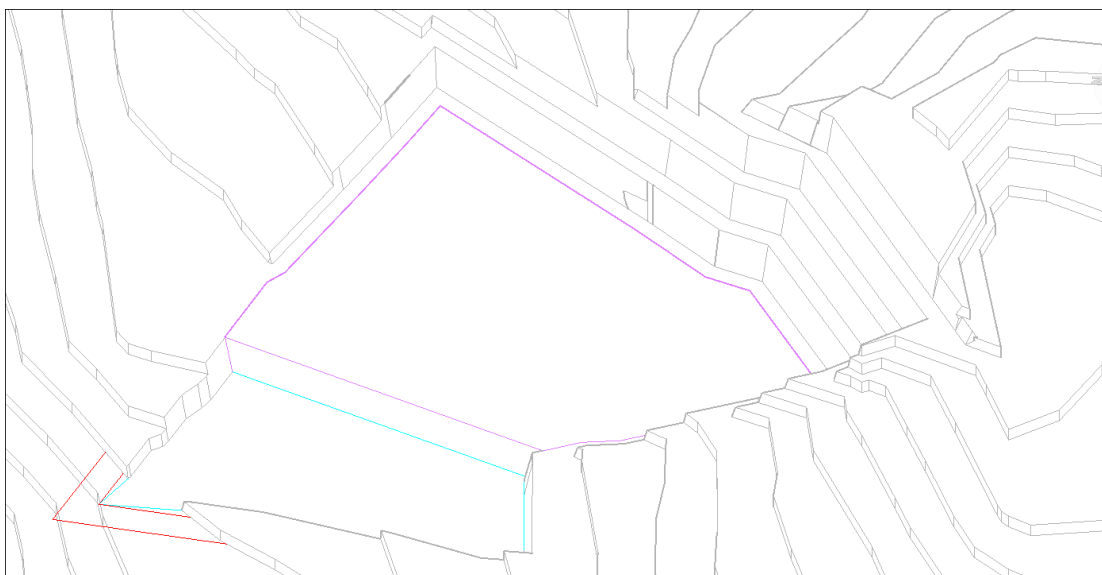
Σχήμα 5.16: Η τέταρτη βαθμίδα με πράσινο χρώμα.



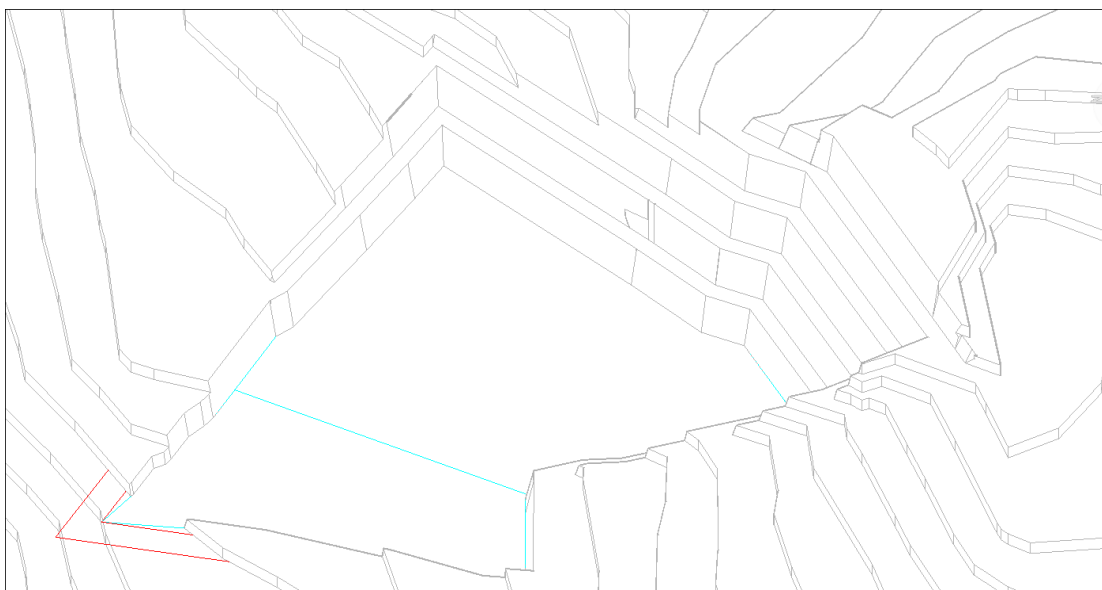
Σχήμα 5.17: Το φυσικό έδαφος μετά την απομάκρυνση και της τέταρτης βαθμίδας.

5.3.7 7^ο στάδιο – εκμετάλλευση της τελευταία βαθμίδας

Η τελευταία βαθμίδα του κοιτάσματος είναι αυτή που χρίζει ιδιαίτερης προσοχής. Βρίσκεται δίπλα από τα μόνιμα έργα του λατομείου και για αυτό θα χρειαστεί ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των ανατινάξεων. Για την αποφυγή ατυχημάτων τόσο του προσωπικού αλλά όσο και των κτιρίων η εκμετάλλευση θα γίνει από βορειοανατολικά προς τα νοτιοδυτικά. Το φρύδι της βρίσκεται στα 1008 m και το πόδι της στα 996 m που είναι και το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται η πλατεία του λατομικού χώρου. Ο συνολικός απολήψιμος όγκος είναι 119.160 m³.



Σχήμα 5.18: Η τελευταία βαθμίδα της εκμετάλλευσης με ιώδες χρώμα.



Σχήμα 5.19: Τελική άποψη του εδάφους μετά την απομάκρυνση και της τελευταία βαθμίδας.

5.3.8 8^ο στάδιο – απομάκρυνση εξοπλισμού και αποκατάσταση περιβάλλοντος

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών και στη τελευταία βαθμίδα και την απόληψη και του τελευταίου όγκου σειρά έχει η απομάκρυνση του εξοπλισμού του λατομείου. Ο βασικός λόγος είναι ότι πρέπει μετά τις εργασίες να γίνει περιβαλλοντική αποκατάσταση του λατομείου με σκοπό την όσο δυνατόν μικρότερη αλλοίωση του περιβάλλοντος. Υπάρχει όμως πάντα και το ενδεχόμενο να γίνει επέκταση του λατομικού χώρου. Βέβαια αυτό περιλαμβάνει και κάποιους παράγοντες όπως το να είναι βιώσιμη η επιχείρηση και να έχει ζήτηση και επίσης να εγκριθεί από τη βουλή με σχέδιο νόμου. Τότε ο μόνιμος εξοπλισμός του λατομείου θα παραμείνει ως έχει και θα γίνει αποκατάσταση μόνο στις βαθμίδες και στο κομμάτι της πλατείας που δεν περιέχει καθόλου εξοπλισμό.

5.4 Σχεδιασμός των ανατινάξεων

5.4.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο λατομείο θα γίνει εκμετάλλευση αδρανών υλικών από ασβεστόλιθο. Επειδή όμως πρόκειται για ένα πέτρωμα υψηλής αντοχής κρίνεται ως πιο παραγωγική μέθοδος η χρήση εκρηκτικών υλών με σκοπό να γίνει μία αρχική χαλάρωση του πετρώματος. Σε διαφορετική περίπτωση με τη χρήση εκσκαπτικών μηχανημάτων θα υπάρχει μεγάλη φθορά του εξοπλισμού και μικρή παραγωγικότητα που θα κάνουν την εκμετάλλευση ασύμφορη οικονομικά.

Το εκρηκτικό που θα χρησιμοποιηθεί είναι το A.N.F.O. (Ammonium nitrate fuel oil). Ο λόγος που επιλέχτηκε το συγκεκριμένο εκρηκτικό είναι γιατί πρόκειται για μικρής ισχύος εκρηκτικό το οποίο όμως δεν απαιτεί κανένα μέτρο ασφαλείας κατά τη μεταφορά του. Επίσης δεν είναι επικίνδυνο για το προσωπικό του λατομείου τόσο κατά την μεταφορά του εντός του λατομικού χώρου όσο και κατά την τοποθέτηση του στα

διατρήματα. Φυσικά η χρήση του απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό και να γίνει σωστός σχεδιασμός των ανατινάξεων για την αποφυγή ατυχημάτων.

5.4.2 Απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο

Υπάρχουν έννοιες και ορισμοί που είναι απαραίτητο να αναλυθούν με σκοπό την καλύτερη εξοικείωση όσον αφορά τις ανατινάξεις. Αυτές είναι:

- **Υποδιάτρηση**

Είναι η επέκταση του διατρήματος κάτω από το πόδι της βαθμίδας (σχήμα 5.20). Είναι χρήσιμη για τον καλύτερο σχηματισμό και καθαρισμό του ποδιού της βαθμίδας που θα δημιουργηθεί μετά την ανατίναξη.

- **Γόμωση**

Ο τρόπος γόμωσης ενός διατρήματος (σχήμα 5.20) επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τελικό θρυμματισμό του πετρώματος. Στον πυθμένα του διατρήματος τοποθετούνται συνήθως ισχυρότερα εκρηκτικά (bottom charge), που συνεπάγεται τοπική αύξηση της ειδικής κατανάλωσης, με συνέπεια τον καλύτερο θρυμματισμό του πετρώματος στην αντίστοιχη περιοχή. Το μήκος της γόμωσης πυθμένα κυμαίνεται από 0,3 (Bt + J) έως 0,6 (Bt + J), όπου Bt είναι το φορτίο στο πόδι της βαθμίδας και J το μήκος υποδιάτρησης. Η ισχύς της γόμωσης προκύπτει συνήθως από την εμπειρία. Στο κύριο μέρος της εκρηκτικής στήλης (column charge), λόγω του μικρότερου συντελεστή κατανάλωσης, ο θρυμματισμός είναι γενικά μικρότερος. Σε ιδανικές συνθήκες ομογενούς πετρώματος θα υπήρχε μία σχεδόν γραμμική σχέση ανάμεσα στο μέσο μέγεθος τεμαχίων και στην κατανάλωση ανά μέτρο εκρηκτικής στήλης. Τα τμήματα του διατρήματος στα οποία δεν τοποθετούνται εκρηκτικά δεν συνεισφέρουν στο θρυμματισμό και συμβάλλουν στη δημιουργία μεγάλων τεμαχίων πετρώματος.

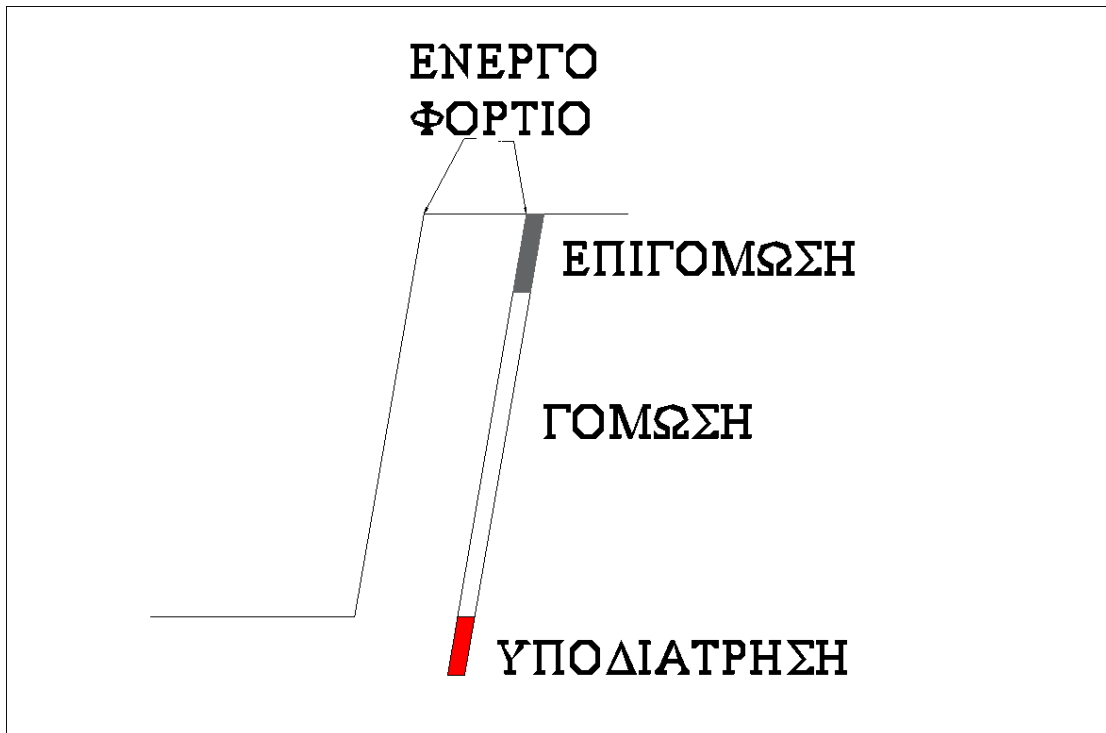
Ένας εμπειρικός κανόνας που συχνά εφαρμόζεται, ανάλογα βέβαια και με τη γεωλογία της περιοχής, είναι το μισό της συνολικής ποσότητας του εκρηκτικού πρέπει να τοποθετείται στο χαμηλότερο ένα τρίτο της εκρηκτικής στήλης. Είναι επίσης συνήθης η εναλλαγή ισχυρών και ασθενέστερων εκρηκτικών υλών σε μία στήλη, ώστε να προσαρμόζονται καλύτερα στις μεταβαλλόμενες ιδιότητες του πετρώματος (Αγιουτάντης, 2009).

- **Επιγόμωση**

Η επιγόμωση (steaming) συνίσταται στη συμπλήρωση της στήλης με προϊόντα διάτρησης (θρύμματα) ή μίγματα άμμου και αργίλου (σχήμα 5.20), ώστε η εκρηκτική ενέργεια να μη χάνεται στην ατμόσφαιρα, αλλά να κατευθύνεται προς το πέτρωμα. Η βέλτιστη επιγόμωση κυμαίνεται από 0,67 έως 2 φορές το φορτίο. Όταν η επιγόμωση είναι πολύ μικρή, τότε έχει σαν αποτέλεσμα την εκτόξευση θραυσμάτων στον αέρα (flyrock), ενώ όταν είναι πολύ μεγάλη, τότε α) μειώνεται σημαντικά η ποσότητα του

εκρηκτικού στη στήλη, με συνέπεια τη μείωση του θρυμματισμού και β) αυξάνονται οι πιθανότητες υπέρμετρου θρυμματισμού του νέου μετώπου που δημιουργείται λόγω μεγαλύτερης αντίστασης στην εκτόνωση των αερίων.

Εμπειρικές παρατηρήσεις δείχνουν ότι η επιγόμωση κυμαίνεται από 12d σκληρά πετρώματα (με $C_o > 30000 \text{ psi} \approx 200 \text{ MPa}$) μέχρι 30d για χαλαρά πετρώματα (με $C_o < 5000 \text{ psi} \approx 35 \text{ MPa}$), όπου d η διάμετρος του διατρήματος (Αγιουτάντης, 2009).



Σχήμα 5.20: Τομή τυπικής διατρητικής στήλης.

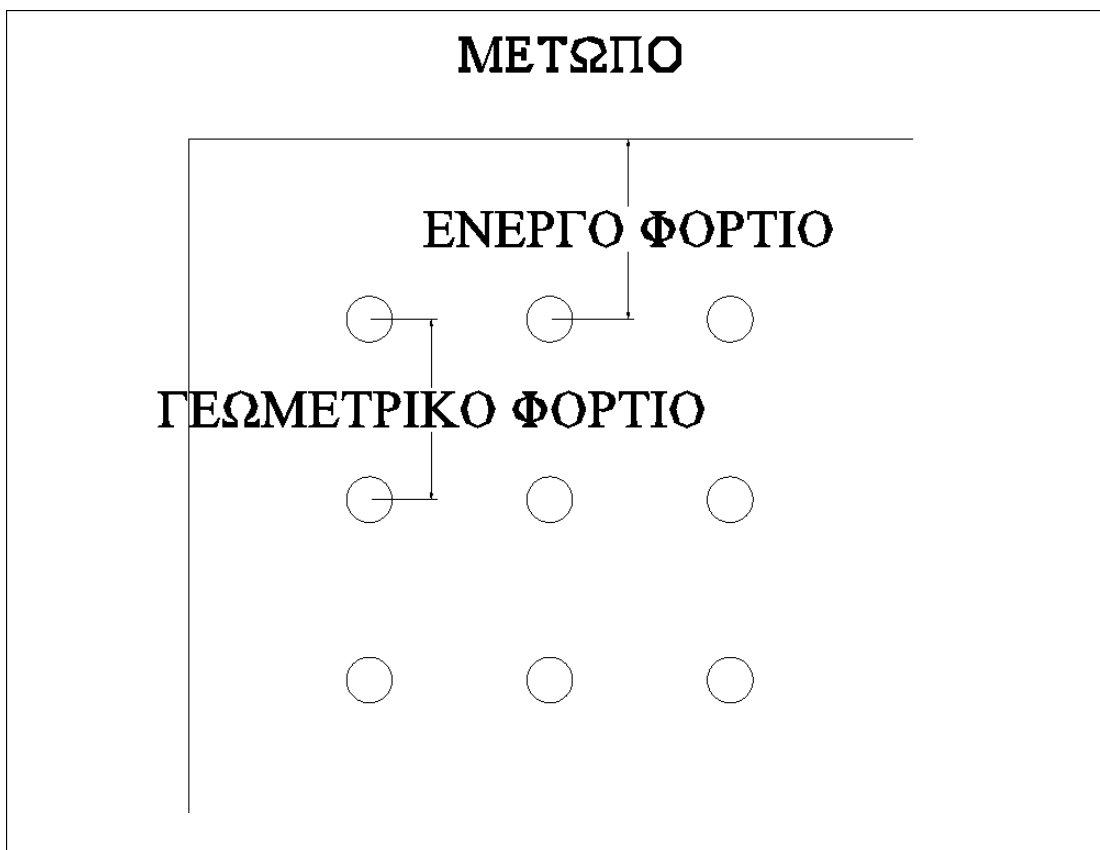
- **Ενεργό φορτίο**

Με τον όρο ενεργό (σχήμα 5.21) φορτίο ανατίναξης ή διατρήματος εννοείται η απόσταση που έχει ένα διάτρημα από την πιο κοντινή ελεύθερη επιφάνεια και συμβολίζεται με B_{eff} .

- **Γεωμετρικό φορτίο**

Εκτός από το ενεργό φορτίο μπορεί να οριστεί και το γεωμετρικό φορτίο (B) που δεν συμμετέχει στους υπολογισμούς, αλλά είναι παράμετρος που βοηθά στο σχεδιασμό μιας ανατίναξης (σχήμα 5.21). Ορίζεται ως η απόσταση ενός διατρήματος από την αρχική ελεύθερη επιφάνεια για την πρώτη σειρά διατρημάτων (η επιφάνεια αυτή ανάλογα με τον τρόπο έναυσης ίσως να μην είναι η πιο κοντινή ελεύθερη) ή η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων ίδιας στήλης. Για την περίπτωση ορθογωνικού ή

τετραγωνικού κανάβου και έναυση σε σειρά το γεωμετρικό φορτίο ταυτίζεται με το ενεργό.



Σχήμα 5.21: Αποτύπωση του ενεργού και γεωμετρικού φορτίου σε μια τυπική διάταξη διατηρημάτων.

- **Εκρηκτική ύλη**

Εκρηκτική ύλη (explosive) χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε χημική ένωση από την οποία εκλύονται μεγάλες ποσότητες αερίων και ενέργειας σαν συνέπεια της ακαριαίας αποσύνθεσης της. Το φαινόμενο της ακαριαίας αποσύνθεσης τέτοιων υλικών ονομάζεται έκρηξη (Αγιουτάντης, 2009).

- **Εκρηκτικό μέσο**

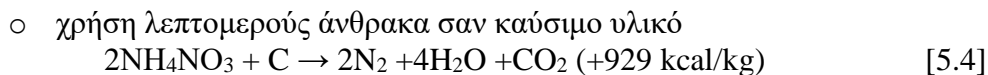
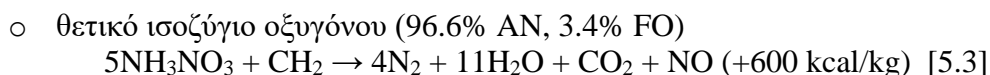
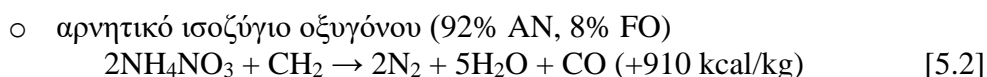
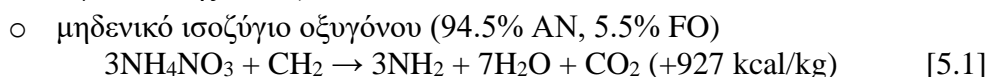
Εκρηκτικό μέσο χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε υλικό ή μίγμα το οποίο έχει εκρηκτικές ιδιότητες, αλλά του οποίου τα συστατικά δεν χαρακτηρίζονται ως εκρηκτικές ύλες. Σύμφωνα με τυποποιημένες δοκιμές του γραφείου μεταλλείων των ΗΠΑ, εκρηκτικά μέσα θεωρούνται τα υλικά τα οποία δεν είναι αρκετά ευαίσθητα ώστε να μπορούν να εναυθούν με εκρηκτικό καψύλλιο ισχύος Νο. 8 σε ελεύθερη κατάσταση (Dick, 1973).

- **Ταχύτητα έκρηξης**

Αντιπροσωπεύει τον ρυθμό με τον οποίο εκλύεται η ενέργεια του εκρηκτικού, ή ισοδύναμα, είναι η ταχύτητα με την οποία οδεύει ο κρουστικός παλμός που παράγεται από την έκρηξη ή η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του εκρηκτικού τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα έκρηξης, μέχρι να επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα για το υπόψη εκρηκτικό (Αγιουτάντης, 2009).

- **Πετρελαιοαμμωνίες**

Ο πετρελαιοαμμωνίτης ή πετραμμωνίτης (ANFO = Ammonium Nitrate - Fuel Oil) αποτελεί μίγμα πορώδους νιτρικού αμμωνίου και καύσιμου υδρογονάνθρακα. Συνήθως το καύσιμο αποτελείται από πετρέλαιο Νο. 2, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πετρέλαιο θέρμανσης ή ακόμα και πολύ λεπτομερές άνθρακας. Η συνήθης αναλογία κατά βάρος νιτρικού αμμωνίου και πετρελαίου είναι περίπου 94:6. Η προηγούμενη σχέση αναλογίας προκύπτει από την παρατήρηση ότι το ποσό του καυσίμου που προστίθεται πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μπορεί να καταναλώσει όλο το οξυγόνο που εκλύεται από τη διάσπαση του νιτρικού αμμωνίου. Στις αντιδράσεις με μηδενικό ισοζύγιο οξυγόνου υπάρχει αρκετό οξυγόνο για την πλήρη οξείδωση όλου του καυσίμου, αλλά δεν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου για την οξείδωση του αζώτου. Στη συνέχεια παραθέτονται οι χημικές αντιδράσεις αποσύνθεσης ορισμένων μιγμάτων ANFO που προκύπτουν από μεταβολή του ισοζυγίου του οξυγόνου και του τύπου του καυσίμου (Αγιουτάντης, 2009):



Το πορώδες νιτρικό αμμώνιο (ammonium nitrate prills) που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του ANFO έχει συνήθως πυκνότητα που κυμαίνεται από 0.67 έως 0.80 g/cm³ (42 έως 50 lbs/ft³). Οι κόκκοι του νιτρικού αμμωνίου (από -6 mesh έως +20 mesh ή -3.33 mm έως +0.83 mm) επικαλύπτονται με ένα λεπτό στρώμα από αργιλικό υλικό (clay) για να ελαττωθεί η συσσωμάτωση του νιτρικού αμμωνίου λόγω υγρασίας.

Σημειώνεται ότι για την αύξηση της ισχύος των διαφόρων μιγμάτων ANFO είναι δυνατόν να προστεθεί στα μίγματα κονιοποιημένο αργίλιο Al σαν καύσιμο. Τα μίγματα αυτά είναι συχνά γνωστά με τον όρο ALANFO. Στις περιπτώσεις αυτές κατά

τον υπολογισμό του ισοζυγίου οξυγόνου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και το οξυγόνο που απαιτείται για την οξείδωση του Al προς Al_2O_3 (Αγιουτάντης, 2009).

- **Εκρηκτική ύλη έναυσης**

Το ANFO χαρακτηρίζεται ως εκρηκτικό μέσο χαμηλού ειδικού βάρους, είναι ασφαλές στη μεταφορά και τη χρήση του, ενώ η τιμή αγοράς του σε σχέση με τα άλλα εκρηκτικά είναι χαμηλή. Για την έναυση του απαιτείται η χρήση μια εκρηκτική ύλης που θα αποδώσει την αρχική ικανή ενέργεια για να έναυθεί το ANFO. Στην παρούσα εκμετάλλευση θα χρησιμοποιηθούν φυσίγγια νιτρικού αμμωνίου με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά (πίνακας 5.1):

Πίνακας 5.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά φυσιγγίων νιτρικού αμμωνίου.

Πυκνότητα	1,2 g/cm ³
Σχετική κατά βάρος ισχύς	80%
Ταχύτητα έκρηξης	5.700 m/s
Ισχύς (Trauzl lead block test)	300 ml
Θραυστικότητα (μέθοδος Hess)	24 mm
Ενέργεια έκρηξης	3200 kJ/kg
Όγκος εκρηκτικών αερίων	920 L/kg
Ευαισθησία σε τριβή	>50 J
Ευαισθησία σε κρούση	> 360 N

- **Γενικές παράμετροι**

Οι παράμετροι οι οποίες πρέπει να προσδιορισθούν από τον μηχανικό παραγωγή για το σχεδιασμό της ανατίναξης μίας επιφανειακής βαθμίδας είναι οι ακόλουθες (Hartman, 1987):

- το ύψος βαθμίδας και η κλίση του μετώπου ή πρανούς (σημειώνεται ότι ο προσδιορισμός των παραμέτρων αυτών πρέπει να υπολογίζεται με βάση στοιχεία ευστάθειας πρανών, τον διαθέσιμο μηχανολογικό εξοπλισμό, την κείμενη νομοθεσία, κλπ)
- η διάμετρος των διατρημάτων
- η κλίση των διατρημάτων
- το βάθος των διατρημάτων
- το φορτίο κάθε εκρηκτικής στήλης
- η ποσότητα εκρηκτικού ανά διάτρημα (ή η γραμμική πυκνότητα γόμωσης).

5.4.3 Καθορισμός των παραμέτρων ανατίναξης

Μετά το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο σειρά έχει η εφαρμογή των παραπάνω στο συγκεκριμένο λατομείο.

Τα διατρήματα θα ανοιχτούν με τη χρήση διατρητικού φορείου βαρέως τύπου wagon drill. Προτείνεται η αγορά μεταχειρισμένου wagon drill τύπου atlas corpc L6 down the hole (εικόνα 5.1). Το συγκεκριμένο έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί

διατρήματα βάθους έως 25 m δηλαδή το υπερδιπλάσιο από τις βαθμίδες του λατομείου. Μπορεί να κάνει διατρήματα διαμέτρου $3^{5/8}$ " - $5^{1/8}$ " και ικανοποιεί τις ανάγκες για διατρήματα στο υπάρχον λατομείο διαμέτρου 4". Τα λεπτομερή θραύσματα που παράγονται κατά τη διάνοιξη των διατρημάτων μεταφέρονται μέσω της εκτόνωσης του αέρα στην επιφάνεια όπου συλλέγονται από κατάλληλο κονιορτοσυλλέκτη με τον οποίο είναι εφοδιασμένο το μηχάνημα. Η κλίση των διατρημάτων θα είναι 80° , δηλαδή θα ακολουθεί την κλίση των βαθμίδων, από την οριζόντια επιφάνεια. Η διάμετρος και η κλίση των διατρημάτων θα παραμείνουν σταθερές στους μετέπειτα υπολογισμούς. Με βάση τη διάμετρο μπορούν να υπολογιστούν οι υπόλοιποι παράμετροι της ανατίναξης.



Εικόνα 5.1: Το διατρητικό wagon drill τύπου Atlas Copco L6 down the hole.

5.4.3.1 Προσδιορισμός παραγωγής κύκλου ανατινάξεων

Σύμφωνα με την εκτίμηση χρόνου ζωής του λατομείου θα πρέπει το λατομείο να παράγει 1.000 t την εβδομάδα ή 377 m^3 in situ (με πυκνότητα ασβεστόλιθου $2,65 \text{ g / cm}^3$). Επειδή ο όγκος αυτός είναι μικρός για το σχεδιασμό ανατινάξεων προτείνεται να γίνεται μία ανατίναξη κάθε τέσσερις εβδομάδες. Έτσι θα είναι και πιο αποδοτικό και το μηχάνημα wagon drill καθώς η χρήση του για λίγα διατρήματα την ανατίναξη

θα το κάνει ασύμφορο οικονομικά. Άρα η παραγωγή κάθε κύκλου ανατινάξεων προσδιορίζεται σε 1.508 m³ in situ ή σε 4.000 t.

5.4.3.2 Γεωμετρία διατρημάτων

Όπως προαναφέρθηκε τα διατρήματα θα ακολουθούν την τελική κλίση των βαθμίδων που είναι 80° από τον οριζόντιο άξονα. Η διάμετρος των διατρημάτων θα είναι 4 in ή 10,16 cm. Για να υπολογιστεί το μήκος της διατρητικής στήλης πρέπει να είναι γνωστό το ύψος της βαθμίδας που είναι 12 m και η κλίση που είναι 80°. Άρα το μήκος της θα είναι: $12 / \sin 80^\circ = 12,18$ m. Σε αυτό θα πρέπει να υπολογιστεί και το μήκος της υποδιάτρησης το οποίο μπορεί να υπολογιστεί με τους ακόλουθους εμπειρικούς τύπους:

$$\text{Υποδιάτρηση} = 0,3 * B_{\text{eff}} \quad [5.5]$$

$$\text{Υποδιάτρηση} = 7 * D \quad [5.6]$$

όπου:

B_{eff} = το ενεργό φορτίο (m),

D = η διάμετρος του διατρήματος (m).

Για να υπολογιστεί η υποδιάτρηση στη σχέση 5.5 πρέπει πρώτα να υπολογιστεί το ενεργό φορτίο. Το ενεργό φορτίο θα υπολογιστεί σύμφωνα με την εμπειρική εξίσωση του Ash:

$$B_{\text{eff}} = K_B * \frac{d_e}{12} \quad [5.7]$$

όπου:

B_{eff} = το ενεργό φορτίο (m),

d_e = διάμετρος της εκρηκτικής στήλης (in),

K_B = συντελεστής φορτίου (burden ratio) που κυμαίνεται από 25 έως 35 ανάλογα με το εκρηκτικό που χρησιμοποιείται και ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πετρώματος.

Ο συντελεστής φορτίου μπορεί να υπολογισθεί με βάση τις ακόλουθες παραδοχές (Αγιουτάντης, 2009):

- $K_B = 25$ για εκρηκτικά χαμηλού ειδικού βάρους (ANFO),
- $K_B = 30$ για εκρηκτικά μέσου ειδικού βάρους (δυναμίτιδες),
- $K_B = 35$ για εκρηκτικά υψηλής πυκνότητας (εκρηκτικά υγρής φάσης, ζελατίνες).

Επιλύοντας τη σχέση 5.7 για διάμετρο διατρήματος 4 in και για συντελεστή φορτίου 25 το ενεργό φορτίο υπολογίζεται σε 8,33 ft ή σε περίπου 2,5 m. Άρα η υποδιάτρηση θα είναι:

- Σύμφωνα με τη σχέση 5.5:

$$\text{Υποδιάτρηση} = 0,75 \text{ m}$$

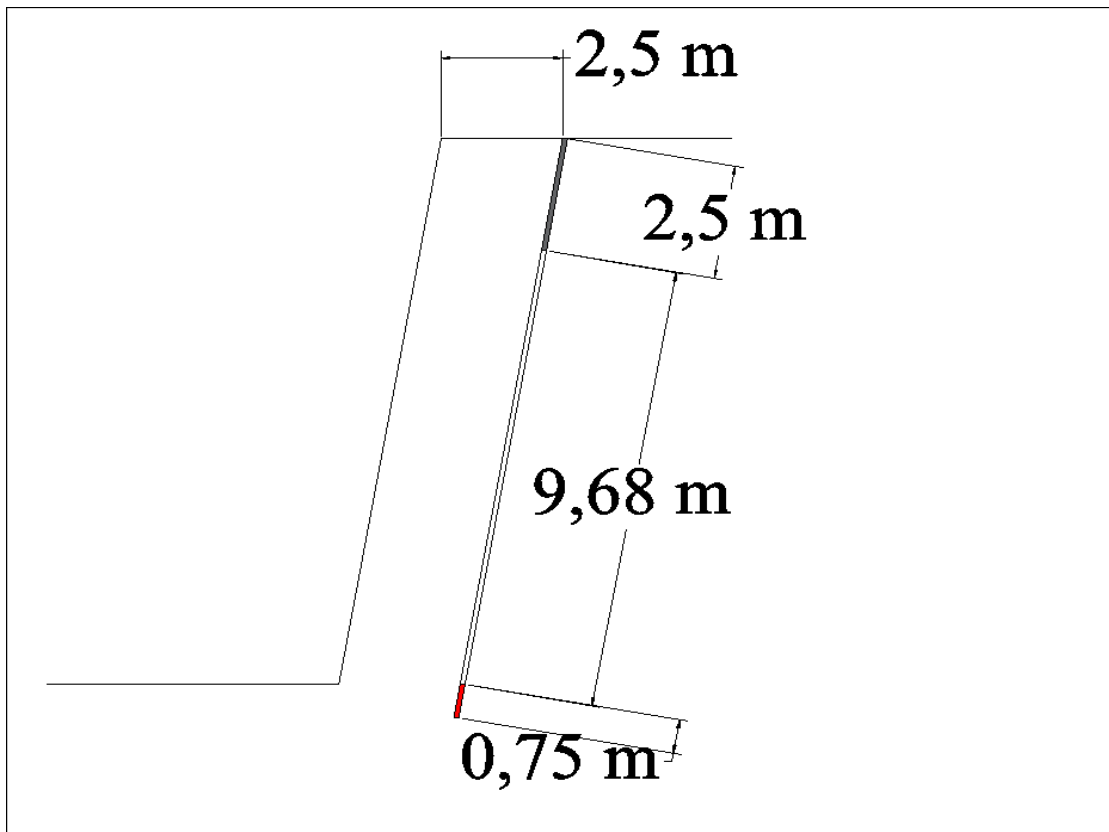
- Σύμφωνα με τη σχέση 5.6:

$$\text{Υποδιάτρηση} = 0,71 \text{ m}$$

Παρατηρείται ότι οι δύο τιμές είναι κοντά και δεν υπάρχει καμία διαφορά να επιλεγεί η πρώτη ή η δεύτερη. Θα επιλεγεί η πρώτη διότι σε πειραματικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο μηχανικής πετρωμάτων του Πολυτεχνείου Κρήτης βρέθηκε ότι ο συγκεκριμένος ασβεστόλιθος έχει υψηλή αντοχή. Επομένως θα χρειαστεί η υποδιάτρηση να είναι ικανοποιητική για να υπάρχει καλύτερος καθαρισμός και σχηματισμός του ποδιού της βαθμίδας.

Οπότε το συνολικό μήκος της διατρητικής στήλης μαζί με την υποδιάτρηση θα είναι 12,93 m.

Για να ολοκληρωθεί η γεωμετρία του διατρήματος θα πρέπει να υπολογιστεί και το μήκος της επιγώμωσης. Όπως αναφέρθηκε και στο θεωρητικό υπόβαθρο η επιγώμωση παίρνει συνήθως τιμές 0,67 έως 2 φορές το ενεργό φορτίο. Για τη συγκεκριμένη θα είναι μία φορά το ενεργό φορτίο δηλαδή 2,5 m. Φυσικά θα πρέπει ο υπεύθυνος μηχανικός των ανατινάξεων μετά την πρώτη ανατίναξη του λατομείου να εκτιμήσει αν κύλησαν όλα ομαλά και να επαναπροσδιορίσει τις παραμέτρους που πιθανόν να χρειάζεται. Ακολουθεί η γεωμετρία ενός διατρήματος του λατομείου στο σχήμα 5.22:



Σχήμα 5.22: Τομή διατρήματος, με κόκκινο χρώμα η υποδιάτρηση με γκρι η επιγώμωση.

Επόμενο στάδιο είναι ο υπολογισμός εξορυσσόμενου όγκου ανά διάτρημα. Για να πραγματοποιηθεί αυτό θα χρησιμοποιηθεί ο εμπειρικός τύπος:

$$V_r = B * S * H \quad [5.8]$$

όπου:

B = το γεωμετρικό φορτίο το διατρήματος (m),

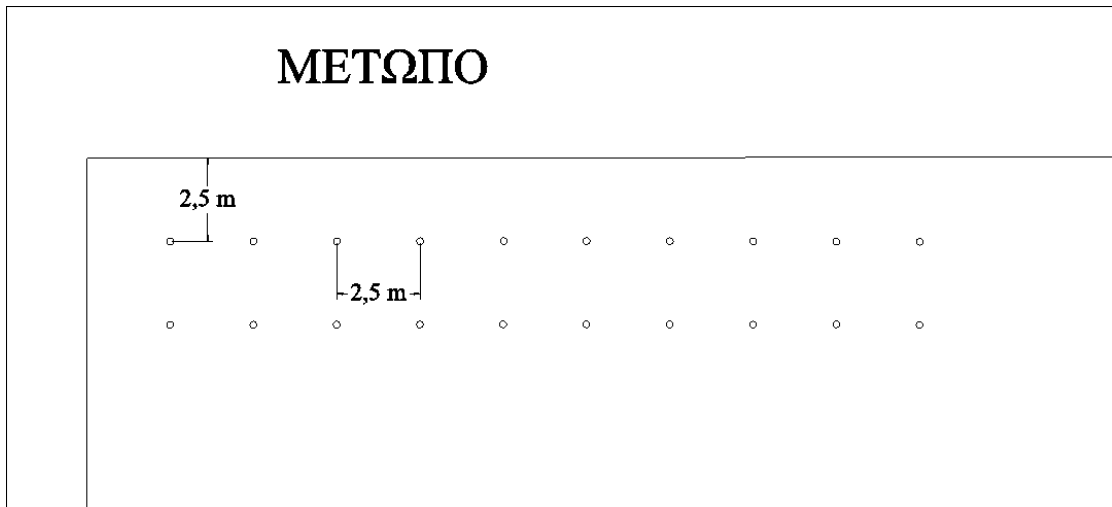
S = η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών διατρημάτων (m),

H = το ύψος της βαθμίδας (η κεκλιμένη απόσταση ποδιού και φρυδιού) (m).

Για τετραγωνική ή ορθογώνια διάταξη διατρημάτων όπως προβλέπεται για το συγκεκριμένο λατομείο ισχύει ότι $B = S$. Επιλύοντας τη σχέση 5.8 προκύπτει:

$$V_r = 76.12 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

Σύμφωνα με την ζητούμενη παραγωγή πρέπει να παράγονται σε κάθε ανατίναξη $1.508 \text{ m}^3 \text{ in situ}$. Επομένως απαιτούνται για την κάλυψη της παραγωγής 19,8 διατρήματα, δηλαδή 20. Τα διατρήματα θα τοποθετηθούν σε δύο σειρές με 10 διατρήματα η κάθε μία σύμφωνα με το σχήμα 5.23:



Σχήμα 5.23: Διάταξη διατρημάτων για μια ανατίναξη.

5.4.4 Κατανάλωση εκρηκτικού

Στην ενότητα αυτή θα υπολογιστεί η συνολική ποσότητα των εκρηκτικών που απαιτούνται για τη λειτουργία ενός έτους αλλά και μέχρι το πέρας της εκμετάλλευσης. Αρχικά θα υπολογιστεί η μάζα του ANFO. Το μήκος κάθε διατρητικής στήλης είναι 12,93 m. Για να υπολογιστεί το μήκος της διατρητικής στήλης που γομώνεται με ANFO πρέπει να αφαιρεθεί η επιγόμωση που είναι 2,5 m και το μήκος που καταλαμβάνει το φυσίγγιο νιτρικού αμμωνίου που είναι 0,5 m. Έτσι το μήκος που γομώνεται με ANFO είναι 9,93 m. Στο συγκεκριμένο λατομείο θα χρησιμοποιηθεί ANFO ειδικού βάρους 0,8 g/cm³. Ο όγκος και το βάρος του ANFO που γομώνονται σε κάθε διάτρημα υπολογίζονται με τη βοήθεια των παρακάτω σχέσεων:

$$V_{ANFO} = H_{ANFO} * \Pi * R^2 \quad [5.9]$$

$$M_{ANFO} = H_{ANFO} * \Pi * R^2 * \gamma_e * 1000 \quad [5.10]$$

όπου:

V_{ANFO} = ο όγκος του ANFO ανά διάτρημα (m³),

H_{ANFO} = το ύψος της εκρηκτικής στήλης που είναι γεωμετρική με ANFO (m),

M_{ANFO} = η μάζα του ANFO ανά διάτρημα (kg),

R = η ακτίνα του διατρήματος = $D/2$ (m),

γ_e = το ειδικό βάρος του ANFO σε t/m^3 .

Επιλύοντας τις σχέσεις 5.9 και 5.10 με τα δεδομένα του συγκεκριμένου λατομείου δίνονται τα παρακάτω αποτελέσματα:

$$\triangleright V_{ANFO} = 0,08 \text{ m}^3$$

$$\triangleright M_{ANFO} = 64,4 \text{ kg}$$

Διαπιστώνεται έτσι ότι για κάθε διάτρημα απαιτείται ANFO συνολικής μάζας 64,4 kg. Επομένως για ένα κύκλο ανατινάξεων 20 διατρημάτων θα χρειαστούν 1.288 kg ANFO. Αυτή η ποσότητα είναι αρκετή για τέσσερις εβδομάδες επομένως για το χρόνο (συνολικές μέρες εργασίας 249, 12 ανατινάξεις) θα απαιτούνται 15.456 kg ή 15,5 t ANFO. Συνολικά μέχρι το τέλος της εκμετάλλευσης θα χρειαστούν 369.656 kg ή 369,7 t.

Αντίστοιχα για την εκρηκτική ύλη (φυσίγγια νιτρικού αμμωνίου με ειδικό βάρος $1,2 \text{ kg/m}^3$) με τη χρησιμοποίηση των σχέσεων 5.9 και 5.10 θα χρειαστούν 4,86 kg για κάθε διάτρημα και για κάθε κύκλο ανατινάξεων 97,2 kg. Συνολικά το χρόνο θα χρειαστούν 1.166,4 kg ή 1,2 t περίπου. Μέχρι το τέλος της εκμετάλλευσης θα χρειαστούν 27.896,4 kg ή 27,9 t περίπου.

Με τον όρο ειδική κατανάλωση εκρηκτικού (PF) εννοείται η ποσότητα του εκρηκτικού σε kg που απαιτείται για την παραγωγή ενός κυβικού μέτρου πετρώματος η ενός τόνου πετρώματος. Οπότε και για την περίπτωση του ANFO η ειδική κατανάλωση θα υπολογίζεται σαν το πηλίκο του κλάσματος με αριθμητή την κατανάλωση εκρηκτικού σε ένα διάτρημα και παρονομαστή την παραγωγή πετρώματος από το διάτρημα αυτό. Άρα:

$$(PF)_{\text{kg/t}} \text{ ANFO} = 0,85 \text{ kg/m}^3$$

Αντιστοίχως για τον αμμωνίτη προκύπτει:

$$(PF)_{\text{kg/t}} \text{ AMON} = 0,06 \text{ kg/m}^3$$

5.4.5 Πυροδότηση

Η πυροδότηση των διατρημάτων θα γίνει με τη χρήση του συστήματος Nonel του οίκου Ensign – Bickford. Το σύστημα Nonel αποτελείται από ένα λεπτό, σχεδόν διαφανή σωλήνα από σκληρό πλαστικό, ο οποίος στην εσωτερική του επιφάνεια έχει ένα ελαφρό επίχρισμα από εκρηκτικό, το οποίο μετά την έναυση του μπορεί να μεταδώσει ένα σήμα χαμηλής ισχύος (η ταχύτητα έκρηξης είναι περίπου 1800 m / s ή 6000 ft / s). Λόγω της μικρής ποσότητας εκρηκτικού το πλαστικό περίβλημα παραμένει ακέραιο μετά την πυροδότηση του υλικού. Το Nonel είναι δυνατόν να εναυθεί με εκρηκτική θρυαλλίδα ή εκρηκτικό καψύλλιο, μπορεί να εναύσει οποιοδήποτε εκρηκτικό καψύλλιο και να συνδυασθεί με επιβραδυντές. Τα κύρια πλεονεκτήματα για την εφαρμογή του είναι (Αγιουτάντης, 2009)

- δεν είναι ευαίσθητο σε κρούσεις,
- προκαλεί ελάχιστο θόρυβο σε αντίθεση με την εκρηκτική θρυαλλίδα,
- δεν είναι ευαίσθητο σε φωτιά,
- μπορεί να εναύσει ακόμα και τις πιο ευαίσθητες δυναμίτιδες,
- είναι ασφαλές για εφαρμογές σε μη ηλεκτρικές εναύσεις.

Το καψύλλιο NONEL, του οποίου η εικόνα δίνεται στο σχήμα 5.24, συνίσταται από τρία μέρη: Το στοιχείο επιβράδυνσης, το μίγμα έναυσης και το μίγμα βάσης, που αντιστοιχεί σε εκείνο του κοινού καψυλλίου Νο 8 και κατά συνέπεια είναι ικανό να εναύσει όλες τις εκρηκτικές ύλες, που είναι ευαίσθητες στα καψύλλια.

Τα χαρακτηριστικά του σε αντιστοιχία με το σχήμα είναι:

1. Κέλυφος από αλουμίνιο σε μήκος που εξαρτάται από τον χρόνο επιβράδυνσης.
2. Μίγμα βάσης (κυκλονίτης) που προσδίδει ισχύ ίση προς εκείνη κοινού καψυλλίου Νο 8.
3. Μίγμα έναυσης. Εκρηκτική ύλη ευαίσθητη στην φλόγα.
4. Στοιχείο επιβράδυνσης.
5. Ελαστικό πώμα για προστασία του καψυλλίου και εξασφάλιση στεγανότητας.
6. Αγωγός NONEL προκαθορισμένου μήκους με σφραγισμένο το ελεύθερο άκρο του.



Σχήμα 5.24: Εσωτερική δομή του καψυλλίου NONEL με επιβράδυνση (Dynonobel, 2003).

Στο συγκεκριμένο λατομείο προτείνεται η χρήση του συστήματος έναυσης NONEL MS. Το σύστημα έναυσης NONEL MS (σχήμα 5.25) (από την λέξη millisecond = χιλιοστοδευτερόλεπτο) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όποια περίπτωση απαιτείται καθυστέρηση της τάξης του χιλιοστοδευτερολέπτου. Αυτό μπορεί να απευθύνεται σε υπαίθριες, υπόγειες ή υποβρύχιες εργασίες ανατίναξης. Η σειρά NONEL MS είναι κατασκευασμένη με καθυστέρηση 25 ms μεταξύ χρόνων επιβράδυνσης. Το σύστημα έχει 18 διαστήματα αριθμούμενα από το νούμερο 3 μέχρι το 20. Η σειρά αρχίζει με το No 3 έχοντας ως σκοπό την καθυστέρηση του πρώτου χρόνων επιβράδυνσης κατά 75 ms για να αποφευχθεί ο κίνδυνος αποκοπής του πλαστικού αγωγού.

Ο πλαστικός αγωγός NONEL ο οποίος μεταφέρει εσωτερικά με αξιοπιστία ένα ασθενές κρουστικό κύμα με ταχύτητα περίπου 2100 m/s, έχει έμφυτη καθυστέρηση 0.5 ms/m. Επομένως σε βαθμίδες μεγάλου μήκους, είναι λογικό όλα τα καψύλλια της ίδιας σειράς να μην λάβουν το σήμα έναυσης μέχρι το χρόνο που αρχίζει η μετακίνηση του πετρώματος στο πρώτο διάτρημα. Το σύστημα NONEL MS χρησιμοποιείται κυρίως για μικρές βαθμίδες (Dynonobel, 2003).



Σχήμα 5.25: Εξαρτήματα συστήματος έναυσης NONEL MS (Dynonobel, 2003).

5.5 Χρονοδιάγραμμα των εργασιών

Για να δημιουργηθεί ένα χρονοδιάγραμμα των εργασιών πρέπει να υπολογιστεί ξεχωριστά για κάθε στάδιο ο χρόνος που απαιτείται για την υλοποίηση του. Για να γίνει αυτό είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί ο ρυθμός παραγωγής με τον οποίο θα εξορύσσει η εταιρία, έτσι ώστε να υπολογιστεί σε κάθε στάδιο πόσος χρόνος απαιτείται για την απόληψη του όγκου. Φυσικά θα πρέπει να υπολογιστεί και ο χρόνος που απαιτείται για τα έργα προσπέλασης και για τα μόνιμα κτίρια του λατομείου.

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω η εταιρία θα εξορύσσει με τις υπάρχουσες συνθήκες 1.508 m^3 κάθε τέσσερις εβδομάδες. Εδώ θα πρέπει να γίνει μία διάκριση ως προς την εξόρυξη κατά τη φάση διάνοιξης της αρχικής πλατείας. Εκεί θα πρέπει να εξορύσσεται περισσότερη ποσότητα (που θα αποθηκευτεί προσωρινά στην αμέσως επόμενη βαθμίδα) και για να μείνει σταθερή η σχεδίαση για τις ανατινάξεις θα εξορύσσονται 1.508 m^3 την ημέρα.

Επίσης πρέπει να τονισθεί ότι οι όγκοι που έχουν υπολογιστεί μέχρι τώρα είναι *in situ*. Η εταιρία προβλέπεται να παράγει 1.000 t την εβδομάδα. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε όγκο 377 m^3 *in situ* (με πυκνότητα ασβεστόλιθου $2,65 \text{ g/cm}^3$).

Για να οριστεί όμως ο χρόνος ζωής για κάθε στάδιο θα πρέπει να είναι γνωστό και πόσες μέρες το χρόνο θα εκτελούνται εργασίες στο λατομείο. Στο συγκεκριμένο προβλέπεται να είναι 249 ημέρες / έτος. Η επιχείρηση δεν θα δουλεύει τα σαββατοκύριακα και τις αργίες και έχει προβλεφθεί ότι θα κλείνει για 25 μέρες κατά τους θερινούς μήνες για να καλυφθεί και το κομμάτι της άδειας των εργαζομένων. Άρα σύνολο θα είναι στις 224 ημέρες / έτος.

Αυτό πρακτικά συνεπάγεται ότι με 224 ημέρες ανά έτος λειτουργίας θα γίνονται συνολικά 12 ανατινάξεις το χρόνο. Όπως θα εξηγηθεί αναλυτικά και στο επόμενο κεφάλαιο ο χρόνος ζωής μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τη ζήτηση των προϊόντων της εταιρίας. Με την σχεδίαση η οποία αναπτύχθηκε παραπάνω κατασκευάστηκε ο πίνακας 5.2 ο οποίος δείχνει για κάθε στάδιο τον όγκο in situ σε m³.

Πίνακας 5.2: Εξορυσσόμενος όγκος in situ ανά στάδιο εκμετάλλευσης.

Στάδιο	Όγκος in situ (m ³)
Έργα προσπέλασης	-
1 ^ο	45.212
2 ^ο	40.616
3 ^ο	25.647
4 ^ο	32.401
5 ^ο	54.416
6 ^ο	114.598
7 ^ο	119.160
Σύνολο	432.050

Στη συνέχεια θα πρέπει να υπολογιστεί για κάθε στάδιο ο χρόνος υλοποίησης του λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω δεδομένα. Έτσι προκύπτει ο πίνακας 5.3:

Πίνακας 5.3: Χρονική διάρκεια υλοποίησης του κάθε σταδίου και συνολικός χρόνος ζωής του λατομείου.

Στάδιο	Χρονική διάρκεια
Έργα προσπέλασης	1 έτος
1 ^ο	2 έτη και 6 μήνες
2 ^ο	2 έτη και 3 μήνες
3 ^ο	1 έτος και 5 μήνες
4 ^ο	1 έτος και 10 μήνες
5 ^ο	3 έτη
6 ^ο	6 έτη και 4 μήνες
7 ^ο	6 έτη και 7 μήνες
Σύνολο	24 έτη και 11 μήνες

Επομένως η διάρκεια όλων των εργασιών (χωρίς την περιβαλλοντική αποκατάσταση) θα διαρκέσει 24 έτη και 11 μήνες.

Κεφάλαιο 6

Οικονομοτεχνική μελέτη

6.1 Εισαγωγή

Η εκμετάλλευση ενός λατομείου είναι ένα δύσκολο εγχείρημα και πρέπει να εξετάζεται από πολλές πτυχές. Είναι πολύ πιθανό μία εκμετάλλευση να είναι τεχνικά εφικτή αλλά να μην είναι οικονομικά. Στο παρόν λατομείο από τεχνικής πλευράς είναι εφικτή η εκμετάλλευση. Θα πρέπει όμως να αναλυθούν εκτενώς όλες οι οικονομικές παράμετροι που θα απαιτηθούν για να συσταθεί η εταιρία που θα το αξιοποιήσει.

Αρχικά θα αναλυθούν όλα τα έξοδα που απαιτούνται για την αγορά του απαραίτητου εξοπλισμού, των μηχανημάτων, τις κτιριακές εγκαταστάσεις και του προσωπικού που θα εργαστεί. Στη συνέχεια θα αναλυθούν όλα τα έξοδα της εταιρίας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του λατομείου (έξοδα συντήρησης εξοπλισμού, κόστος ηλεκτρικού ρεύματος κτλ.) και στο τέλος αφού θα εκτιμηθούν τα κέρδη της επιχείρησης θα προσδιορισθεί αν η εκμετάλλευση είναι οικονομικά συμφέρουσα ή όχι.

Η οικονομοτεχνική μελέτη είναι επίσης το πρώτο που θα εξετασθεί από ένα πιθανό επενδυτή. Φυσικά η οικονομοτεχνική ανάλυση με την πάροδο του χρόνου χάνει την αξία της ειδικά στη σύγχρονη εποχή που υπάρχει μεγάλη οικονομική ύφεση. Η υπάρχον οικονομοτεχνική ανάλυση θα πραγματοποιηθεί με πραγματικά δεδομένα και θα αφορά την πιθανή εκμετάλλευση του λατομείου με την υπάρχον οικονομική κατάσταση της Ελλάδας.

6.2 Έρευνα αγοράς στην περιοχή μελέτης

Το λατομείο βρίσκεται 2,6 km νοτιοανατολικά του χωριού Καλεντζίου και 20 km νοτιοανατολικά της πόλης των Ιωαννίνων. Στην ευρύτερη περιοχή των Ιωαννίνων δραστηριοποιούνταν άλλες οχτώ εταιρείες αξιοποίησης αδρανών υλικών. Σύμφωνα με στοιχεία της περιφέρειας Ηπείρου τα τελευταία δύο χρόνια της οικονομικής κρίσης έχει παραμείνει ενεργό μόνο το ένα με την επωνυμία Ελληνικά Λατομεία ΑΕ και ανήκει στον όμιλο των επιχειρήσεων ΕΛΛΑΚΤΩΡ. Τα υπόλοιπα είτε έχουν ήδη σταματήσει είτε βρίσκονται στη φάση τερματισμού των δραστηριοτήτων τους.

Οι παράγοντες που συνετέλεσαν στο να μείνει ενεργή μόνο μία επιχείρηση είναι αρκετοί. Ο σημαντικότερος όμως είναι ότι σταμάτησαν όλα τα επενδυτικά προγράμματα του Ελληνικού δημοσίου αλλά το βασικότερο ότι πάγωσαν όλα τα προγράμματα του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ). Επίσης υπάρχει μεγάλο πρόβλημα στην απορρόφηση των προϊόντων του λατομείου και από τον ιδιωτικό τομέα. Η ανάπτυξη έχει σταματήσει και μετά από έξι χρόνια οικονομικής ύφεσης η επενδύσεις είναι πολύ περιορισμένες και προσεκτικές.

Σημαντικός παράγοντας βέβαια στην επιβίωση της συγκεκριμένης επιχείρησης ήταν ότι η εταιρία δραστηριοποιείται αρκετά χρόνια στον τομέα της εξόρυξης αδρανών υλικών. Είχε και την απαιτούμενη εμπειρία στις επενδύσεις στον τομέα των αδρανών υλικών αλλά και το απαιτούμενο έμπειρο προσωπικό και μηχανήματα. Τα υπόλοιπα

λατομεία ήταν επιχειρήσεις που δημιουργήθηκαν με κίνητρο τα ΕΣΠΑ που απαιτούσαν μεγάλη ποσότητα αδρανών υλικών. Είχαν ελάχιστο εξοπλισμό και οι περισσότερες εργασίες πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια άλλων εταιρειών. Αυτό μπορεί να είναι πιο οικονομικό στην αρχή καθώς δεν απαιτεί την αρχική επένδυση σε εξοπλισμό και μηχανήματα αλλά σε βάθος χρόνου όπου θα είχε γίνει απόσβεση αποδεικνύεται εξαιρετικά ζημιολόγο. Σε συνδυασμό με την κακή οικονομική κατάσταση της χώρας ήταν αναμενόμενο να επικρατήσει η εμπειρία και η τεχνογνωσία.

Να σημειωθεί εδώ ότι η συγκεκριμένη εταιρία συνεχίζει και παράγει περίπου 1.000 t έως 2.000 t την εβδομάδα. Και αυτό γιατί όσο και να έχει συρρικνωθεί η Ελληνική οικονομία αλλά και η τοπική πάντα θα υπάρχουν αναγκαία έργα και επενδυτικά προγράμματα. Υπάρχει και το ΕΣΠΑ 2014 – 2020 το οποίο θα αρχίσει να υλοποιείται κάποια στιγμή και στην Ελλάδα και θα δώσει αρκετή ώθηση σε όλες τις επιχειρήσεις. Επίσης υπάρχει και η πιθανότητα να αυξήσει την παραγωγή της μετά την παντελή έλλειψη ανταγωνισμού.

Για αυτό όσο και να είναι επίφοβη μία επένδυση στην περιοχή, μία δεύτερη εταιρία θα έκανε καλό στον ανταγωνισμό της περιοχής και θα μπορούσε αρχικά να παράγει μία ποσότητα 1.000 t την εβδομάδα. Η εταιρία που θα αναπτυχθεί θα πρέπει να επενδύσει στην σωστή τεχνική μελέτη, στη σωστή εκπαίδευση του προσωπικού και στην σωστή αρχική επένδυση των μηχανημάτων και των μόνιμων εγκαταστάσεων. Επίσης θα πρέπει να δώσει προσοχή ώστε τα προϊόντα της να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές και καλής ποιότητας που θα την κάνει ανταγωνιστική και βιώσιμη.

6.3 Κόστος αρχικής επένδυσης

Με τον όρο αρχική επένδυση εννοείται το αρχικό κεφάλαιο που θα επενδυθεί στο λατομείο για να είναι έτοιμο για λειτουργία. Περιλαμβάνει τα έξοδα για τις μελέτες που πρέπει να γίνουν, τη μίσθωση του χώρου, την αγορά του εξοπλισμού και την κατασκευή των μόνιμων εγκαταστάσεων. Αποτελεί το πιο δαπανηρό κομμάτι για την επιχείρηση και χωρίς να λάβει κανένα έσοδο μέχρι να πραγματοποιηθούν όλα τα παραπάνω. Στην Ελλάδα για να τονισθεί η επιχειρηματικότητα αλλά και για να αναπτύσσεται η περιφέρεια συνήθως το κράτος έδινε κάποια επιχορήγηση. Με την οικονομική κρίση δεν προβλέπεται κάτι τέτοιο και δεν θα υπολογιστεί.

6.3.1 Κόστος εκπόνηση μελετών

Σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε. απαιτείται υποχρεωτικά για κάθε λατομική περιοχή να εκπονηθεί τεχνική μελέτη και περιβαλλοντική μελέτη. Το κόστος των μελετών αυτών προβλέπεται να είναι το μέγιστο 10.000 €. Επιπλέον είναι πιθανό κατά την διάρκεια λειτουργίας του λατομείου να ζητηθεί από την υπηρεσία μεταλλείων η υποβολή σχεδίου ασφαλείας και υγείας και γραπτής εκτίμησης επαγγελματικού κινδύνου, μελέτες οι οποίες κοστολογούνται στις 8000 €.

6.3.2 Κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων και έργων προσπέλασης

Στη συγκεκριμένη ενότητα περιλαμβάνονται τα έξοδα για τα έργα προσπέλασης και τις μόνιμες εγκαταστάσεις.

Στα έργα προσπέλασης προσμετρώνται ο εξωτερικός δρόμος προσπέλασης του λατομείου, η διάνοιξη της κύριας πλατείας και ο εσωτερικός δρόμος προσπέλασης του λατομείου.

Όσον αφορά τον εξωτερικό δρόμο προσπέλασης του λατομείου προτείνεται η βελτίωση του αγροτικού δρόμου (από το σημείο που συνδέεται με τον εξωτερικό δρόμο προσπέλασης μέχρι τον ασφαλωμένο επαρχιακό δρόμο) με σκοπό την μεγαλύτερη ασφάλεια και του προσωπικού που θα μετακινείται στο χώρο να εργαστεί αλλά και των φορτηγών που θα μεταφέρουν το έτοιμο υλικό προς πώληση. Λόγω του ότι ο δρόμος είναι πάνω σε ασβεστολιθικό υλικό καλής αντοχής προτείνεται η επίστρωση με στρώμα αδρανών υλικών 3Α πάχους 10 cm και ασφαλοτάπητας πάχους 5 cm. Το συνολικό κόστος με τις υπάρχον τιμές πιθανολογείται στα 43.000 €. Στη συνέχεια ο εξωτερικός και εσωτερικός δρόμος προσπέλασης θα κοστίσουν περίπου 13.000 €.

Η διάνοιξη της αρχικής πλατεία θα κοστίσει την ανατίναξη όγκου 45.212 m³ καθώς και τη μεταφορά του υλικού στην αμέσως επόμενη βαθμίδα. Για την εξόρυξη του όγκου θα απαιτηθούν 30 ανατινάξεις. Αυτές θα κοστίσουν 67.108,8 € (ανάλυση για τον τρόπο υπολογισμού των ανατινάξεων θα γίνει παρακάτω, σκοπός της παρούσας ενότητας είναι να προσεγγίσει το αρχικό κεφάλαιο πριν την παραγωγή). Επίσης η χρήση των μηχανημάτων για τη διάτρηση και τη μεταφορά του θα κοστίσει περίπου 86.371,2 € (για τα κόστη λειτουργίας θα γίνει λεπτομερής ανάλυση παρακάτω). Συνολικά θα απαιτηθούν 153.480 €.

Τελικό βήμα είναι να υπολογιστεί πόσο θα κοστίσουν οι μόνιμες εγκαταστάσεις του λατομείου. Οι μόνιμες εγκαταστάσεις θα κατασκευαστούν από έτοιμα προκατασκευασμένα κτίρια ειδικά για βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Θα είναι μεταλλικά και θα μειώσουν αρκετά το κόστος σε σχέση με την ανέγερση κτιρίων από οικοδομικά υλικά. Θα χρειαστούν:

- τετραγωνικό κτίριο πλευράς 4 m για τον υποσταθμό της Δ.Ε.Η.,
- κτίριο διαστάσεων 25 X 12 m που θα περιλαμβάνει το μηχανοστάσιο, το γραφείο κινήσεως, τα αποδυτήρια και τις τουαλέτες,
- κτίριο διαστάσεων 22 X 6 m που θα περιλαμβάνει το ιατρείο, τα γραφεία, το γραφείο του επιβλέπων μηχανικού και τις τουαλέτες,
- κτίριο που θα σκεπάζει το σπαστηροτριβείο διαστάσεων 10 X 20 m,
- δεξαμενή λημμάτων
- τρεις αποθήκες φορτώσεως – σιλό για την αποθήκευση των καλύτερων ποιοτήτων που θα παράγονται από το σπαστηροτριβείο,
- Ζυγιστήριο

Ακολουθεί ο πίνακας 6.1 που φαίνονται αναλυτικά όλα τα οικονομικά στοιχεία που περιγράφονται παραπάνω.

Πίνακας 6.1: Κόστος έργων προσπέλασης και μόνιμων εγκαταστάσεων.

α/α	Έργο προσπέλασης / είδος μόνιμης εγκατάστασης	Κόστος (€)
1	Βελτίωση αγροτικού δρόμου	43.000
2	Εξωτερικός και εσωτερικός δρόμος προσπέλασης	13.000
3	Διάνοιξη κεντρικής πλατείας	153.480
4	Υποσταθμός Δ.Ε.Η.	5.000
5	Κτίριο μηχανοστάσιου	21.000
6	Κτίριο γραφείων	9.250
7	Κτίριο σπαστηροτριβείου	14.000
8	Κόστος Άδειας κτιρίων λατομείου	5.925
9	Δεξαμενή λημμάτων και δεξαμενή νερού	20.000
10	Αποθήκες φορτώσεως – σιλό (τρεις)	10.000
11	Ζυγιστήριο	10.000
	Σύνολο	304.655

6.3.3 Κόστος μηχανολογικού εξοπλισμού

Αφορά το κόστος όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού που απαιτείται για την εξόρυξη και μεταφορά του υλικού στο σπαστηροτριβείο. Πρόκειται για ιδιαίτερο ακριβό εξοπλισμό και η αγορά καινούργιων μηχανημάτων προτείνεται μόνο για εκτεταμένες εκμεταλλεύσεις που θα αποφέρουν μεγάλος κέρδος και θα κάνουν γρήγορα απόσβεση. Για το παρόν λατομείο προτείνεται η αγορά ελαφρώς μεταχειρισμένου εξοπλισμού (κατά βάση της τελευταίας διετίας και το πολύ δεκαετίας) με σκοπό τη μείωση του αρχικού κόστους. Δεν αναμένεται η αντιμετώπιση προβλημάτων λόγω της μικρής παραγωγής του λατομείου. Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 6.2 με το μηχανολογικό εξοπλισμό που προτείνεται για το υπάρχον λατομείο:

Πίνακας 6.2: Κόστος μηχανημάτων και τεχνικά χαρακτηριστικά.

α/α	Μηχάνημα	Ποσότητα	Ολική ιπποδύναμη (HP)	Κατανάλωση (L/h)	Τιμή μονάδας (€)	Συνολικό Κόστος (€)
1	Wagon drill	1	385	75	55.000	55.000
2	Φορτωτής CAT 980G	1	300	40	44.000	44.000
3	Υδραυλικός εκσκαφέας CAT 330	1	239	53	55.000	55.000
4	Φορηγά dump trucks Komatsu HD325-5	2	488	58	27.500	55.000
	Σύνολο	5	1.900	284		209.000

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 6.2 ο μηχανολογικός εξοπλισμός του λατομείου θα είναι μικρός από άποψη αριθμού μηχανημάτων. Αυτό οφείλεται στην μικρή παραγωγή του λατομείου και στον τρόπο εκμετάλλευσης του. Το διατηρητικό θα χρησιμοποιείτε μία φορά τις τέσσερις εβδομάδες με εξαίρεση στην διάνοιξη της κεντρικής πλατείας. Θα αγοραστεί και ένας υδραυλικός εκσκαφέας σε περίπτωση που χρειαστεί να εξορυχθούν χαλαρά τμήματα του κοιτάσματος. Ο υδραυλικός εκσκαφέας θα χρησιμοποιείται και για να τροφοδοτεί το σπαστηροτριβείο με το θραυσμένο υλικό. Επίσης ο συγκεκριμένος έχει τη δυνατότητα να αφαιρεθεί ο κάδος του και να προστεθεί σφύρα για θρυμματισμό του υλικού με μικρό κόστος. Ένας φορτωτής είναι ικανοποιητικός προς το παρόν λόγω της μικρής παραγωγικότητας. Τέλος επιλέχθηκαν και 2 φορηγά dump trucks τα οποία έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν ωφέλιμο φορτίο 36,5 t και επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα γιατί υπάρχει πληθώρα στην αγορά μεταχειρισμένων και είναι από τα πιο φθηνά και αξιόπιστα. Το όχημα wagon drill που θα χρησιμοποιηθεί φαίνεται στην εικόνα 5.1. Στη συνέχεια ακολουθούν οι εικόνες των υπολοίπων μηχανημάτων:



Εικόνα 6.1: Το φορτηγό dump truck Komatsu HD325-5.



Εικόνα 6.2: Ο υδραυλικός εκσκαφέας CAT 330.



Εικόνα 6.3: Ο φορτωτής CAT 980G.

6.3.4 Κόστος αγοράς μηχανολογικού εξοπλισμού σπαστηροτριβείου

Το ακριβότερο κομμάτι της αρχικής επένδυσης του συγκεκριμένου λατομείου θα είναι η αγορά του μηχανολογικού εξοπλισμού του σπαστηροτριβείου. Κύριος λόγος του κόστους είναι ότι θα πρέπει να αγοραστούν καινούργια μηχανήματα. Αυτό προτείνεται για να υπάρχει σταθερότητα στην παραγωγή και για να υπάρχει ποιότητα στα προϊόντα του λατομείου. Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων είναι και το σημείο στο οποίο θα δώσει έμφαση η εταιρία για να είναι ανταγωνιστική στην ευρύτερη περιοχή. Το διάστημα παράδοσης του εξοπλισμού αναμένεται το πολύ σε έξι μήνες. Σε αυτό το διάστημα θα πρέπει να εκπαιδευτεί το προσωπικό που απαιτείται για τη χρήση των μηχανημάτων.

Στο συγκεκριμένο λατομείο επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί κινητό συγκρότημα σπαστηροτριβείου. Ο βασικός λόγος που έγινε αυτό είναι γιατί θα είναι εύκολη η μεταφορά του και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολύ μικρές απαιτήσεις σε χώρο. Θα αποτελείται από τρία πλήρως αυτοκινούμενα οχήματα τα οποία θα είναι:

- Τροφοδότης και σπαστήρας (ρότορας με μαχαίρια)
- Διπλό δονούμενο κόσκινο 32/18
- Τριπλό δονούμενο κόσκινο 18/10/4

Ακολουθεί ο πίνακας 6.3 με όλα τα απαιτούμενα στοιχεία του μηχανολογικού εξοπλισμού που θα απαιτηθεί:

Πίνακας 6.3: Κόστος μηχανημάτων σπαστηροτριβείου και τεχνικά χαρακτηριστικά.

α/α	Μηχάνημα	Ποσό- τητα	Ολική ιπποδύναμη (HP)	Κατανά- λωση (L/h)	Τιμή μονάδας (€)	Συνολικό Κόστος (€)
1	Τροφοδότης και σπαστήρας (ρότορας με μαχαίρια)	1	375	98,3	380.000	380.000
2	Διπλό δονούμενο κόσκινο 32/18	1	100	22	200.000	200.000
3	Τριπλό δονούμενο κόσκινο 18/10/4	1	100	22	230.000	230.000
	Σύνολο	3	575	142,3		810.000

Η επιλογή των παραπάνω μηχανημάτων έγινε με γνώμονα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει ο αυτοκινούμενος εξοπλισμός. Τα μηχανήματα μπορούν να συνδυαστούν ανάλογα με τις ανάγκες του λατομείου. Επίσης δε χρειάζονται μεταφορικές ταινίες καθώς το κάθε όχημα έχει τις απαιτούμενες μεταφορικές ταινίες για να επικοινωνεί με τα υπόλοιπα.

Ο τροφοδότης είναι ενσωματωμένος στο μηχανήμα με τον σπαστήρα και έχει μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα υλικού 125 t/h. Αποτελείται από ένα μεταλλικό σιλό το άνοιγμα του οποίου ρυθμίζεται αυτόματα ώστε να επιτυγχάνεται σταθερή τροφοδοσία. Στο κάτω μέρος του υπάρχει μεταλλική σχάρα με μέγιστο άνοιγμα πλέγματος 0,7 m. Στην επιφάνεια του υπάρχει και σφύρα με σκοπό την θραύση των μεγάλων τεμαχίων του υλικού.

Ο σπαστήρας αποτελείται από ένα ρότορα με τέσσερα μαχαίρια. Η εταιρία κάνει την αρχική ρύθμιση στο μέγεθος του υλικού που θα παράγει ο σπαστήρας. Στη συνέχεια αν δεν είναι ικανοποιητική η απόδοση του στέλνεται κλιμάκιο για την περαιτέρω ρύθμιση του στο λατομείο όπου θα εξετασθούν και τα δεδομένα από το λατομείο. Για το συγκεκριμένο λατομείο ζητήθηκε ως επί το πλείστον να αποδίδει τις τρεις καλύτερες ποιότητες.

Τα διπλά δονούμενα κόσκινα αποτελούνται σχάρες που τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη και χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση του υλικού στις διάφορες κατηγορίες. Έχουν κλίση με σκοπό την διευκόλυνση του υλικού προς την έξοδο. Το πλέγμα της άνω σχάρας (A) έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το πλέγμα της κάτω σχάρας (B) και το μέγεθος τους μετριέται σε mm (πάντα A>B). Έτσι μπορούν να αποδώσουν τρεις κατηγορίες:

- Το υλικό που συγκρατείται στην άνω σχάρα έχει μέγεθος μεγαλύτερο από το πλέγμα της και συμβολίζεται με +A.
- Το υλικό που συγκρατείται στην κάτω σχάρα έχει μέγεθος μικρότερο από το πλέγμα της άνω σχάρας και μεγαλύτερο από το πλέγμα της κάτω σχάρας και συμβολίζεται με +B –A.

- Το υλικό που διέρχεται από την κάτω σχάρα και έχει μέγεθος μικρότερο από το πλέγμα της κάτω σχάρας συμβολίζεται με –B.

Τα τριπλά δονούμε κόσκινα λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως και τα διπλά, αλλά έχουν μία παραπάνω σχάρα και αποδίδουν μία ποιότητα παραπάνω. Τα κόσκινα είναι δονούμενα για τρεις κυρίως λόγους:

- Βοηθούν το υλικό να κινηθεί προς την έξοδο.
- Για να μην φρακάρει το κόσκινο.
- Επιτυγχάνεται ο καλύτερος δυνατός διαχωρισμός και ταξινόμηση του υλικού.

Τα παραπάνω μηχανήματα θα ρυθμιστούν από την εταιρία ώστε να αποδίδουν τις παρακάτω ποιότητες και ποσότητες του υλικού σύμφωνα με τον πίνακα 6.4:

Πίνακας 6.4: Ποιότητες και ποσότητες που θα παράγει το λατομείο ανά βδομάδα.

α/α	Κλάσμα προϊόντος (mm)	Ποσότητα (t)	Ποσότητα (m ³)
1	0 έως 32 3A (αδιαβάθμιτο)	100	37,7
2	18 έως 32 Χαλίκι Νο 5	150	56,6
3	10 έως 18 Χαλίκι Νο 7	150	56,6
4	4 έως 10 ψηφίδα	300	113,2
5	0 έως 4 άμμος	300	113,2
		1.000	377,3

6.3.5 Συνολικό ύψος αρχική επένδυσης

Με βάση την παραπάνω ανάλυση είναι δυνατόν να γίνει εκτίμηση του αρχικού κεφαλαίου που χρειάζεται το λατομείο για να ξεκινήσει τις δραστηριότητες του. Στον πίνακα 6.5 φαίνονται συγκεντρωτικά τα οικονομικά στοιχεία που απαιτούνται.

Πίνακας 6.5: Συνολικό ύψος αρχικής επένδυσης.

α/α	Είδος επένδυσης	Κόστος (€)
1	Κόστος εκπόνησης μελετών	18.000
2	Κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων και έργων προσπέλασης	304.655
3	Κόστος μηχανολογικού εξοπλισμού	209.000
4	Κόστος μηχανολογικού εξοπλισμού σπαστηροτριβείου	810.000
	Σύνολο	1.341.655

6.4 Κόστος λειτουργίας της επιχείρησης

Αφορά τις δαπάνες που βαρύνουν την επιχείρηση κατά τη διάρκεια της λειτουργία της, σε αντίθεση με τις προηγούμενες που αφορούν μόνο την αρχική επένδυση. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι πληρωμές των εργαζομένων, τα κόστη λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού (και του σπαστηροτριβείου), τις δαπάνες για συντήρηση και ανταλλακτικά, τις δαπάνες για εκρηκτικά και το κόστος που θα χρειαστεί για την περιβαλλοντική αποκατάσταση.

6.4.1 Αναγκαίο προσωπικό και δαπάνες μισθών

Το προσωπικό αποτελεί και αυτό ένα σημαντικό έξοδο στη λειτουργία του λατομείου. Είναι σημαντικό να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο αλλά όχι ανεπαρκές. Το λατομείο θα λειτουργεί μόνο μία βάρδια άρα θα χρειαστούν μόνο ένας εργαζόμενος για κάθε θέση. Η πιο σημαντική θέση είναι του επιβλέπων μηχανικού που θα εργάζεται όλο το μήνα και θα είναι υπεύθυνος για την ομαλή λειτουργία του λατομείου.

Το συγκεκριμένο λατομείο με την υπάρχον σχεδίαση θα δουλεύει μία μέρα την εβδομάδα. Επομένως όλοι οι εργαζόμενοι πλην του επιβλέποντος μηχανικού θα είναι μερικής απασχόλησης με σύμβαση.

Ειδικά για τους χειριστές μηχανημάτων και τον γομωτή – πυροδότη θα εργάζονται μόνο τις μέρες των ανατινάξεων που θα είναι 12 το χρόνο. Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας 6.6 με το απαιτούμενο προσωπικό του λατομείου και τις αποδοχές τους.

Πίνακας 6.6: Ειδικότητες εργαζομένων και ετήσιες αποδοχές προσωπικού.

α/ α	Ειδικότητα εργαζόμενου	Αριθμός εργαζομένων ανά ειδικότητα	Ημερήσια αποδοχή εργαζομένου (€)	Εργάσιμες ημέρες / έτος	Ετήσιες αποδοχές εργαζομένου (€)
1	Εργοδηγός Εξόρυξης	1	100	12	1.200
2	Χειριστής Wagon Drill	1	35	12	420
3	Χειριστής Φορτωτή	1	35	12	420
4	Χειριστής εκσκαφέα	1	35	45	1.575
5	Οδηγός dump truck	2	60	12	720
6	Εργοδηγός σπαστηροτριβείου	1	40	45	1.800
7	Τεχνίτης συντήρησης	1	40	45	1.800
8	Γραμματέας	1	30	45	1.350
9	Επιβλέπων μηχανικός	1	40	225	9.000
	Σύνολο	10			18.285

6.4.2 Δαπάνες καυσίμων, λιπαντικών και συντήρησης

Ο υπολογισμός του κόστους καυσίμων, λιπαντικών και συντήρησης είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια πριν τη χρήση του εξοπλισμού. Παρόλα αυτά μπορεί να γίνει μία αξιόπιστη προσέγγιση χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα άλλες μελέτες που έχουν όμως τον ίδιο σκοπό. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης τα δεδομένα δαπανών ελήφθησαν από δύο σχετικά έγγραφα που αναζητήθηκαν στο διαδίκτυο (βλέπε Santa Clara County (2014) και USACE (2001))

Οι τιμές που δίνονται για το λειτουργικό κόστος ανά ώρα εργασίας περιλαμβάνουν:

- το κόστος του καυσίμου,
- των λιπαντικών,

- των ελαστικών και ανταλλακτικών,
- και της συντήρησης.

Έχοντας έτοιμες τις τιμές ανά ώρα χρήσης το μόνο που απαιτείται είναι η μετατροπή του δολαρίου σε ευρώ (με τρέχουσα τιμή Ευρώ/Δολάριο Η.Π.Α. 1,13) και να υπολογιστούν οι ώρες εργασίας για κάθε μηχανήμα.

Τα μηχανήματα του σπαστηροτριβείου μπορούν να υπολογιστούν με βάση τις ίδιες μελέτες καθώς πρόκειται για μηχανήματα (της εταιρία Caterpillar) στα οποία έχουν γίνει μετατροπές και οι μηχανές που χρησιμοποιούν είναι εκδόσεις που έχουν βγει για μηχανολογικό εξοπλισμό (φορτωτές κτλ.).

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως το λατομείο θα λειτουργεί 224 ημέρες ανά έτος. Παρόλα αυτά πρόκειται για ένα λατομείο περιορισμένης λειτουργίας. Θα γίνεται μία ανατίναξη ανά τέσσερις εβδομάδες και παραγωγή 1.000 t την εβδομάδα. Αυτό σημαίνει 12 ανατινάξεις το έτος και 45 ημέρες λειτουργίας του σπαστηροτριβείου. Παρακάτω γίνεται ανάλυση για κάθε μηχανήμα ξεχωριστά όσον αφορά τις ώρες λειτουργίας αλλά και συνολικά (πίνακας 6.7).

Τα μηχανήματα του σπαστηροτριβείου θα δουλεύουν για 45 μέρες και από 8 ώρες για κάθε βάρδια άρα συνολικά 360 h το χρόνο. Να σημειωθεί εδώ ότι το διπλό ή τριπλό δονούμενο κόσκινο θα δουλεύουν εναλλάξ και ποτέ ταυτόχρονα και ότι έχουν τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά. Επομένως στους υπολογισμούς θα υπολογιστεί για ένα από τα δύο αφού και τα δύο συνολικά θα δουλεύουν 8 ώρες ανά βάρδια.

Το Wagon Drill θα πρέπει να κάνει συνολικά 20 διατρήματα με 12,93 m κάθε ανατίναξη και συνολικά 12 ανατινάξεις το χρόνο. Συνολικά θα κάνει 3.103 m το χρόνο. Με ρυθμό διάτρησης στα 20 m/h (ονομαστική απόδοση μόνο σε διάτρηση 39 m/h) θα λειτουργήσει συνολικά 155 h.

Ο εναπομείναντας μηχανολογικός εξοπλισμός θα δουλεύει για 8 ώρες ανά βάρδια και για 12 μέρες κάθε έτος, σύνολο 96 h (τις μέρες των ανατινάξεων). Εξαίρεση αποτελεί ο υδραυλικός εκσκαφέας CAT 330 ο οποίος θα λειτουργεί 360 h ανά έτος καθώς θα τροφοδοτεί το σπαστήρα με υλικό.

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να δημιουργηθεί ο πίνακας 6.7 όπου υπολογίζονται το κόστος χρήσης για κάθε μηχανήμα ανά έτος αλλά και συνολικά:

Πίνακας 6.7: Συνολικό λειτουργικό κόστος μηχανολογικού εξοπλισμού και μηχανολογικού εξοπλισμού σπαστηροτριβείου.

α/α	Μηχάνημα	Ποσότητα	Κόστος ανά ώρα εργασίας (€/h)	Συνολικές ώρες χρήσης ανά έτος	Κόστος χρήσης ανά έτος (€)
1	Wagon drill	1	86,53	155	13.412
2	Φορτωτής CAT 980G	1	165,79	96	15.916
3	Υδραυλικός εκσκαφέας CAT 330	1	135,07	360	48.625
4	Φορτηγά dump trucks Komatsu HD325-5	2	53,78	96	10.326
5	Τροφοδότης και σπαστήρας (ρότορας με μαχαίρια)	1	60,19	360	21.668
6	Διπλό (ή τριπλό) δονούμενο κόσκινο	1	61,34	360	22.083
	Σύνολο				132.030

6.4.3 Δαπάνες για την αγορά εκρηκτικών, αναλώσιμων και διατρητικών κεφαλών

Σύμφωνα με το σχεδιασμό των ανατινάξεων το λατομείο θα πραγματοποιεί 12 ανατινάξεις κάθε έτος. Οι ποσότητες σε ANFO είναι 15.456 kg και σε αμμωνίτη 1.166,4 kg με τιμή 1,3 €/kg και 2 €/kg αντίστοιχα. Συνεπώς το κόστος των εκρηκτικών θα είναι 22.426 €.

Για την αγορά των αναλώσιμων (καψύλλια κτλ.) θα αυξηθεί η δαπάνη των εκρηκτικών κατά 24%. Δηλαδή θα κοστίσουν 5.382 €.

Τέλος πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος των διατρητικών κεφαλών που θα χρειαστούν. Η απόδοση ανά κοπτική κεφαλή είναι 200 m. Με 3.103 m το χρόνο σε διατρήματα θα χρειαστούν 16 κεφαλές. Με κόστος κεφαλής στα 250 € οι κεφαλές θα κοστίσουν συνολικά 4.000 €.

Ένα κόστος ακριβό είναι και το ημερομίσθιο του γομωτή – πυροδότη το οποίο όμως έχει υπολογιστεί στους μισθούς. Το συνολικό κόστος ακολουθεί στον πίνακα 6.8:

Πίνακας 6.8: Συνολικό κόστος για τη διατροφή και ανατίναξη.

Δαπάνη	Κόστος (€)
Αγορά εκρηκτικών	22.426
Αγορά αναλώσιμων	5.382
Αγορά κεφαλών διατηρητικού	4.000
Σύνολο	31.808

6.4.4 Δαπάνη για την αποκατάσταση περιβάλλοντος

Η συνολική δαπάνη για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος έχει υπολογιστεί σε 90.747 €. Αυτή η δαπάνη πρέπει να μοιραστεί και να υπολογιστεί στα έξοδα του κάθε χρόνου. Με διάρκεια ζωής του λατομείου σε 24 έτη, η ετήσια δαπάνη για περιβαλλοντική αποκατάσταση θα είναι 3.782 €.

6.4.5 Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας του λατομείου

Ακολουθεί ο πίνακας 6.9 που δείχνει και το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας του λατομείου.

Πίνακας 6.9: Ετήσιο κόστος λειτουργίας του λατομείου.

Δαπάνες	Ετήσιο Κόστος (€)
Μισθοί εργαζομένων	18.285
Κάύσιμα και αναλώσιμα μηχανημάτων	132.030
Διατροφή και ανατίναξη	31.808
Αποκατάσταση περιβάλλοντος	3.782
Σύνολο	185.905

6.5 Έσοδα της επιχείρησης

Τα έσοδα της επιχείρησης θα προέρχονται από τις πωλήσεις των προϊόντων που θα παράγει σύμφωνα με τον πίνακα 6.4. Όπως και με το κόστος αρχικής επένδυσης αλλά και το κόστος λειτουργίας της επιχείρησης, έτσι και τα έσοδα θα προσδιοριστούν με τις τρέχον τιμές της αγοράς. Σύμφωνα με στοιχεία που δόθηκαν από την Περιφέρεια Κρήτης (σε συνεργασία με την περιφέρεια Ηπείρου) οι τιμές πώλησης των προϊόντων που θα παράγονται δίνονται στον πίνακα 6.10.

Πίνακας 6.10: Τιμή πώλησης των προϊόντων σε €/m³.

α/α	Κλάσμα προϊόντος (mm)	Τιμή πώλησης (€/m ³)
1	0 έως 32 3A (αδιαβάθμιτο)	8,6
2	18 έως 32 Χαλίκι Νο 5	10,5
3	10 έως 18 Χαλίκι Νο 7	10,5
4	4 έως 10 ψηφίδα	11,5
5	0 έως 4 άμμος	12,5

Επομένως τα ετήσια έσοδα της επιχείρησης θα είναι όπως φαίνονται στον πίνακα 6.11.

Πίνακας 6.11: Συνολικά έσοδα της επιχείρησης για κάθε έτος λειτουργίας.

α/α	Κλάσμα προϊόντος (mm)	Τιμή πώλησης (€/m ³)	Ποσότητα ανά χρόνο (m ³)	Έσοδα (€)
1	0 έως 32 3A (αδιαβάθμιτο)	8,6	1.696	14.586
2	18 έως 32 Χαλίκι Νο 5	10,5	2.547	26.744
3	10 έως 18 Χαλίκι Νο 7	10,5	2.547	26.744
4	4 έως 10 ψηφίδα	11,5	5.094	58.581
5	0 έως 4 άμμος	12,5	5.094	63.675
	Σύνολο		16.978	190.330

Έχοντας προσδιορίσει επακριβώς τα έσοδα και τα έξοδα της επιχείρησης είναι δυνατόν να προσδιοριστεί αν αξίζει η επένδυση. Αυτό δεν μπορεί να γίνει απλά αφαιρώντας τα έσοδα με τα έξοδα αλλά θα χρειαστούν να γίνουν πιθανά σενάρια επένδυσης. Είναι πολύ πιθανό λόγω της οικονομικής κρίσης κανένα σενάριο να μην είναι λειτουργικό. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι θα ισχύει το ίδιο με την πάροδο του χρόνου καθώς μπορεί να μεταβληθούν οι συνθήκες της ζήτησης των αδρανών υλικών και να κριθεί οικονομικά συμφέρουσα η λειτουργία του.

Επίσης είναι σημαντικό να τονιστεί ότι με την υπάρχον σχεδίαση το λατομείο μπορεί να μεταβάλει την παραγωγή του ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς. Η μελέτη θα γίνει με βάση τη λειτουργία για μία μέρα της εβδομάδας και με 45 εβδομάδες όλο το χρόνο. Παρόλα αυτά αν αυξηθεί η ζήτηση μπορεί να δουλεύει με την ίδια σχεδίαση όλες τις μέρες τις εβδομάδας ή και με διπλή βάρδια αν αυξηθεί τόσο πολύ η ζήτηση.

6.6 Μελέτη Επένδυσης

6.6.1 Εισαγωγή

Το επιχειρηματικό σχέδιο αποτελεί μία συνήθη πρακτική που βοηθά τον επιχειρηματία-ιδιοκτήτη μιας επιχείρησης να αποκρυσταλλώσει τις ιδέες και να επικεντρώσει την προσοχή του στην εφαρμογή των κατάλληλων πολιτικών που θα οδηγήσουν στην υλοποίηση των ιδεών αυτών. Το επιχειρηματικό σχέδιο είναι σχετικά απλό στην εκπόνησή του. Κάθε επιχείρηση, είτε πρόκειται για μία μικρή βιοτεχνία, είτε για μία μεγάλη πολυεθνική εταιρεία, έχει την υποχρέωση να καταστρώνει και να εφαρμόζει ένα επιχειρηματικό σχέδιο.

Το επιχειρηματικό σχέδιο εμπεριέχει όλα τα βήματα που θα πρέπει να κάνει μία επιχείρηση, από την αρχή λειτουργίας της έως και μία μακροπρόθεσμη πρόβλεψη για την πορεία της επιχείρησης τα προσεχή έτη και τις μεταβολές του μακροοικονομικού περιβάλλοντός της. Ένα καλό επιχειρηματικό σχέδιο δίνει έμφαση στα πλεονεκτήματα της επιχείρησης και αναγνωρίζει τις όποιες αδυναμίες υλοποίησης ενός επενδυτικού σχεδίου. Πάνω από όλα όμως δείχνει το πώς θα επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος και την ανάλυση της μεθόδου επίτευξής του (Αυλωνίτη και Παπασταθοπούλου, 2003).

Οι φάσεις ενός επιχειρηματικού σχεδίου είναι οι ακόλουθες:

- Εκτίμηση του κύκλου εργασιών
- Ανάλυση του προϊόντος
- Ανάλυση των εργασιών εντός της επιχείρησης
- Επιλογή- πρόκριση παραγωγικού εξοπλισμού
- Εκτίμηση αποθηκευτικών χώρων
- Εκτίμηση αναγκών σε οικόπεδα, κτίρια και μεταφορικά μέσα
- Ιδρυτικά κεφάλαια

Οι χρηματοδοτήσεις ενός επιχειρηματικού σχεδίου μπορεί να είναι από:

- Ιδία κεφάλαια (αυτοχρηματοδότηση)
- Κρατικές επιχορηγήσεις
- Δανεισμός (συνήθως από ιδιωτικές τράπεζες)
- Πιστώσεις προμηθευτών

Με βάση την παραπάνω θεωρία θα δημιουργηθούν δύο σενάρια όσον αφορά την πιθανή επένδυση για τη δημιουργία του λατομείου. Για πρακτικούς λόγους θα ονομαστεί ως ΛΑ.ΚΑ. ΑΕ (Λατομεία Καλεντζίου Ανώνυμη Εταιρεία). Στο πρώτο σενάριο θα θεωρηθεί ότι θα γίνει δανεισμός από ιδιωτική τράπεζα και στο δεύτερο ότι θα γίνει επένδυση με ιδία κεφάλαια.

6.6.2 Επένδυση με δάνειο από ιδιωτική τράπεζα

Στην περίπτωση αυτή ο επενδυτής (στη συγκεκριμένη περίπτωση ο μελετητής) πηγαίνει σε όλες τις τράπεζες και αναπτύσσει το επιχειρηματικό του σχέδιο. Οι τράπεζες με τη σειρά τους δίνουν κάποιες πληροφορίες σχετικά με το δάνεια και τους οικονομικούς όρους που το συνοδεύουν. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας επιλέχτηκε δάνειο με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ένα χρόνο περίοδο χάριτος
- Δέκα χρόνια για την αποπληρωμή του δανείου

- Επιτόκιο $8,35 \pm 0,4 \%$
- Χρηματοδότηση 70% από την τράπεζα και 30% από ίδια κεφάλαια

Να σημειωθεί ότι οι όροι δεν είναι ευνοϊκοί γιατί στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για σύσταση νέας εταιρίας. Αν υπήρχε ήδη μία εταιρία με ιστορικό επενδύσεων οι όροι θα ήταν σαφώς καλύτεροι.

Έχοντας όλα τα παραπάνω τα δεδομένα μπορεί να δημιουργηθεί ο πίνακας 6.12 που συμπεριλαμβάνει όλα τα δεδομένα της ΛΑ.ΚΑ. ΑΕ που έχουν υπολογιστεί παραπάνω και τα δεδομένα από τη πιθανή δανειακή σύμβαση της τράπεζας. Το σενάριο εξετάζει την οικονομική κατάσταση της εταιρίας στο διάστημα μιας δεκαετίας.

Η Κ.Π.Α. (Καθαρή Παρούσα Αξία) της επιχείρησης υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$Κ.Π.Α. = \sum_{t=1}^N \frac{Ταμειακές \text{ Εισροές}}{(1 + r)^t} - Αρχική \text{ Επένδυση} \quad [6.4]$$

όπου:

t = έτος,

r = επιτόκιο,

N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης.

Η επίλυση της σχέσης 6.4 δίνει αποτέλεσμα Κ.Π.Α. = - 1.876.854 €. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 6.12 αλλά και της Κ.Π.Α. παρατηρείται ότι η εταιρία δεν θα μπορέσει να αποπληρώσει τους τόκους της δανειακής σύμβασης. Στην πραγματικότητα δεν μπορεί να αποπληρώσει ούτε την αποπληρωμή των καταβλητέων δόσεων. Επομένως αυτό το σενάριο πρέπει να εγκαταλειφθεί και να ξαναεκτιμηθεί σε περίπτωση που οι απαιτήσεις σε αδρανή υλικά στην περιοχή ανέβουν κατακόρυφα. Φυσικά θα πρέπει όλα τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν παραπάνω να υπολογιστούν ξανά.

6.6.3 Επένδυση με ίδια κεφάλαια

Στην περίπτωση που ο επενδυτής διαθέτει όλο το ποσό για την επένδυση τα δεδομένα είναι πολύ διαφορετικά. Και αυτό διότι η επιχείρηση δεν θα έχει την ανάγκη αποπληρωμής των δανείων και των τόκων. Έτσι με τα ίδια δεδομένα αλλά χωρίς τη χρήση δανείου μπορεί να γίνει μία νέα προσέγγιση της οικονομικής κατάστασης της επιχείρησης στο τέλος της επόμενης δεκαετίας (πίνακας 6.13).

Με την επένδυση μόνο ιδίων κεφαλαίων παρατηρείται ότι η εταιρία έχει κέρδος και είναι ικανοποιητικό. Φυσικά η αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης θα αργήσει αλλά δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς η εταιρία θα προσφέρει μόνο έσοδα.

Σε αυτή την περίπτωση θα υπολογιστή η Κ.Π.Α. για να γίνει σύγκριση αν θα ήταν καλύτερα να επενδύσει τα λεφτά του ο επενδυτής σε ένα λογαριασμό ταμειευτηρίου ή στην επιχείρηση. Το καλύτερο επιτόκιο στην αγορά αυτή τη στιγμή είναι 0,8% το μήνα για καταθέσεις άνω των 300.000 €. Η Κ.Π.Α. της επιχείρησης για το επιτόκιο αυτό είναι 111.220 €. Με τον υπολογισμό των τόκων για το ίδιο διάστημα θα προκύπτει ένα κέρδος της τάξεως 2.013.761 €. Επομένως είναι καλύτερο να επενδυθούν τα λεφτά σε κατάθεση (που θεωρούνται οι ασφαλέστερες επενδύσεις αλλά χαμηλής απόδοσης) από ότι στην υπό εξέταση επιχείρηση.

6.6.4 Προτάσεις

Παρατηρώντας τα δύο σενάρια παρατηρείται ότι μόνο το δεύτερο είναι εφικτό. Αλλά παρόλα αυτά στο κόσμο των επενδύσεων δεν θεωρείτε καλή μία επένδυση που δεν επιστρέφει την αρχική επένδυση σε ένα διάστημα το πολύ πέντε ετών. Έτσι και αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί επικερδές για κάποιον επενδυτή.

Στην περίπτωση που υπάρχει επενδυτικό ενδιαφέρον για την παρούσα εκμετάλλευση είναι είτε να αναζητηθούν άλλες αγορές στην περιοχή, είτε να γίνει προσπάθεια να παραχθούν προϊόντα μεγαλύτερης προστιθέμενης αξίας είτε ο επενδυτής να περιμένει μια καλύτερη οικονομική συγκυρία. Κάποια στιγμή η ζήτηση αδρανών υλικών θα έχει ανοδική τάση. Τότε οι απαιτήσεις για παραγωγή θα αυξηθούν και επομένως θα πρέπει να υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της παραγωγής. Αυτό μπορεί να καλυφθεί είτε αυξάνοντας την παραγωγή στις υφιστάμενες μονάδες είτε με νέες επενδύσεις στον κλάδο. Το υπό μελέτη λατομείο μπορεί να παράγει με τον υπάρχοντα εξοπλισμό μέχρι και 2.000 t αδρανών υλικών την ημέρα. Σε μία τέτοια περίπτωση οι οικονομικοί δείκτες της επιχείρησης θα είναι θετικοί και θα αξίζει να γίνει η επένδυση ακόμα και με τη χρήση δανείου.

Επίσης για την βελτίωση της οικονομικής κατάστασης της εταιρίας στα πρώτα 10 χρόνια (που η εταιρία είναι υποχρεωμένη να πληρώνει τόκους και δόσεις για την αποπληρωμή του) ορισμένα κόστη (όπως π.χ. το κόστος της περιβαλλοντικής αποκατάστασης) να μετακινηθούν σε μεταγενέστερους χρόνους. Έτσι θα βελτιωθούν τα οικονομικά της εταιρίας τα πρώτα 10 χρόνια. Τα έξοδα αυτά μπορούν να αποταμιευτούν από την εταιρία μετά την πάροδο της δεκαετίας και στα χρόνια που απομένουν για την ολοκλήρωση της εκμετάλλευσης.

Πίνακας 6.12: Οικονομική κατάσταση της ΛΑ.ΚΑ. ΑΕ για τα οικονομικά έτη 2016 – 2026 (σε €).

ΛΑΚΑ ΑΕ											
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330
ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ		122.400	122.400	145.110	167.620	167.620	167.620	167.620	167.620	167.620	167.620
ΜΙΚΤΑ ΚΕΡΔΗ		67.930	67.930	45.220	22.710	22.710	22.710	22.710	22.710	22.710	22.710
ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ		49.645	49.645	26.935	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425
ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ		12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΤΟΚΩΝ		36.729	36.729	14.019	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492
ΤΟΚΟΙ		78.595	78.595	78.595	78.595	78.595	78.595	78.595	78.595	78.595	78.595
ΚΑΤΑΒΑΝΤΕΑ ΔΟΣΗ		94.126	94.126	94.126	94.126	94.126	94.126	94.126	94.126	94.126	94.126
ΚΕΡΔΗ/ΖΗΜΙΕΣ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ		-135.993	-135.993	-158.703	-181.213	-181.213	-181.213	-181.213	-181.213	-181.213	-181.213
ΦΟΡΟΙ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ/ΖΗΜΙΑ		-123.076	-123.076	-145.786	-168.296	-168.296	-168.296	-168.296	-168.296	-168.296	-168.296

Πίνακας 6.13: Οικονομική κατάσταση της ΛΑ.ΚΑ. ΑΕ για τα οικονομικά έτη 2016 – 2026 (σε €).

ΛΑ.ΚΑ. ΑΕ											
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330	190.330
ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ		122.400	122.400	145.110	167.620	167.620	167.620	167.620	167.620	167.620	167.620
ΜΙΚΤΑ ΚΕΡΔΗ		67.930	67.930	45.220	22.710	22.710	22.710	22.710	22.710	22.710	22.710
ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285	18.285
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ		49.645	49.645	26.935	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425
ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ		12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917	12.917
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΤΟΚΩΝ		36.729	36.729	14.019	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492
ΤΟΚΟΙ											
ΚΑΤΑΒΑΝΤΕΑ ΔΟΣΗ											
ΚΕΡΔΗ/ΖΗΜΙΕΣ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ		36.729	36.729	14.019	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492	-8.492
ΦΟΡΟΙ		10.651	10.651	4.065	-2.463	-2.463	-2.463	-2.463	-2.463	-2.463	-2.463
ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ/ΖΗΜΙΑ		38.994	38.994	22.870	6.888	6.888	6.888	6.888	6.888	6.888	6.888

Κεφάλαιο 7

Περιβαλλοντική αποκατάσταση

7.1 Εισαγωγή

Οποιαδήποτε ανθρώπινη δραστηριότητα έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα ένας λατομικός χώρος προκαλεί εν τη γενέσει του μεγάλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Προκαλούνται κατά τη διάνοιξη και λειτουργία του και ιδίως μετά το πέρας της εκμετάλλευσης όπου θα λείπει μια μεγάλη μάζα φυσικού εδάφους. Επομένως υπάρχουν δύο βασικά στάδια αντιμετώπισης της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Το πρώτο είναι κατά τη διάρκεια λειτουργίας του και το δεύτερο μετά το πέρας όπου θα γίνει και η κύρια αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

7.2 Ανάλυση πιθανών ρύπων

Κατά τη διάρκεια της διάνοιξης και λειτουργίας του λατομικού χώρου υπάρχουν οι κάτωθι πιθανοί ρύποι:

- Αέριοι ρύποι
- Στερεά απόβλητα
- Επίδραση ανατινάξεων

Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι παραπάνω κατηγορίες σύμφωνα με τις ανάγκες του συγκεκριμένου λατομείου.

7.2.1 Αέριοι ρύποι

Οι αέριοι ρύποι που δημιουργούνται σε ένα λατομείο αδρανών υλικών είναι η σκόνη που μπορεί να δημιουργηθεί από τις διάφορες λειτουργίες του λατομείου. Στο συγκεκριμένο λατομείο η σκόνη θα αποτελείται από ασβεστόλιθο. Πρόκειται για ένα ανόργανο μη τοξικό πέτρωμα. Η δημιουργία της σκόνης οφείλεται στους παρακάτω λόγους:

- Διάτρηση και ανατίναξη
- Κίνηση οχημάτων για φόρτωση, εκφόρτωση και μεταφορά του εξορυσσόμενου υλικού
- Εγκαταστάσεις θραύσης
- Σωροί απόθεσης του υλικού

Σύμφωνα με τον Κ.Μ.Α.Ε. (Άρθρον 22, παράγραφος 1) υπάρχουν διατάξεις για την προστασία των εργαζομένων από τη σκόνη. Αυτές είναι:

1. Μέση χρονικά σταθμισμένη τιμή συγκέντρωσης, είναι η μέση τιμή που προκύπτει από συνεχείς μετρήσεις των συγκεντρώσεων στη διάρκεια της

ημερήσιας εργασίας ή από ασυνεχείς μετρήσεις που γίνονται με τρόπο, ώστε τα αποτελέσματά τους να είναι αντιπροσωπευτικά των συνθηκών, στις οποίες εκτίθεται ο εργαζόμενος, στη διάρκεια της ημερήσιας εργασίας.

2. Μέγιστη τιμή συγκέντρωσης είναι η μέγιστη συγκέντρωση, ακόμα και στιγμιαία, στη διάρκεια της ημερήσιας εργασίας.

Οι πιο πάνω μετρήσεις μπορούν να γίνονται με όργανα που δίνουν άμεσα το αποτέλεσμα ή που πραγματοποιούν δειγματοληψίες για μετέπειτα ανάλυση και εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Οι οριακές τιμές του πίνακα 7.1 που αναφέρονται σε ορυκτές σκόνες, αφορούν το μέρος (κλάσμα) της συνολικά αιωρούμενης σκόνης που έχει κόκκους αεροδυναμικής διαμέτρου, μικρότερης από 7μm («εισπνεύσιμο» μέγεθος σκόνης) και που περνάει μέσα από ένα ειδικό επιλογέα με τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Πίνακας 7.1: Ποσοστά διόδου από τον επιλογέα εισπνεύσιμων κλασμάτων.

Αεροδυναμική διάμετρος σε μm για σφαίρες με πυκνότητα 1 g/cm ³	Ποσοστό διόδου από τον επιλογέα
2	98
2,5	88
3,5	76
5,0	50
7,1	0

Όταν υπάρχει περιεκτικότητα σε κρυσταλλικό ελεύθερο διοξείδιο του πυριτίου, πρέπει να υπολογίζονται σαν μέσες χρονικά σταθμισμένες οριακές τιμές (Μ.Χ.Σ.Ο.Τ.) για τα αντίστοιχα είδη σκόνης, οι τιμές που υπολογίζονται απ' τον παρακάτω τύπο:

$$M.X.C.O.T. (mg/m^3)=10/(q_i+2)$$

όπου q_i είναι η περιεκτικότητα % του κρυσταλλικού ελεύθερου διοξειδίου του πυριτίου στο μέρος της σκόνης που έχει «εισπνεύσιμο» μέγεθος.

Επομένως πρέπει να υπάρξει αντιμετώπιση για κάθε έναν από τους λόγους για τους οποίους παράγεται σκόνη.

- Διάτρηση και ανατίναξη.

Κατά τη διάρκεια της διάτρησης η αντιμετώπιση είναι εύκολη διότι τα περισσότερα διατρητικά μηχανήματα διαθέτουν κονιοσυλλέκτη.

Οι ανατινάξεις στους λατομικούς χώρους σχεδιάζονται με γνώμονα τον περιορισμό των δονήσεων αλλά κυρίως στην μη εκτόξευση του υλικού σε μεγάλες αποστάσεις. Κατά την διάρκεια της ανατίναξης δεν μπορεί να περιοριστεί η σκόνη που δημιουργείτε τόσο από τις εκρηκτικές ύλες όσο και από το ασβεστολιθικό πέτρωμα.

- Κίνηση οχημάτων για φόρτωση, εκφόρτωση και μεταφορά του εξορυσσόμενου υλικού

Η πιο απλή λύση και φθηνή για ένα μικρό λατομείο όπως το συγκεκριμένο είναι η διαβροχή των δρόμων από ένα βυτίο νερού.

- Εγκαταστάσεις θραύσης

Στις εγκαταστάσεις θραύσης η σκόνη παράγεται κατά βάση στα τριβεία. Ακόμη και αν οι εγκαταστάσεις δεν είναι εντός του λατομικού χώρου πρέπει να γίνει μελέτη και αντιμετώπιση της σκόνης που παράγεται. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι αντιμετώπισης:

- Κυκλώνες αναρρόφησης
- Διαβροχή των υλικών
- Κάλυψη των εγκαταστάσεων

Οι κυκλώνες αναρρόφησης είναι μια ακριβή λύση και δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα για τα λατομεία αδρανών υλικών.

Η διαβροχή του υλικού είναι η πιο φθηνή λύση και πρέπει να εφαρμόζεται στον τροφοδότη, στο τριβείο, στα κόσκινα και στους σωρούς απόθεσης.

Η κάλυψη των εγκαταστάσεων μειώνει ακόμα περισσότερο την παραγωγή σκόνης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με τη διαβροχή του υλικού.

- Σωροί απόθεσης του υλικού

Οι σωροί απόθεσης του προϊόντος θα πρέπει να διαβρέχονται ή να σκεπάζονται για τον περιορισμό της σκόνης αλλά και των απωλειών.

7.2.2 Στερεά απόβλητα

Τα ασβεστολιθικά αδρανή υλικά δεν δημιουργούν στερεά απόβλητα καθώς είναι μη τοξικά και αδρανή.

7.2.3 Επίδραση ανατινάξεων

Στον σχεδιασμό της ανατίναξης, πρέπει να προβλεφθούν και να προσαρμοστούν, στις συνθήκες του λατομείου, οι δονήσεις που θα προκληθούν από τις ανατινάξεις. Η ακτίνα δράσης των εκρηκτικών υλών, και η ακτίνα στην οποία αναπτύσσονται και γίνονται αισθητές οι δονήσεις από την ανατίναξη πρέπει να ελέγχονται και κατά το δυνατόν να περιορίζονται μέσα στα όρια του λατομικού χώρου.

Η εκτόνωση εκρηκτικών υλών σε διατρήματα δημιουργεί διαμήκη και εγκάρσια κύματα τα οποία διαδίδονται μέσα από τα περιβάλλοντα πετρώματα και δημιουργούν προβλήματα σε παρακείμενες κατασκευές. Συγχρόνως δημιουργούνται και έντονα ηχητικά κύματα, τα οποία εκτός από την ενόχληση των περιοίκων είναι δυνατό να προκαλέσουν και ζημιές σε διάφορες κατασκευές. Ιδιαίτερα προβλήματα

δημιουργούν δονήσεις χαμηλών συχνοτήτων (5 έως 25 Hz) που συνδέονται με μαλακά υλικά θεμελίωσης ή μεγάλες αποστάσεις από το σημείο της ανατίναξης. Από τις διάφορες μελέτες προκύπτει ότι το μέγεθος των ζημιών μπορεί να συνδεθεί με την μέγιστη μοριακή ταχύτητα του εδάφους με μια σχέση της μορφής (Αγιουτάντης, 2009):

$$U = K [R / \sqrt{W}]^{-n} \quad [7.1]$$

Όπου:

U= η μέγιστη μοριακή ταχύτητα

R= η απόσταση μεταξύ της περιοχής ανατίναξης και της κατασκευής

W= η μέγιστη ποσότητα εκρηκτικού ανά ανατίναξη

K,n= σταθερές που εξαρτώνται από τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Από έρευνες του Γραφείου Μεταλλείων των ΗΠΑ (USBM), το όριο ανοχής για συνήθεις κατασκευές υπολογίστηκε σε μια μέγιστη τιμή μοριακής ταχύτητας 2in/s ή αντίστοιχα μια ελάχιστη τιμή ανηγμένης απόστασης 50 ft/ $\sqrt{\text{lbs}}$. Από σύγχρονες μελέτες (Siskind, 1980) προκύπτει ότι τα όρια αυτά είναι συνάρτηση της συχνότητας της δόνησης, της μοριακής ταχύτητας και της μοριακής μετατόπισης. Ο πίνακας 7.2 δίδει τις μέγιστες τιμές της διανυσματικής μοριακής ταχύτητας σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4150 για να μην προκαλούνται βλάβες σε διάφορες κατασκευές, οι οποίες είναι όμως εξαιρετικά αυστηρές και δεν λαμβάνουν υπόψη τους την συχνότητα (Αγιουτάντης, 2009).

Πίνακας 7.2: Μέγιστες τιμές μοριακής ταχύτητας κατά DIN 4150.

Τύπος κατασκευής	Ψευδο-διάνυσμα μοριακής ταχύτητας	
	mm/s	in/s
Αρχαία ερείπια και ιστορικά κτίρια	2	0,08
Κτίρια με εμφανείς ζημιές στους τοίχους	4	0,16
Κτίρια σε καλή κατάσταση με πιθανές ζημιές στα επιχρίσματα	8	0,32
Κατασκευές από σκυρόδεμα χωρίς επιχρίσματα	10-40	0,39-1,56

Θα πρέπει να γίνεται μελέτη από τον υπεύθυνο μηχανικό για τις ανατινάξεις του λατομείου για τις δονήσεις που δημιουργούνται στα παρακείμενα κτίρια ή εγκαταστάσεις της περιοχής. Στον συγκεκριμένο λατομικό χώρο δεν υπάρχουν τέτοια ζητήματα καθώς είναι μακριά από κατοικημένες περιοχές και εγκαταστάσεις.

7.3 Αποκατάσταση περιβάλλοντος

Κάθε επιχείρηση που σέβεται τον εαυτό της και το περιβάλλον πρέπει από τη στιγμή που το έχει διαταράξει να το επαναφέρει στην πρότερη του μορφή. Αν δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί αυτό, όπως στην περίπτωση ενός λατομείου όπου αφαιρούνται μεγάλες ποσότητες εδάφους, τότε πρέπει να προσπαθήσει ώστε να αφήσει το χώρο με τη μικρότερη περιβαλλοντική αλλοίωση.

Αποτελεί όμως και υποχρέωση της εταιρίας σύμφωνα με τους νόμους να πραγματοποιήσει περιβαλλοντική αποκατάσταση. Αρχικά πρέπει να γίνει μελέτη σχετικά με τον βαθμό που έχει επηρεαστεί το περιβάλλον και στη συνέχεια να προταθεί ένα σχέδιο που θα κάνει το χώρο του λατομείου να εναρμονιστεί με το γειτονικό φυσικό περιβάλλον.

7.3.1 Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Μετά το πέρας της εκμετάλλευσης είναι βέβαιο ότι όλη η χλωρίδα που υπήρχε στο χώρο του λατομείου έχει καταστραφεί πλήρως και έχει αλλοιωθεί σημαντικά στη γύρω περιοχή. Το εδαφικό υλικό πάνω στο οποίο στηρίζονταν η χλωρίδα έχει διαχωριστεί από τα αδρανή υλικά και έχει μεταφερθεί στα στείρα του λατομείου. Στο συγκεκριμένο λατομείο δεν υπάρχουν πολλά στείρα και εδαφικό υλικό γιατί:

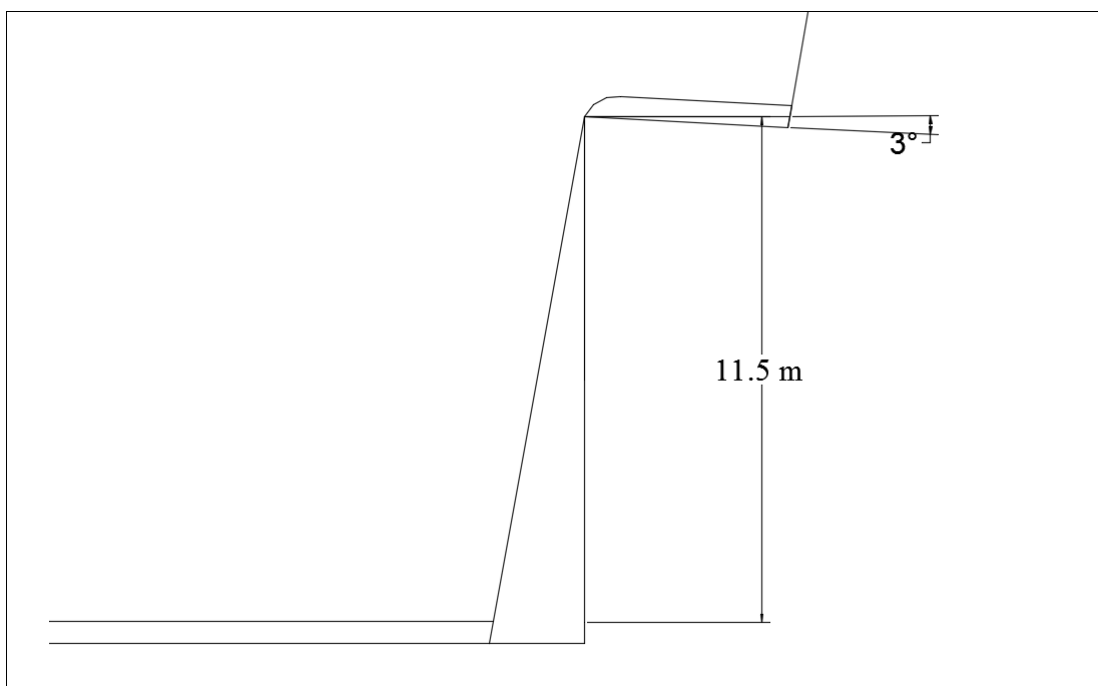
- ήταν επιφανειακό κοίτασμα
- υπήρχε μια μικρή εκμετάλλευση παλαιότερα και έχει αφερεθεί μεγάλος μέρος του εδαφικού υλικού
- η βλάστηση είναι αραιή και κατά βάση αποτελείται από θάμνους.

Αυτό σημαίνει ότι δεν θα υπάρχει αρκετό υλικό από τα στείρα και το εδαφικό υλικό ώστε να καλύψει το τεράστιο κενό που θα δημιουργηθεί.

Όσον αφορά την οπτική αλλοίωση αυτή είναι αρκετά μειωμένη καθώς δεν υπάρχει κάποιος οικισμός που να έχει ορατότητα στη λατομική περιοχή. Παρόλο που δεν υπάρχει οπτική επαφή με κανένα οικισμό πρέπει να γίνει περιβαλλοντική αποκατάσταση και ως προς την οπτική αλλοίωση του περιβάλλοντος.

7.3.2 Διαδικασία αποκατάστασης

Η διαδικασία αποκατάστασης θα ξεκινήσει πρώτα από τη βελτίωση της διαμόρφωσης των βαθμίδων του λατομείου. Μπορεί οι βαθμίδες να δημιουργήθηκαν σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε. παρόλα αυτά δεν σημαίνει ότι η γεωμετρία τους είναι η βέλτιστη για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Θα πρέπει να βελτιωθεί η κλίση των επιπέδων των βαθμίδων για να είναι πιο εύκολο να συγκρατηθεί το γόνιμο εδαφικό υλικό που θα προστεθεί. Μία κλίση της τάξεως των 3° μοιρών κρίνεται ικανοποιητική. Ακολουθεί το σχήμα 7.1 που δείχνει τις βαθμίδες μετά τις απαραίτητες αλλαγές:



Σχήμα 7.1: Διαμόρφωση των βαθμίδων για την περιβαλλοντική αποκατάσταση του λατομείου.

Μετά την διαμόρφωση των βαθμίδων ακολουθεί η επίστρωση τους με τα στείρα και φυτική γη που θα αγοραστεί. Το πάχος της επίστρωσης θα είναι 0,5 m. Επίσης και στην πλατεία του κοιτάσματος θα γίνει το ίδιο αλλά μόνο στο τμήμα που δεν θα υπάρχουν μόνιμες εγκαταστάσεις. Ο τρόπος επίστρωσης και η εμφάνιση των βαθμίδων φαίνεται στο σχήμα 7.1.

Το ποσό της φυτικής γης που θα απαιτηθεί για να καλύψει τις βαθμίδες και την πλατεία του κοιτάσματος μπορεί να υπολογιστεί με τη βοήθεια του Autocad. Σύμφωνα με τις εμβαδομετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν θα χρειαστούν 7.701 m^3 (πίνακας 7.3):

Πίνακας 7.3: Ποσότητα φυτικής γης που απαιτείται τμηματικά και συνολικά.

	Εμβαδόν (m^2)	Ποσότητα φυτικής γης (m^3)
1 ^η βαθμίδα	1160	580
2 ^η βαθμίδα	603	302
3 ^η βαθμίδα	725	362
4 ^η βαθμίδα	1064	532
5 ^η βαθμίδα	1686	843
Πλατεία	10.164	5.082
Σύνολο	15.402	7.701

Κοσκινισμένο χώμα ανάμικτου τύπου κοστίζει περί τα 100 € ανά φορτίο των 10 m^3). Επομένως για τα 7.701 m^3 που πρέπει να επιστρωθούν θα χρειαστούν $(7.701 / 10) * 100 = 77.010 \text{ €}$.

Στο παραπάνω κόστος θα πρέπει να υπολογιστούν και τα έξοδα από τον φορτωτή που θα πραγματοποιήσει την επίστρωση. Θα χρησιμοποιηθεί ο φορτωτής που έχει αγοραστεί από το λατομείο (πρόκειται για τον CAT 980G) και έχει κόστος χρήσης της τάξεως των 165,79 € / h. Κάθε μέρα θα έχει την ικανότητα να κάνει επίστρωση σε 5.000 m². Επομένως θα απαιτηθούν τρεις μέρες για τη συνολική επιφάνεια και θα κοστίσει $165,79 * 3 * 8 * 1,25 = 4.974$ € (με τρέχουσα τιμή πετρελαίου κίνησης στα 1,25 € / L). Τα παραπάνω ισχύουν με την υπόθεση ότι όλα θα είναι έτοιμα για την πλήρη αποκατάσταση των βαθμίδων.

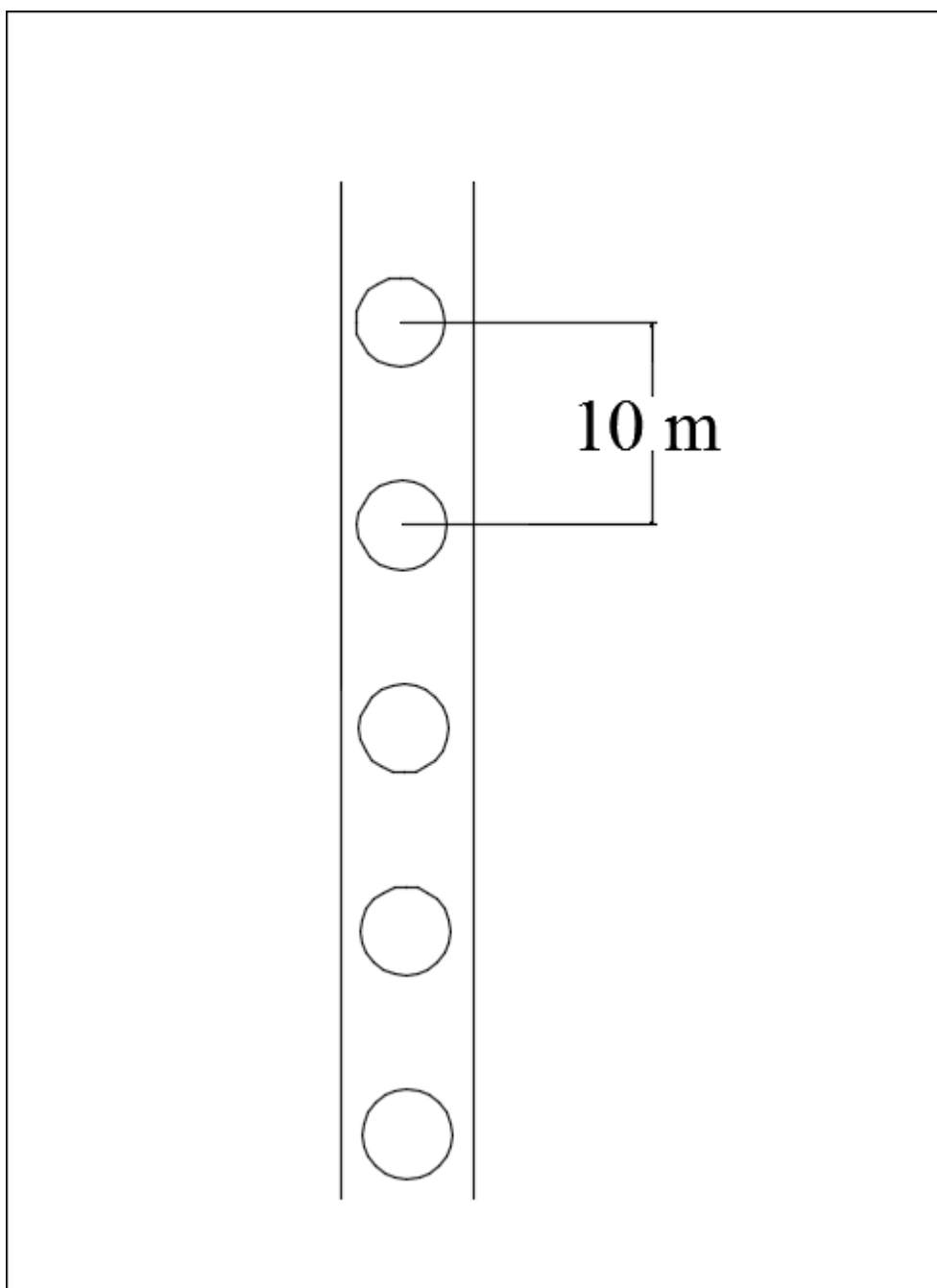
Στη συγκεκριμένη περιοχή η βλάστηση είναι αραιή και αποτελείται κατά βάση από θάμνους. Είναι λογικό να επιλεγεί ένα είδος θάμνου έτσι ώστε να είναι ομοιόμορφη η βλάστηση που θα αναπτυχθεί στο λατομείο με τη γύρω περιοχή.

Το είδος του θάμνου που επιλέχτηκε είναι ο Αγάπανθος. Η επιλογή έγινε με βάση τις ιδιαιτερότητες της περιοχής αλλά και τα χαρακτηριστικά του φυτού. Ο Αγάπανθος έχει μεγάλη αντοχή σε κρύο (αντέχει μέχρι και στους -20 °C) και πολύ μικρές ανάγκες σε νερό. Η Ήπειρος φημίζεται για το υψηλό σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα δείκτη βροχοπτώσεων επομένως δεν θα υπάρχει η ανάγκη για σύστημα ποτίσματος. Φτάνει σε μέγιστος ύψος τα 0,8 m ενώ ο κορμός του φτάνει τα 0,6 m.

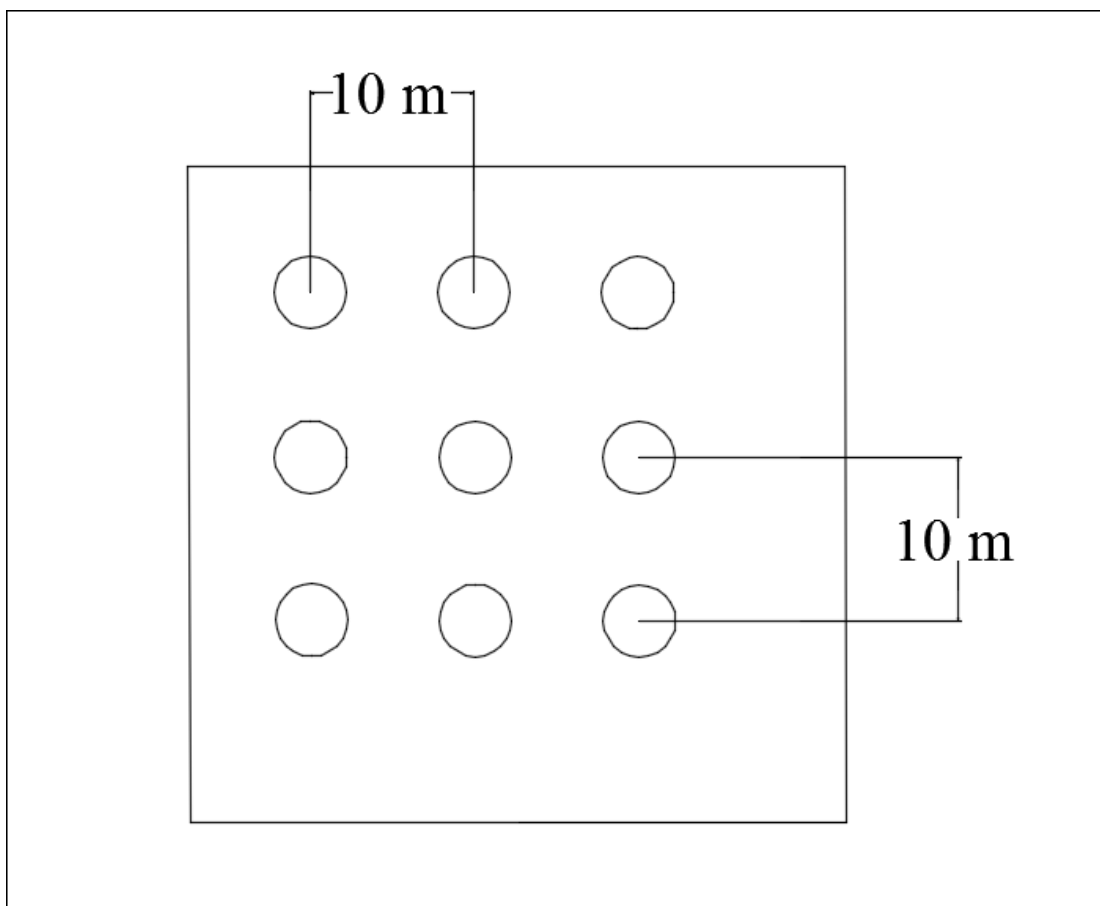


Εικόνα 7.1: Ο Αγάπανθος σε περίοδο ανθοφορίας.

Οι απαιτήσεις σε φυτά έχουν να κάνουν με την απόσταση που πρέπει να έχει το ένα φυτό με το άλλο και την συνολική έκταση που πρέπει να καλυφθεί. Ο συγκεκριμένος θάμνος πρέπει να φυτεύεται κάθε 10 m στις βαθμίδες και ένας κάθε 10 m² στην πλατεία και στην επιφάνεια της τελευταίας βαθμίδας.



Σχήμα 7.2: Κάτοψη βαθμίδας κατά τη φύτευση.



Σχήμα 7.3: Κάτοψη πλατείας κατά τη φύτευση.

Οι βαθμίδες του λατομείου καλύπτουν μία απόσταση 790 m σε μήκος άρα θα απαιτηθούν 79 φυτά. Η πλατεία και η τελευταία βαθμίδα μαζί έχουν έκταση 11.320 m³ άρα θα απαιτηθούν 1.132 φυτά. Συνολικά επομένως θα απαιτηθούν φυτά. Το συγκεκριμένο είδος κοστίζει 6,5 € το τεμάχιο άρα το συνολικό κόστος θα είναι 7.872 €.

Ο συγκεκριμένος θάμνος φυτεύεται σε βολβούς και έτσι είναι πολύ εύκολη η τοποθέτηση του σε μια μέρα με την ανάγκη μόνο πέντε εργατών. Με ένα ημερομίσθιο των 40 € θα κοστίσει 200 €.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 7.4 που δείχνει τα το συνολικό κόστος του όλου εγχειρήματος της περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

Πίνακας 7.4: Συνολικό κόστος περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

Στάδιο αποκατάστασης	Κόστος (€)
Αγορά κοσκινισμένου χώματος	77.701
Έξοδα επίστρωσης	4.974
Αγορά φυτών Αγάπανθου	7.872
Εργασίες φύτευσης	200
Σύνολο	90.747

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την μελέτη ενός λατομικού χώρου και το κατά πόσο είναι εκμεταλλεύσιμο το υφιστάμενο κοίτασμα υπό τις παρούσες συνθήκες. Η μελέτη βασίστηκε σε μια προϋπάρχουσα άδεια εκμετάλλευσης στην περιοχή χωρίς να μεταβληθούν τα τοπογραφικά στοιχεία χωροθέτησης.

Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε μια πληθώρα ψηφιακών εργαλείων για να αντιμετωπιστούν τα διάφορα προβλήματα που απαντήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα:

- Ο αρχικός τοπογραφικός χάρτης της περιοχής ο οποίος χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα ήταν εξαιρετικά δυσανάγνωστος. Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες διαφόρων λογισμικών, ορισμένα από τα οποία διατίθενται δωρεάν, όπως Google Earth (δωρεάν χρήση δορυφορικών στοιχείων), TCX Converter, QuikGrid και AutoCAD δημιουργήθηκε ένας ψηφιακός χάρτης με βάση τον αρχικό αναλογικό τοπογραφικό χάρτη που παραχωρήθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος.
- Χρησιμοποιήθηκαν πολλά από τα ψηφιακά εργαλεία που προσφέρει το λογισμικό AutoCAD για την δημιουργία του τρισδιάστατου εδάφους της περιοχής, τον σχηματισμό των βαθμίδων και του κοιτάσματος, των έργων προσπέλασης, τον υπολογισμό του όγκου κτλ.
- Για τον υπολογισμό της απόστασης των βαθμίδων από τα όρια εκμετάλλευσης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των κύκλων (Αντωνίου 2005). Η μέθοδος αυτή έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα όσον αφορά τον προσδιορισμό της θέσης της πρώτης βαθμίδας εκμετάλλευσης από το όριο εκμετάλλευσης.

Πέραν των τεχνικών θεμάτων που αποτελούν την βάση για την ολοκλήρωση μιας μελέτης ενός λατομικού χώρου το σημαντικότερο είναι η ανάλυση των οικονομικών παραμέτρων και της βιωσιμότητας μιας επένδυσης. Στην παρούσα εργασία έγινε ανάλυση των οικονομικών στοιχείων με την μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας.

Έχοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω και με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία όλων των δεδομένων που αφορούν την οικονομοτεχνική μελέτη εκμετάλλευσης ενός λατομείου είναι δυνατόν να προταθούν τα ακόλουθα:

- Υπάρχει άδεια για το λατομικό χώρο αλλά έχει λήξει. Ο ενδιαφερόμενος επενδυτής θα πρέπει να ανατρέξει στις αρμόδιες υπηρεσίες (Περιφέρεια Ηπείρου, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής) έτσι ώστε να προσκομίσει όλα τα απαραίτητα δικαιολογητικά για την ανανέωση της άδειας.

- Οι απαιτήσεις σε προσωπικό θα είναι μικρές αλλά κρίνεται αναγκαία η εκπαίδευση του προσωπικού πριν ξεκινήσει η λειτουργία του λατομείου.
- Τα έργα προσπέλασης και οι δρόμοι που θα δημιουργηθούν δεν παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες. Παρόλα αυτά προτείνεται εκ νέου μελέτη των απαιτήσεων αυτών σε περίπτωση ανασύστασης του λατομείου ώστε τα αποτελέσματα να συμβαδίζουν με την εκτιμώμενη παραγωγή και χρήση των υποδομών αυτών.
- Όσον αφορά την αγορά και χρήση μηχανημάτων, προτείνεται ο συνδυασμός χρήσης μεταχειρισμένων αλλά και καινούργιων μηχανημάτων. Πιο συγκεκριμένα προτείνεται η αγορά μεταχειρισμένων μηχανημάτων για την εξόρυξη (διάτρηση, φόρτωση, μεταφορά), αλλά η αγορά καινούργιου εξοπλισμού για το σπαστηροτριβείο, ώστε να διασφαλίζεται η σταθερότητα στην παραγωγή και η ποιότητα των προϊόντων της επιχείρησης.
- Οι ανάγκες παραγωγής του λατομείου προσδιορίζονται κατά την τρέχουσα χρονική περίοδο και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα οικονομική κατάσταση της χώρας και της Περιφέρειας Ηπείρου, στους 1.000 t ανά εβδομάδα. Προτείνεται η λειτουργία της εταιρίας για 224 μέρες το χρόνο (η εταιρία δεν θα λειτουργεί Σάββατα, Κυριακές και Αργίες, ενώ θα παραμένει και 25 ημέρες κλειστή το καλοκαίρι για να μπορούν οι εργαζόμενοι πλήρους απασχόλησης να έχουν την ετήσια άδεια εργασίας). Προτείνεται να γίνονται 12 ανατινάξεις το χρόνο με ποσότητα εξόρυξης in situ 1.508 m³ από κάθε ανατίναξη. Προτείνεται η λειτουργία του σπαστηροτριβείου να είναι μία μέρα την εβδομάδα και να παράγει 1.000 t τελικού προϊόντος.
- Από την ανάλυση των οικονομικών στοιχείων προκύπτει ότι η λειτουργία του λατομείου είναι ζημιογόνος. Αυτό δεν σημαίνει ότι η παρούσα μελέτη δεν είναι χρήσιμη. Με τον υπάρχοντα σχεδιασμό και ενδεχόμενη αύξηση της ζήτησης στον τομέα των αδρανών υλικών είναι δυνατόν στο μέλλον η επένδυση αυτή να θεωρηθεί οικονομικά επικερδής. Όταν θα υπάρξει επενδυτικό ενδιαφέρον θα πρέπει να γίνει νέα οικονομοτεχνική μελέτη.
- Προτείνεται παράλληλα με την εκμετάλλευση των αδρανών υλικών να δημιουργηθεί μονάδα παραγωγής όγκων υγειούς πετρώματος. Θα πρέπει να γίνει πρόσθετη μελέτη όσων αφορά τη μέθοδο εξόρυξης, τον εξοπλισμό (συρματοκοπή κτλ.) και το ανθρώπινο δυναμικό που θα απαιτηθεί. Θα προσφέρει σημαντικά έσοδα στην επιχείρηση αλλά θα απαιτήσει μεγαλύτερο αρχικό κεφάλαιο επένδυσης.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. Αγγέλη Ι. (2016). Προσωπική Επικοινωνία.
2. Αγιουτάντης Ζ. (2002). Στοιχεία Γεωμηχανικής Μηχανική Πετρωμάτων, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
3. Αγιουτάντης Ζ. (2009). Στοιχεία Διάτρησης – Ανατίναξης, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
4. Αντώνιου Α. (2005). Σχεδιασμό εκμετάλλευσης του λατομείου της Medcon Construction Ltd στη λατομική ζώνη Παρεκκλησιάς. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
5. Εξαδάκτυλος Γ. (2007). Σχεδιασμός Γεωτεχνικών & Λατομικών Έργων, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
6. Θεοδούλου Χ. και Δελλιόπουλος Δ. (2016). Προσωπική Επικοινωνία.
7. Καβουρίδης Κ. (1990). Βασικές αρχές σχεδιασμού επιφανειακών εκμεταλλεύσεων (Λιγνιτωρυχείο), Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
8. Καρακίτσιος Β. και Ζαμπετάκη – Λέκκα Α. (2011). Σημειώσεις εργαστηρίου στρωματογραφίας, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
9. Κουλάλης Ι. (2003). Πειραματική και θεωρητική διερεύνηση της ταχύτητας έκρηξης εντός διατρημάτων επιφανειακών ανατινάξεων, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
10. Μαλλίνας Δ. (2006). Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών στην θέση Ύψωμα Κουμαρός Δήμου Παραβόλας του Νομού Αιτωλοακαρνανίας, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
11. Παπανικολάου Δ. (2015). Γεωλογία της Ελλάδος, Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
12. Σταμπολιάδης Η. (2008). Μηχανική των Τεμαχιδίων, Αθήνα
13. Τσιβουράκης Ε. (2008). Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών στην περιοχή Φονέ Αποκορώνου, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
14. Τσουτρέλης Χ. (1983). Υπαίθριοι Εκμεταλλεύσεις, Μέρος Πρώτον, Αθήνα.
15. Χρηστίδης Γ. (2000). Κοιτασματολογία II (Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα), Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

Διεθνής

1. Armstrong D. (1990). Definition of Mining Parameters, Surface Mining 2nd Edition, Editor: Kennedy B.A., Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc., Colorado.
2. Dynonobel (2003). www.dynonobel.com, τελευταία πρόσβαση Μάρτιος, 2016.
3. Hartman H.L. (1987). Introductory mining engineering, Wiley, Manhattan.
4. Santa Clara County (2014). Financial Assurance Cost Estimate for Permanente Quarry State Mine ID # 91-43-0004, California.
5. Siskind D.E., M.S. Stagg, J.W. Kopp and C.H. Dowding (1980). Structure response and damage produced by ground vibrations from surface blasting, Report of investigations 8507. US Bureau of mines, Washington, DC.
6. USACE (2001), Construction equipment ownership and operating expense schedule, Department of the Army U.S., Army Corps of Engineers. Washington, DC 20314-1000.