



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών στην περιοχή Φονέ
Αποκορώνου»

Τσιβουράκης Εμμανουήλ

Εξεταστική επιτροπή:

Καθηγητής Αγιουτάντης Ζαχαρίας (επιβλέπων)

Καθηγητής Εξαδάκτυλος Γεώργιος

Δόκτορας Κακλής Κωνσταντίνος

ΧΑΝΙΑ 2008

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά το σχεδιασμό εκμετάλλευσης του λατομείου αδρανών της ΑΣΒΕΚ στην περιοχή Φονέ Αποκορώνου. Η εκμετάλλευση στην περιοχή αυτή δεν έχει ξεκινήσει προς το παρόν. Τα προϊόντα του λατομείου θα είναι κατά κύριο λόγο η παραγωγή ασβέστη και δευτερευόντως η παραγωγή αδρανών υλικών.

Ο ακριβής και σωστός σχεδιασμός της εκμετάλλευσης είναι απολύτως απαραίτητος έτσι ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός των αποθεμάτων και του χρόνου ζωής του λατομείου με την καλύτερη δυνατή ακρίβεια. Εισαγωγικά αναφέρονται στοιχεία για την γεωλογία της Κρήτης και της συγκεκριμένης περιοχής καθώς και στοιχεία για τις παραμέτρους σχεδιασμού και τους περιορισμούς που τίθενται από την νομοθεσία. Στην συνέχεια γίνεται σχεδιασμός όλων των σταδίων της εκμετάλλευσης με ταυτόχρονο υπολογισμό του χρόνου διάρκειας του κάθε σταδίου όπως επίσης και σχεδιασμός της τελικής φάσης της εκμετάλλευσης. Για όλα τα παραπάνω δημιουργούνται οι αντίστοιχοι χάρτες και γίνεται αναλυτικός υπολογισμός αποθεμάτων. Τέλος παρουσιάζεται οικονομοτεχνική μελέτη και μελέτη περιβαλλοντικής αποκατάστασης για το λατομείο.

Πρόλογος

Η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας αυτής, είναι αποτέλεσμα της πολύτιμης βοήθειας και υποστήριξης που προσφέρθηκε από το διδακτικό προσωπικό του τμήματος Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον επιβλέποντα καθηγητή, κύριο Αγιουτάντη Ζαχαρία, ο οποίος διέθεσε τον χρόνο του και τις πολύτιμες γνώσεις του βοηθώντας όποτε χρειάστηκε στο να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή, καθώς και για τις διορθώσεις τις οποίες έκανε. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Κακλή Κωνσταντίνο για τον χρόνο που διέθεσε για την εργασία αυτή.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον καθηγητή κύριο Εξαδάκτυλο Γεώργιο και τον Δρ. κύριο Κακλή Κωνσταντίνο, που δεχτήκαν να συμμετάσχουν στην εξεταστική επιτροπή και να αξιολογήσουν την εργασία αυτή.

Πέραν των μελών της Πολυτεχνείου Κρήτης θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον κύριο Διαμαντάκη Δημήτρη Μεταλλειολόγο Μηχανικό, ο οποίος διέθεσε τους χάρτες και όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάστηκαν για την διπλωματική εργασία αυτή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους συγγενείς μου που κατοικούν στα Χανιά για την αμέριστη συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου, χωρίς την οποία θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωσή τους. Επίσης οφείλω να ευχαριστήσω και όλους αυτούς τους ανθρώπους που βρέθηκαν δίπλα μου σαν φίλοι αυτά τα χρόνια.

Αφιερώνεται στον
παππού μου Μανώλη

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	1
Κεφάλαιο 1	3
Κεφάλαιο 2	5
2.1. Περιγραφή εταιρίας.....	5
2.2. Περιγραφή λατομικού χώρου.....	5
2.3. Γεωλογικά στοιχεία λατομικής περιοχής.....	7
Κεφάλαιο 3	12
3.1. Εισαγωγή.....	12
3.2. Τεχνικοί όροι.....	12
3.3. Σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης.....	17
3.4. Σχεδιασμός των τελικών ορίων εκσκαφής.....	17
3.4.1. Οριακή σχέση αποκάλυψης.....	19
3.4.2. Τελική κλίση πρανών της εκμετάλλευσης.....	19
3.4.3. Οριακά απολήψιμο πέτρωμα, όσο αφορά την ποιότητα του	21
3.4.4. Πρόγραμμα παραγωγής.....	22
3.5. Σχεδιασμός των λεπτομερειών εκσκαφής.....	23
3.6. Ασφάλεια προσωπικού και εξοπλισμού, προστασία του περιβάλλοντος	25
3.6.1. Κανόνες ασφάλειας στον σχεδιασμό ενός λατομείου, νομικό πλαίσιο	25
3.6.2. Προστασία φυσικού περιβάλλοντος, ελαχιστοποίηση επιπτώσεων σε αυτό και την γύρω περιοχή.....	27
3.6 Παράμετροι σχεδιασμού για το παρόν λατομείο	28
Κεφάλαιο 4	29
4.1. Εισαγωγή.....	29
4.2. Ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών.....	30
4.2.1 Διαδικασία ψηφιοποίησης τοπογραφικού χάρτη	30
4.2.2 Δημιουργία συντεταγμένων Χ.Α.Τ. στο ψηφιοποιημένο χάρτη.....	36
4.3. Καθορισμός ορίων εκμετάλλευσης.....	37
4.4 Σχεδιασμός βαθμίδων εκμετάλλευσης.....	41
4.4.1 Προσδιορισμός πλατείας της εκμετάλλευσης.....	43
4.4.2 Σχεδιασμός τελικής μορφής της εκμετάλλευσης.....	49
Κεφάλαιο 5	51
5.1. Εισαγωγή.....	51
5.2. Υπολογισμός του όγκου της λατομικής περιοχής μέσω του λογισμικού Surfer 6.....	51
5.3. Στάδια εκμετάλλευσης.....	57
5.3.1. Πρώτο στάδιο	57
5.3.2. Δεύτερο στάδιο.....	59
5.3.3. Τρίτο στάδιο	61
5.3.4. Τελικό στάδιο	63
5.4. Χρονική διάρκεια εργασιών	64
Κεφάλαιο 6	66
6.1. Εισαγωγή.....	66
6.2. Βασικές έννοιες και ορισμοί	66
6.3. Καθορισμός παραμέτρων της ανατίναξης.....	69
6.4. Νομοθεσία περί ανατινάξεων.....	69

6.5. Εφαρμογή στην υπάρχουσα περιοχή.....	70
6.5.1. Προσδιορισμός παραγωγής κύκλου ανατινάξεων	70
6.5.2. Γεωμετρία διατηρημάτων.....	71
6.6 Κατανάλωση εκρηκτικού	74
6.7. Πυροδότηση	75
Κεφάλαιο 7	76
7.1. Εισαγωγή.....	76
7.2. Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την διάρκεια των λατομικών εργασιών.	76
7.2.1. Αέρια απόβλητα	76
7.2.2. Στερεά απόβλητα.....	79
7.2.3. Επίδραση ανατινάξεων.....	80
7.3. Αποκατάσταση λατομικής περιοχής μετά το πέρας της εκμετάλλευσης.....	81
7.3.1. Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	81
7.3.2. Διαδικασία δεινροφύτευσης	82
7.3.2.1. Επιλογή δεινρυλίων	86
7.3.2.2. Υπολογισμός αριθμού δεινρυλίων προς φύτευση	86
7.3.2.3 Εγκατάσταση συστήματος άρδευσης.....	87
Κεφάλαιο 8	90
8.1 Εισαγωγή.....	90
8.2 Έρευνα αγοράς στην περιοχή.....	90
8.3. Κόστος αρχικής επένδυσης	91
8.3.1 Κόστος εκπόνησης μελετών.....	91
8.3.2. Κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων.....	91
8.3.3. Κόστος αγοράς μηχανολογικού εξοπλισμού.....	91
8.3.4. Συνολικό ύψος αρχικής επένδυσης	92
8.4. Κόστος λειτουργίας λατομείου.	93
8.4.1. Δαπάνες για τις αμοιβές του προσωπικού.....	93
8.4.2. Δαπάνες καυσίμων, ελαστικών και λιπαντικών	94
8.4.3. Δαπάνες διάτρησης - ανατίναξης	95
8.4.4 Δαπάνες για την περιβαλλοντική αποκατάσταση.	96
8.4.4. Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας του λατομείου	97
8.5. Κέρδη της επιχείρησης.....	98
Κεφάλαιο 9	99
9.1. Συμπεράσματα.....	99
9.2. Προτάσεις.....	100
Βιβλιογραφία	101

Κεφάλαιο 1.

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει σαν αντικείμενο την εκπόνηση μιας ολοκληρωμένης μελέτης επιφανειακής εκμετάλλευσης με την χρήση πραγματικών δεδομένων. Μια ολοκληρωμένη μελέτη εκμετάλλευσης πρέπει να περιλαμβάνει πέραν του πρακτικού της μέρους και στοιχεία που να αφορούν την γεωλογία της περιοχής, γενικά θεωρητικά στοιχεία για τους τεχνικούς όρους και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις και στοιχεία για την ισχύουσα νομοθεσία με την οποία οφείλει να είναι εναρμονισμένο το σύνολο του έργου.

Το πρακτικό μέρος της μελέτης, αφορά αρχικά τον προσδιορισμό των ορίων της εκμετάλλευσης, εν συνεχεία τον σχεδιασμό των βαθμίδων που θα δημιουργηθούν, τον υπολογισμό του απολήψιμου όγκου, την μελέτη των ανατινάξεων που θα πραγματοποιούνται και τέλος μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και περιβαλλοντικής αποκατάστασης. Επιπλέον παρατίθεται και μια οικονομοτεχνική μελέτη του έργου με σκοπό να εξακριβωθεί ότι η συγκεκριμένη εκμετάλλευση είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Για την πραγματοποίηση όλων όσων αναφέρθηκαν, αρχικά είναι απαραίτητη η ψηφιοποίηση του τοπογραφικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής, με σκοπό το σχεδιαστικό τμήμα της μελέτης να γίνει σε σχεδιαστικά λογισμικά πακέτα, ούτως ώστε τα σχέδια να είναι υψηλής ακρίβειας, άρα και οι υπολογισμοί που θα γίνουν σε αυτά να είναι ακριβείς. Κατόπιν γίνεται ο προσδιορισμός των ορίων της εκμετάλλευσης σύμφωνα με τα όρια που θέτει ο Κ.Μ.Λ.Ε. Στην συνέχεια προσδιορίζονται με την μέθοδο των κύκλων τα όρια του πυθμένα της εκμετάλλευσης (πλατεία) και βάση αυτών, ακολουθώντας πάντα την νομοθεσία, σχεδιάζονται οι βαθμίδες εκμετάλλευσης που θα χρησιμοποιηθούν. Σχεδιάζοντας την τελική κατάσταση της εκμετάλλευσης είναι πλέον δυνατός ο ακριβής υπολογισμός του συνολικού απολήψιμου όγκου και επομένως προσδιορίζεται και ο χρόνος ζωής του λατομείου.

Το σύνολο του έργου χωρίζεται σε στάδια, ανάλογα με τα έργα προσπέλασης που απαιτούνται και κάθε ένα από αυτά παρουσιάζεται ξεχωριστά. Γίνεται αναλυτικός σχεδιασμός του κάθε σταδίου της εκμετάλλευσης, ενώ ταυτόχρονα σχεδιάζονται και τα έργα προσπέλασης για κάθε ένα από αυτά. Παράλληλα, με τον υπολογισμό του απολήψιμου όγκου πετρώματος του κάθε σταδίου, υπολογίζεται ο χρόνος διάρκειας αυτού και τελικά δημιουργείται το χρονοδιάγραμμα των εργασιών που θα λάβουν χώρα στο λατομείο.

Τέλος παρουσιάζεται και η μελέτη περιβαλλοντικής αποκατάστασης με αναλυτική αναφορά στον τρόπο διαμόρφωσης των βαθμίδων για την καλύτερη κάλυψή τους αλλά και υπολογισμό του αριθμού των φυτεύσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την φυτοκάλυψη του χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης. Επιπλέον γίνεται και σχεδιασμός ενός ποτιστικού συστήματος που θα είναι απαραίτητο τα πρώτα χρόνια και μέχρι να αποκτήσουν ένα ικανό μέγεθος ούτως ώστε να μην χρειάζονται πότισμα.

Για την πραγματοποίηση όλων των παραπάνω χρησιμοποιούνται τα λογισμικά πακέτα CAD overlay για την ψηφιοποίηση του χάρτη, AutoCAD 2000 για την κατασκευή των σχεδίων και Surfer 6 για την κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων και τον υπολογισμό όγκων.

Κεφάλαιο 2.

Περιγραφή εταιρίας και γεωλογία περιοχής

2.1. Περιγραφή εταιρίας

Τα δεδομένα της μελέτης αυτής παραχωρήθηκαν από το τεχνικό γραφείο Δ. Διαμαντάκης ο οποίος και έχει αναλάβει το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης στην συγκεκριμένη περιοχή για λογαριασμό της εταιρίας «ΑΣΒΕΚ Α.Ε.». Η εταιρία αυτή δραστηριοποιείται στην περιοχή Φονέ Αποκορώνου του νομού Χανίων και έχει ήδη στην κατοχή της ένα λατομείο στην ίδια περιοχή και σε απόσταση περίπου 2,5 χιλιομέτρων από την υπό εξέταση περιοχή. Στην υπό εξέταση περιοχή δεν έχει λάβει χώρα καμία εργασία εκμετάλλευσης ή προσπέλασης ακόμη.

Η εταιρία «ΑΣΒΕΚ Α.Ε.» αποτελεί τον κύριο παραγωγό ασβέστη στη Κρήτη. Πέραν από την παραγωγή ασβέστη που είναι η βασική δραστηριότητα της εταιρίας λαμβάνει χώρα ταυτόχρονη παραγωγή και αδρανών υλικών, σε μεγέθη ψηφίδας, χαλικιού και άμμου. Τα προϊόντα της εταιρίας απορροφώνται από τις οικιστικές ανάγκες της γύρω περιοχής, ενώ συγκεκριμένα για την παραγωγή ασβέστη η διάθεσή του γίνεται σε ένα πολύ μεγάλο μέρος του νησιού, καθώς γενικότερα παρατηρείται έλλειψη σε διαθέσιμες ποσότητες ασβέστη. Με την λειτουργία του ήδη υπάρχοντος λατομείου η εταιρία έχει καταγράψει μια επιτυχημένη δραστηριότητα στην περιοχή και τώρα με την έναρξη της εκμετάλλευσης του νέου λατομικού χώρου θα επιχειρήσει την περεταίρω ανάπτυξη της αλλά θα εξασφαλίσει και την συνέχιση της λειτουργίας της καθώς τα αποθέματα του υπάρχοντος λατομείου εξαντλούνται.

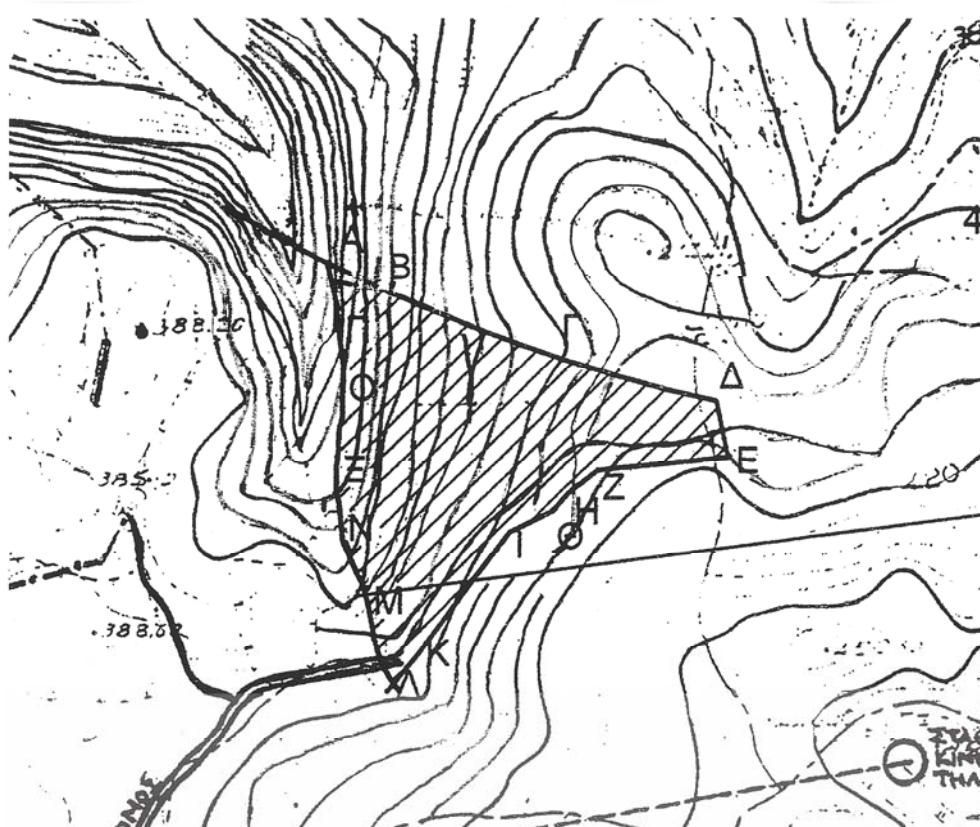
2.2. Περιγραφή λατομικού χώρου.

Η θέση του λατομικού χώρου που θα εξεταστεί στην μελέτη αυτή βρίσκεται στην Πλευρά Ασφένδαμος του Φονέ Αποκορώνου. Η περιοχή υπάγεται στον δήμο Κρυονερίδας και η πρόσβαση σε αυτήν γίνεται από την εθνική οδό Χανίων-Ρεθύμνου προς το χωριό Φονές ή μέσω του χωριού Αλικάμπος όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1. Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι συντεταγμένες των κορυφών του λατομικού χώρου. Ο χάρτης που χρησιμοποιείται είναι από την Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5000 με κέντρο φύλλου χάρτη το Ρέθυμνο και $\varphi=35^{\circ}$ και $\lambda=0^{\circ} 45'$.

Τμήμα του χάρτη αυτού, το οποίο περιέχει την περιοχή ενδιαφέροντος παρατίθεται στο σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.1: Τοποθέτηση λατομικού χώρου στον νομό Χανίων



Σχήμα 2.2: Χάρτης Γ.Υ.Σ. που περιλαμβάνει την λατομική περιοχή

Πίνακας 2.1: Συντεταγμένες κορυφών λατομικού χώρου στο σύστημα Χ.Α.Τ.

Κορυφή	X	Y
A	-22022	10502
B	-21992	10498
Γ	-21899	10462
Δ	-21803	10436
E	-21796	10404
Z	-21870	10396
H	-21887	10383
Θ	-21895	10372
I	-21920	10360
K	-21976	10285
Λ	-21985	10274
M	-22000	10323
N	-22014	10355
Ξ	-22018	10394
O	-22015	10431
Π	-22017	10467

Η έκταση του λατομικού χώρου καταλαμβάνει 24000m². Το ψηλότερο σημείο μέσα στα όρια του λατομικού χώρου βρίσκεται σε υψόμετρο 416m και το χαμηλότερο σε υψόμετρο 352m. Στην περιοχή δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα μεγάλες κλίσεις εκτός από την δυτική περιοχή της όπου υπάρχουν κάποιες αυξημένες κλίσεις του εδάφους που καταλήγουν σε ένα ρέμα που περνά έξω από την λατομική περιοχή.

2.3. Γεωλογικά στοιχεία λατομικής περιοχής

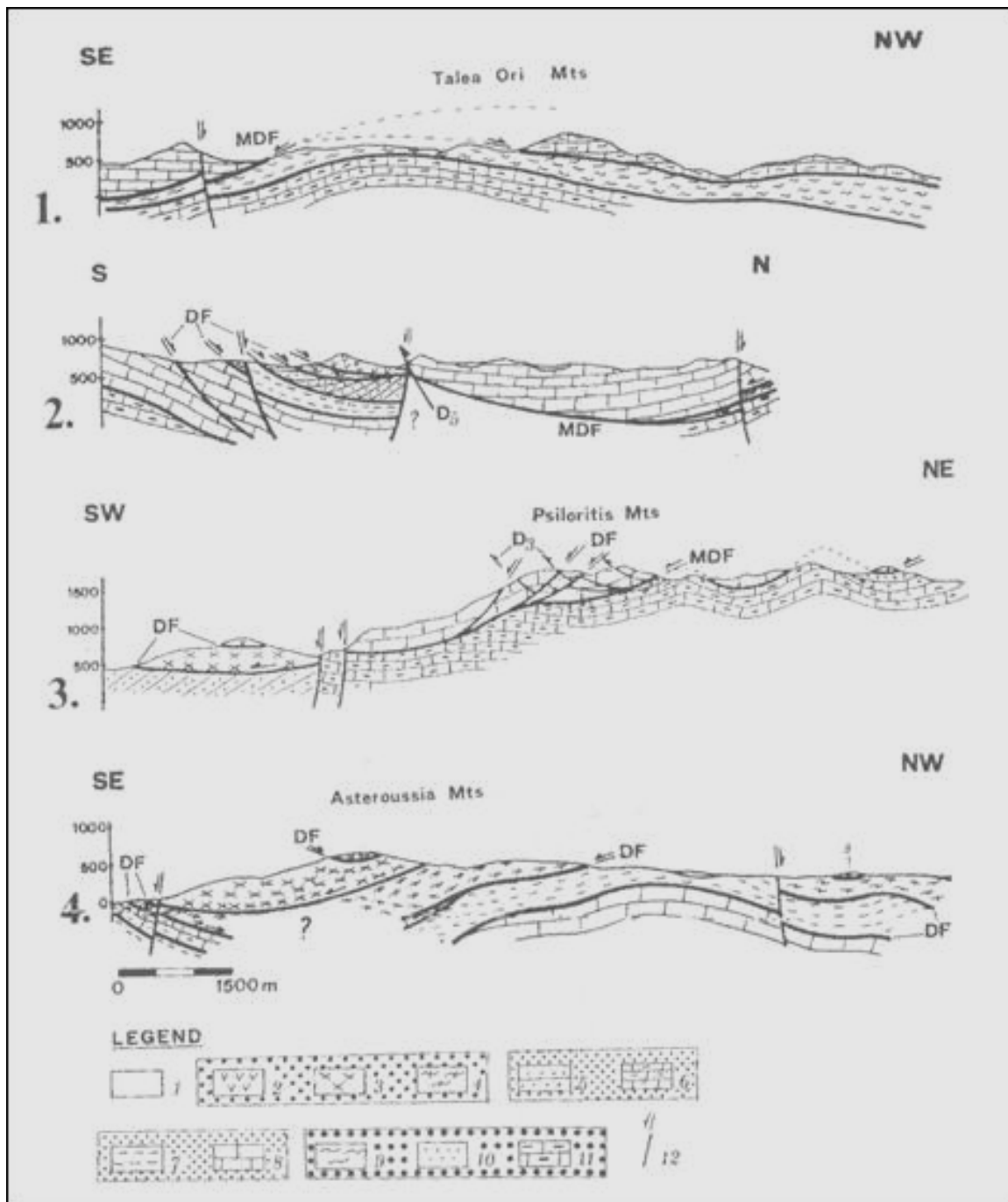
Η γεωλογική δομή του νησιού της Κρήτης είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Έχουν διατυπωθεί πολλές απόψεις για την δομή της. Ο λόγος της πολυπλοκότητας αυτής είναι η γεωτεκτονική θέση που κατέχει η Κρήτη σε σχέση με τις δύο συγκλίνουσες λιθοσφαιρικές πλάκες, της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής. Η σύγκλιση των πλακών αυτών φαίνεται στο σχήμα 2.3.



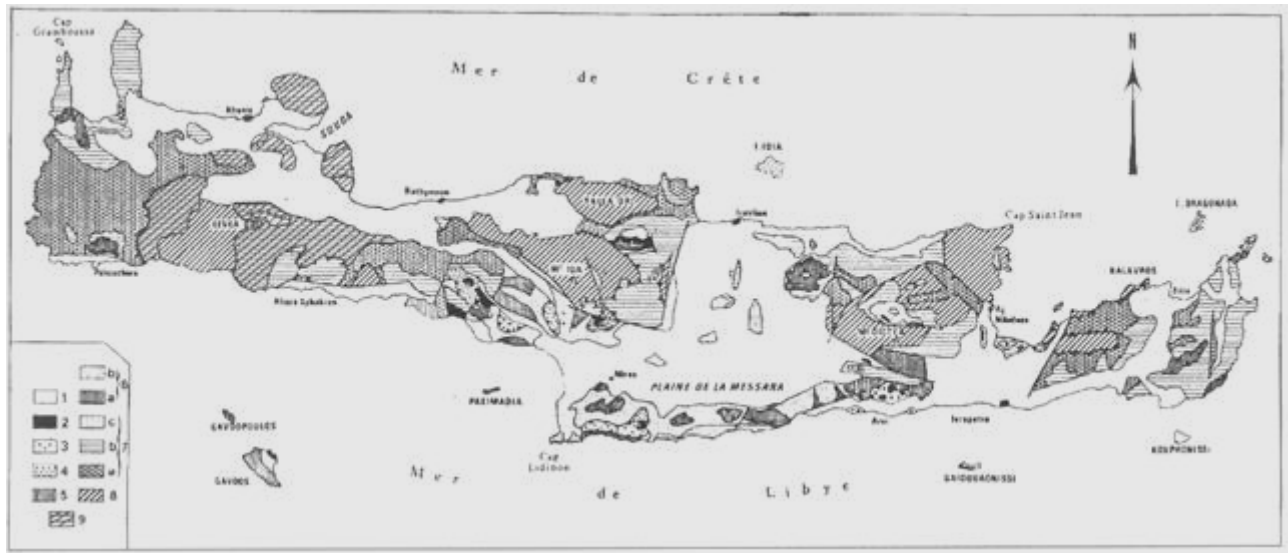
Σχήμα 2.3: Η σημερινή κινηματική κατάσταση του Αιγαίου (τροποποιημένη από τον Gilbert et al. 1994, Noomen et al. 1996 και Reilinger et al. 1997)

Χαρακτηριστικό στοιχείο της γεωλογικής δομής της Κρήτης είναι τα αλληπάλληλα τεκτονικά καλύμματα των διαφόρων ζωνών, τα οποία αναπτύσσονται πάνω στην ενότητα των πλακωδών ασβεστόλιθων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι τομές που παρουσιάζονται στο σχήμα 2.4(Σαρρής, 2006)

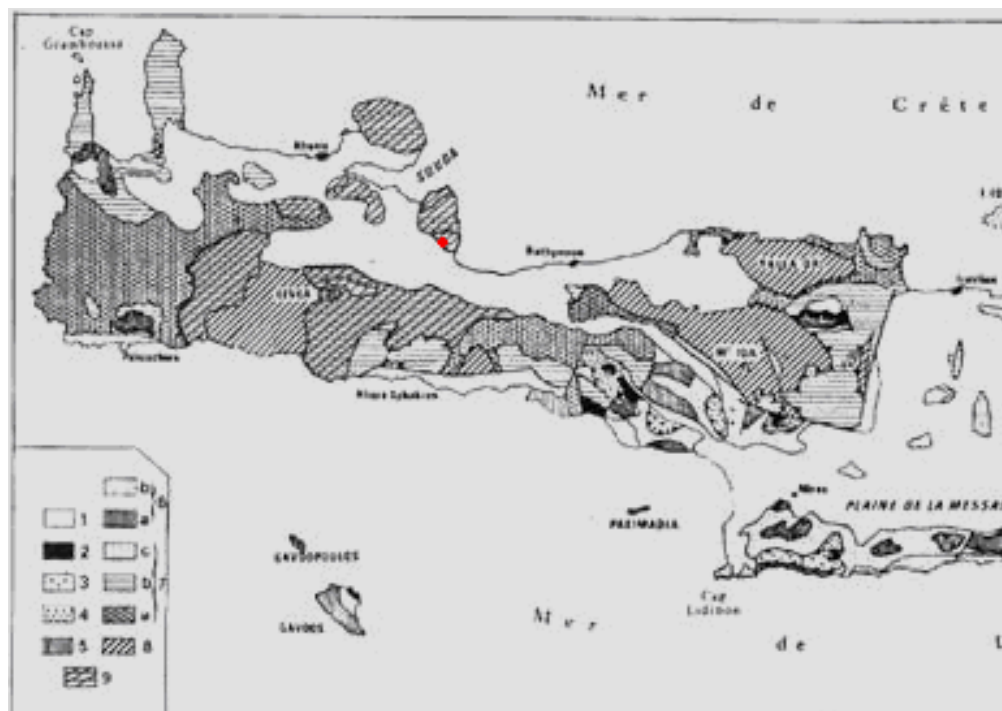
Ένας γεωλογικός χάρτης της νήσου Κρήτης παρουσιάζεται στο σχήμα 2.5 και στο σχήμα 2.6 παρουσιάζεται προσεγγιστικά η θέση του λατομικού χώρου στον χάρτη αυτό.



Σχήμα 2.4: Γεωλογικές τομές στην περιοχή της κεντρικής Κρήτης (Φασσουλάς 1995). Τα νούμερα υποδηλώνουν: 1. Νεογενή ιζήματα, 2. Οφιολίθους, 3. καλ. Αστερουσίων, 4. καλ. Τεκτονικού melange, 5 και 6. καλ. Πίνδου (φλύσχης και ανθρακικά), 7 και 8. καλ. Τρίπολης (φλύσχης και ανθρακικά), 9. καλ. Φυλλιτών - χαλαζιτών, 10 και 11. καλ. Πλακωδών ασβεστολίθων (μεταφλύσχης και ανθρακικά), DF ρήγμα απόσπασης, MDF κύριο ρήγμα απόσπασης.



Σχήμα 2.5: Γεωλογικός χάρτης της Κρήτης (τροποποιημένος από Boneau, 1973). Στο υπόμνημα:
 1. Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα, 2. Οφιόλιθοι, 3. κάλυμμα Αστερουσιών, 4. καλ. Βάτου, 5.
 καλ. Σπηλίου και Πρέβελι, 6. καλ. Πίνδου (ασβεστόλιθοι, ραδιολαρίτες και φλύσχης), 7. καλ.
 Τρίπολης (ασβεστόλιθοι, φλύσχης), 7α. Καλ. Φυλλιτών-Χαλαζιτών, 8. καλ. Πλακωδών
 ασβεστόλιθων και 9. καλ. Τρυπαλίου.



Σχήμα 2.6: Η θέση του λατομικού χώρου με κόκκινο χρώμα στον γεωλογικό χάρτη.

Όπως γίνεται αντιληπτό από το σχήμα 2.6 η περιοχή ενδιαφέροντος αποτελείται από πλακώδεις ασβεστόλιθους. Από παρατηρήσεις στο πεδίο που έγιναν για λογαριασμό της εταιρίας, εντοπίζονται πολλά συστήματα διάρρηξης με τα σημαντικότερα από αυτά να είναι διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και κλίσης 70-75°. Από την επιτόπου παρατήρηση επίσης προκύπτει πως το σύνολο του ασβεστόλιθου είναι καθαρό χωρίς ενδιάμεσες στείρες παρεμβολές, κερατόλιθους ή άλλα επιβλαβή στοιχεία. Το μόνο πρόβλημα που εντοπίζεται αφορά τις ποσότητες φυτικής γης οι οποίες έχουν γεμίσει διάφορες επιφανειακές διαρρήξεις.

Τέλος σύμφωνα με στοιχεία που δοθήκαν από την εταιρία μετά από την τέλεση των αντίστοιχων δοκιμών προκύπτει ο πίνακας μετρήσεων 2.2.

Πίνακας 2.2: Μετρήσεις χαρακτηριστικών πετρώματος

Αντοχή σε θλίψη	109Mpa
Φθορά σε τριβή και κρούση	30%
Ειδικό βάρος	2.45kg/cm ³
Σκληρότητα κατά Mohs	3
Υγρασία απορρόφησης	1%
Υδροφιλία	95%

Κεφάλαιο 3.

Γενικά περί μεθόδων επιφανειακής εκμετάλλευσης σε λατομεία αδρανών

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.
- Υψηλή παραγωγικότητα ανά οκτάωρο – άτομο και κατά συνέπεια μικρότερο κόστος παραγωγής ανά τόνο.
- Καλύτερες συνθήκες εργασίας για τους εργαζομένους.
- Η δυνατότητα χρησιμοποίησης ισχυρού εξοπλισμού εξόρυξης, φόρτωσης και αποκομιδής του υλικού.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι:

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

3.2. Τεχνικοί όροι

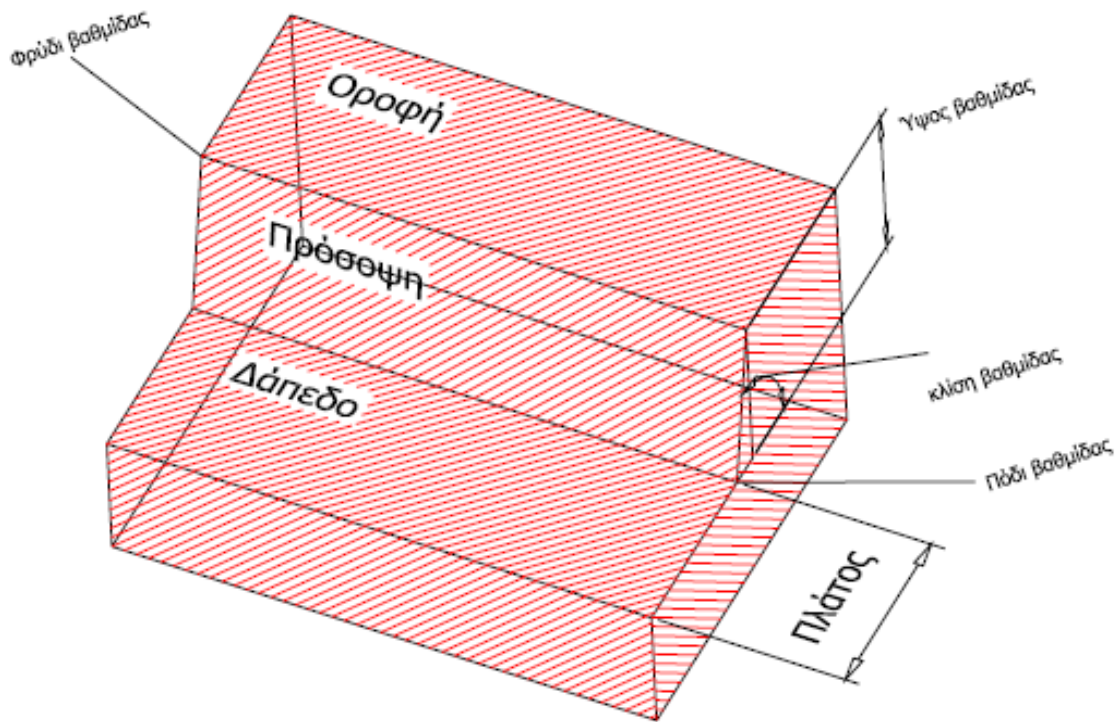
Οι κυριότεροι τεχνικοί όροι που χρησιμοποιούνται στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις είναι (Τσουτρέλης, 1983):

• 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 η και μικρής κλίση ανάλογα με τα χαρακτηρίσθηκα 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", "πρόσσοψη" και "δάπεδο". Στο Σχήμα 3.1 φαίνεται καθαρά η έννοια του κάθε όρου.



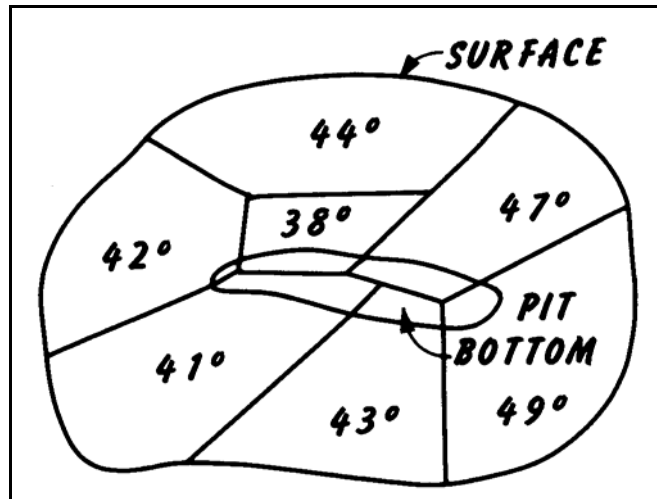
Σχήμα 3.1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας (Εξαδάκτυλος, 2007)

- **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 οποιανδήποτε 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

Καθορίζονται τα άγωνα τα οποία πρέπει 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 εργασία 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'.

- **Άγωνα (στείρα)**

Με τον όρο αυτό καθορίζεται το άνευ οικονομικής σημασίας πέτρωμα, το οποίο περιβάλλει το κοίτασμα 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 κοίτασμα. Συμβολίζεται με το γράμμα R και συνήθως μετρείται σε m³. 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 (άγωνα 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 μέγιστή 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 περιόδους 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):

- ο Για την κατάστρωση ενός διαχρονικού προγράμματος εκμετάλλευσης.
- ο Για τον καθορισμό της επιφανειακής έκτασης που θα καταλάβει τελικά η εκσκαφή, δηλαδή η απαιτούμενη προς αγορά έκταση.
- ο Για το διάγραμμα εσωτερικών μεταφορών.
- ο Για τον καθορισμό της θέσης των επιφανειακών εγκαταστάσεων (εργοστάσιου εμπλουτισμού, γραφεία, κλπ).
- ο Για τον καθορισμό του χώρου εναπόθεσης των αγόνων.
- ο Για τον υπολογισμό του συνολικού όγκου των αγόνων.
- ο Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων και ποιοτήτων του μεταλλεύματος και της κατανομής τους στο χώρο.
- ο 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 λεπτομερή 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**

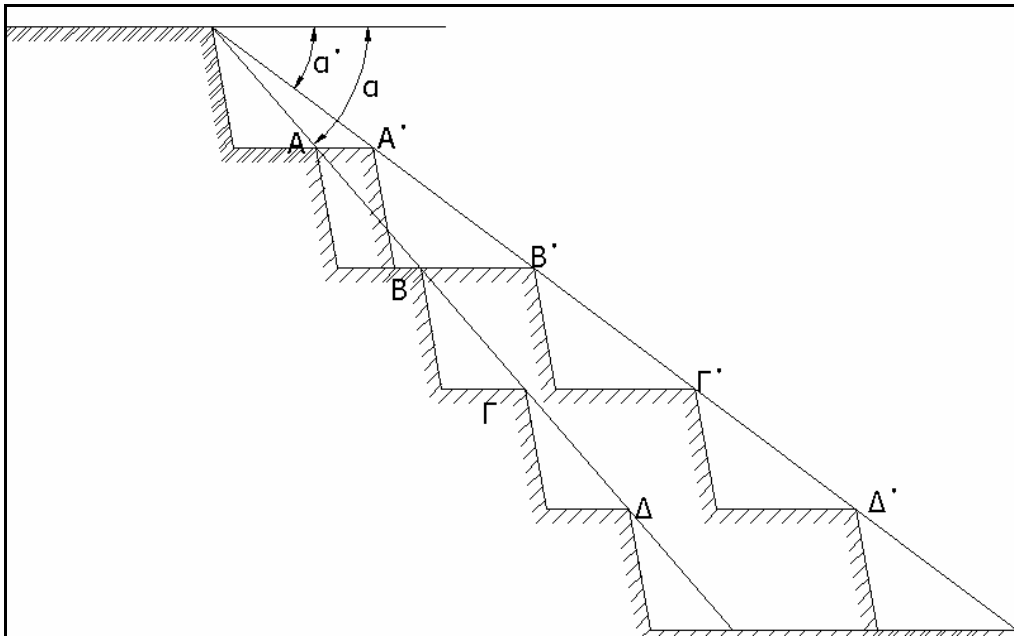
Το ύψος της βαθμίδας ουσιαστικά είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δαπέδου και οροφής. Στην περίπτωση που οι γεωλογικοί παράγοντες το επιτρέπουν, όλες οι βαθμίδες πρέπει να έχουν το ίδιο ύψος. Το ύψος της βαθμίδας πρέπει να είναι το μέγιστο δυνατό που μπορεί να αποδοθεί αλλά θα πρέπει να μην υπερβαίνει 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.

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 εμπλουτισμό 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.

3.5. 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, για κάθε ένα από τα στάδια αυτής.

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

- ο Το είδος του προβλεπόμενου εξοπλισμού εξόρυξης.
- ο Τη γεωμετρία του κοιτάσματος.
- ο 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, προστασία του περιβάλλοντος

Ο παράγοντας ασφάλεια παίζει ιδιαίτερο λόγο στον σχεδιασμό μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης ίδιο 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 οποίο 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 του 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 (κανόνας 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 60^0 . 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 60^0 και με βάση το σχήμα 3.4 θα ισχύει:

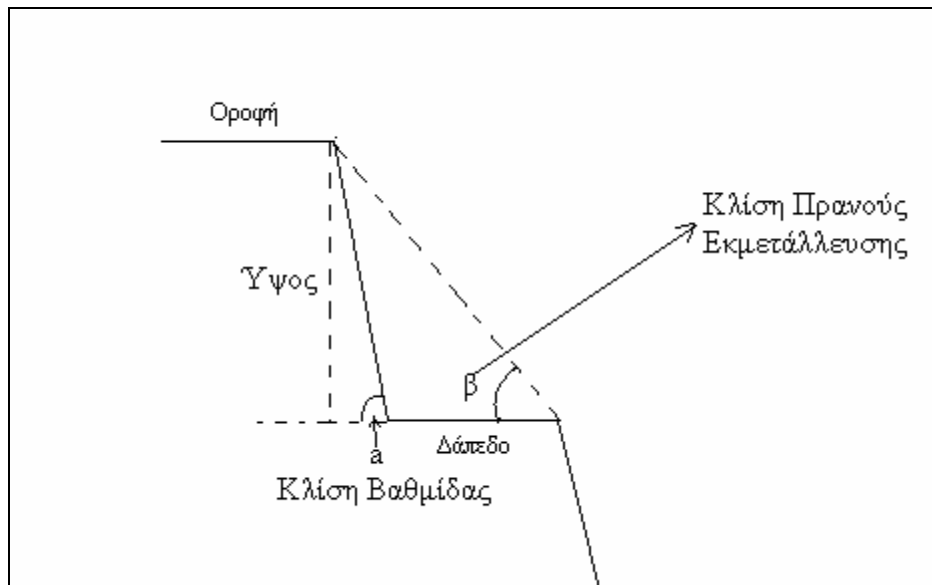
$$\varepsilon\phi 60 = 15/(6+X) \Rightarrow (\varepsilon\phi\alpha = 15/X)$$

$$\varepsilon\phi 60 = 15/ (6 + 15/\varepsilon\phi\alpha) \Rightarrow$$

$$15/\varepsilon\phi\alpha = (15/\varepsilon\phi 60) - 6 \Rightarrow$$

$$\varepsilon\phi\alpha = 15/[(15/\varepsilon\phi 60) - 6] \Rightarrow$$

$$\underline{\varepsilon\phi\alpha = 5,64 \Rightarrow \alpha = 79,94^{\circ} \sim 80^{\circ}} \quad (3.1)$$



Σχήμα 3.4: Τομή βαθμίδων με τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά

Με βάση τη σχέση 3.1 διαπιστώνεται ότι η μέγιστη γωνία πρανούς μιας βαθμίδας μπορεί να είναι 80° ενώ όλα τα παραπάνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται από τον ΚΜΛΕ πρέπει να τηρούνται προκειμένου να διασφαλίζεται η ασφάλεια κατά της 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 συμπορευση πάντα με την 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. Προκείμενου μια περιοχή να κριθεί ως λατομική ζώνη πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋπόθεσης 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. κατάβρεγμα των δρόμων και του δαπέδου της πλατείας
3. τοποθετήσει κατάλληλων κονιοσυλεκτων στην εγκατάσταση του σπαστηροτριβείου
4. κατάβρεγμα του υλικού κατά την μεταφορά του

τα φορτία σκόνης θα μετρώνται κατά τακτά χρονικά διαστήματα και θα ελέγχεται αν είναι εντός των ορίων που θέτει η παράγραφος 22 του Κ.Μ.Λ.Ε.

B. Η ηχορύπανση κατά την διάρκεια των ανατινάξεων ίσος δημιουργήσει πρόβλημα κύριως αν σε μικρή απόσταση βρίσκονται οικισμοί. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού είναι δυνατόν να ληφθούν τα εξής μέτρα:

1. ανατίναξη μικρού αριθμού διατριμάτων χωρίς χρόνους καθυστέρησης
2. μείωση της υποδιάτρισης
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.

3.6 Παράμετροι σχεδιασμού για το παρόν λατομείο

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι παράμετροι σχεδιασμού της εκμετάλλευσης του υπό εξέταση λατομείου. Η περιοχή στην οποία πρόκειται να αναπτυχθεί η εκμετάλλευση δεν έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία να περιορίζουν τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης σε μεγάλο βαθμό. Οι κλίσεις που εμφανίζονται στην περιοχή είναι εντός των φυσιολογικών ορίων, κάτι που σημαίνει ότι δεν είναι αναγκαίο να προχωρήσουμε σε μεταβολές στον σχεδιασμό εξαιτίας αυτής της παραμέτρου. Αυτό το οποίο όμως πρέπει να ληφθεί υπόψη και να προσαρμοστεί ο σχεδιασμός σύμφωνα με αυτό είναι το γεγονός ότι ανατολικά των ορίων του λατομικού χώρου και σε μικρή απόσταση από αυτά έχουμε την εμφάνιση ενός ρέματος το οποίο διατρέχει την περιοχή. Για τον λόγο αυτό και σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε., για την προστασία τόσο του ρέματος όσο και την προστασία της εκμετάλλευσης κρίνεται απαραίτητο να διατηρηθεί κατά τον σχεδιασμό των ορίων της εκμετάλλευσης μια απόσταση της τάξεως των 40 μέτρων από τον άξονα του ρέματος. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι στην θέση στην οποία βρίσκεται ο λατομικός χώρος δεν έχει οπτική επαφή με κανένα οικισμό της περιοχής.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω φαίνεται ότι στο συγκεκριμένο λατομικό χώρο είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν τα ανώτατα όρια που επιτρέπει ο Κ.Μ.Λ.Ε. όσον αφορά το μέγεθος των βαθμίδων αλλά και τις κλίσεις τόσο των πρανών αλλά και της εκμετάλλευσης. Επομένως ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης που θα παρουσιαστεί στα επόμενα κεφάλαια γίνεται με τις παραμέτρους του πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Γεωμετρικά όρια Κ.Μ.Λ.Ε. για την διαμόρφωση των βαθμίδων

Πλάτος βαθμίδας	12m
Ύψος βαθμίδας	15m
Κλίση πρανούς	80°
Κλίση εκμετάλλευσης	60°

Κεφάλαιο 4

Εφαρμογή στην υπό έρευνα περιοχή

4.1. Εισαγωγή

Για την εφαρμογή των όσων αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια και την προσαρμογή τους στην συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος πρέπει αρχικά να γίνει ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης πάνω στους υπάρχοντες χάρτες με τρόπο τέτοιο ώστε να πληρούνται όλες οι προϋποθέσεις και οι περιορισμοί που θέτονται από τις σχετικές νομοθεσίες και τον Κ.Μ.Λ.Ε. Παλαιότερα ο σχεδιασμός γίνονταν με το χέρι από τον κάθε μελετητή. Όμως στις μέρες μας η τεχνολογία επιτρέπει τον σχεδιασμό με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια και με πολύ μεγαλύτερη δυνατότητα ελέγχου όλων των παραμέτρων, με την χρήση λογισμικών προγραμμάτων. Ένα από τα πιο διαδεδομένα προγράμματα που υπάρχουν για σχεδιασμό τέτοιων δραστηριοτήτων είναι το λογισμικό πακέτο AutoCAD το οποίο διατίθεται σε διάφορες εκδόσεις. Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιείται η έκδοση 2000.

Προκειμένου όμως να χρησιμοποιηθεί αυτό το λογισμικό πακέτο πρέπει να εισαχθεί σε αυτό ο χάρτης της περιοχής πάνω στην οποία θα γίνει ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται το πρόγραμμα CAD Overlay 2000 το οποίο λειτουργεί στο περιβάλλον του AutoCAD και προσθέτει σε αυτό κάποιες επιπλέον λειτουργίες. Το τελικό αποτέλεσμα που θα δώσει η χρήση του προγράμματος αυτού θα είναι η ψηφιακή μορφή του χάρτη της περιοχής ενδιαφέροντος.

Τέλος, απαιτείται και η χρήση ενός ακόμη προγράμματος το οποίο θα είναι ικανό να μετατρέψει τον όλο σχεδιασμό σε όγκο και θα μπορεί να τον υπολογίσει. Ο υπολογισμός των όγκων με ακρίβεια είναι μεγάλης σημασίας καθώς πρέπει να προσδιοριστούν τα αποθέματα από τα οποία εξαρτάται τόσο ο χρόνος ζωής της εκμετάλλευσης όσο και ο γενικότερος σχεδιασμός. Ένα τέτοιο λογισμικό πακέτο είναι απαραίτητο διότι το AutoCAD δεν μπορεί να υπολογίσει τον όγκο σχημάτων που σχεδιάζονται σε διαφορετικά επίπεδα και ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης θα γίνει λαμβάνοντας υπ' όψη και τα υψόμετρα του κάθε σημείου. Θα χρησιμοποιηθεί λοιπόν, για τον υπολογισμό των όγκων το λογισμικό πακέτο Surfer 6 στο οποίο θα μεταφερθούν τα στοιχεία του σχεδιασμού που θα έχει προηγηθεί στο AutoCAD.

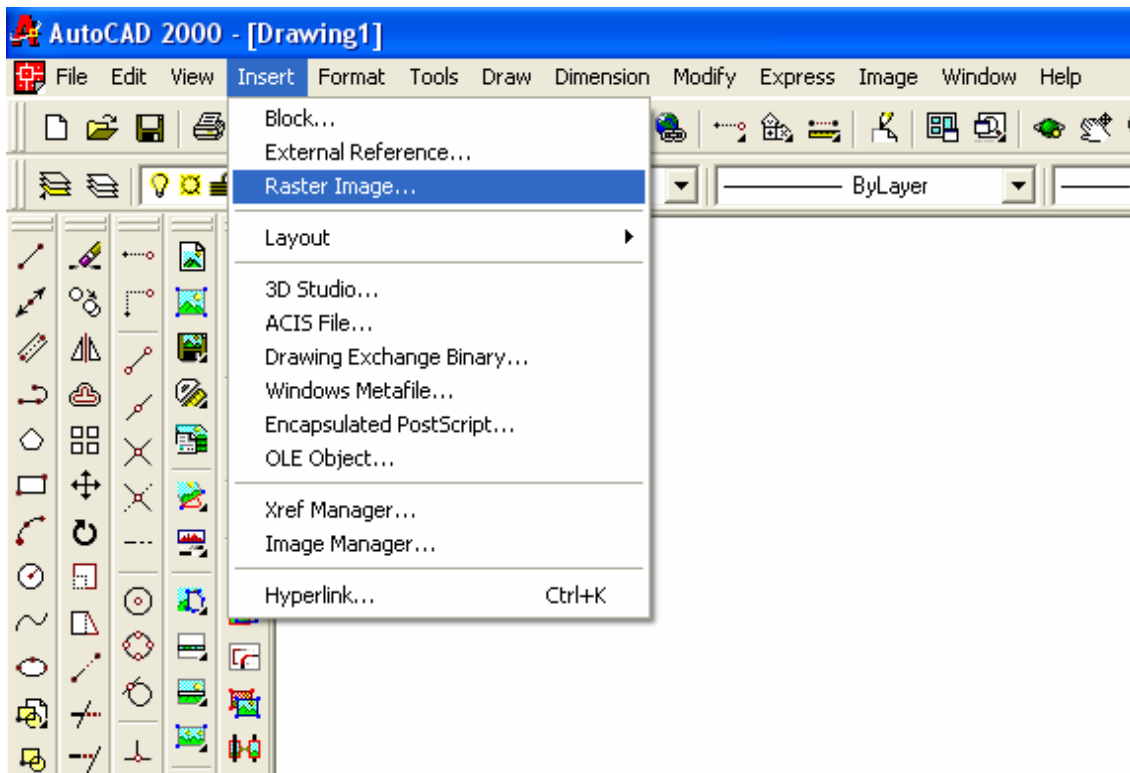
4.2. Ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών.

Αρχικά επιλέγεται το τμήμα του φύλλου χάρτη το οποίο περιέχει την λατομική περιοχή και ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα της γύρω περιοχής, το οποίο να απεικονίζει τις μορφολογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής. Εν συνεχεία το τμήμα αυτό του τοπογραφικού χάρτη μετατρέπεται σε ηλεκτρονική μορφή (αρχείο φωτογραφίας, jpeg) με τη βοήθεια ηλεκτρονικού σαρωτή. Στη συνέχεια το αρχείο αυτό εισάγεται σε περιβάλλον AutoCAD με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου CAD overlay. Το περιβάλλον του πακέτου αυτού, είναι το ίδιο με αυτό του AutoCAD με την διαφορά ότι έχει προστεθεί μια γραμμή εντολών που αφορά το πακέτο CAD overlay. Τα βήματα που ακολουθούνται παρουσιάζονται παρακάτω.

4.2.1 Διαδικασία ψηφιοποίησης τοπογραφικού χάρτη

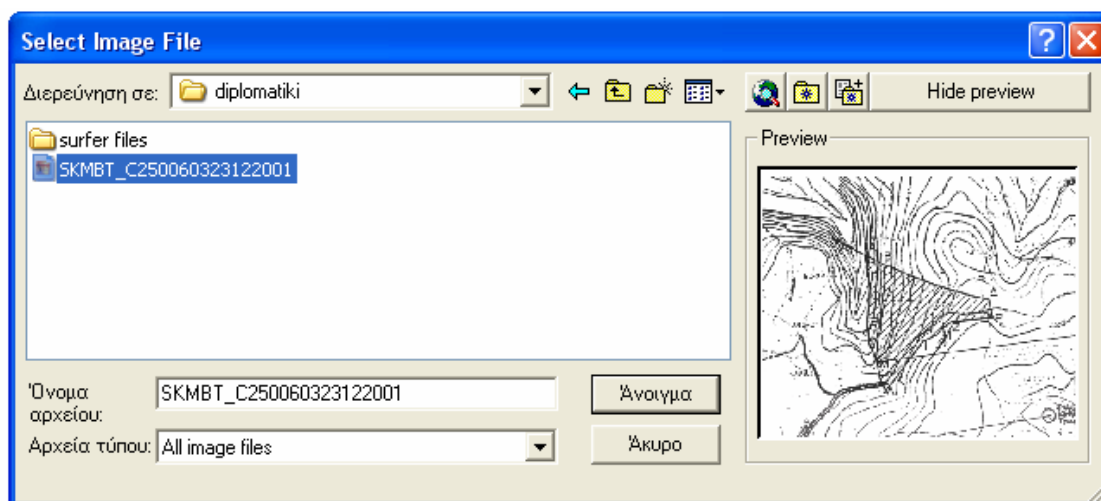
Τα βασικά βήματα της διαδικασίας που απαιτείται για την ψηφιοποίηση ενός χάρτη αναπτύσσονται ως εξής (Μαλλίνας 2006):

- I. Από την κεντρική γραμμή εντολών επιλέγεται διαδοχικά η εντολή εισαγωγής (insert) και στο μενού που εμφανίζεται επιλέγεται «raster» εικόνα (raster image), όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1: Εντολές εισαγωγής εικόνας.

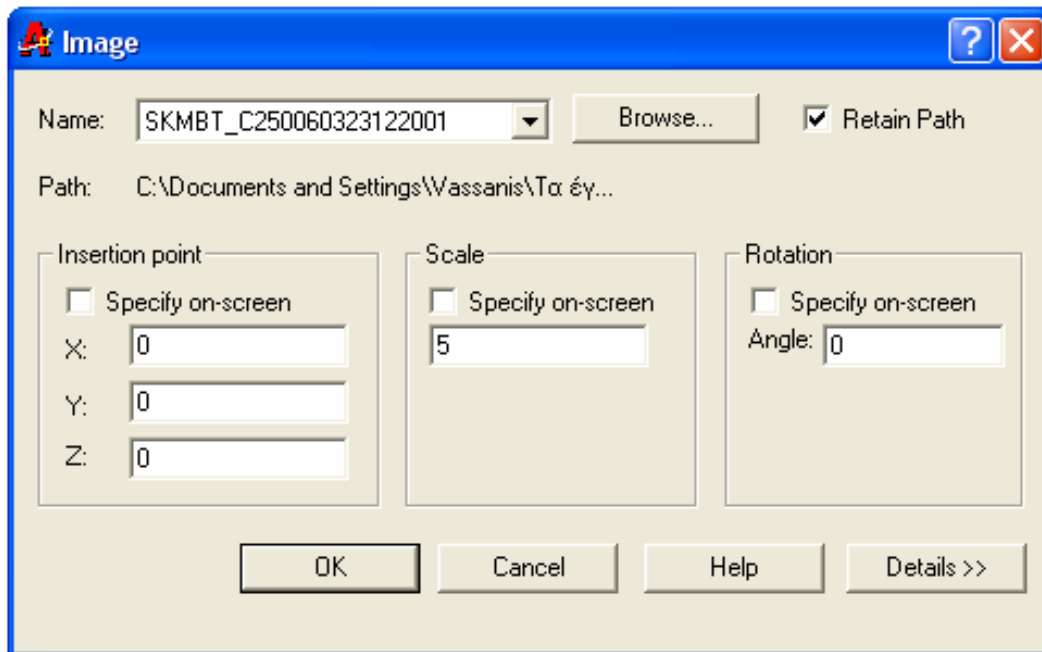
- II. Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου για την επιλογή της εικόνας (select image file) από το λογισμικό. Η μορφή του παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2. Από το παράθυρο αυτό μπορεί να αναζητηθεί η εικόνα που θα ψηφιοποιηθεί. Στα δεξιά εμφανίζεται μια προεπισκόπηση της εικόνας πριν επιλέγει η εντολή άνοιγμα (open) με την οποία θα γίνει εισαγωγή της εικόνας στο λογισμικό.



Σχήμα 4.2: Παράθυρο διαλόγου εισαγωγής εικόνας.

- III. Με την εντολή άνοιγμα (open) αφού έχει επιλεγεί η σωστή εικόνα προς ψηφιοποίηση, εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο διαλόγου, το οποίο αφορά την εικόνα και τα περιεχόμενα του παρουσιάζονται στο σχήμα 4.3. Στην κορυφή του παραθύρου αυτού εμφανίζεται η ονομασία του αρχείου εικόνας, ενώ ακριβώς από κάτω η θέση στην οποία είναι υποθηκευμένη στο δίσκο. Τέλος, από κάτω υπάρχουν τρεις ενότητες επιλογών που αφορούν τις συντεταγμένες του σημείου εισόδου (insertion point), την κλίμακα (scale), και τη γωνία περιστροφής (rotation). Στις δυο πρώτες ενότητες έχει προεπιλεγεί να δοθούν οι πληροφορίες στη συνέχεια (specify on-screen). Η επιλογή αυτή θα αλλάξει και για το σημείο εισόδου θα εισαχθεί η αρχή των αξόνων ($X=0$, $Y=0$, $Z=0$). Στη δεύτερη ενότητα εισάγεται η κλίμακα του χάρτη. Για την περίπτωση του παρόντος τοπογραφικού χάρτη εισάγεται ο αριθμός πέντε καθώς ο χάρτης είναι κλίμακας 1:5.000 (σχήμα 4.3). Τέλος η τρίτη ενότητα αφορά την περίπτωση κατά την οποία ο χάρτης πρέπει να περιστρέφει. Για να υπάρχει μια όσο το δυνατόν καλύτερη

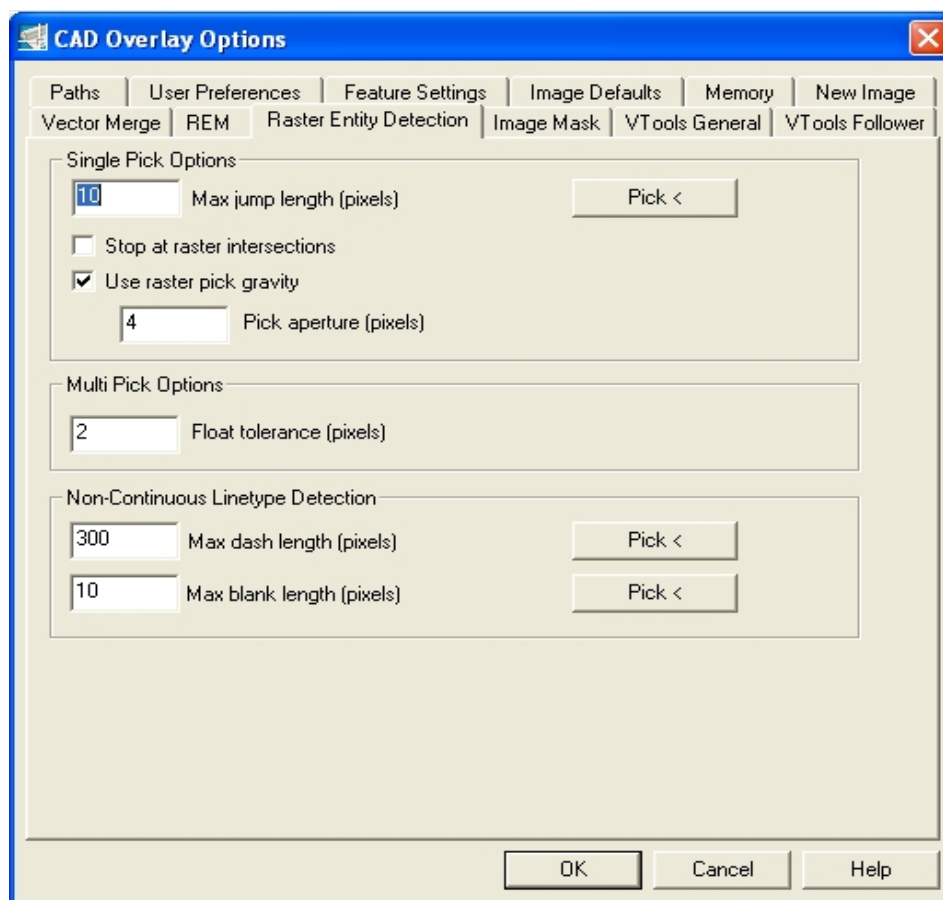
αποτύπωση καλό είναι ο βορράς, όπως αποτυπώνεται επί του χάρτη, να έχει κατεύθυνση προς την κορυφή της οθόνης. Αν κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό εξ αρχής, επιλέγεται η γωνία περιστροφής στο παράθυρο αυτό προκειμένου ο βορράς να έχει κατεύθυνση προς την κορυφή της οθόνης.



Σχήμα 4.3: Σημείο εισαγωγής εικόνας, κλίμακας, περιστροφής

- IV. Πριν πραγματοποιηθεί η ψηφιοποίηση χρειάζονται κάποιες ρυθμίσεις που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει αυτή. Από την κεντρική γραμμή εντολών επιλέγεται η ομάδα εντολών που αφορούν την εικόνα (image) και στο παράθυρο που ανοίγει επιλέγονται οι ρυθμίσεις (options) οπότε εμφανίζεται το ομώνυμο παράθυρο διάλογου του λογισμικού τα περιεχόμενα του οποίου παρουσιάζονται στο σχήμα 4.5. Οι ρυθμίσεις στη περιοχή «Single Pick Options» ελέγχουν ποιά εικονοστοιχεία (pixels) ανήκουν στην ίδια γραμμή. Εάν υπάρχουν κενά μεταξύ των ισοϋψών, είτε λόγω κακής ποιότητας του χάρτη, είτε λόγω κακής σάρωσης, εισάγεται ως μέγιστη απόσταση άλματος (max jump length) κατάλληλη τιμή ώστε να περνιούνται τα κενά αυτόματα. Ειδικά χρησιμοποιώντας την επιλογή (pick) επιλέγονται γραφικά, δύο σημεία πάνω στη σαρωμένη επιφάνεια τέτοια ώστε να αντιπροσωπεύουν το μήκος των κενών μεταξύ των ισοϋψών. Σε αυτό το σημείο και αν θεωρηθεί ως σκόπιμη η αλλαγή του «max jump

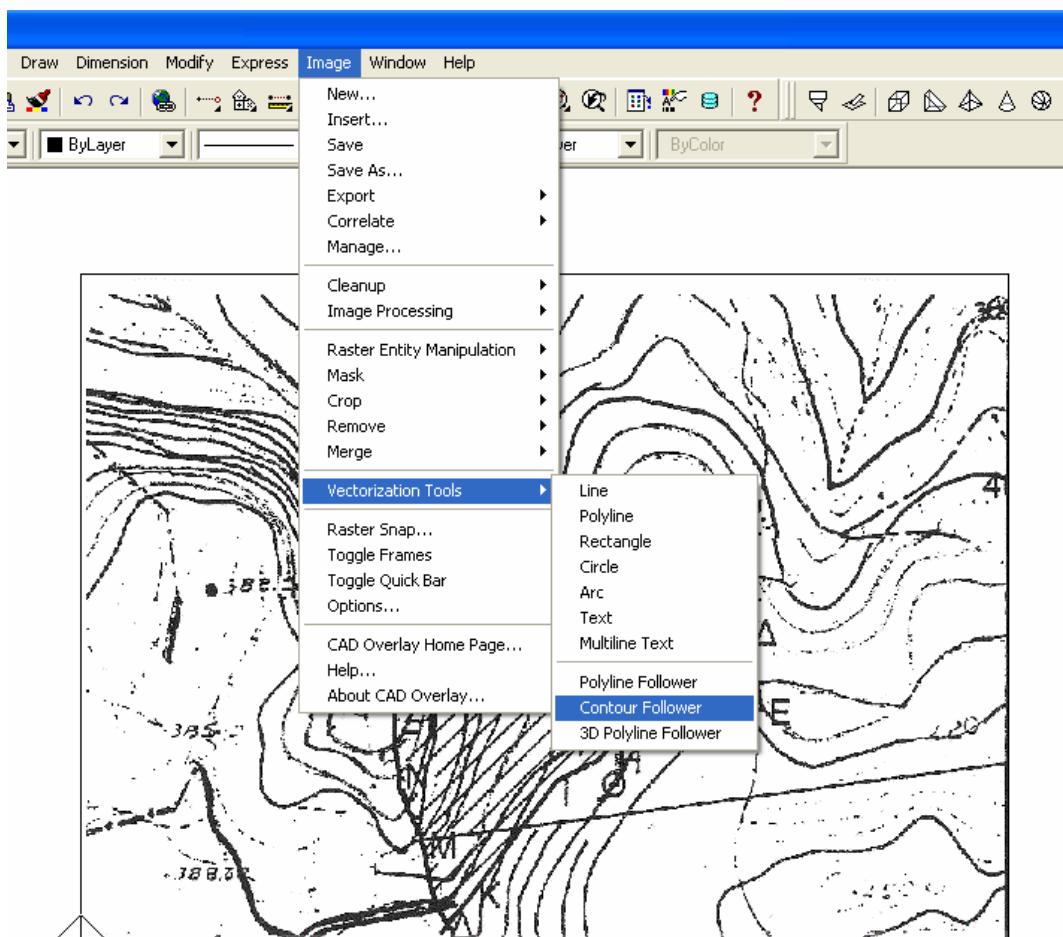
length» για να το οριστεί μεγαλύτερο από αυτό που αυτόματα έχει λάβει το λογισμικό, ίσως υπάρξει πρόβλημα με τις πολύ κοντινές ισοϋψείς τις οποίες το λογισμικό μπορεί να μην αναγνωρίσει.



Σχήμα 4.5: Ρυθμίσεις που αφορούν το λογισμικό.

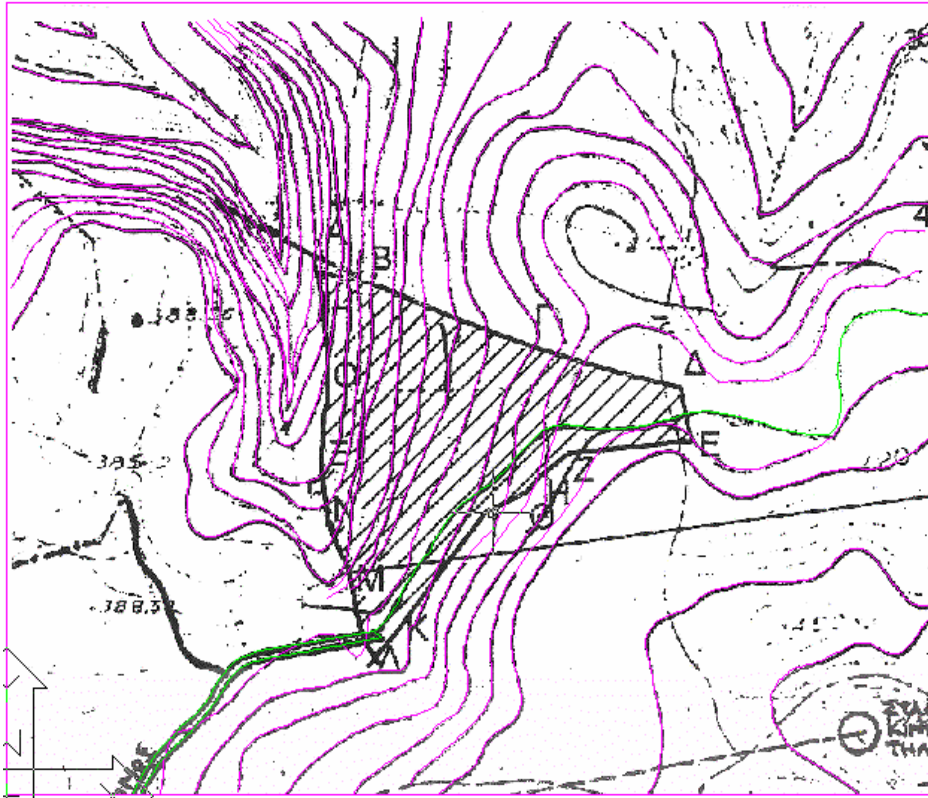
- V. Εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί όλα τα παραπάνω, ο χάρτης είναι έτοιμος προς ψηφιοποίηση. Από την κεντρική γραμμή εντολών επιλέγεται και πάλι η ομάδα εντολών που αφορά την εικόνα (Image) και στη συνέχεια επιλέγονται κατά σειρά εργαλεία διανυσματοποίησης (Vectorization Tools) και ακολουθία περιγράμματος (Contour Follower), σχήμα 4.6.

Με την εντολή ακολουθία περιγράμματος επιλέγονται ισοϋψείς από την εικόνα, μία κάθε φορά, και ο οδηγός παρουσιάζει προσωρινά γραφικά, δείχνοντας μέχρι πιο σημείο μπόρεσε να διαβάσει και να μετατρέψει τη γραμμή στην ψηφιακή της μορφή.

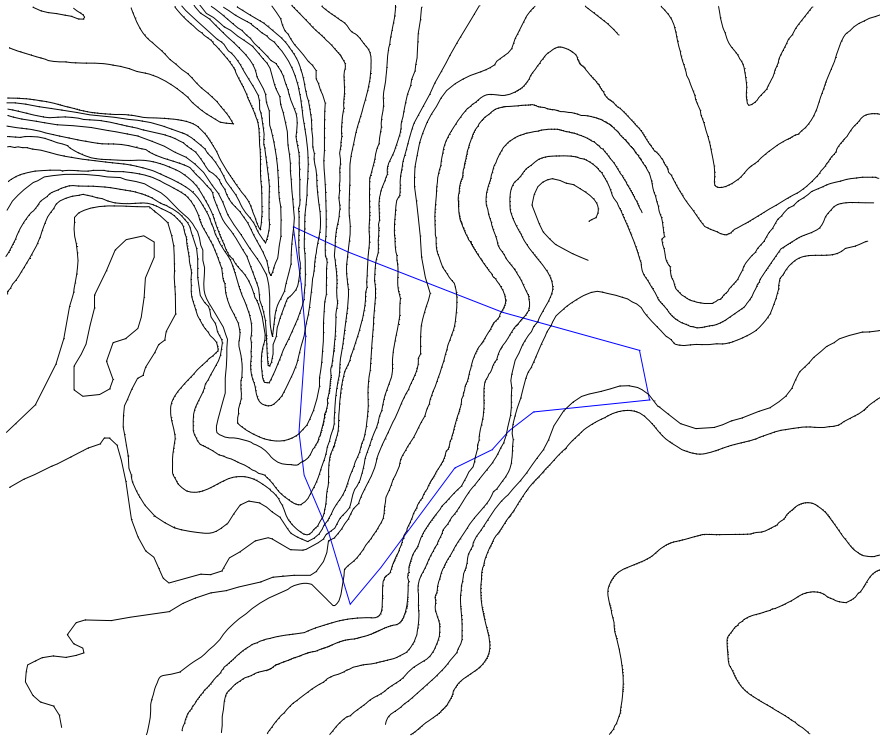


Σχήμα 4.6: Επιλογή των εντολών για την ψηφιοποίηση του χάρτη.

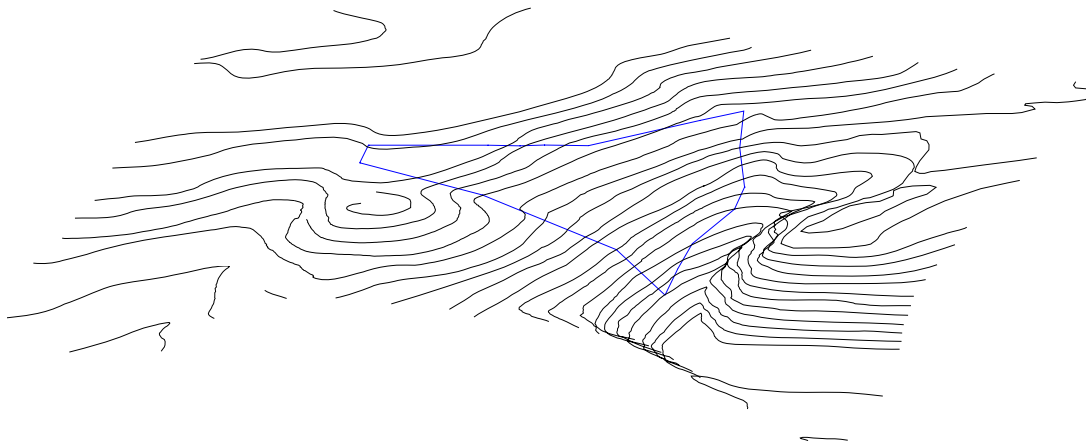
- VI. Επιλέγοντας την παραπάνω εντολή και αφού επιλεγεί μια ισοϋψής του χάρτη, ο οδηγός του λογισμικού την ακολουθεί έως ότου συναντήσει κάποιο εμπόδιο, στο οποίο και σταματά περιμένοντας από το χρήστη να του επιδείξει τη σωστή πορεία. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως και λόγω της πολύ κακής ποιότητας του χάρτη, αυτή η εντολή δεν κατάφερε να λειτουργήσει και όπου λειτούργησε έκανε μεγάλο αριθμό λαθών, ενώνοντας και θεωρώντας σαν μια γειτονικές ισοϋψείς. Για τον λόγο αυτό και επειδή ο χάρτης της περιοχής είναι ούτως ή άλλως μικρού μεγέθους, επιλέχθηκε να γίνει η ψηφιοποίηση του χάρτη χειροκίνητα. Αυτό έγινε χρησιμοποιώντας το εργαλείο point του AutoCAD, το οποίο τοποθετεί σημεία όπου ο χρήστης επιλέξει. Έτσι τοποθετήθηκαν σημεία πάνω σε όλες τις ισοϋψείς του χάρτη και σε κοντινά σημεία μεταξύ τους, κατόπιν τους δόθηκε το υψόμετρο της κάθε ισοϋψούς και στο τέλος ενώθηκαν με polyline, δηλαδή ένα άλλο εργαλείο του AutoCAD που σχεδιάζει γραμμές. Το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης φαίνεται στα σχήματα 4.7, 4.8 και 4.9.



Σχήμα 4.7: Υπάρχων χάρτης και οι ψηφιακές ισοϋψείς (με κόκκινο χρώμα).



Σχήμα 4.8: Ψηφιοποιημένος τοπογραφικός χάρτης και λατομικό όριο.



Σχήμα 4.9: Τρισδιάστατη άποψη ψηφιοποιημένου χάρτη

4.2.2 Δημιουργία συντεταγμένων Χ.Α.Τ. στο ψηφιοποιημένο χάρτη.

Μετά την ολοκλήρωση της ψηφιοποίησης του χάρτη το επόμενο και τελικό βήμα για την ολοκλήρωσή του είναι να προβληθεί σε σύστημα συντεταγμένων Χ.Α.Τ.. Μέχρι τώρα, ότι έχει σχεδιαστεί έχει συντεταγμένες, τις οποίες έχει ορίσει το ίδιο το πρόγραμμα, θεωρώντας το κέντρο των αξόνων, το σημείο που ορίστηκε όταν εισήχθη η φωτογραφία του χάρτη, την κάτω αριστερή γωνία του. Για να μεταφερθούν όλες οι συντεταγμένες των σημείων που έχουν σχεδιαστεί σε συντεταγμένες Χ.Α.Τ. αρκεί να εκτελεστεί η εντολή move. Αρχικά το πρόγραμμα ζητά την επιλογή των αντικειμένων προς μετακίνηση, σημείο στο οποίο επιλέγονται όλα τα σημεία του χάρτη. Στην συνέχεια πρέπει να επιλεγεί ένα σημείο σύμφωνα με το οποίο θα γίνει η μετακίνηση. Στην ουσία η εντολή move εκτελεί την μετακίνηση ολόκληρου του σχεδίου που έχει δημιουργηθεί, χωρίς καμία μεταβολή, σε διαφορετικές συντεταγμένες. Η διαδικασία που ακολουθείται, είναι να οριστούν οι επιθυμητές συντεταγμένες σε ένα μόνο σημείο του σχεδίου και από εκεί και πέρα το λογισμικό υπολογίζει τις συντεταγμένες των άλλων σημείων με βάση τις αποστάσεις του σχεδιασμού που έχει προηγηθεί. Επομένως πρέπει να επιλεγεί ένα σημείο το οποίο να έχει γνωστές συντεταγμένες Χ.Α.Τ.. Για παράδειγμα μπορεί να επιλεγεί μια από τις κορυφές του λατομικού χώρου. Αφού γίνει η επιλογή αυτή το λογισμικό ζητά να προσδιοριστεί το σημείο στο οποίο θέλουμε να μεταφέρουμε το σχήμα. Εκεί τοποθετούνται οι γνωστές συντεταγμένες Χ και Υ του Χ.Α.Τ. και πλέον η μεταφορά έχει τελειώσει. Κατόπιν είναι δυνατόν να επαληθευθεί η μεταφορά με κάποιο άλλο γνωστό σημείο. Ο πίνακας 4.1 παρουσιάζει τις συντεταγμένες Χ.Α.Τ. των κορυφών του λατομικού χώρου όπως αυτές δίνονται στο τοπογραφικό διάγραμμα της περιοχής σε σύγκριση με αυτές που υπολογίζονται από το AutoCAD.

Πίνακας 4.1: Σύγκριση συντεταγμένων όπως αυτές δίνονται από το τοπογραφικό διάγραμμα και από το AutoCAD

Κορυφή	X από τοπογραφικό	X από AutoCAD	Y από τοπογραφικό	Y από AutoCAD
A	-22022	-22022,0000	10502	10502,0000
B	-21992	-21991,1081	10498	10486,8794
Γ	-21899	-21898,4654	10462	10447,3429
Δ	-21803	-21801,5390	10436	10423,2340
E	-21796	-21795,1700	10404	10391,6273
Z	-21870	-21869,0029	10396	10384,0794
H	-21887	-21884,5714	10383	10372,0500
Θ	-21895	-21895,4223	10372	10360,0206
I	-21920	-21919,1178	10360	10348,3689
K	-21976	-21966,0998	10285	10285,0434
Λ	-21985	-21985,6785	10274	10261,6922
M	-22000	-21999,3600	10323	10306,9794
N	-22014	-22015,0018	10355	10343,8866
Ξ	-22018	-22018,3042	10394	10371,2477
O	-22015	-22014,0543	10431	10432,1914
Π	-22017	-22016,8925	10467	10465,5289

Όπως παρατηρείται, στον άξονα X η αποκλίσεις των τιμών είναι πολύ μικρές και θεωρούνται αμελητέες. Αντιθέτως στον άξονα των Y, οι διαφορές είναι σταθερές και κυμαίνονται μεταξύ των 11 έως και 13 μέτρα. Αυτό είναι κάτι που οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα σε παραμόρφωση του χάρτη στον άξονα Y, κάτι που μπορεί να συνέβη είτε κατά την διάρκεια της ηλεκτρονικής σάρωσης του χάρτη, είτε από την αρχή η εκτύπωση του χάρτη ο οποίος χρησιμοποιήθηκε να μην ήταν σωστή.

4.3. Καθορισμός ορίων εκμετάλλευσης

Το πρώτο βήμα που πρέπει να γίνει ξεκινώντας τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης είναι να καθοριστούν τα όριά της. Ο καθορισμός των ορίων γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την

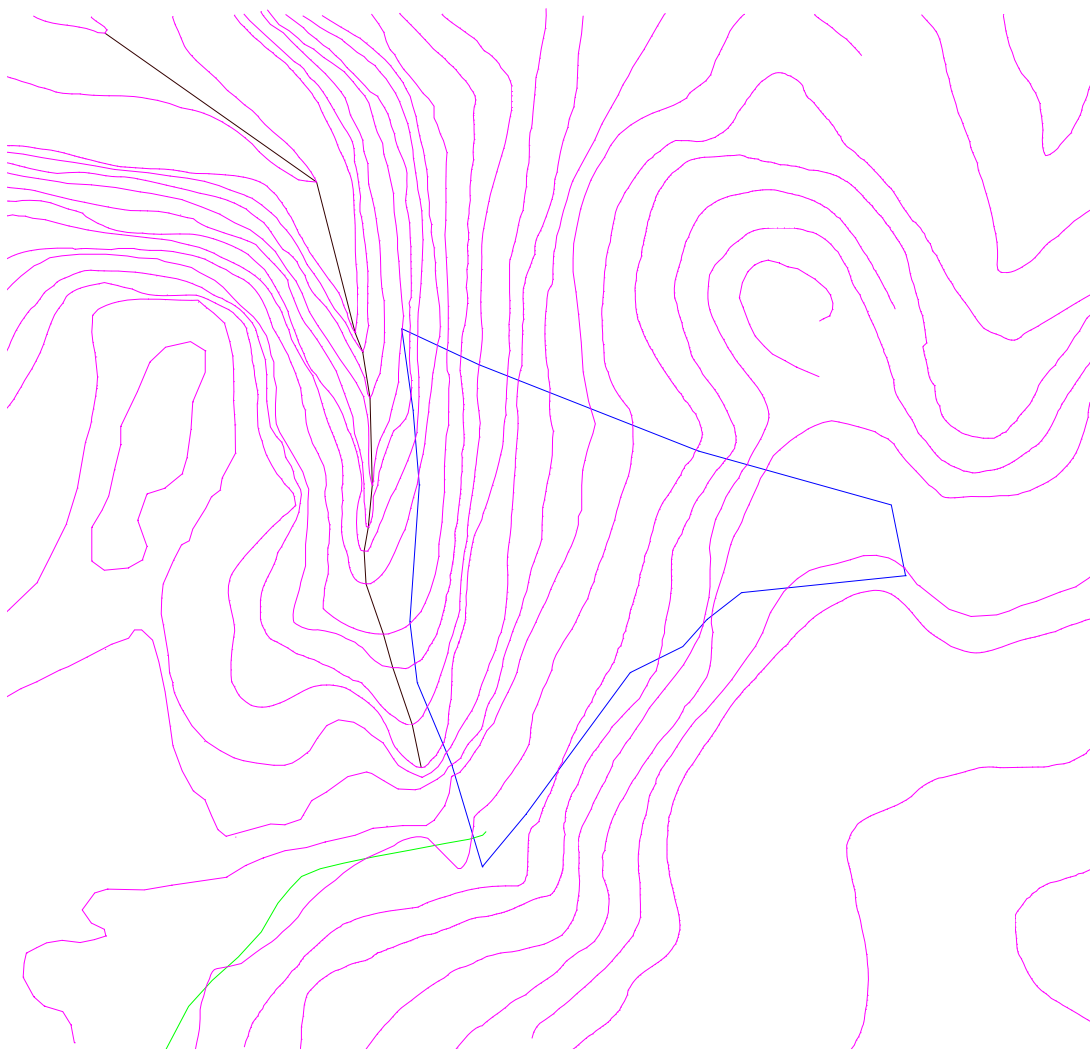
υπάρχουσα νομοθεσία και τον Κ.Μ.Λ.Ε., ακολουθώντας τους περιορισμούς που αυτοί θέτουν. Οι όροι που αναφέρονται στα παραπάνω και επηρεάζουν τον σχεδιασμό των ορίων της υπό μελέτη εκμετάλλευσης είναι :

- Η εξόρυξη στη ψηλότερη βαθμίδα, πρέπει να σταματάει σε απόσταση, το λιγότερο, 8m απ' τα όρια του μεταλλευτικού ή λατομικού χώρου. Με φροντίδα της Δ/νσης του έργου, στο παραπάνω τελευταίο τμήμα, πρέπει να γίνεται απομάκρυνση των επισφαλών όγκων και να δημιουργούνται βαθμίδες ασφάλειας μικρού ύψους ή πρηνή μικρής κλίσης. (Κ.Μ.Λ.Ε, Άρθρο 80 παρ. 2)

Όλα τα υπόλοιπα άρθρα που αναφέρονται στον Κ.Μ.Λ.Ε για την χωροθέτηση λατομικών εργασιών δεν αφορούν την υπόψη περιοχή, καθώς από την περιοχή, απέχουν πολύ περισσότερο από τα όρια που τίθενται, οικισμοί, δίκτυα ρεύματος και τηλεφώνου, κοινόχρηστοι δρόμοι και βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Επιπλέον όμως, παρατηρείται ότι δυτικά των λατομικών ορίων και σε μικρή απόσταση από αυτά, υπάρχει ένα ρέμα το οποίο διασχίζει την περιοχή. Το ρέμα αυτό πρέπει κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης να προστατευθεί, ή εφόσον κριθεί συμφέρον να γίνει κατάλληλη εκτροπή της κοίτης του εκτός του λατομικού χώρου, τόσο για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, όσο και για την προστασία της ίδιας της εκμετάλλευσης. Αυτό βέβαια συνεπάγεται εκπόνηση αντίστοιχης μελέτης. Στην παρούσα εκμετάλλευση εκτροπή του ρέματος κρίνεται ως μη συμφέρουσα, καθώς τα αδρανή υλικά που θα παράγει το λατομείο δεν είναι τόσο μεγάλης οικονομικής αξίας. Παρόλα αυτά όμως είναι αναγκαία η προστασία του ρέματος καθ' όλη τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Προκειμένου να προστατευθεί το ρέμα είναι φανερό ότι οι εργασίες εκμετάλλευσης του λατομείου πρέπει να αρχίζουν σε ικανοποιητική απόσταση από την κοίτη του. Κρίνεται λοιπόν σκόπιμο η εκμετάλλευση να ξεκινήσει σε απόσταση 40m από τον άξονά του. Η απόσταση αυτή μετράται επί της επιφανείας και αποτελεί την οριοθέτηση της εκμετάλλευσης ως προς το ρέμα. Στην απόσταση αυτή θα υπάρχει περίφραξη, για την αποφυγή κύλισης βράχων στην κοίτη του ρέματος, καθώς και συρμάτινες πόρτες προκειμένου η κοίτη να καθαρίζεται όποτε παρίσταται ανάγκη από τα φερτά υλικά που μεταφέρονται από τα εδαφικά νερά στο ρέμα.

Κατόπιν των παραπάνω, ο σχεδιασμός ξεκινά με τον προσδιορισμό του άξονα του ρέματος, ο οποίος φαίνεται στο σχήμα 4.10 με καφέ χρώμα.

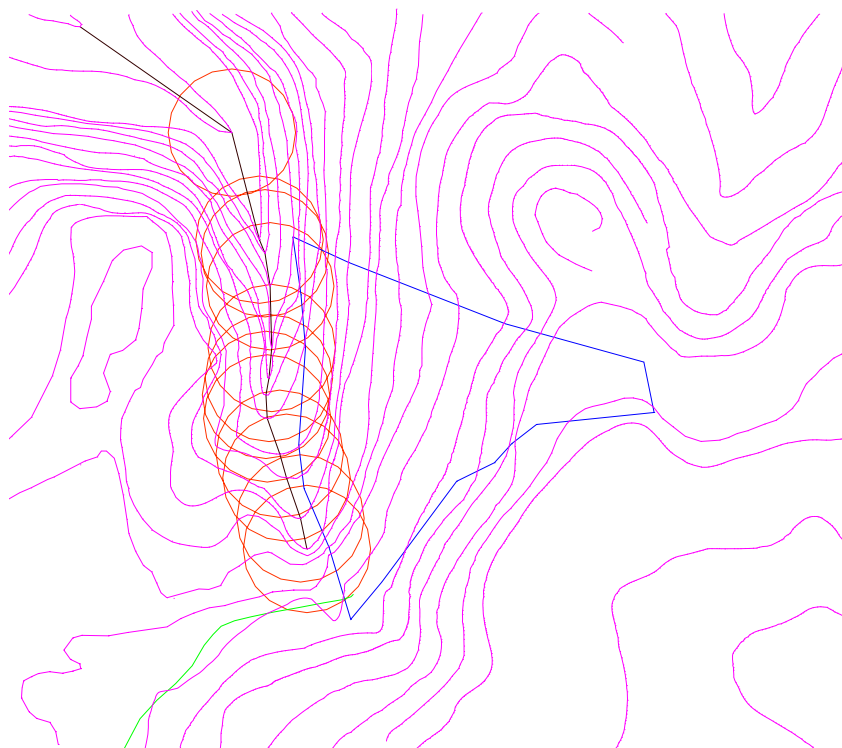


Σχήμα 4.10. Λατομικά όρια και άξονας του ρέματος.

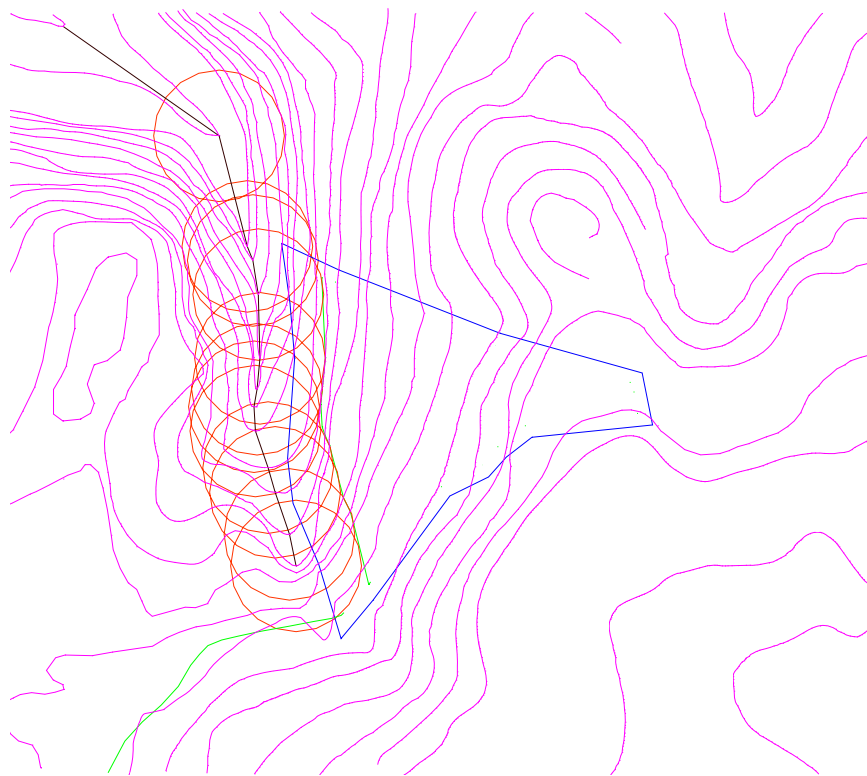
Για να προσδιοριστεί με ακρίβεια την απόσταση των 40m από τον άξονα του ρέματος σχεδιάζονται κύκλοι με ακτίνα 40m και με κέντρα σημεία πάνω στον άξονα του ρέματος όπως φαίνεται στο σχήμα 4.11.

Η επαπτόμενη των κύκλων που σχεδιάστηκαν αποτελεί το δυτικό όριο της εκμετάλλευσης (Σχήμα 4.12).

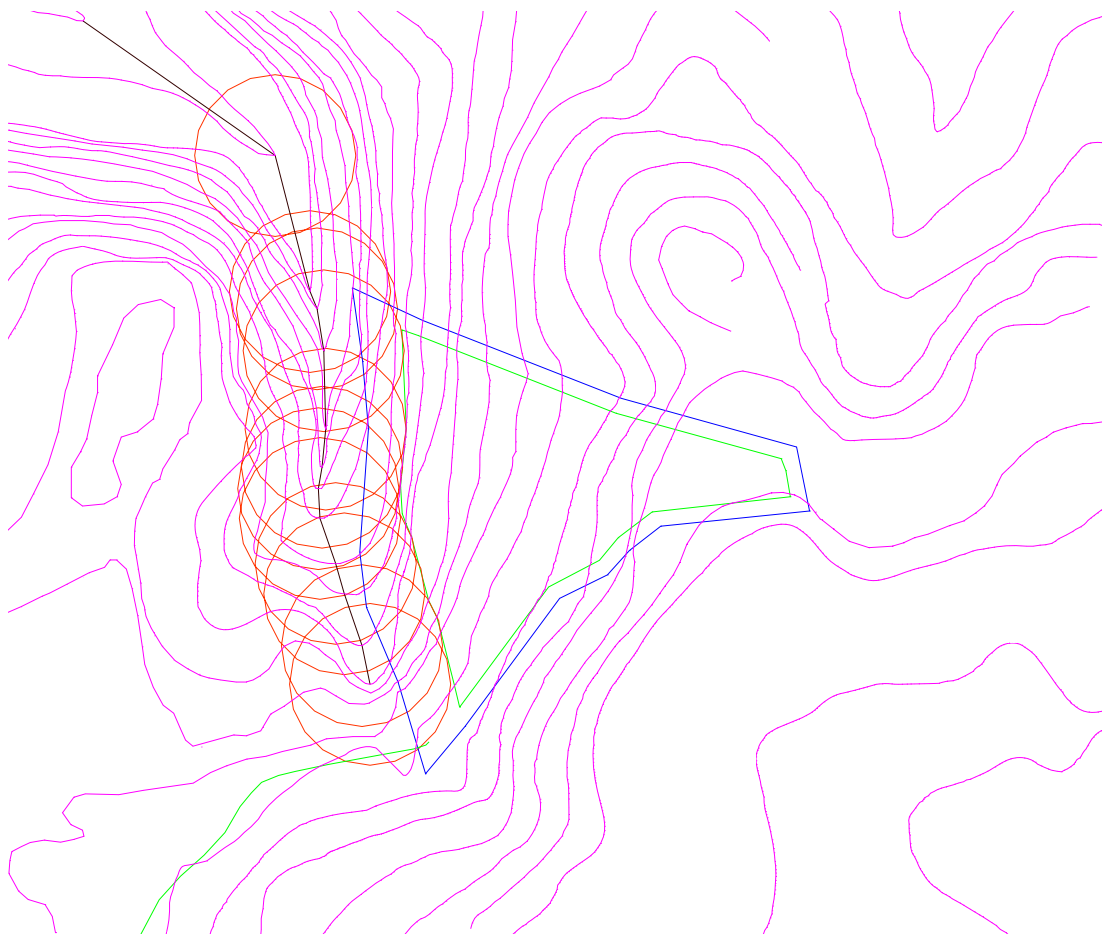
Τέλος για να ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός των ορίων της εκμετάλλευσης, τοποθετείται και το όριο των 8m από τα όρια του λατομικού χώρου (Σχήμα 4.13) και προκύπτει η τελική μορφή του χώρου της εκμετάλλευσης.



Σχήμα 4.11: Σχεδιασμός κύκλων για τον προσδιορισμό της απόστασης των 40m από τον άξονα του ρέματος



Σχήμα 4.12: Προσδιορισμός δυτικού ορίου της εκμετάλλευσης



Σχήμα 4.13: Τελικά όρια εκμετάλλευσης

4.4 Σχεδιασμός βαθμίδων εκμετάλλευσης

Ο σχεδιασμός των βαθμίδων της εκμετάλλευσης πρέπει να γίνει με τρόπο τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια και η σταθερότητα των πρανών που θα δημιουργηθούν, σε συνδυασμό με την μεγαλύτερη δυνατή απόληψη υλικού. Τα όρια και οι περιορισμοί που θέτει ο Κ.Μ.Λ.Ε. στον σχεδιασμό βαθμίδων είναι:

- Κάθε εκσκαφή, για την ασφαλή και ορθολογική εκτέλεση της εργασίας, πρέπει να υποδιαιρείται σε βαθμίδες ύψους, το πολύ, 15m. Η γωνία πρανούς κάθε βαθμίδας καθορίζεται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα απ' το άρθρο 79 παρ. 1, 2 εδ. α', β', γ'. Ο καθορισμός του πλάτους της, γίνεται με βάση το κριτήριο της ασφαλούς και ορθολογικής λειτουργίας του μηχανικού εξοπλισμού που απασχολείται. Στις ενδιάμεσες φάσεις εργασίας, το πιο πάνω πλάτος δεν μπορεί να είναι μικρότερο για την περίπτωση απασχόλησης τροχοφόρων μηχανημάτων, από 12m ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις, από

6m. Η βαθμιδωτή διαμόρφωση, θα διατηρείται και μετά το τέλος του έργου (Άρθρο 80, παρ.1)

- Η διαμόρφωση των βαθμίδων, σε κάθε περίπτωση, αρχίζει απ' τα υψηλότερα σημεία της εκσκαφής και προχωρεί διαδοχικά στα χαμηλότερα.
- Ιδιαίτερη προσοχή, πρέπει να δίνεται στον καθορισμό της γωνίας πρανούς σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, σ' όλες τις φάσεις της εργασίας, εφόσον αυτή γίνεται σε μία μόνο βαθμίδα ή στις ενδιάμεσες και τελική φάση, αν η εργασία γίνεται σε περισσότερες βαθμίδες. Η γωνία πρανούς πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μη δημιουργείται κίνδυνος κατολίσθησης ή κατακρήμνισης. Απαγορεύεται, σε κάθε περίπτωση, η εκσκαφή με γωνία πρανούς μεγαλύτερη από 90 μοίρες (αρνητική κλίση πρανούς). Η τελική γωνία πρανούς για συνεκτικά και υγιή πετρώματα, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60 μοίρες. (άρθρο 79, παρ. 2)

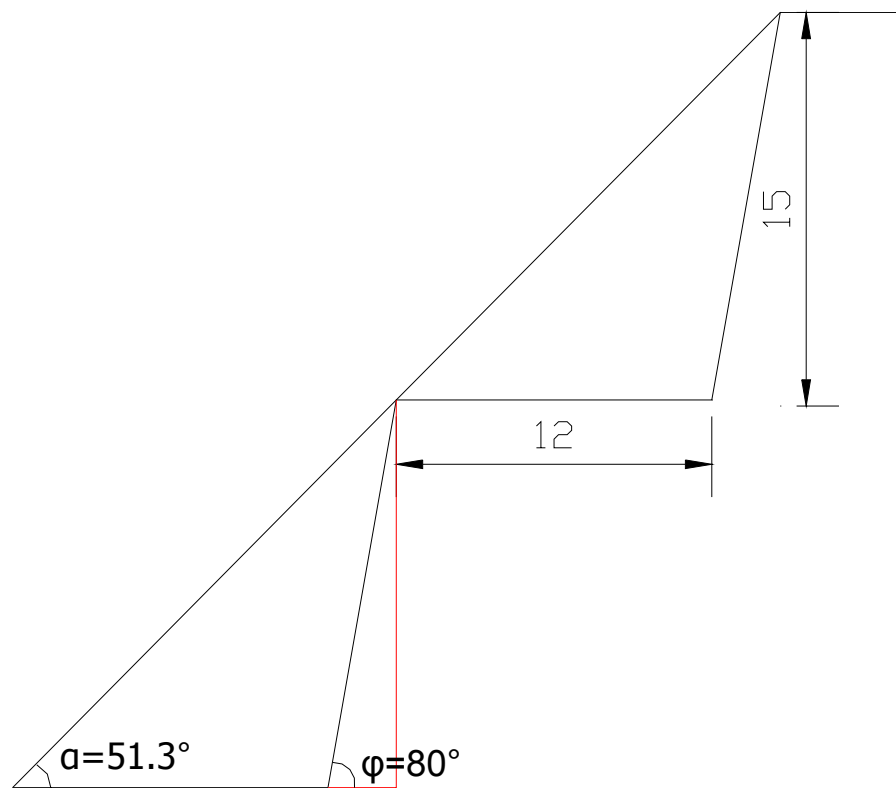
Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης θα γίνει σύμφωνα με τα όρια του πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Οριακές διαστάσεις σχεδιασμού σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε.

Πλάτος βαθμίδας	12m
Ύψος βαθμίδας	15m
Κλίση πρανούς	80°
Τελική γωνία πρανούς	60°

Η διαφορά που θα έχει όμως ο σχεδιασμός στην υπό μελέτη περιοχή από τα όρια του πίνακα 4.2 είναι ότι αν ληφθούν 15 και 12m αντίστοιχα, η τελική γωνία πρανούς, δηλαδή η συνολική κλίση της εκμετάλλευσης, θα είναι 51,3 μοίρες.

Στο σχήμα 4.14 παρουσιάζεται μια τομή που απεικονίζει την εικόνα της εκμετάλλευσης με τα όρια που έχουν προαναφερθεί. Στο σχήμα αυτό ως γωνία α εμφανίζεται η τελική γωνία πρανούς και ως γωνία φ η γωνία πρανούς.



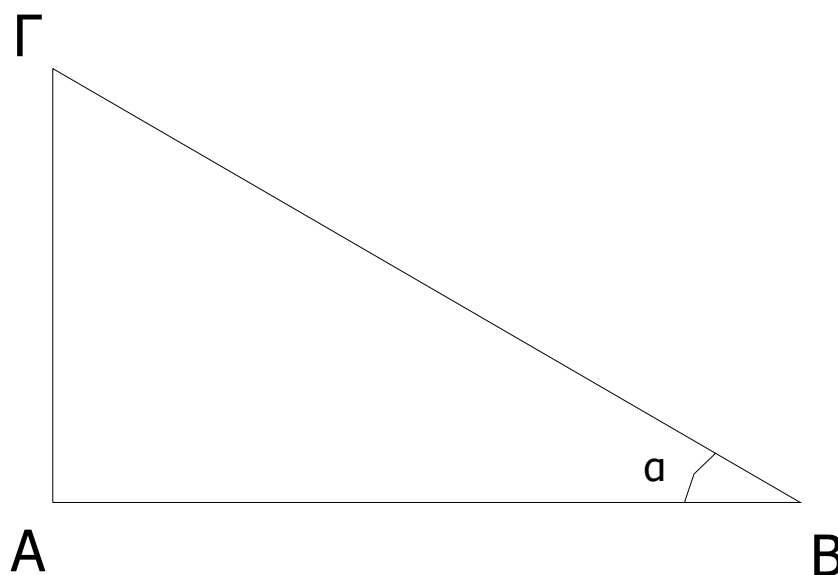
Σχήμα 4.14: Τομή βαθμίδων εκμετάλλευσης

Για να ξεκινήσει όμως ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης πρέπει αρχικά να προσδιοριστεί η πλατεία αυτής, δηλαδή ο πυθμένας της εκμετάλλευσης.

4.4.1 Προσδιορισμός πλατείας της εκμετάλλευσης

Ο σχεδιασμός της πλατείας της εκμετάλλευσης αποτελεί στην ουσία την αποτύπωση του πυθμένα της. Το χαμηλότερο υψομετρικά σημείο το οποίο βρίσκεται μέσα στα λατομικά όρια είναι στα 370 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας. Για την αποτύπωση του πυθμένα της εκμετάλλευσης θα ακολουθηθεί η μέθοδος των κύκλων (Αντωνίου 2005).

Η μέθοδος αυτή υπολογίζει την ελάχιστη οριζόντια απόσταση από τα όρια της εκμετάλλευσης για την οποία πληρούνται οι προϋποθέσεις που τίθενται από τον Κ.Μ.Λ.Ε. αυτό γίνεται ευκολότερα κατανοητό με την χρήση του σχήματος 4.15.

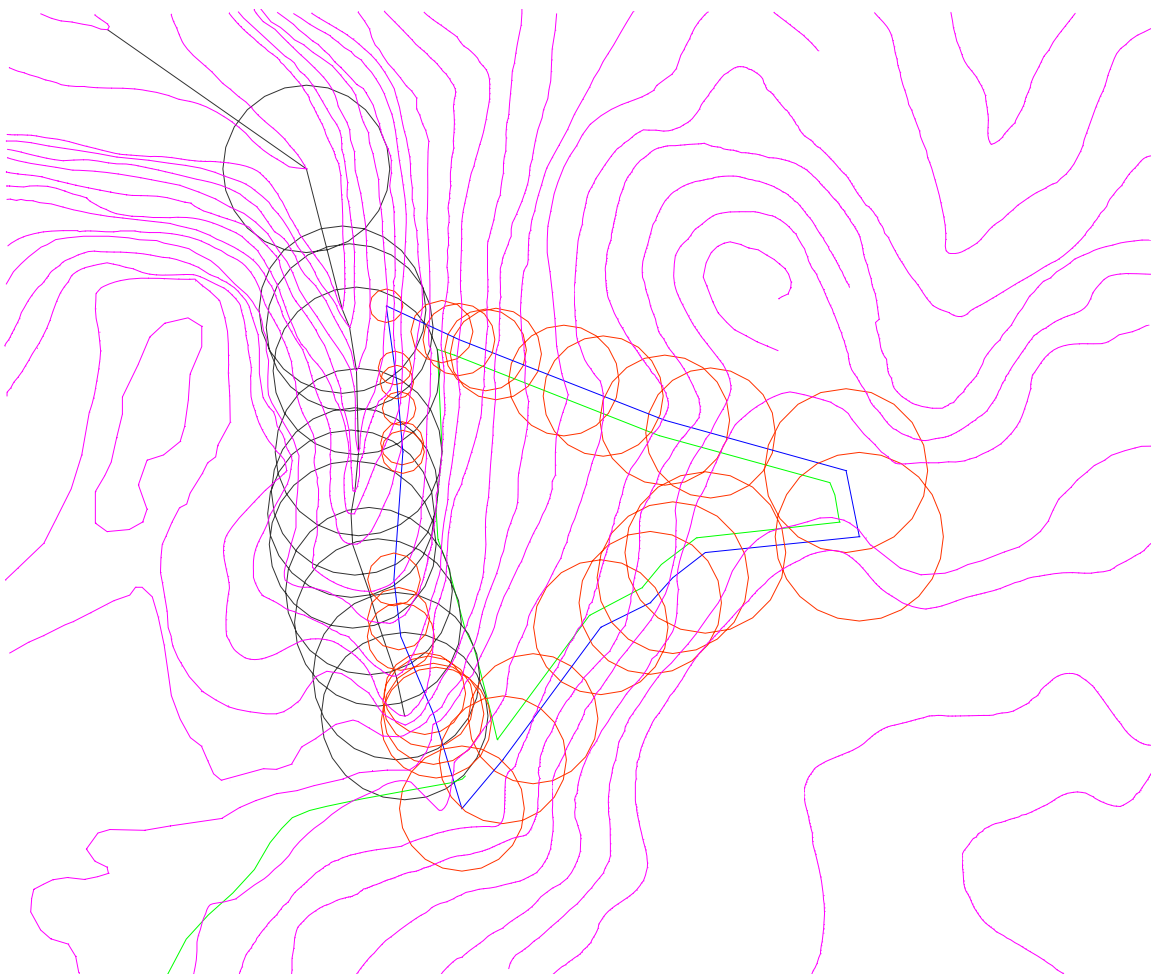


Σχήμα 4.15: Σχήμα που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ορίων του πυθμένα.

Στο σχήμα 4.15, το σημείο Γ του τριγώνου αποτελεί ένα τυχαίο σημείο της περιμέτρου των λατομικών ορίων. Το σημείο Α, αποτελεί την απεικόνιση του πυθμένα της εκμετάλλευσης σε υψόμετρο 370m και η γωνία α είναι η τελική γωνία πρανούς. Εάν λοιπόν είναι γνωστή η απόσταση ΑΓ, που είναι η υψομετρική διαφορά ενός σημείου των ορίων της εκμετάλλευσης από τον πυθμένα της εκμετάλλευσης και γνωρίζοντας πως γωνία α πρέπει να είναι μικρότερη ή οριακά ίση με 60° , μπορεί να υπολογιστεί η απόσταση ΑΒ, η οποία είναι η οριζόντια απόσταση του σημείου Γ από τα όρια της πλατείας. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει σύμφωνα με τη σχέση 4.1.

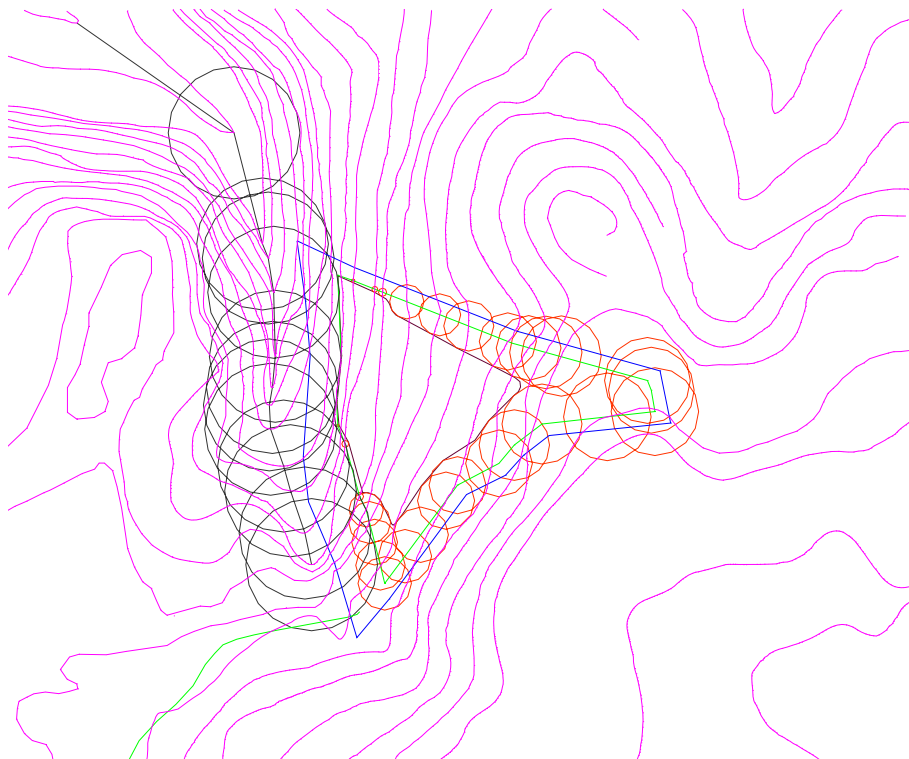
$$\begin{aligned}\tan \alpha &= \tan 60^\circ = \text{ΑΓ}/\text{ΑΒ} \Leftrightarrow \\ \text{ΑΒ} &= \text{ΑΓ} / \tan 60^\circ\end{aligned}\tag{4.1}$$

Επομένως για να αποτυπωθεί η πλατεία του λατομείου αρκεί να υπολογιστεί η απόσταση ΑΒ για τα διάφορα υψόμετρα των σημείων της περιμέτρου των λατομικών ορίων. Στην συνέχεια, με κέντρο το κάθε σημείο που έχει χρησιμοποιηθεί, σχεδιάζεται ένας κύκλος με ακτίνα το ΑΒ που έχει υπολογιστεί για την συγκεκριμένη περίπτωση. Η διαδικασία αυτή θα έχει σαν τελικό αποτέλεσμα το σχήμα 4.16. Τέλος, σχεδιάζοντας την εφαπτομένη των κύκλων που σχεδιάστηκαν, προκύπτει η αποτύπωση της πλατείας της εκμετάλλευσης.

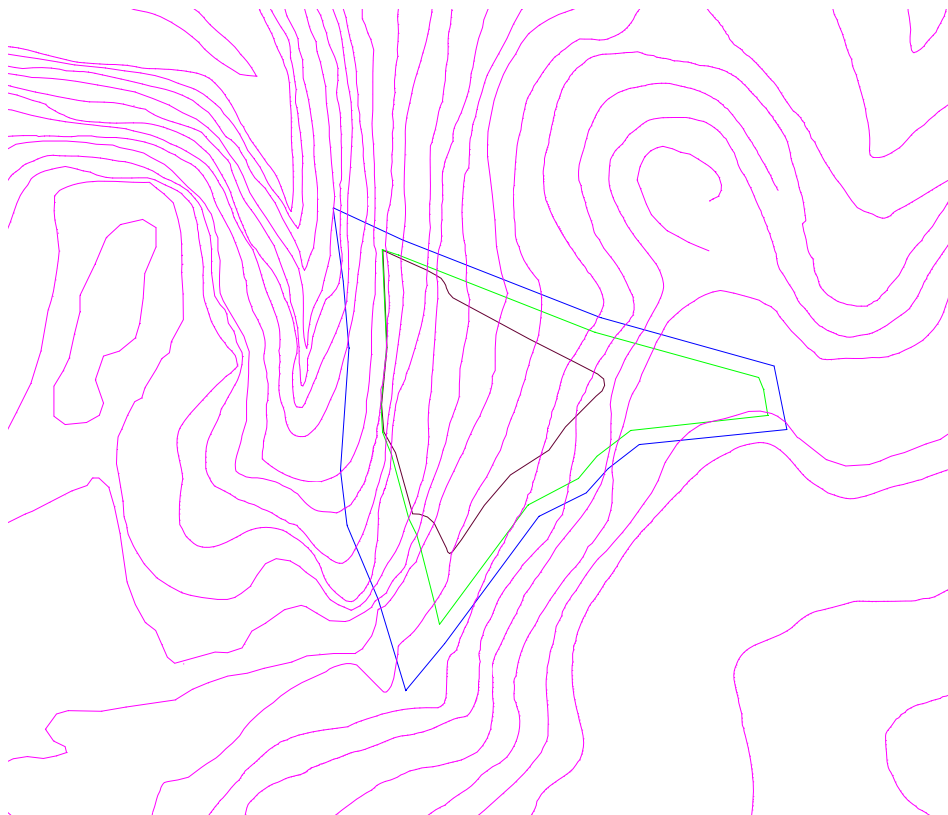


Σχήμα 4.16: Κύκλοι που σχεδιάστηκαν για την αποτύπωση της πλατείας και για τον προσδιορισμό της απόστασης από τον άξονα του ρέματος

Στο σχήμα 4.16, απεικονίζονται ταυτόχρονα οι κύκλοι για τον προσδιορισμό της πλατείας αλλά και οι κύκλοι για τον προσδιορισμό της απόστασης των 40m από τον άξονα του ρέματος. Όπως είναι εμφανές, από την δυτική πλευρά της εκμετάλλευσης, το που θα βρίσκεται το όριο της πλατείας καθορίζεται από την απόσταση του άξονα του ρέματος, ενώ από όλες της άλλες πλευρές από τους κύκλους που σχεδιάστηκαν. Επομένως το αποτύπωμα της πλατείας φαίνεται στα σχήματα 4.17 και 4.18.



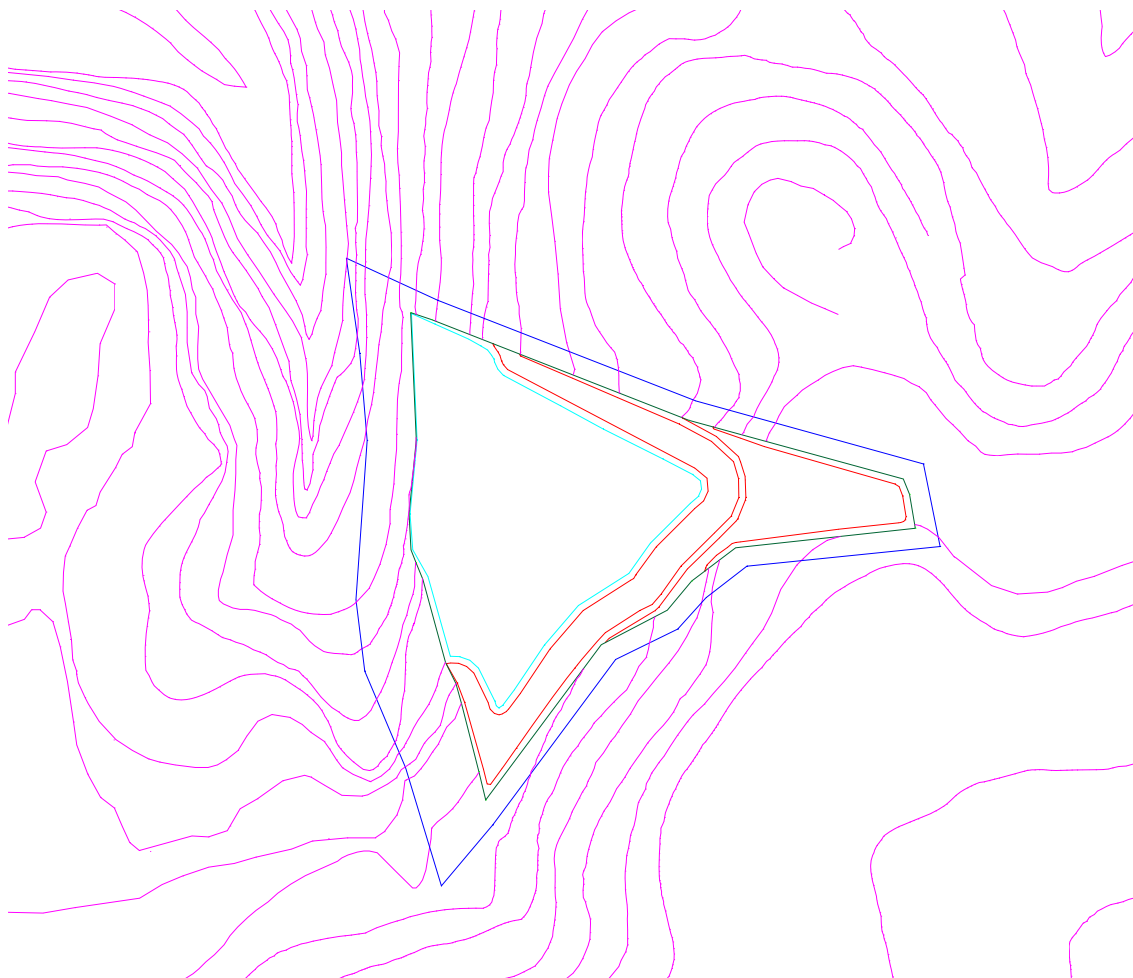
Σχήμα 4.17: Σχεδιασμός εφαπτομένης των κύκλων



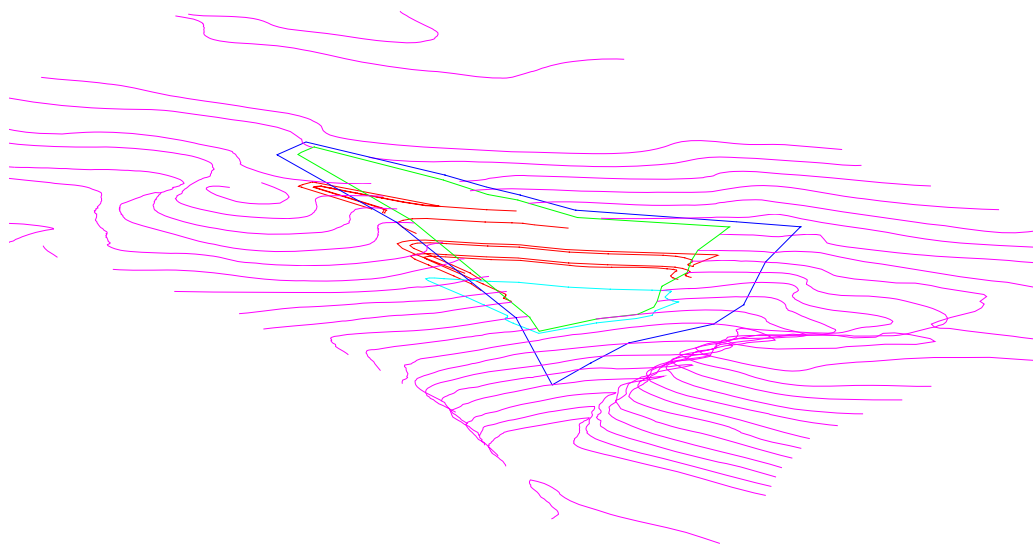
Σχήμα 4.18: Τελικό αποτύπωμα πλατείας

Κατόπιν ακολουθεί ο σχεδιασμός των βαθμίδων της εκμετάλλευσης. Ξεκινώντας από το κατώτερο σημείο της εκμετάλλευσης που είναι η πλατεία στα 370m υψόμετρο, σχηματίζεται σε απόσταση 2,65m το φρύδι της πρώτης βαθμίδας, στα 385m υψόμετρο. Η απόσταση των 2,65m, είναι η οριζόντια απόσταση που υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την κλίση του πρανούς της βαθμίδας που είναι 80 μοίρες και το ύψος της που είναι 15m, μέσω της εφαπτομένης, και είναι η οριζόντια απόσταση ποδιού και φρυδιού της βαθμίδας. Ο παραπάνω υπολογισμός δεν αφορά μόνο την πλατεία, αλλά όλα τα διαζώματα της εκμετάλλευσης.

Στην συνέχεια σχεδιάζεται το πόδι της πρώτης βαθμίδας σε απόσταση 12m από το φρύδι που ήδη σχεδιάστηκε και κατόπιν, το φρύδι της δεύτερης βαθμίδας, που θα βρίσκεται σε 400m υψόμετρο, σε απόσταση πάλι 2,65m από το πόδι της πρώτης. Η δεύτερη βαθμίδα των 400m, αποτελεί και την τελευταία βαθμίδα της εκμετάλλευσης. Επομένως η βαθμίδα αυτή θα προχωρήσει έως την εξόφληση του υλικού μέχρι τα όρια της εκμετάλλευσης. Επομένως, το πόδι της βαθμίδας των 400m πρέπει να σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη ότι τα πρανή που θα παραμείνουν μετά την εξόφληση θα πρέπει να έχουν και αυτά κλίση 80 μοιρών. Μετά των αρχικό σχεδιασμό των βαθμίδων, υπολογίζεται έτσι ώστε αυτές να αρχίζουν και να τελειώνουν σε σημεία που να είναι υψομετρικά ίσα με αυτές. Δηλαδή η βαθμίδα των 385m πρέπει να αρχίζει και να τελειώνει εκεί όπου η ισοϋψής των 385m τέμνει τα όρια της εκμετάλλευσης. Τέλος, γίνεται χρήση της εντολή trim για να σβηστούν οι ισοϋψείς που διέρχονται εντός του λατομικού χώρου και να εμφανίζεται καθαρή η εικόνα του λατομείου μετά την δημιουργία των βαθμίδων. Στο σχήμα 4.19 εμφανίζεται η τελική μορφή των βαθμίδων στο λατομικό χώρο και στο σχήμα 4.20 δίνεται μια τρισδιάστατη άποψη της εκμετάλλευσης.



Σχήμα 4.19: Κάτοψη τελικής μορφή βαθμίδων

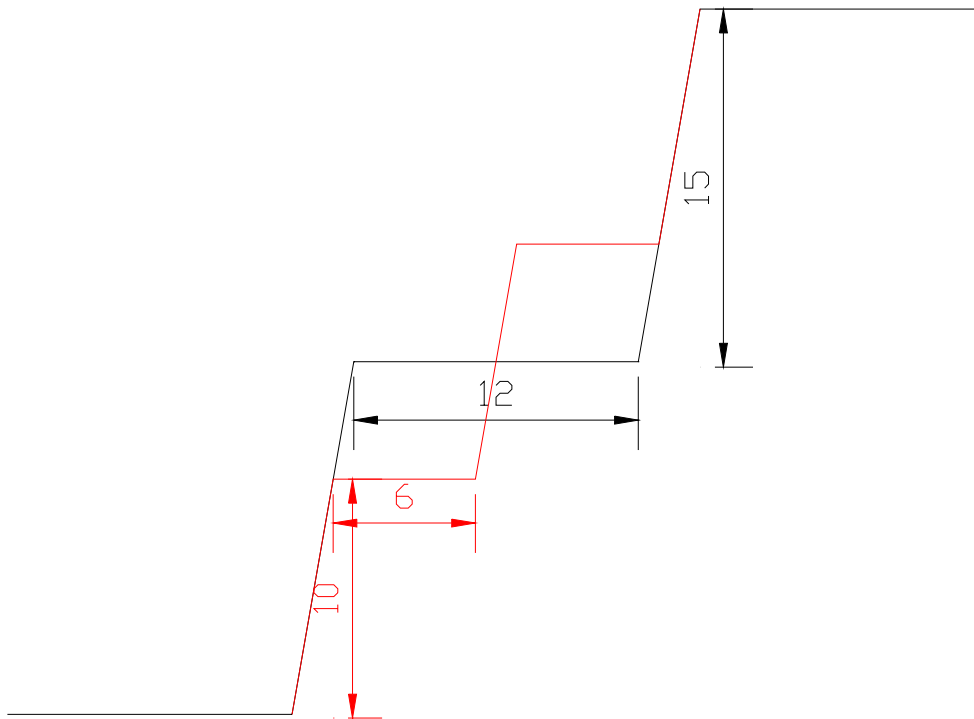


Σχήμα 4.20: Τρισδιάστατη άποψη τελικής μορφής βαθμίδων

4.4.2 Σχεδιασμός τελικής μορφής της εκμετάλλευσης.

Η γεωμετρία των βαθμίδων που έως τώρα έχουν κατασκευαστεί, έχει το βασικό μειονέκτημα, ότι λόγω του μεγάλου ύψους τους των 15m, είναι δύσκολο να γίνει αποκατάσταση. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η μείωση του ύψους των βαθμίδων στα 10m ούτως ώστε να μπορεί να γίνει η περιβαλλοντική αποκατάσταση. Ταυτόχρονα, με μείωση του πλάτους των βαθμίδων από τα 12m που είναι τώρα στα 6m, θα είναι δυνατό να γίνει εκμετάλλευση μεγαλύτερου όγκου υλικού. Τέλος η συνολική κλίση της εκμετάλλευσης φτάνοντας τις 59 μοίρες, θα πλησιάσει περισσότερο τις 60 μοίρες που ορίζει ο Κ.Μ.Λ.Ε. Επομένως επιλέγεται να δοθεί μια τελική μορφή στο λατομικό χώρο με βαθμίδες ύψους 10m και πλάτους 6m.

Προχωρώντας στον σχεδιασμό των καινούριων βαθμίδων όμως παρατηρείται ότι κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατόν. Αυτό γίνεται εμφανές στο σχήμα 4.21, όπου με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται οι βαθμίδες 10-6 m και με μαύρο οι υπάρχουσες των 15-12m.

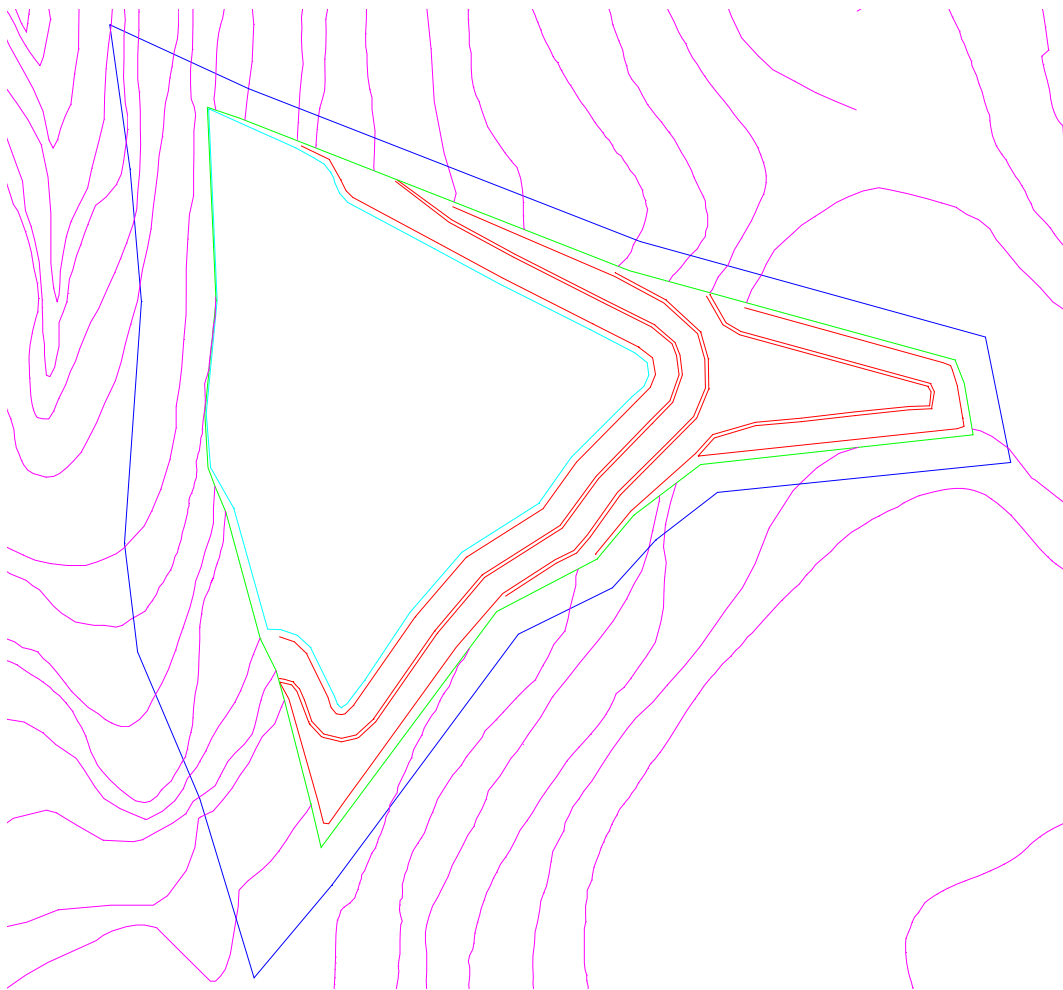


Σχήμα 4.21: Ταυτόχρονη παρουσίαση βαθμίδων με κόκκινο χρώμα 10-6 m και με μαύρο οι βαθμίδες των 15-12m

Επομένως η μόνη λύση που μπορεί να εφαρμοστεί στην υπό έρευνα περίπτωση είναι η δημιουργία βαθμίδων οι οποίες να μην έχουν σταθερό ύψος και πλάτος, αλλά να καθορίζονται από την υπάρχουσα κατάσταση και να προσαρμόζονται σε αυτήν. Έτσι η τελική κατάσταση της εκμετάλλευσης θα προκύψει από την μορφοποίηση των υπάρχοντων βαθμίδων και την δημιουργία των εξής, από τον πυθμένα προς την κορυφή:

- Πρώτη βαθμίδα: υψόμετρο 380 μέτρα, πλάτος 6 μέτρα
- Δεύτερη βαθμίδα: υψόμετρο 385 μέτρα, πλάτος 6 μέτρα
- Τρίτη βαθμίδα : υψόμετρο 395 μέτρα, πλάτος από 6 μέτρα το λιγότερο και ανάλογα τον σχεδιασμό της τελικής βαθμίδας
- Τέταρτη βαθμίδα: υψόμετρο 400 μέτρα, πλάτος 6 μέτρα.

Έτσι, έχουμε την τελική μορφή της εκμετάλλευσης όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.22.



Σχήμα 4.22: Κάτοψη τελικής κατάστασης

Κεφάλαιο 5.

Στάδια εκμετάλλευσης και χρονική σειρά εργασιών.

5.1. Εισαγωγή.

Μετά τον γενικό σχεδιασμό που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι απαραίτητο να παρουσιαστεί η χρονική σειρά με την οποία θα πραγματοποιηθούν οι προβλεπόμενες εργασίες. Στο κεφάλαιο αυτό, για να προσδιοριστεί και ο χρόνος που θα διαρκέσει η κάθε εργασία, είναι απαραίτητο να γίνει υπολογισμός των όγκων τόσο όλης της εκμετάλλευσης όσο και των επιμέρους σταδίων αυτής. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η χρήση ενός ακόμη λογισμικού προγράμματος, καθώς το AutoCAD αδυνατεί να κάνει τέτοιου είδους υπολογισμούς. Ένα τέτοιο λογισμικό πακέτο είναι το Surfer 6, το οποίο έχει την δυνατότητα να δημιουργεί τρισδιάστατους όγκους και να τους υπολογίζει. Για τον υπολογισμό των επιμέρους όγκων που θα αφαιρούνται πρέπει αρχικά να υπολογιστεί ο όγκος όλου του λατομικού χώρου και στην συνέχεια να αφαιρείται από αυτόν ο όγκος του κάθε σταδίου της εκμετάλλευσης.

5.2. Υπολογισμός του όγκου της λατομικής περιοχής μέσω του λογισμικού Surfer 6.

Αρχικά πρέπει να εισαχθεί ο χάρτης του λατομικού χώρου στο λογισμικό Surfer 6. Το λογισμικό πακέτο Surfer 6, δέχεται στοιχεία με την μορφή σημείων X, Y, Z. Επομένως πρέπει να εξαχθούν τα σχέδια που έχουν ήδη γίνει στο AutoCAD, με την μορφή σημείων, και μετά να εισαχθούν στο Surfer 6. Η εξαγωγή τους μπορεί να γίνει είτε με τη βοήθεια κατάλληλου προγράμματος που μεταφέρει κατευθείαν τα δεδομένα από το AutoCAD 2002 σε αρχείο με την μορφή *.dat (δεδομένων), είτε με την χρήση της εντολής «list» του μενού εντολών «inquiry», όποτε και μεταφέρονται τα δεδομένα κατευθείαν από τον χρήστη σε φύλλο του Excel. Το αρχείο αυτό που θα δημιουργηθεί με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο, αποτελείται από τρεις στήλες, η πρώτη εκ των οποίων είναι για τις X συντεταγμένες, η δεύτερη για τις Y και η τρίτη για τις Z.

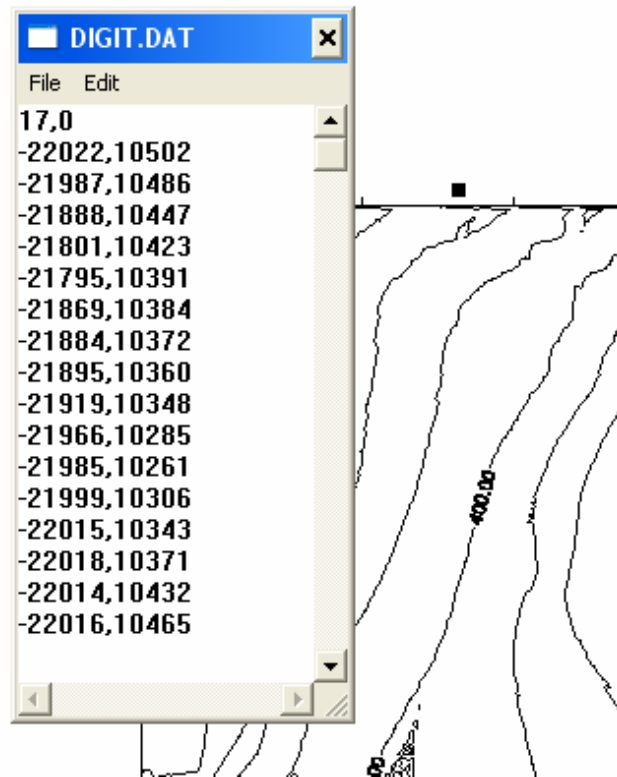
Η εισαγωγή των σημείων αυτών στο λογισμικό πακέτο Surfer 6 γίνεται από το μενού «Grid» με την εντολή «Data», εισαγωγή δηλαδή δεδομένων (συντεταγμένων των σημείων). Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται με τη δημιουργία ενός πλέγματος από το λογισμικό. Ένα πλέγμα είναι μια ορθογώνια σειρά για Z τιμές δεδομένων, οργανωμένων σε στήλες και γραμμές. Οι σειρές αντιστοιχούν στις τιμές Y των δεδομένων, και οι στήλες αντιστοιχούν στις τιμές X των

δεδομένων. Το σημείο τομής κάθε στήλης και γραμμής καθορίζει έναν κόμβο πλέγματος. Ο κάθε κόμβος έχει την τιμή του Z για εκείνη τη X, Y θέση στο πλέγμα, όπου X, Y, Z οι συντεταγμένες των σημείων. Οι αρχικές τιμές (σημεία) οι οποίες δίνονται με ακανόνιστη απόσταση μεταξύ τους ουσιαστικά παρεμβάλλονται σε ένα κανονικό ορθογώνιο πλέγμα. Οι γραμμές οι οποίες ενώνουν όλους τους κόμβους με την ίδια τιμή Z, αποτελούν τις ισοϋψείς του νέου τοπογραφικού χάρτη.(εγχειρίδιο Surfer)

Όσον αφορά τον αρχικό χάρτη του λατομικού χώρου και τον υπολογισμό του όγκου του η διαδικασία που ακολουθείται είναι:

- I. Έχοντας εξάγει τα σημεία από το AutoCAD και αφού τοποθετηθούν σε ένα φύλλο του Excel σε στήλες X, Y, Z, ενεργοποιείται το Surfer 6 και από εκεί μέσω του μενού File επιλέγεται η εντολή Worksheet. Αυτή η εντολή εμφανίζει ένα φίλο εργασίας παρόμοιο με αυτό του Excel όπου και θα τοποθετηθούν τα σημεία που έχουν εξαχθεί από το AutoCAD. Μετά την τοποθέτησή τους επιλέγεται από το μενού File, η εντολή Save as και το αρχείο αποθηκεύεται σαν αρχείο *.dat.
- II. Το Surfer 6 έχει την ιδιαιτερότητα, όταν όλα τα εξωτερικά σημεία, δηλαδή τα όρια, των σημείων που εισάγονται, δεν δημιουργούν κανονικό ορθογώνιο, τότε να κάνει προέκταση της περιοχής και των ισοψών, μέχρι αυτή η περιοχή να σχηματίζει ορθογώνιο. Επομένως στην συγκεκριμένη περίπτωση, όπου το σχήμα του λατομικού χώρου δεν είναι ορθογώνιο, αναμένεται να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα. Για να υπερκεραστεί το πρόβλημα αυτό δημιουργείται ένα αρχείο από το μενού Map και την εντολή Digitize. Στο αρχείο αυτό, που φαίνεται στο σχήμα 5.1, εισάγονται τα σημεία της περιμέτρου του λατομικού χώρου, Α...Π, αφού πρώτα, στην πρώτη γραμμή του αρχείου, τοποθετηθούν δύο αριθμοί, εκ των οποίων ο πρώτος δηλώνει τον αριθμό των συντεταγμένων που εισάγονται και ο δεύτερος ορίζει την θέση της περιοχής που θα αποκοπεί. Δηλαδή αν ο δεύτερος αριθμός είναι ίσος με 1 η περιοχή που θα αποκοπεί θα βρίσκεται εντός της περιμέτρου που ορίζουν τα σημεία που εισήγαμε και αν είναι 0 θα βρίσκεται εκτός. Τέλος το αρχείο αυτό αποθηκεύεται με την μορφή αρχείου *.bln.

Το επόμενο βήμα είναι να μετατραπεί το αρχείο *.dat που δημιουργήθηκε στο πρώτο βήμα σε αρχείο τύπου *.grd. Στα αρχεία *.grd αποθηκεύονται οι υπολογισμοί των τιμών των ισοψών σε κάναβο που έχει οριστεί όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2. Η διαδικασία γίνεται από το μενού Grid και την εντολή Data και τότε προκύπτει η οθόνη του σχήματος 5.2.



Σχήμα 5.1: Παράθυρο διαλόγου της εντολής Digitize

Στο παράθυρο αυτό υπάρχουν τέσσερις περιοχές. Στην πρώτη ζητείται να επιβεβαιωθεί αν οι στήλες με τις οποίες εισήχθησαν τα σημεία όταν δημιουργήθηκε το αρχείο *.dat αντιστοιχούν στις σωστές στήλες X, Y, Z. Στη δεύτερη περιοχή, δίνονται διάφορα στοιχεία για τα σημεία που έχουν τοποθετηθεί και επίσης και το Spacing. Το Spacing, είναι μια εντολή που ορίζει την απόσταση των γραμμών του πλέγματος που θα δημιουργηθεί και ανάλογα με την τιμή που ορίζεται αλλάζει και το πεδίο line. Όσο μικρότερο είναι το Spacing, τόσο μεγαλύτερη είναι η λεπτομέρεια και η ακρίβεια του σχεδιασμού. Για όσες γραμμές πλέγματος δεν έχουν δοθεί σημεία από τον χρήστη το λογισμικό τα δημιουργεί μόνο του κρίνοντας από τα κοντινότερα. Λόγω του γεγονότος ότι ο χάρτης είναι μικρού μεγέθους, είναι δυνατόν να οριστεί ιδιαίτερα μικρό Spacing χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα κατά την διαδικασία της μοντελοποίησης. Επομένως θα οριστεί Spacing ίσο με 0,50. Το πεδίο Gridding Method αφορά τη μέθοδο δημιουργίας του πλέγματος (Gridding method) και για το Surfer 6 υπάρχουν οκτώ επιλογές που παρουσιάζονται στο σχήμα 5.3.

Από αυτές τις οκτώ επιλογές, εκείνες που βρίσκουν εφαρμογή με τα καλύτερα αποτελέσματα στην δημιουργία τοπογραφικών διαγραμμάτων είναι η μέθοδος της αντίστροφης απόστασης σε δύναμη (Inverse Distance to a Power) και η μέθοδος kriging.

Grid Line Geometry				
	Minimum	Maximum	Spacing	# of Lines
X Direction:	-22022	-21795.2	0.499559	455
Y Direction:	10261.7	10502	0.499584	482

Σχήμα 5.2: Παράθυρο διαλόγου για την δημιουργία του αρχείου *.grd

Για την δημιουργία του χάρτη έγιναν δοκιμές και με τις δυο μεθόδους. Αφού λοιπόν γίνουν οι παραπάνω ρυθμίσεις δημιουργείται ένα αρχείο *.grd για κάθε μία από τις μεθόδους που θα δοκιμαστούν.

- III. Στην συνέχεια από το μενού grid και την εντολή blank επιλέγεται το αρχείο *.grd που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο βήμα και αμέσως μετά εμφανίζεται ένα παράθυρο από το οποίο επιλέγουμε το αρχείο *.bln. Η διαδικασία αυτή θα δημιουργήσει ένα καινούριο *.grd αρχείο το οποίο θα έχει την περιοχή μέσα στα όρια του λατομικού χώρου.
- IV. Τέλος για την εμφάνιση του τοπογραφικού χάρτη του λατομικού χώρου, από το μενού Map και την εντολή Contour, αφού οριστεί η διαφορά των ισοψών στα 4m εμφανίζεται ο χάρτης. Έπειτα από δοκιμές επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η μέθοδος kriging, και το αποτέλεσμα του τοπογραφικού σχεδίου με τελικό spacing 0.5 φαίνεται στο σχήμα 5.4.

Scattered Data Interpolation

Data Columns

X: Column A:
Y: Column B:
Z: Column C:

Grid Line Geometry

	Minimum	Maximum	Spacing	# of Lines
X Direction:	-22022	-21795.2	0.499559	455
Y Direction:	10261.7	10502	0.499584	482

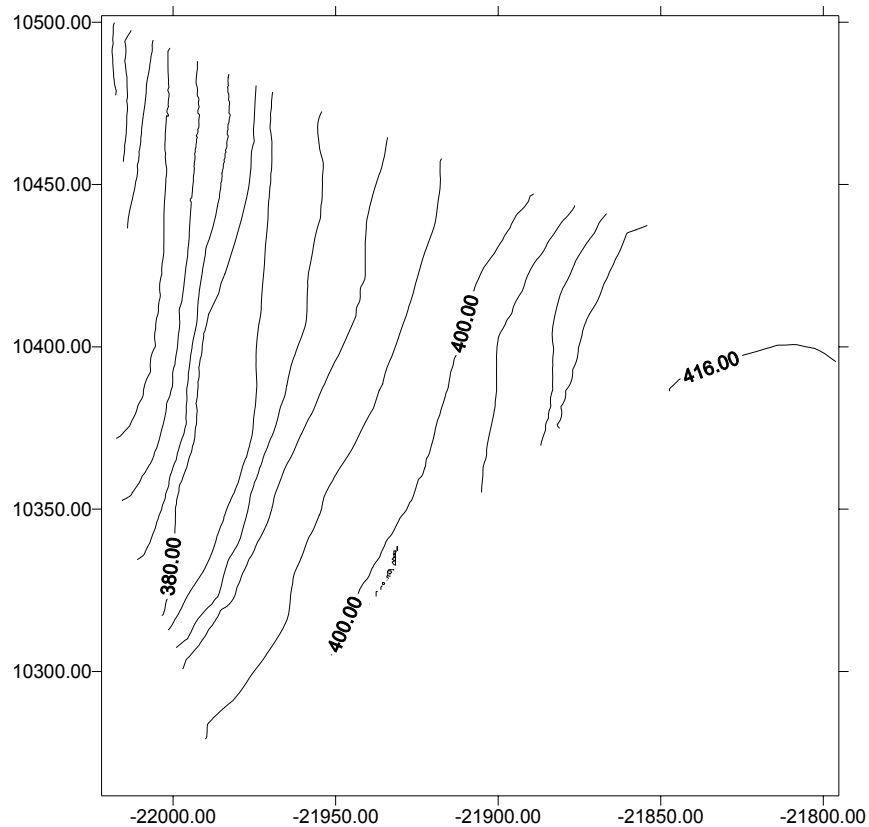
Gridding Method

Kriging
Inverse Distance to a Power
Kriging
Minimum Curvature
Nearest Neighbor
Polynomial Regression
Radial Basis Functions
Shepard's Method
Triangulation w/ Linear Interpolation

Options... Search...

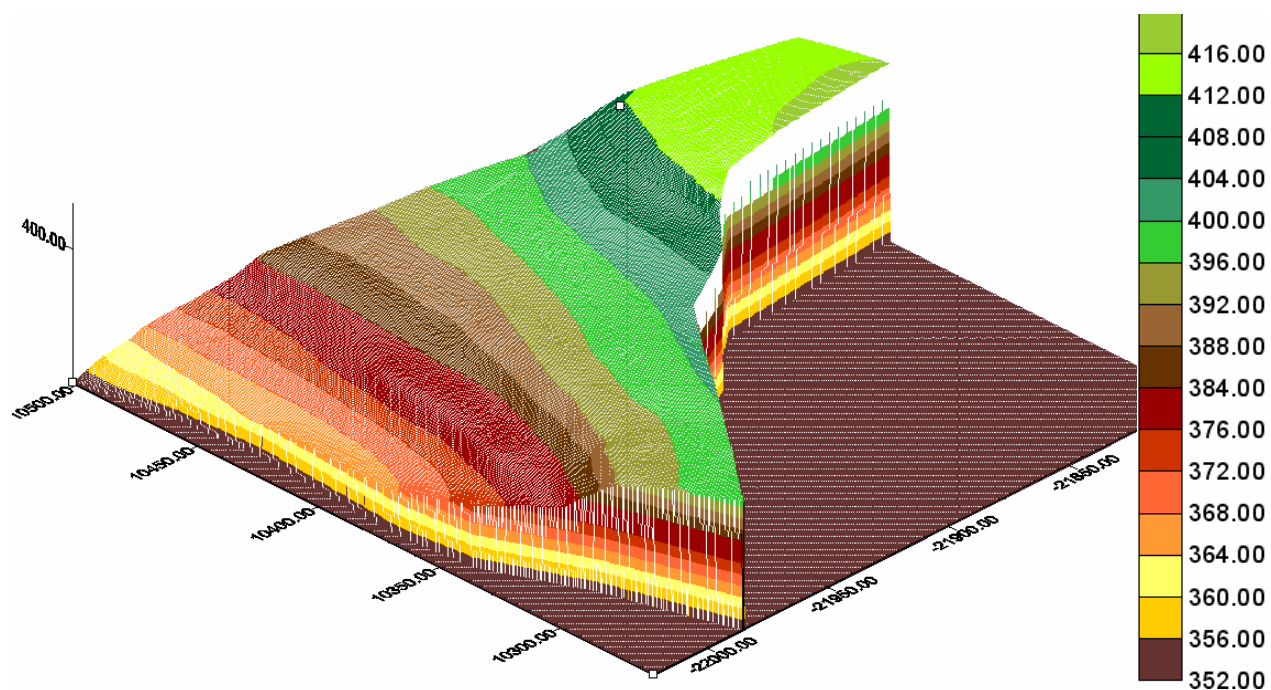
EET1.GRD Browse...

Σχήμα 5.3: Μέθοδοι δημιουργίας πλέγματος (Gridding Methods).



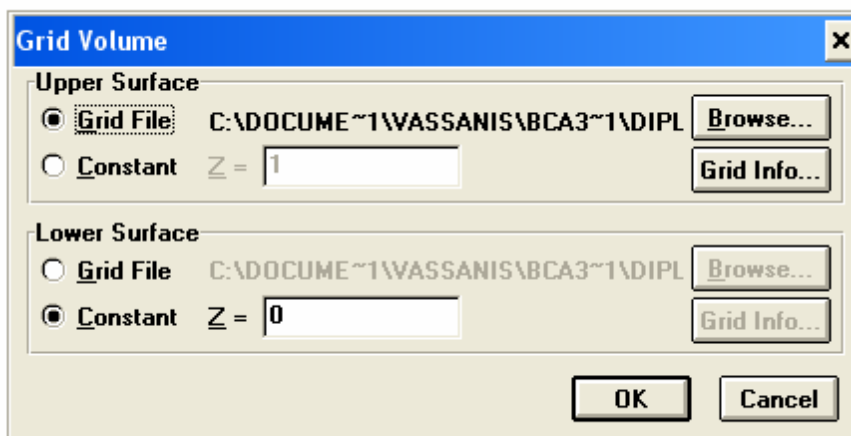
Σχήμα 5.4: Τοπογραφικό διάγραμμα όπως προκύπτει από το Surfer 6

Για να δημιουργηθεί η τρισδιάστατη μορφή του παραπάνω χάρτη, αρκεί να επιλεγεί από το μενού Map η εντολή Surface και να εισαχθεί ξανά το αρχείο *.grd που είχε δημιουργηθεί στο τρίτο βήμα. Το αποτέλεσμα φαίνεται στο σχήμα 5.5.



Σχήμα 5.5: Τρισδιάστατη μορφή λατομικού χώρου

Ο υπολογισμός του όγκου του σχήματος 5.5, μπορεί να γίνει με την εντολή του προγράμματος Surfer 6, Volume από το μενού Map. Επιλέγεται το αρχείο *.grd που έχει δημιουργηθεί και προκύπτει το παράθυρο διαλόγου το σχήματος 5.6.



Σχήμα 5.6:Παραθυρο διαλόγου για τον υπολογισμό του όγκου

Στο πρώτο πεδίο του παράθυρου του σχήματος 5.6 καθορίζεται η ανώτερη επιφάνεια ογκομέτρησης που θα είναι είτε ένα αρχείο *.grd είτε ένας σταθερός αριθμός Z. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και στο δεύτερο πεδίο. Αφού οριστεί η ανώτερη και η κατώτερη επιφάνεια με το πλήκτρο OK υπολογίζεται ο όγκος μεταξύ των δύο περιοχών. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα υπολογιστεί ο όγκος από τα 352m υψόμετρου και πάνω, καθώς αυτό είναι το μικρότερο υψόμετρο μέσα στον λατομικό χώρο. Επομένως θα οριστεί στο δεύτερο πεδίο όπου Z=352. Τα αποτελέσματα που δίνονται είναι:

Trapezoidal Rule: 990793 m³

Simpson's Rule: 990729 m³

Simpson's 3/8 Rule: 990796 m³

Τα τρία αποτελέσματα που παρουσιάζονται έχουν προκύψει καθώς το Surfer 6 υπολογίζει τον όγκο με τρεις διαφορετικούς τρόπους.

5.3. Στάδια εκμετάλλευσης.

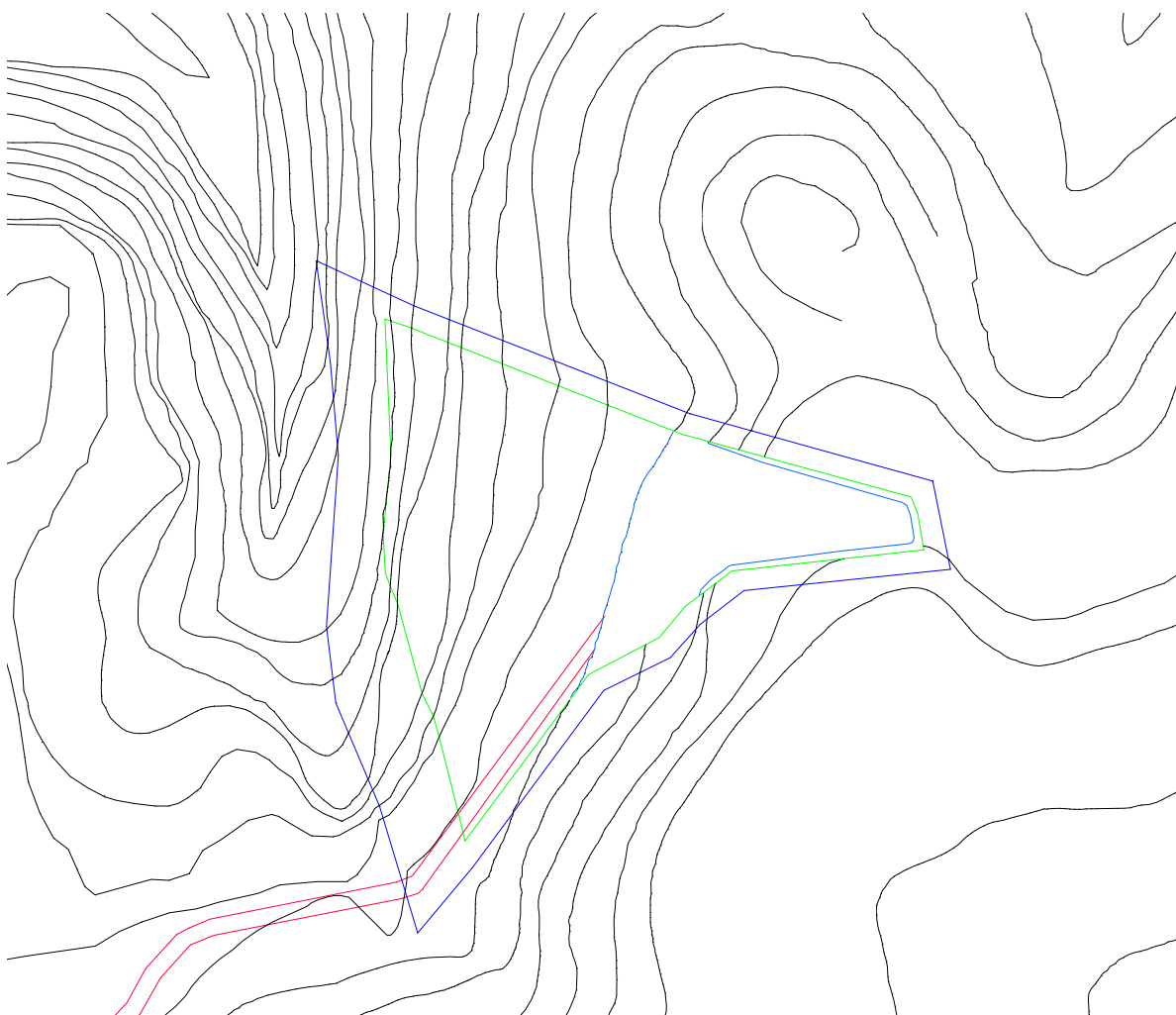
Είναι σημαντικό πριν την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας σε ένα λατομείο, να έχει προηγηθεί ένας σχεδιασμός που να αφορά τόσο την χρονική σειρά των εργασιών όσο και ένα χρονοδιάγραμμα αυτών. Για τον λόγο αυτό, σε αυτό το κεφάλαιο αναπτύσσονται τα στάδια που θα ακολουθήσει η εκμετάλλευση μέχρι την μορφοποίηση της τελικής κατάστασης του λατομείου. Επίσης, παρουσιάζονται και τα έργα προσπέλασης που θα απαιτηθούν σε κάθε στάδιο, με αφετηρία την είσοδο το δρόμου μέσα στον λατομικό χώρο σε υψόμετρο 396 μέτρων.

5.3.1. Πρώτο στάδιο

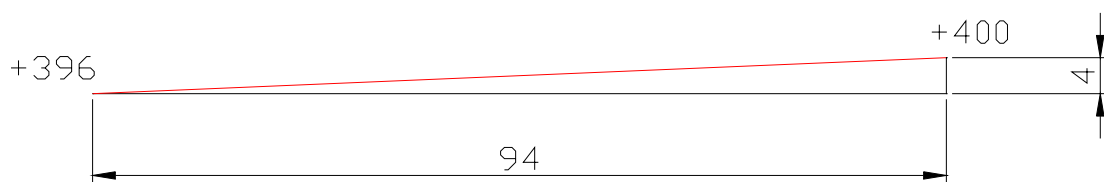
Στο πρώτο στάδιο της εκμετάλλευσης και καθώς ο Κ.Μ.Λ.Ε ορίζει πως οι λατομικές εργασίες πρέπει να ξεκινούν από τα υψηλότερα σημεία και να αναπτύσσονται προς τα χαμηλότερα. Για τον σκοπό αυτό θα γίνει διάνοιξη δρόμου ως τα 400m υψόμετρου και θα ακολουθήσει η απόληψη όλων των όγκων που βρίσκονται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 400m. Σχηματικά αυτό αποδίδεται στο σχήμα 5.7, όπου με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο δρόμος και με ανοικτό μπλε η διαμόρφωση του χώρου μετά την απόληψη των υλικών.

Ο δρόμος που βρίσκεται μέσα στον λατομικό χώρο, για να είναι ασφαλής και σύννομη η χρήση του, δεν πρέπει οι κλίση του να ξεπερνά τις 12°. Για το σκοπό αυτό γίνεται μια μηκοτομή του δρόμου που παρουσιάζεται στο σχήμα 5.8.

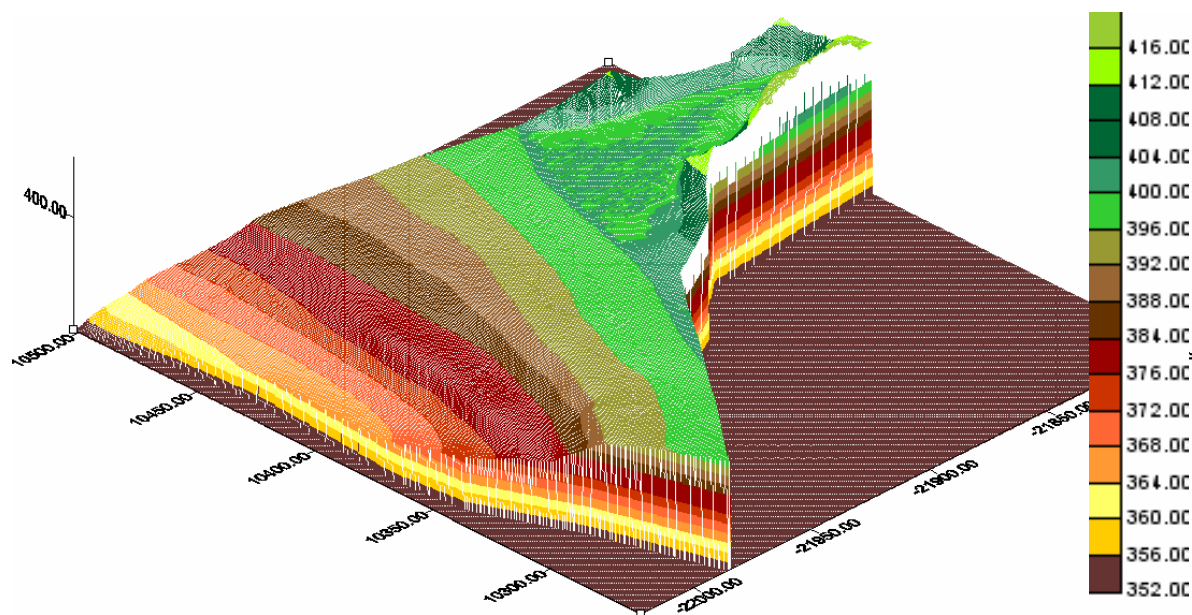
Η τρισδιάστατη απεικόνιση του σταδίου αυτού φαίνεται στο σχήμα 5.9.



Σχήμα 5.7: Διάνοιξη δρόμου και απόληψη όγκων στα 400m υψόμετρο.



Σχήμα 5.8: Μηκοτομή δρόμου



Σχήμα 5.9: Τρισδιάστατη απεικόνιση πρώτου σταδίου εκμετάλλευσης

Τέλος ο απολήψιμος όγκος του σταδίου αυτού θα βρεθεί αν ο συνολικός όγκος που θα υπολογίσει το Surfer 6 όπως περιγράφει προηγούμενα, αφαιρεθεί από τον όγκο που υπολογίστηκε αρχικά στο κεφάλαιο 5.1.

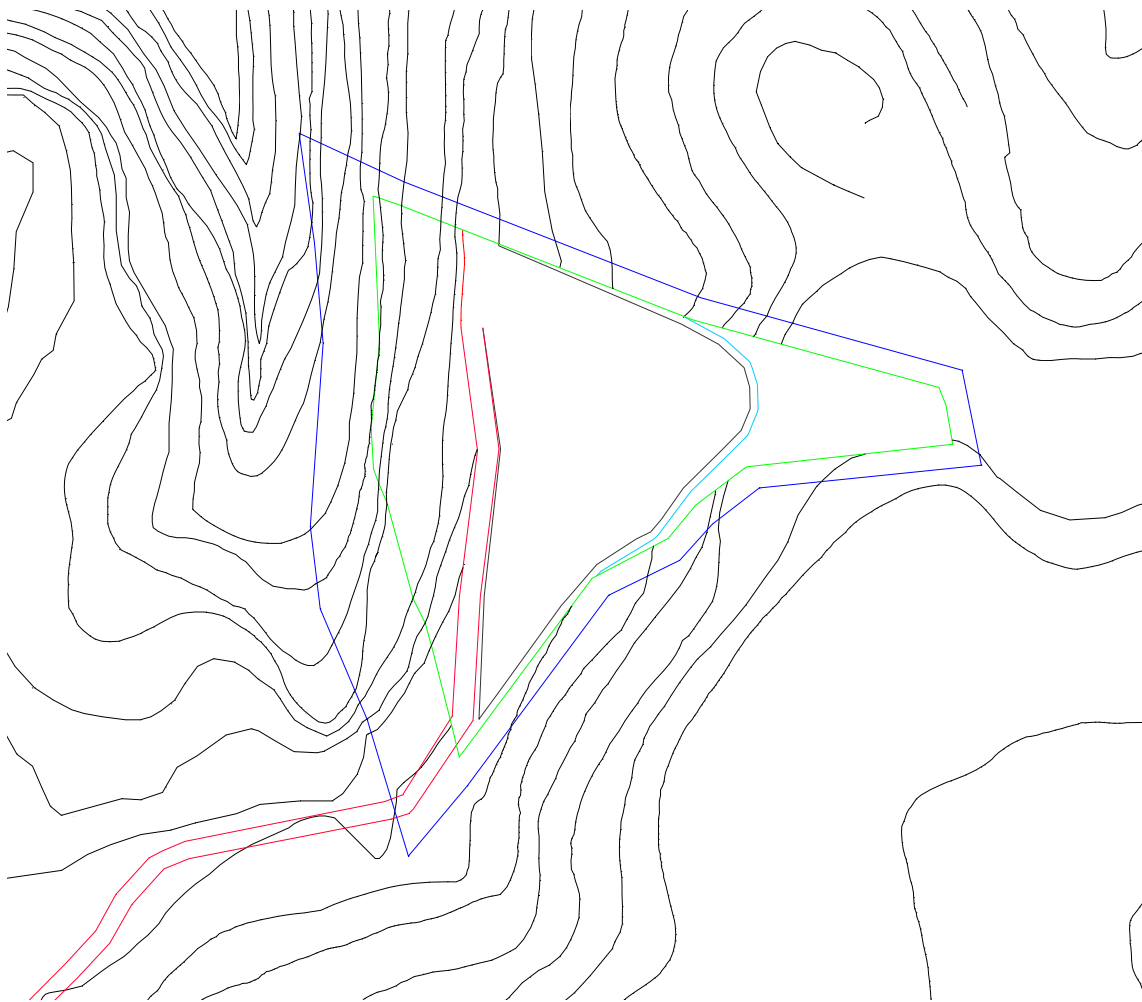
Ο όγκος λοιπόν θα είναι:

$$V_{\text{σταδιο1}} = V_{\text{αρχικό}} - V_{\text{ολικό σταδίου1}}$$

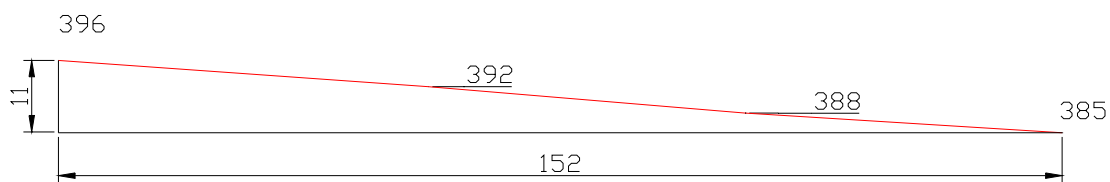
$$V_{\text{σταδιο1}} = 990793 - 945265 = 45528 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

5.3.2. Δεύτερο στάδιο

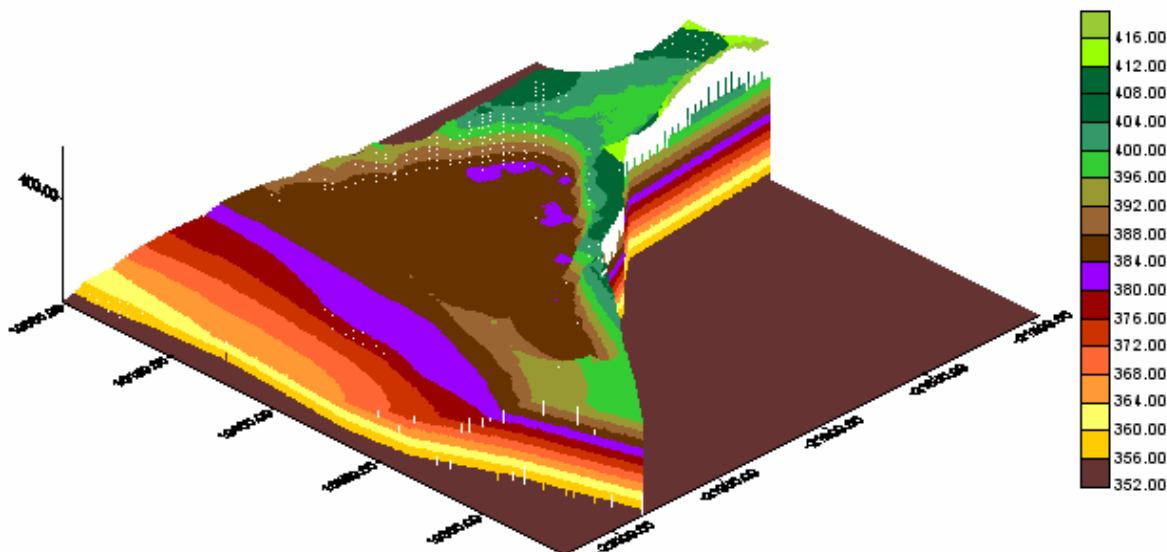
Στο δεύτερο στάδιο των εργασιών, θα ξεκινήσει με την διάνοιξη δρόμου μέχρι την ισουψή των 385m και στην συνέχεια σε απόληψη του υλικού που βρίσκετε σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 385m. Ταυτόχρονα θα διαμορφωθεί το μέτωπο της βαθμίδας των 385m, δηλαδή θα διαμορφωθεί το πρანές μεταξύ της βαθμίδας των 385 και αυτής των 400, έτσι ώστε αυτό να βρίσκεται στη θέση που προσδιορίστηκε κατά τον αρχικό σχεδιασμό της εκμετάλλευσης. Η τελική κατάσταση του δεύτερου σταδίου απεικονίζεται στα σχήματα 5.10 και 5.12, και η μηκοτομή του δρόμου που θα διανοιχθεί στο σχήμα 5.11.



Σχήμα 5.10: Διάνοιξη δρόμου και απόληψη όγκων μεταξύ 385m και 400m με ταυτόχρονη διαμόρφωση μετώπου.



Σχήμα 5.11: Μηκοτομή δρόμου



Σχήμα 5.12: Τρισδιάστατη απεικόνιση μετά το πέρας του δεύτερου σταδίου

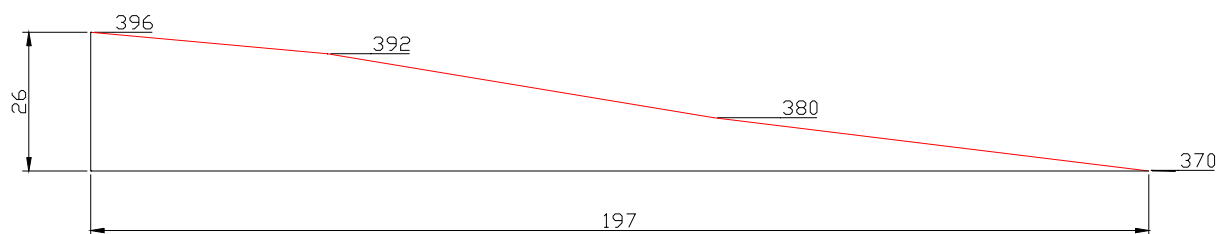
Ο όγκος του σταδίου αυτού θα υπολογιστεί από τις ογκομετρήσεις του Surfer 6 και σύμφωνα με τον τύπο:

$$V_{\text{σταδιο2}} = V_{\text{αρχικό}} - V_{\text{ολικό σταδίου2}} - V_{\text{στάδιο 1}}$$

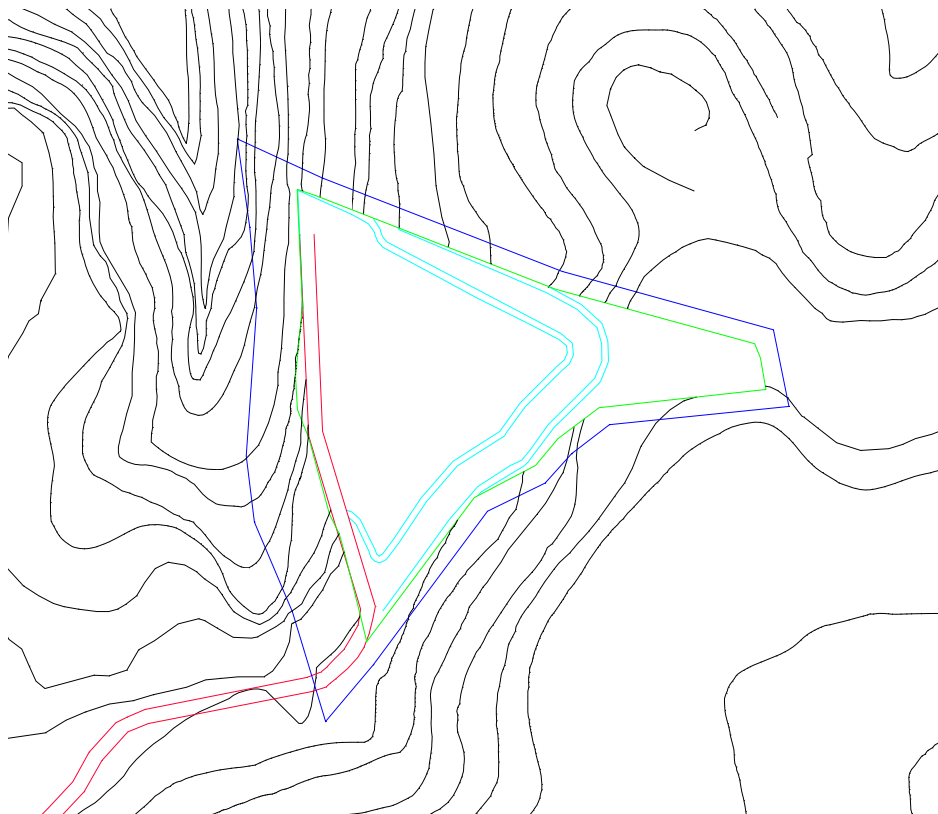
$$V_{\text{σταδιο2}} = 990793 - 853201 - 45528 = 92064 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

5.3.3. Τρίτο στάδιο

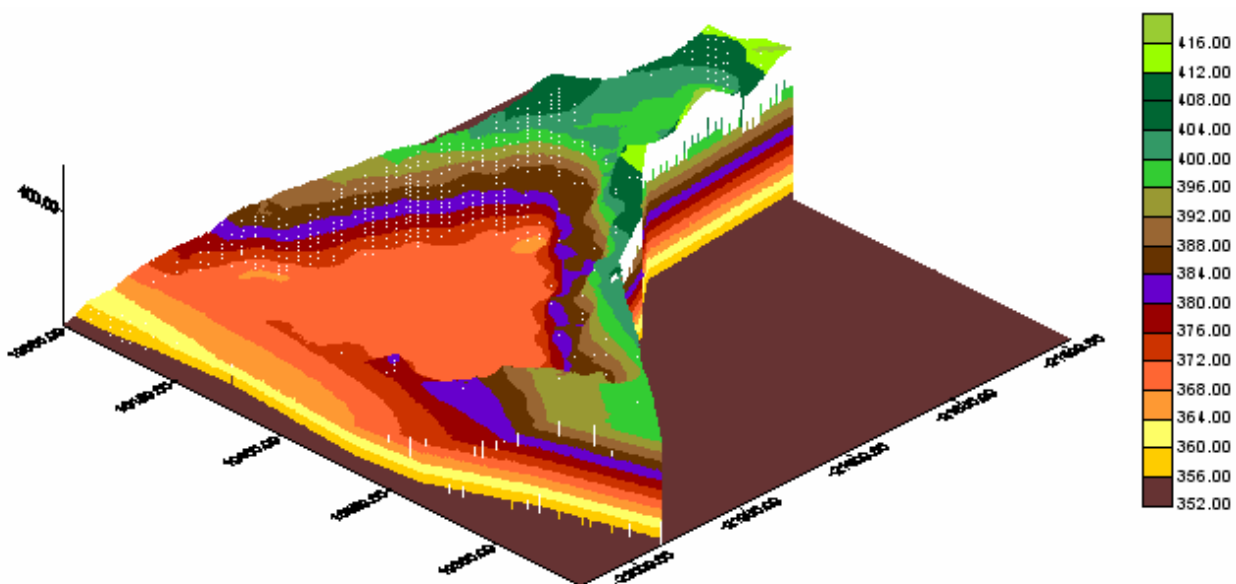
Κατά το τρίτο στάδιο, η εκμετάλλευση θα προχωρήσει στην διαμόρφωση του πυθμένα, και την ταυτόχρονη διαμόρφωση του πρανούς μεταξύ του υψομέτρου των 370m και 385m. Το σχέδιο του σταδίου αυτό βρίσκεται στα σχέδια 5.14 και 5.15 και η μηκοτομή του δρόμου που θα οδηγεί στην πλατεία του λατομείου στο σχήμα 5.13.



Σχήμα 5.13: Μηκοτομή δρόμου



Σχήμα 5.14: Διάνοιξη δρόμου για την απόληψη όγκων μεταξύ 370m και 385m με ταυτόχρονη διαμόρφωση της πλατείας



Σχήμα 5.15: Τρισδιάστατη απεικόνιση μετά το πέρας του τρίτου σταδίου

Λόγω του γεγονότος ότι το λατομείο είναι περιορισμένης έκτασης, ο δρόμος που καταλήγει στην πλατεία δεν είναι δυνατόν να προσαρμοστεί απόλυτα στον Κ.Μ.Λ.Ε.. Έτσι, ενώ ο Κ.Μ.Λ.Ε. θέτει ως μέγιστη γωνία κλίσης των δρόμων μέσα στην εκμετάλλευση τις 12%, στην υπό μελέτη περίπτωση δρόμος έχει κλίση 13,19%. Αυτό γιατί για την συνολική κάθοδο των 26m , από 396m στα 370m, απαιτούνται 216m δρόμου, την στιγμή που διατίθενται στην περίπτωση μας μόνο 197m.

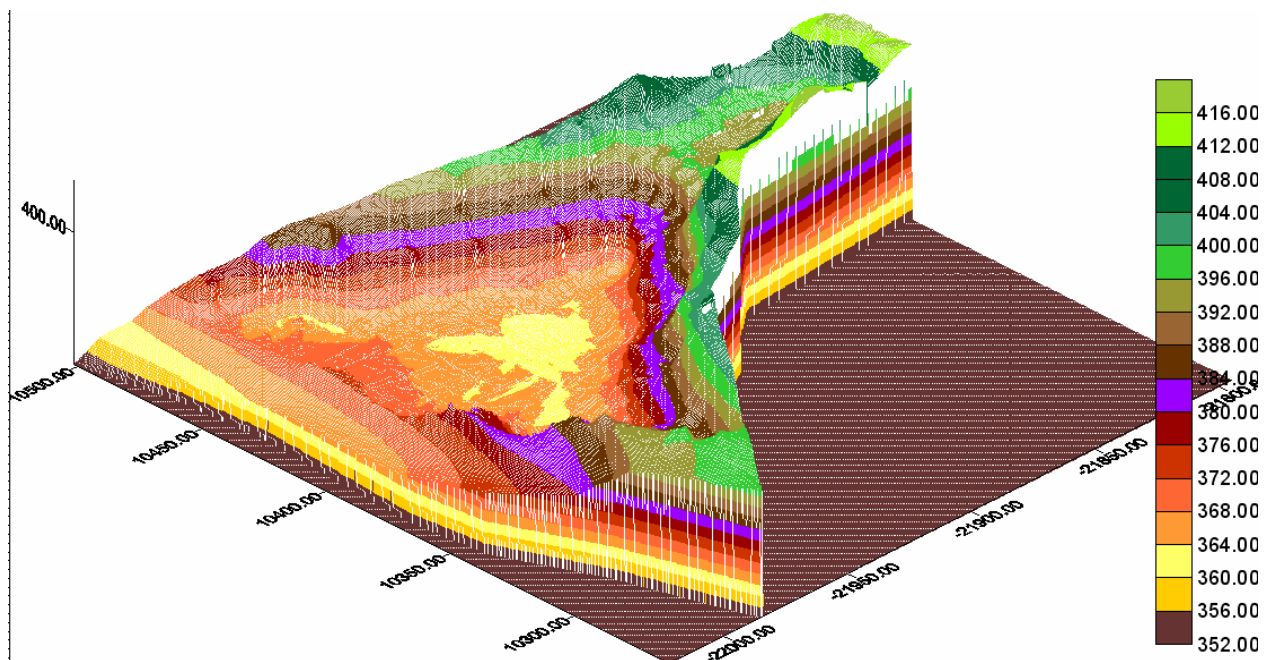
Τέλος ο όγκος των απολήψιμων για το στάδιο αυτό, υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_{\text{σταδιο3}} = V_{\text{αρχικό}} - V_{\text{ολικό σταδίου3}} - V_{\text{στάδιο1}} - V_{\text{στάδιο2}}$$

$$V_{\text{σταδιο3}} = 990793 - 728784 - 45528 - 92064 = 124417 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

5.3.4. Τελικό στάδιο

Στο τελικό στάδιο της εκμετάλλευσης θα γίνει η τελική διαμόρφωση των βαθμίδων, πριν ξεκινήσει η διαδικασία της περιβαλλοντικής αποκατάστασης. Η διαδικασία θα εξελιχθεί σύμφωνα με την ενότητα 4.4.2. Οι εργασίες θα ξεκινήσουν από το υψηλότερο επίπεδο, αυτό δηλαδή των 400m, και οι μετακινήσεις προς τα κατώτερα θα γίνονται με προσωρινούς δρόμους, ράμπες, που θα συνδέουν τις βαθμίδες μεταξύ τους. Οι ράμπες αυτές θα παραμείνουν και μετά την αποπεράτωση των έργων, καθώς θα χρειαστούν για να μεταφερθούν τα απαραίτητα υλικά για την περιβαλλοντική αποκατάσταση. Το τρισδιάστατο σχέδιο του λατομικού χώρου μετά το πέρας των εργασιών και του τελικού σταδίου παρουσιάζεται στο σχήμα 5.16.



Σχήμα 5.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση τελικής κατάστασης

Ο συνολικός απολήψιμος όγκος της εκμετάλλευσης θα είναι σύμφωνα πάντα με το Surfer 6:

$$V_{ολικός} = V_{αρχικό} - V_{τελικού σταδίου}$$

$$V_{ολικός} = 990793 - 685712 = 305081 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

Τέλος ο όγκος των απολήψιμων του τελικού σταδίου θα είναι:

$$V_{τελικού σταδίου} = V_{ολικός} - V_{σταδιο3} - V_{σταδιο2} - V_{σταδιο1}$$

$$V_{τελικού σταδίου} = 305081 - 124417 - 92064 - 45528 = 43072 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

5.4. Χρονική διάρκεια εργασιών

Για να δημιουργηθεί ένα χρονικό διάγραμμα εργασιών για το λατομείο, πρέπει αρχικά να υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του κάθε σταδίου ξεχωριστά. Ο χρόνος αυτός είναι δυνατό να προσεγγιστεί εάν είναι γνωστός ο ρυθμός παραγωγής με τον οποίο εξορύσει η εταιρία, έτσι ώστε να υπολογιστεί πόσος χρόνος απαιτείται για να απολειφθούν οι όγκοι που υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 5.2. Η εταιρία εκτιμά ότι σύμφωνα με τον εξοπλισμό που διαθέτει η παραγωγή θα κυμαίνεται στα 375m³ ανά οκτάωρο. Τα κυβικά μέτρα όμως αναφέρονται σε εξορυγμένο όγκο πετρώματος και όχι σε in situ. Επομένως οι όγκοι που μέχρι στιγμής έχουν υπολογιστεί πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τον συντελεστή επιπλίσματος, ο οποίος για το συγκεκριμένο πέτρωμα είναι 1,6.

Επομένως σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν και δεδομένου το λατομείο θα λειτουργεί σε μια βάρδια, προκύπτει ο πίνακας 5.1.

Πίνακας 5.1: Χρονική διάρκεια εργασιών για κάθε στάδιο

	Όγκος in situ (m ³)	Εξορυγμένος όγκος (m ³)	Εργάσιμες ώρες
Πρώτο στάδιο	45528	72845	1554
Δεύτερο στάδιο	92064	147302	3142
Τρίτο στάδιο	124417	199067	4246
Τελικό στάδιο	43072	68915	1470
Σύνολο	305081	488129	10412

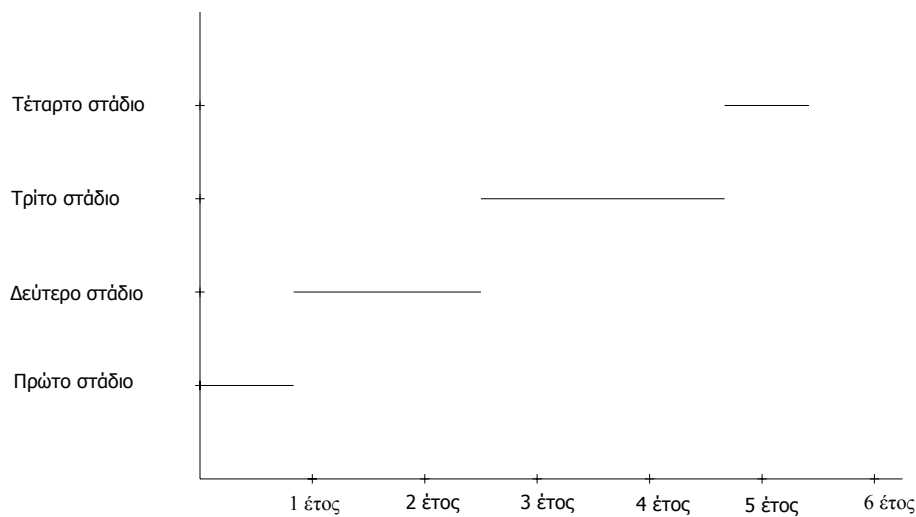
Το λατομείο θα λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια του έτους, καθώς στην περιοχή δεν εμφανίζονται ιδιαίτερες καιρικές συνθήκες που να καθιστούν απαγορευτική την λειτουργία του.

Εργασίες δεν θα λαμβάνουν χώρα κατά τα σαββατοκύριακα, καθώς και για δέκα ημέρες κατά την θερινή περίοδο. Οι συνολικές ημέρες λειτουργίας του λατομείου κατά την διάρκεια ενός έτους, μαζί με τις αργίες, υπολογίζεται σε 240 ημέρες. Επομένως οι ετήσιες εργάσιμες ώρες θα είναι 1920. Ο πίνακας 5.2 παρουσιάζει την διάρκεια των εργασιών σε χρόνια.

Πίνακας 5.2: Χρονική διάρκεια εργασιών

Πρώτο στάδιο	11 μήνες
Δεύτερο στάδιο	1 έτος και 9 μήνες
Τρίτο στάδιο	2 έτη και 3 μήνες
Τελικό στάδιο	10 μήνες
Σύνολο	5 χρόνια και 9 μήνες

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι στους χρόνους του πίνακα 5.2 δεν υπολογίζονται οι χρόνοι που απαιτούνται για τα έργα προσπέλασης. Τέλος στο σχήμα 5.17 παρουσιάζεται το διάγραμμα των σταδίων της εκμετάλλευσης.



Σχήμα 5.17: Χρονικό διάγραμμα σταδίων εκμετάλλευσης

Κεφάλαιο 6.

Σχεδιασμός ανατινάξεων

6.1. Εισαγωγή

Στο λατομείο όπως έχει αναφερθεί πρόκειται να γίνει εκμετάλλευση κοιτάσματος ασβεστόλιθου για την παραγωγή ασβέστη και αδρανών υλικών. Τα πετρώματα αυτά λόγω των χαρακτηριστικών της αντοχής τους είναι δύσκολο να εξορυχθούν μόνο με τη χρήση μηχανικού εξοπλισμού, αλλά απαιτείται μια αρχική χαλάρωσή τους με περισσότερο παραγωγικούς τρόπους, όπως με τη χρήση εκρηκτικών. Σε διαφορετική περίπτωση και με τη χρήση εκσκαπτικών μηχανημάτων (σφύρες, μπουλντόζες κ.α) για τη χαλάρωση του υλικού η παραγωγή θα είναι εξαιρετικά μικρή, που σε συνδυασμό με τις φθορές του εξοπλισμού θα κάνουν την εκμετάλλευση μη συμφέρουσα οικονομικά.

Η χρήση εκρηκτικών για την παραγωγή υλικού προϋποθέτει την εκπόνηση μελέτης για τον σκοπό αυτό, όπως επίσης και έμπειρο προσωπικό για την εφαρμογή της. Παρόλο που η γόμωση θα γίνει με πετρελαιοαμμωνίτη (ANFO) που θεωρείται μικρής ισχύος εκρηκτική ύλη και είναι ασφαλής στην μεταφορά, δεν παύει να αποτελεί εστία κινδύνου για το προσωπικό του λατομείου.

6.2. Βασικές έννοιες και ορισμοί

Οι βασικές έννοιες που περιγράφουν τα στοιχεία μιας ανατίναξης είναι οι εξής:

◇ Υποδιάτρηση

Αποτελεί την επέκταση του διατρήματος κάτω από το πόδι της βαθμίδας (Σχήμα 6.1). Χρησιμεύει στον καλύτερο σχηματισμό και καθαρισμό του ποδιού της βαθμίδας που θα δημιουργηθεί μετά την ανατίναξη.

◇ Επιγόμωση

Είναι το ανώτερο τμήμα της διατρητικής στήλης (Σχήμα 6.1). Αποτελείται από αδρανές υλικό το οποίο τοποθετείται πάνω από την εκρηκτική ύλη, με σκοπό να αποφευχθεί η δημιουργία κρατήρα στην επιφάνεια και να είναι μειωμένο το ποσοστό των θραυσμάτων που εκτοξεύεται στον αέρα.

◇ Ενεργό φορτίο

Με τον όρο ενεργό 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. 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 (σχήμα 6.2). Για την περίπτωση ορθογωνικού ή τετραγωνικού κανάβου και έναυση σε σειρά το γεωμετρικό φορτίο ταυτίζεται με το ενεργό.

◇ Πετρελαιοαμμωνίτες

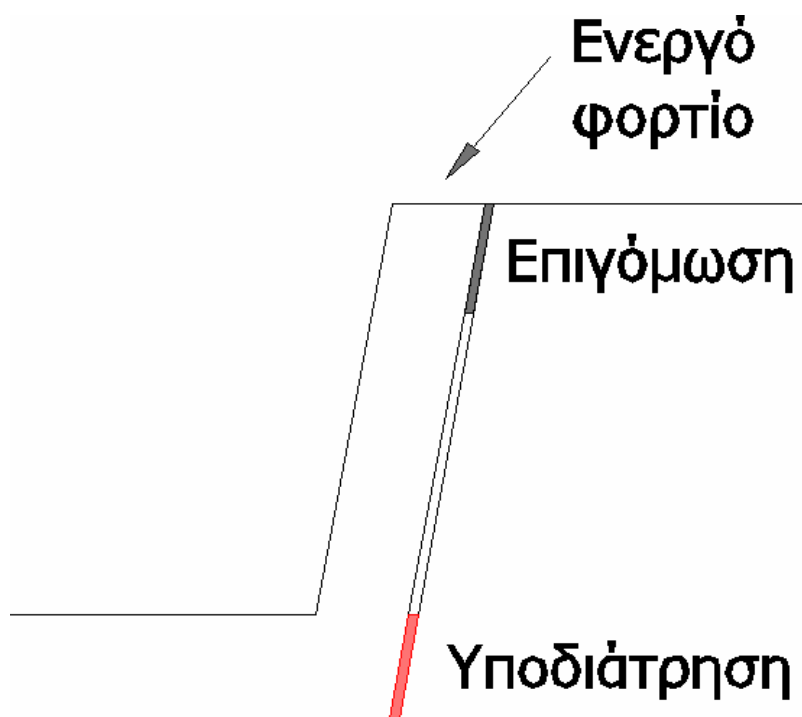
Είναι ένα είδος εκρηκτικής ύλης. Αποτελεί μίγμα πορώδους νιτρικού αμμωνίου και καύσιμου υδρογονάνθρακα. Συνήθως το καύσιμο αποτελείται από πετρέλαιο No 2, αλλά είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί πετρέλαιο θέρμανσης ή ακόμα και πολύ λεπτομερής άνθρακας. Η συνήθης αναλογία (κατά βάρος) νιτρικού αμμωνίου και πετρελαίου είναι περίπου 94:6 (Αγιουτάντης 2004).

◇ Πυροδότηση

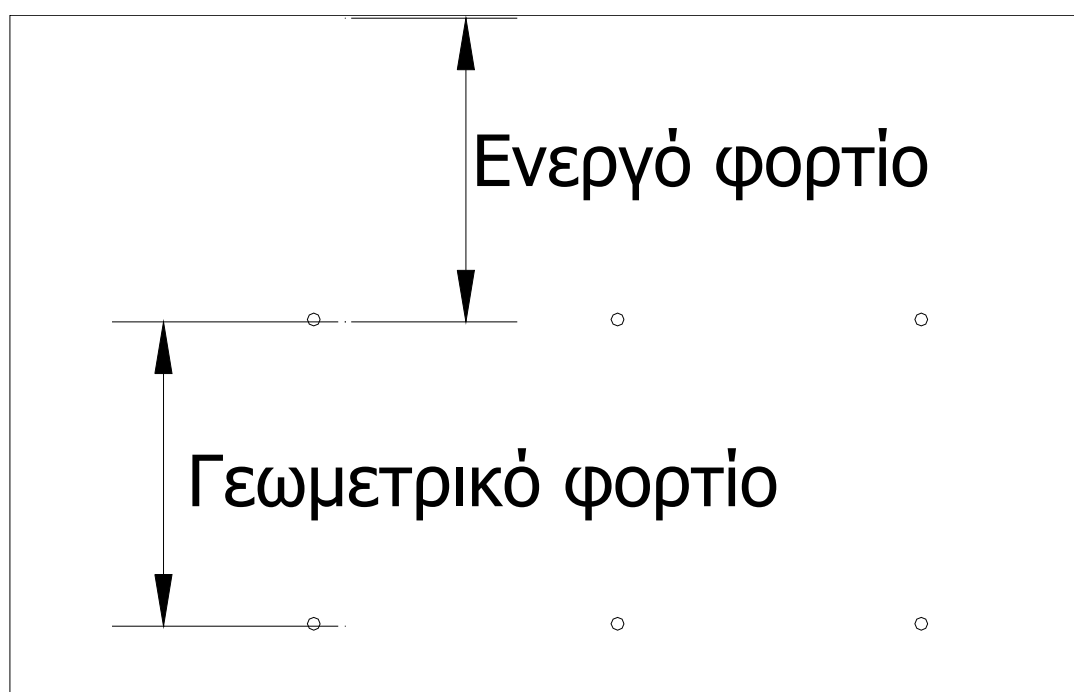
Αποτελεί την έναυση της εκρηκτικής ύλης μέσα στο διάτρημα, η οποία γίνεται με την χρήση κάποιου ενισχυτικού εναύσματος. Η επιλογή του κατάλληλου ενισχυτικού εναύσματος συνεπάγεται γρηγορότερη ανάπτυξη της μέγιστης ταχύτητας έκρηξης για τις δεδομένες συνθήκες. Αν ο αρχικός κρουστικός παλμός δεν είναι αρκετά ισχυρός τότε ενδέχεται να σταματήσει ή να εκφυλισθεί σε ανάφλεξη (Αγιουτάντης 2004).

◇ 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 2004).



Σχήμα 6.1: Τομή τυπικής διατρητικής στήλης



Σχήμα 6.2: Διάκριση ενεργού και γεωμετρικού φορτίου

6.3. Καθορισμός παραμέτρων της ανατίναξης

Κατά των σχεδιασμό μιας ανατίναξης, το σημαντικότερο ζητούμενο είναι να εξασφαλίζεται μέσα από τον σχεδιασμό αυτό η ασφάλεια των εργαζομένων και των γύρω περιοχών, αλλά και η ανατίναξη αυτή να εξυπηρετεί τις παραγωγικές ανάγκες του λατομείου. Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την τέλεση μιας μελέτης ανατίναξης είναι να προσδιοριστούν οι παράμετροι των εξής λειτουργιών:

I. Όρυξη του διατρήματος.

Η όρυξη του διατρήματος γίνεται με ερπυστριοφόρο διατρητικό και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του διατρήματος αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στον σχεδιασμό της ανατίναξης. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά αυτά είναι η γωνία κλίσης και η διάμετρός του.

II. Τοποθέτηση των εκρηκτικών υλών (γόμωση των διατρημάτων) και έναυσης.

Τα χαρακτηριστικά των εκρηκτικών υλών και του τρόπου έναυσης που θα επιλεχθούν για να χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι τέτοια ώστε να συμβαδίζουν με τον υπόλοιπο σχεδιασμό και να προάγουν την ασφάλεια της ανατίναξης.

III. Διάταξη των διατρημάτων.

Η διάταξη των διατρημάτων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στην τελική παραγωγή υλικού από την ανατίναξη όσο και για τα αποτελέσματα της ανατίναξης σε δονήσεις. Η διάταξη συνήθως εξαρτάται από την γεωμετρία της βαθμίδας και το υλικό που ζητείται να παραχθεί και από εκεί και πέρα η όλη διαφορά δημιουργείται από τους χρόνους επιβράδυνσης. Οι χρόνοι επιβράδυνσης χρησιμοποιούνται για δύο κυρίως λόγους. Αρχικά γιατί με το να γίνονται διαδοχικά οι εναύσεις των διατρημάτων, δημιουργούνται περισσότερες ελεύθερες σε κάθε διάτρημα και κατά δεύτερον γιατί αποφεύγεται η μαζική έκρηξη που θα δημιουργούσε πολλαπλάσια δόνηση του εδάφους από αυτήν που με την χρήση των χρόνων επιβράδυνσης δημιουργείται.

6.4. Νομοθεσία περί ανατινάξεων

Η ισχύουσα νομοθεσία περί ανατινάξεων είναι πολύ αυστηρή. Αυτό γιατί σε πιθανό ατύχημα, οι συνέπειες θα είναι είτε κάποιος πολύ σοβαρός τραυματισμός είτε ακόμη και θάνατος. Η υψηλή σοβαρότητα ενός τέτοιου ατυχήματος οδηγεί σε υψηλή τιμή επικινδυνότητας κάτι που σημαίνει ότι πρέπει να τηρηθούν κατά γράμμα τόσο οι κανονισμοί ασφαλείας που προβλέπονται όσο και η νομοθεσία. Οι υπάρχοντες κανόνες ασφαλείας οι οποίοι ορίζονται

αναλυτικά στον Κ.Μ.Λ.Ε. προβλέπουν τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται πιστά σε κάθε μια από τις εργασίες που λαμβάνουν χώρα πριν, κατά την διάρκεια και μετά από μια ανατίναξη. Έτσι λοιπόν αναφέρονται συγκεκριμένα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται από τους εργαζόμενους για τις διαδικασίες της αποθήκευσης και μεταφοράς των εκρηκτικών υλών, τις εργασίες γόμωσης των διατηρημάτων, την διαδικασία πυροδότησης καθώς επίσης και μια σειρά ελέγχων μετά την ανατίναξη έτσι ώστε να ελεγχθεί η ύπαρξη υπονόμων οι οποίοι δεν έχουν ανατιναχθεί. Τέλος, πέραν των μέτρων ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται για την ανατίναξη, πρέπει να λαμβάνονται και μέτρα ελέγχου του μετώπου μετά την ανατίναξη για τον καθαρισμό του από όγκους που πιθανόν δεν έχουν αποκολληθεί κατά την διάρκεια της ανατίναξης και πρέπει δευτερογενώς να απομακρυνθούν.

6.5. Εφαρμογή στην υπάρχουσα περιοχή

Κατά την μελέτη της συγκεκριμένης περίπτωσης ανατινάξεων πρέπει να ληφθούν υπόψη τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης εκμετάλλευσης. Αρχικά πρέπει να προσδιοριστεί η επιθυμητή παραγωγή του κάθε κύκλου ανατινάξεων, η γεωμετρία των διατηρημάτων, τα χαρακτηριστικά του πετρώματος το οποίο εξορύσσεται και τέλος όγκος εκρηκτικού ανά διάτρημα.

6.5.1. Προσδιορισμός παραγωγής κύκλου ανατινάξεων

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ημερήσια παραγωγή του λατομείου προσδιορίζεται σε 375m³ θραυσμένου υλικού. Επειδή όμως η παραγωγή αυτή είναι υπολογισμένη σε εξορυγμένο όγκο, πρέπει να μετατραπεί σε όγκο in situ. Αυτό θα γίνει έπειτα από διαίρεση με το συντελεστή επιπλήσματος.

$$V_{in\ situ} = 375 / 1.6 = 234.4 \text{ m}^3$$

Επομένως η ανατίναξη θα σχεδιαστεί με σκοπό την παραγωγή του όγκου αυτού. Το γεγονός όμως ότι ο όγκος αυτός είναι σχετικά μικρός και για να αποφευχθούν οι καθημερινές ανατινάξεις, που προκαλούν το σταμάτημα όλων των υπολοίπων εργασιών στο λατομείο, θεωρείται προτιμότερο να γίνει σχεδιασμός έτσι ώστε να γίνεται μια ανατίναξη κάθε εβδομάδα. Εφόσον λοιπόν το λατομείο λειτουργεί 5 ημέρες την εβδομάδα, η παραγωγή του κάθε κύκλου της ανατίναξης προσδιορίζεται στα 1172m³.

6.5.2. Γεωμετρία διατρημάτων.

Η κλίση των διατρημάτων επιλέγεται για καλύτερα αποτελέσματα των ανατινάξεων να είναι ίδια με την κλίση του μετώπου της βαθμίδας, δηλαδή 80 μοίρες με την οριζόντιο. Η διάμετρος των διατρημάτων θα είναι 3in δηλαδή 7,62cm. Το ύψος της βαθμίδας είναι 15m και κλίση 80 μοίρες, άρα για το μήκος της διατρητικής στήλης θα είναι : $15 \cdot \sin 80^\circ = 15.30\text{m}$. Στο μήκος αυτό όμως πρέπει να προστεθεί και το μήκος της υποδιάτρησης, το οποίο μπορεί να υπολογιστεί με τους εμπειρικούς τύπους 6.1 και 6.2.

$$\text{υποδιάτρηση} = 0,3 * B_{\text{eff}} \quad (6.1)$$

$$\text{υποδιάτρηση} = 7 * D \quad (6.2)$$

όπου:

B_{eff} = το ενεργό φορτίο (m).

D = η διάμετρος του διατρήματος (m)

Ο υπολογισμός του ενεργού φορτίου που αναφέρεται στην σχέση 6.1, πραγματοποιείται μέσω εμπειρικών τύπων που συσχετίζουν τη διάμετρο του διατρήματος, καθώς και το είδος του εκρηκτικού και του πετρώματος. Ένας από τους τύπους αυτούς είναι και αυτός του Ash (6.3).

$$B_{\text{eff}} = K_B * D/12 \quad (6.3)$$

όπου:

B_{eff} = το ενεργό φορτίο (ft).

K_B = συντελεστής φορτίου που εξαρτάται από το είδος του εκρηκτικού και του πετρώματος και λαμβάνει τιμές μεταξύ 25 και 30. Για χαμηλού ειδικού βάρους εκρηκτικά όπως το ANFO (0,9 -1,1) λαμβάνει τιμή 25 και για εκρηκτικά μέσου ειδικού βάρους όπως για παράδειγμα οι δυναμίτιδες (1,3) λαμβάνει τιμή 30.

D = η διάμετρος της εκρηκτικής στήλης (in).

Εφαρμόζοντας τον παραπάνω τύπο για διάμετρο διατρήματος 3 in, εκρηκτικό ANFO ειδικού βάρους 1 gr/cm³ περίπου λαμβάνεται η παρακάτω τιμή για το φορτίο της ανατίναξης:

$$(K_B = 25) \quad B_{\text{eff}} = 6,25 \text{ ft} = 1,90\text{m}$$

Επομένως η υποδιάτρηση θα είναι:

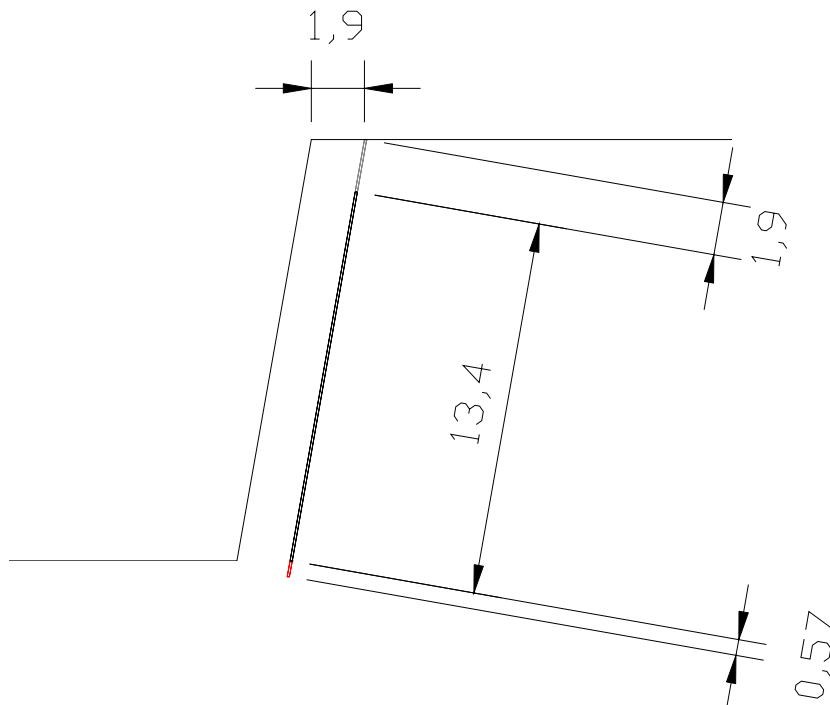
$$(6.1) \Rightarrow 0,3 * 1,90 = 0,57\text{m}$$

$$(6.2) \Rightarrow 7 * 7.62 = 0.53 \text{ m}$$

Οι δύο τιμές είναι παραπλήσιες με πάρα πολύ μικρή διαφορά και έτσι όποια και να γίνει δεκτή δεν υπάρχει καμία διαφορά. Επιλέγεται η πρώτη τιμή και έτσι σαν τελική τιμή μήκους του διατρήματος προκύπτει 15.87m.

Τέλος, για να ολοκληρωθεί η γεωμετρία του διατρήματος πρέπει να υπολογιστεί και το μήκος της επιγόμεσης. Η βέλτιστη επιγόμενη κυμαίνεται μεταξύ 0.67 και 2 φορές το φορτίο. Σε περίπτωση που η επιγόμενη είναι πολύ μικρή τότε έχει σαν αποτέλεσμα την εκτόξευση θραυσμάτων στον αέρα ενώ όταν είναι πολύ μεγάλη, τότε α) μειώνεται σημαντικά η ποσότητα εκρηκτικού στην στήλη με συνέπεια την 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 επιγόμενη κυμαίνεται από 12d για σκληρά πετρώματα μέχρι 30d για μαλακά πετρώματα, όπου d συμβολίζεται η διάμετρος του διατρήματος (Αγιουτάντης 2004).

Σύμφωνα λοιπόν με τα προηγούμενα επιλέγεται για τον υπολογισμό της επιγόμεσης, δεδομένου ότι το πέτρωμα είναι σκληρό και το μήκος στήλης αρκετά μεγάλο, η επιγόμενη να ισούται με 1 φορά το φορτίο. Επομένως η επιγόμενη θα είναι 1,90m. Στο σχήμα 6.3 παρουσιάζεται η συνολική εικόνα μιας τομής ενός διατρήματος.



Σχήμα 6.3: Τομή διατρήματος

Επομένως είναι πλέον δυνατός ο υπολογισμός του εξορυσόμενου όγκου από κάθε διάτρημα. Ο όγκος που παράγεται από κάθε διάτρημα δίνεται από τον παρακάτω εμπειρικό τύπο:

$$V_r = B \cdot S \cdot H \quad (6.4)$$

όπου:

B = το γεωμετρικό φορτίο το διατρήματος (m).

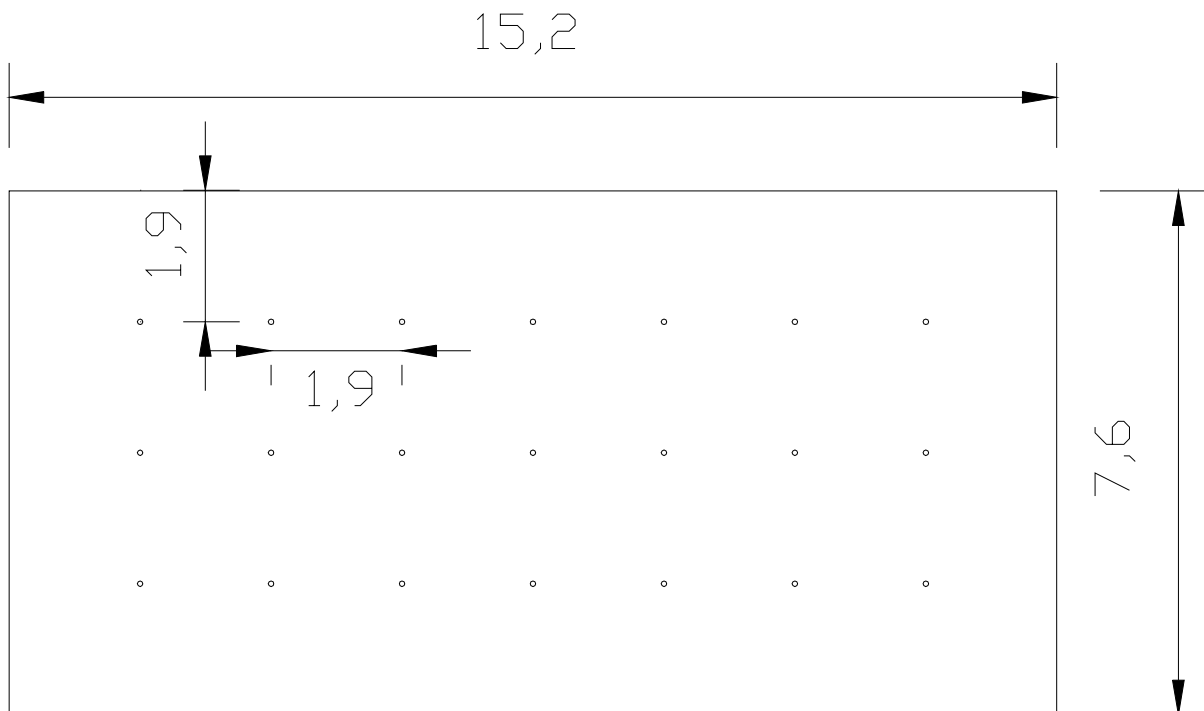
S = η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών διατρημάτων (m).

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

Θεωρώντας την διάταξη των διατρημάτων τετραγωνική, πράγμα που σημαίνει ότι $B = S$ προκύπτει σαν αποτέλεσμα :

$$V_r = 55,23 \text{ m}^3 \text{ in situ}$$

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το ζητούμενο είναι η παραγωγή 1172 m^3 . Επομένως απαιτούνται για την παραγωγή αυτή 20,85 διατρήματα, δηλαδή περίπου 21. Τα διατρήματα αυτά θα διαταχθούν σε τρεις σειρές των 7 διατρημάτων όπως στο σχήμα 6.4.



Σχήμα 6.4: Διάταξη διατρημάτων για μια ανατίναξη

6.6 Κατανάλωση εκρηκτικού

Το συνολικό μήκος του διατρήματος όπως αυτό υπολογίσθηκε σε προηγούμενη ενότητα είναι 15,87m. Το ύψος της εκρηκτικής στήλης που γομώνεται με ANFO υπολογίζεται αν από το συνολικό μήκος του διατρήματος αφαιρεθεί η επιγόμωση, η οποία συμπληρώνεται με τα λεπτομερή που προέκυψαν από τη διάτρηση και 0,50m από την υποδιάτρηση όπου θα τοποθετηθεί αμμωνίτης. Επομένως το ύψος της εκρηκτικής στήλης που είναι γομωμένη με ANFO (H_{ANFO}) θα είναι: $H_{ANFO} = 13,47m$. Ο όγκος και το βάρος του ANFO που γομώνονται σε κάθε διάτρημα υπολογίζονται με τη βοήθεια των παρακάτω σχέσεων:

$$V_{ANFO} = H_{ANFO} * \Pi * R^2$$

$$M_{ANFO} = H_{ANFO} * \Pi * R^2 * \gamma_e * 1000$$

όπου:

V_{ANFO} = ο όγκος του ANFO ανά διάτρημα (m^3),

H_{ANFO} = το ύψος της εκρηκτικής στήλης που είναι γομωμένη 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 ton/m^3 .

Με εφαρμογή των παραπάνω τύπων υπολογίζεται το βάρος του ANFO ανά διάτρημα ίσο με $M_{ANFO} = 67,67kg$. Επομένως για ένα κύκλο ανατινάξεων των 21 διατρημάτων που περιλαμβάνει ο σχεδιασμός απαιτούνται 1421kg και η παραγωγή από την ανατίναξη αυτή θα είναι επαρκής για 5 εργάσιμες ημέρες. Με βάση τώρα τις εργάσιμες ανά έτος ημέρες οι οποίες είναι 245, υπολογίζεται μια ετήσια κατανάλωση ANFO ίση με 69635kg/έτος ή 69,64ton/έτος.

Αντίστοιχα για τον αμμωνίτη, με βάση το ειδικό του βάρος που είναι $1,3gt/cm^3$ υπολογίζεται ότι σε κάθε διάτρημα η ποσότητα του αμμωνίτη θα είναι $M_{AMON} = 3,26kg$ και για ένα κύκλο ανατινάξεων 68,46kg. Επομένως η ετήσια κατανάλωση αμμωνίτη θα είναι 3354kg.

Με τον όρο ειδική κατανάλωση εκρηκτικού (PF) εννοείται η ποσότητα του εκρηκτικού σε kg που απαιτείται για την παραγωγή ενός κυβικού μέτρου πετρώματος ή 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: $(PF)_{\text{kg/ton ANFO}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Αντιστοίχως για τον αμμωνίτη προκύπτει: $(PF)_{\text{kg/ton AMON}} = 0,06 \text{ kg/m}^3$

Τέλος, οι ανατινάξεις που θα γίνονται σε ετήσια βάση υπολογίζονται σε 49.

6.7. Πυροδότηση

Η πυροδότηση των διατρημάτων στο λατομείο θα γίνεται με την χρήση του συστήματος Nonel του οίκου Ensign – Bickford.

Το σύστημα αυτό βασίζεται στην ενεργοποίηση ειδικών καψυλίων από ένα ασθενές κρουστικό κύμα που μεταδίδεται μέσα σε ένα πλαστικό σωλήνα που περιέχει ένα υλικό που μπορεί εύκολα να αντιδράσει. Το υλικό αυτό αποτελείται από μικρές ποσότητες εκρηκτικού. Το σύστημα Nonel αποτελείται από ένα λεπτό, σχεδόν διαφανή σωλήνα από σκληρό πλαστικό ο οποίος στην εξωτερική του επιφάνεια έχει ένα ελαφρό επίχρισμα από εκρηκτικό, το οποίο μετά την έναυσή του μπορεί να μεταδώσει ένα σήμα χαμηλής ισχύος (ταχύτητα έκρηξης 1800m/sec). Λόγω της μικρής ποσότητας εκρηκτικού το πλαστικό περίβλημα παραμένει ακέραιο μετά την πυροδότηση του υλικού. Το Nonel είναι δυνατό να εναυθεί με εκρηκτική θρυαλλίδα ή εκρηκτικό καψύλλιο, μπορεί να εναύσει οποιοδήποτε εκρηκτικό καψύλλιο και να συνδεθεί με επιβραδυντές. Τα κύρια πλεονεκτήματα του είναι (Αγιουτάντης, 2004):

- Δεν είναι ευαίσθητο σε κρούσεις
- Δημιουργεί ελάχιστο θόρυβο σε αντίθεση με την εκρηκτική θρυαλλίδα
- Δεν είναι ευαίσθητο σε φωτιά
- Μπορεί να εναύσει ακόμη και τις πιο ευαίσθητες δυναμίτιδες
- Είναι ασφαλές για εφαρμογές σε μη ηλεκτρικές εναύσεις

Κεφάλαιο 7.

Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αποκατάστασης

7.1. Εισαγωγή

Η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αποκατάστασης αφορά τόσο την περίοδο κατά την οποία οι διαδικασίες εξόρυξης βρίσκονται σε εξέλιξη, όσο και για την περίοδο μετά το πέρας των εργασιών. Στην μεν πρώτη περίπτωση εξετάζονται οι πηγές ρύπανσης που οφείλονται στις διαδικασίες εξόρυξης και το πώς θα μειωθούν οι επιπτώσεις αυτών και στη δεύτερη εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο μετά την εγκατάλειψη του λατομείου θα γίνει δυνατή η προσαρμογή και εναρμόνιση του λατομικού χώρου με το γειτονικό φυσικό περιβάλλον.

7.2. Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την διάρκεια των λατομικών εργασιών.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις διαδικασίες εξόρυξης αφορούν τους εξής τομείς:

- ◇ Αέρια απόβλητα
- ◇ Στερεά απόβλητα
- ◇ Επίδραση ανατινάξεων

Για κάθε έναν από τους παρακάτω τομείς μόλυνσης, η εταιρία οφείλει να προχωρήσει σε ειδικό σχεδιασμό μέτρων αντιμετώπισης, οι οποίες παρουσιάζονται στις παρακάτω ενότητες.

7.2.1. Αέρια απόβλητα

Τα αέρια απόβλητα στο συγκεκριμένο λατομείο αφορούν την σκόνη η οποία προκαλείται από τις διάφορες λειτουργίες του λατομείου. Πιο συγκεκριμένα οι λειτουργίες που ευθύνονται για την δημιουργία σκόνης είναι:

- Κίνηση οχημάτων κατά την μεταφορά, την φόρτωση και την εκφόρτωση
- Διάτρηση και ανατίναξη
- Σωροί απόθεσης και εγκαταστάσεις θραύσης

Η σκόνη συνίσταται από λεπτομερές ασβεστολιθικό υλικό. Πρόκειται για ανόργανο μη τοξικό υλικό. Το μέγιστο μέγεθος του κόκκου εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου που τυγχάνει να πνέει, ενώ η συνολική ποσότητα εξαρτάται από την κοκκομετρία του εξορυσσόμενου υλικού στο μέτωπο.

Σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε ορίζονται οι παρακάτω έννοιες:

α) 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.

β) 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 επιλογή με τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Πίνακας 7.1: Ποσοστά διόδου από τον επιλογή εισπνεύσιμων κλασμάτων.

Αεροδυναμική διάμετρος σε μm για σφαίρες με πυκνότητα 1 g/cm ³	Ποσοστό διόδου από τον επιλογή
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 (M.X.Σ.O.T.) για τα αντίστοιχα είδη σκόνης, οι τιμές που υπολογίζονται απ' τον παρακάτω τύπο:

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

όπου q_i είναι η περιεκτικότητα % του κρυσταλλικού ελεύθερου διοξειδίου του πυριτίου στο μέρος της σκόνης που έχει «εισπνεύσιμο» μέγεθος(Άρθρο 22 παρ.1 Κ.Μ.Λ.Ε.).

Για την μείωση του ποσού της σκόνης, των αιωρούμενων κόκκων και για κάθε περίπτωση θα ληφθούν τα μέτρα που παρουσιάζονται παρακάτω:

- Κίνηση οχημάτων κατά την μεταφορά, την φόρτωση και την εκφόρτωση.

Η καταστολή της σκόνης μπορεί να γίνει με την χρήση βυτίου διαβροχής, το οποίο και θα λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια των ξηρών ημερών του έτους. Δεδομένου μάλιστα ότι έχουμε να κάνουμε με εκμετάλλευση μικρής δυναμικότητας, κάτι που σημαίνει ότι η φόρτωση θα γίνεται από ένα σημείο μόνο του λατομείου, η κάλυψη των αναγκών σε διαβροχή είναι δυνατόν να γίνει από ένα και μόνο βυτίο. Σαν εναλλακτική λύση μπορεί να εφαρμοσθεί η εγκατάσταση δικτύου διαβροχής στους κύριους δρόμους του έργου. Τέλος είναι δυνατή και η εφαρμογή μιας μεθόδου που εφαρμόζεται σε μεγαλύτερα λατομεία και η οποία αφορά την επίστρωση των δρόμων με ειδικά χημικά επικαλυπτικά, που συμπυκνώνουν και κατακρατούν στην επιφάνεια τα λεπτομερή υλικά. Η λύση αυτή όμως είναι υψηλότερου κόστους και είναι μάλλον ασύμφορη η εφαρμογή της στην συγκεκριμένη εκμετάλλευση.

- Διάτρηση και ανατίναξη

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 6, ο σχεδιασμός της ανατίναξης έγινε με γνώμονα την ομαλότερη λειτουργία των ανατινάξεων και την δυνατόν καλύτερη αποφυγή των ισχυρών δονήσεων. Έτσι είναι αναμενόμενο να αποφευχθούν οι εκτοξεύσεις μεγάλων τμημάτων πετρώματος κατά την ανατίναξη αλλά η δημιουργία σκόνης είναι κάτι το οποίο δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί. Τέλος η δημιουργία σκόνης από την διαδικασία της διάτρησης είναι κάτι που αντιμετωπίζεται από το ίδιο το διατρητικό το οποίο διαθέτει κονιοσυλλέκτη.

- Σωροί απόθεσης και εγκαταστάσεις θραύσης

Η κύρια παραγωγή της σκόνης είναι τα τριβεία των εγκαταστάσεων θραύσης του ασβεστόλιθου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η εγκαταστάσεις θραύσης βρίσκονται σε θέση εκτός της λατομικής περιοχής, αλλά δεν παύει να είναι απαραίτητη η μελέτη για την αντιμετώπιση της παραγόμενης σκόνης. Οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι είναι κατά κύριο λόγο η διαβροχή των υλικών, οι κυκλώνες αναρρόφησης και η κάλυψη των εγκαταστάσεων.

Η διαβροχή θα πρέπει να εφαρμόζεται στους σωρούς απόθεσης των προϊόντων του σπαστηροτριβείου, στα κόσκινα, στον τροφοδότη.

Οι κυκλώνες αναρρόφησης είναι μια λύση υψηλού κόστους και δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα λύση για λατομεία αδρανών υλικών.

Τέλος η κάλυψη των εγκαταστάσεων είναι μια λύση η οποία εξασφαλίζει την διαφυγή της σκόνης και εφαρμόζεται στα τριβεία όταν δεν δημιουργεί λειτουργικά προβλήματα. Τέτοιες λύσεις κάλυψης προσφέρει η εταιρία Trelleborg.

Για την ειδική περίπτωση που εξετάζεται, και εξαιτίας του γεγονότος ότι τα αδρανή δεν έχουν μεγάλη αξία μονάδος και άρα πρέπει να αναζητηθούν οικονομικές λύσεις, προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος διαβροχής. Προτείνεται μάλιστα ο συνδυασμός υγρής και ξηρής διαβροχής. Υγρή διαβροχή θα εφαρμοστεί στους σωρούς των υλικών, ενώ ξηρή διαβροχή με την χρήση ακροφύσιων που θα τοποθετηθούν στα κόσκινα και στον τροφοδότη. Με την χρήση της ξηρής διαβροχής θα αποφευχθεί ο να επηρεαστεί το σύστημα θραύσης από την είσοδο υγρών υλικών.

7.2.2. Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα της εκμετάλλευσης δεν εγκυμονούν ιδιαίτερους κινδύνους καθώς το εξορυσσόμενο υλικό είναι αδρανές. Αυτό σημαίνει ότι δεν μολύνει τοξικά και χημικά το περιβάλλον. Παρόλα αυτά όμως πρέπει να ληφθούν κάποια βασικά μέτρα προστασίας.

Πρωταρχικό ρόλο παίζει η προστασία του ρέματος που διασχίζει την περιοχή κοντά στο δυτικό όριο της εκμετάλλευσης. Πρέπει να αποφευχθεί η ρίψη ή διαφυγή υλικών προς την κοίτη του ρέματος. Δεδομένου ότι ο λατομικός χώρος θα χρησιμοποιείται μόνο για διαδικασίες εξόρυξης και τα υλικά θα μεταφέρονται αλλού για την επεξεργασία τους αυτό είναι κάτι το οποίο είναι εφικτό. Παρόλα αυτά όμως έχει προβλεφθεί η τοποθέτηση πορτών στην περιφράξη της δυτικής πλευράς της εκμετάλλευσης, έτσι ώστε να καθαρίζεται η κοίτη του ρέματος από τα υλικά που θα παρασύρονται από τον λατομικό χώρο λόγω της ροής των νερών. Ο καθαρισμός αυτός θα γίνεται κάθε φορά που θα κρίνεται απαραίτητος από τους υπεύθυνους του έργου.

Τέλος πρέπει να γίνεται επιμελής καθαρισμός του λατομικού χώρου από τα απορρίμματα που δημιουργούνται από την συντήρηση των μηχανημάτων, όπως για παράδειγμα κουτιά λιπαντικών, λάστιχα και άλλα. Τυχών διαφυγή τέτοιων υλικών στο ρέμα είναι δυνατόν να δημιουργήσει μόλυνση των υδάτων του ρέματος.

7.2.3. Επίδραση ανατινάξεων

Στον σχεδιασμό της ανατινάξης, 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 ανατινάξη 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 ανατινάξης. 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 2004):

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

Όπου:

U= η μέγιστη μοριακή ταχύτητα

R= η απόσταση μεταξύ της περιοχής ανατινάξης και της κατασκευής

W= η μέγιστη ποσότητα εκρηκτικού ανά ανατινάξη

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 υπολογίσθηκε σε μια μέγιστη τιμή μοριακής ταχύτητας 2in/sec ή αντίστοιχα μια ελάχιστη τιμή ανηγμένης απόστασης 50 ft/ $\sqrt{\text{lbs}}$. Από σύγχρονες μελέτες (Sinskid, 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 2004).

Πίνακας 7.2: Μέγιστες τιμές μοριακής ταχύτητας κατά DIN 4150

Τύπος κατασκευής	Ψευδο-διάνυσμα μοριακής ταχύτητας	
	mm/sec	in/sec
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

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για κάθε ανατίναξη που λάβει χώρα στο λατομείο, πρέπει να προηγηθεί ένας αντίστοιχος υπολογισμός από το υπεύθυνο μηχανικό και να εκτιμηθεί η πιθανότητα πρόκλησης επικίνδυνων δονήσεων σε γειτονικά κτίρια και εγκαταστάσεις. Το θετικό στην περίπτωση που μας απασχολεί είναι ότι δεν υπάρχουν κτίρια σε κοντινή απόσταση.

7.3. Αποκατάσταση λατομικής περιοχής μετά το πέρας της εκμετάλλευσης

Μετά το τέλος των εργασιών εξόρυξης, είναι απαραίτητη η περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής. Όπως είναι λογικό κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης το φυσικό περιβάλλον της λατομικής περιοχής καταστράφηκε και διαταράχτηκε σε έναν μεγάλο βαθμό. Τα είδη της χλωρίδας απομακρύνθηκαν, όπως επίσης και η φυτική γη και το έδαφος που κάλυπτε τους βραχώδεις σχηματισμούς.

Είναι όμως υποχρέωση της εταιρίας, να εξασφαλίσει πως η λατομική περιοχή θα επανέλθει στην πρότερη κατάστασή. Για να γίνει αυτό πρέπει καταρχήν να γίνει μια μελέτη η οποία να καταδεικνύει αρχικά τα προβλήματα τα οποία δημιούργησε στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής η εκμετάλλευση και στην συνέχεια να προταθεί ένα σχέδιο, μετά την εφαρμογή του οποίου η λατομική περιοχή θα έχει εναρμονιστεί με το γειτονικό περιβάλλον.

7.3.1. Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

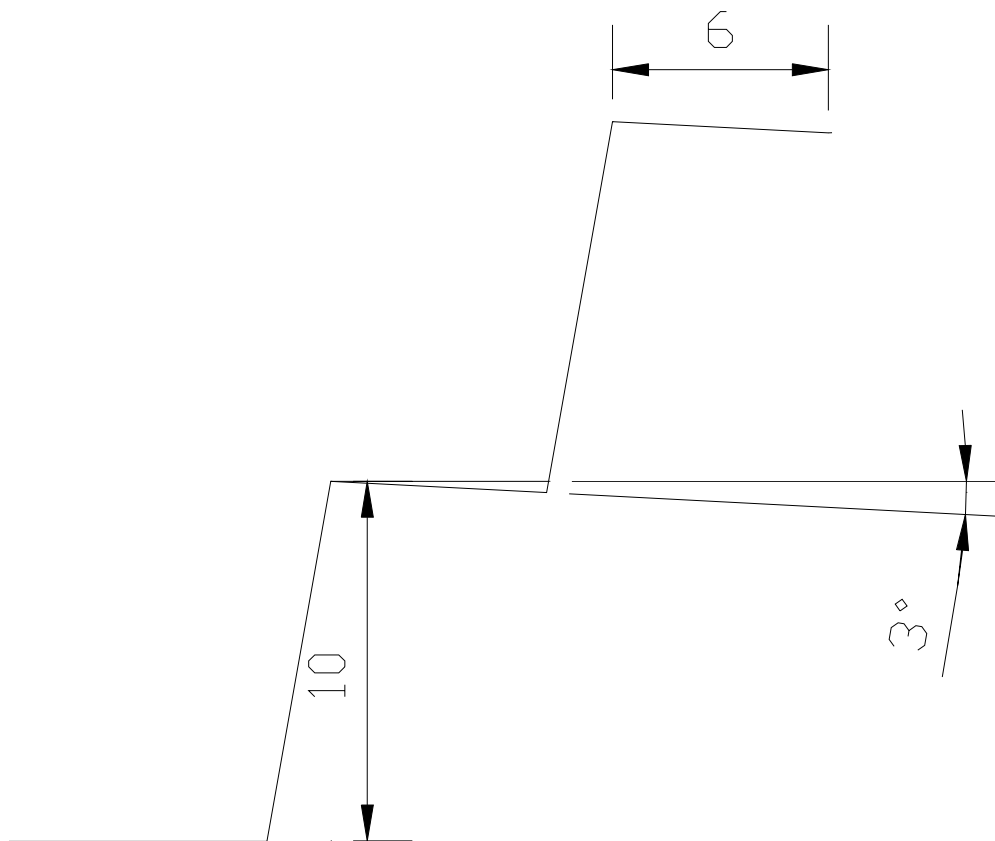
Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της περιοχής μετά το πέρας των εργασιών και κατόπιν του ειδικού σχεδιασμού που ακολουθήθηκε ούτως ώστε να μην επηρεαστεί το παρακείμενο στην λατομική περιοχή ρέμα, περιορίζονται σε καταστροφή της χλωρίδας και σε οπτική αλλοίωση του τοπίου.

Η χλωρίδα που υπήρχε εντός των ορίων της εκμετάλλευσης έχει καταστραφεί ολοσχερώς. Το εδαφικό υλικό, συμπεριλαμβανομένου και της φυτικής γης, πάνω στο οποίο στηρίζονταν η χλωρίδα της περιοχής έχει διαχωριστεί από τα αδρανή υλικά μαζί με τα υπόλοιπα στεία υλικά, από τον προδιαλογέα του συστήματος θραύσης. Αυτό σημαίνει πως η χρήση και επανατοποθέτηση της προϋπάρχουσας φυτικής γης δεν είναι δυνατή, παρά μόνο σαν μείγμα με τα στεία σε ένα ποσοστό 20-30 %.

Η θέση της λατομικής περιοχής είναι τέτοια ώστε η γραμμή του ορίζοντα να είναι σχετικά μειωμένη. Αυτό σημαίνει πως η οπτική αλλοίωση είναι μικρή και η περιοχή των εκσκαφών δεν είναι ορατή από μακρινή απόσταση. Παρόλα αυτά όμως πρέπει να γίνει ολοκληρωμένη αποκατάσταση και στον τομέα αυτό. Στο σχήμα 7.1 παρατίθεται ο χάρτης με σχεδιασμένη την γραμμή ορίζοντα.

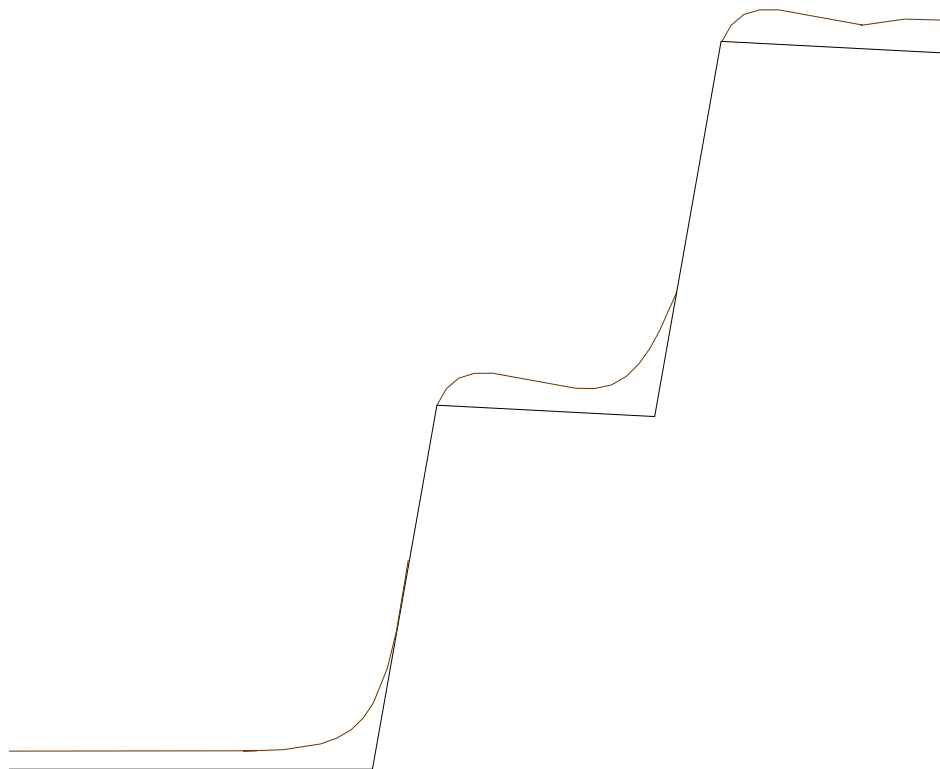
7.3.2. Διαδικασία δενδροφύτευσης

Η διαδικασία δενδροφύτευσης πρέπει να ξεκινήσει από την κατάλληλη διαμόρφωση των βαθμίδων, έτσι ώστε να είναι δυνατή και αποτελεσματική η αποκατάσταση της βλάστησης. Η διαμόρφωση των βαθμίδων συνίσταται αρχικά στην κατάλληλη μορφοποίησή τους κατά το τελευταίο στάδιο της εκμετάλλευσης έτσι ώστε να αποτελούν πρόσφορη βάση για την επιστροφή των χαλαρών υλικών και της φυτικής γης που θα ακολουθήσει. Αυτή η διαμόρφωση εκτός της μείωσης του ύψους που έχει ήδη αναφερθεί, αφορά και την κλίση των επιπέδων των βαθμίδων. Στα επίπεδα των βαθμίδων δίδεται κλίση προς το εσωτερικό τους της τάξεως των 3 μοιρών ούτως ώστε να είναι ευκολότερη η συγκράτηση των εδαφών που θα τοποθετηθούν. Σχηματικά αυτό παρουσιάζεται στο σχήμα 7.1.



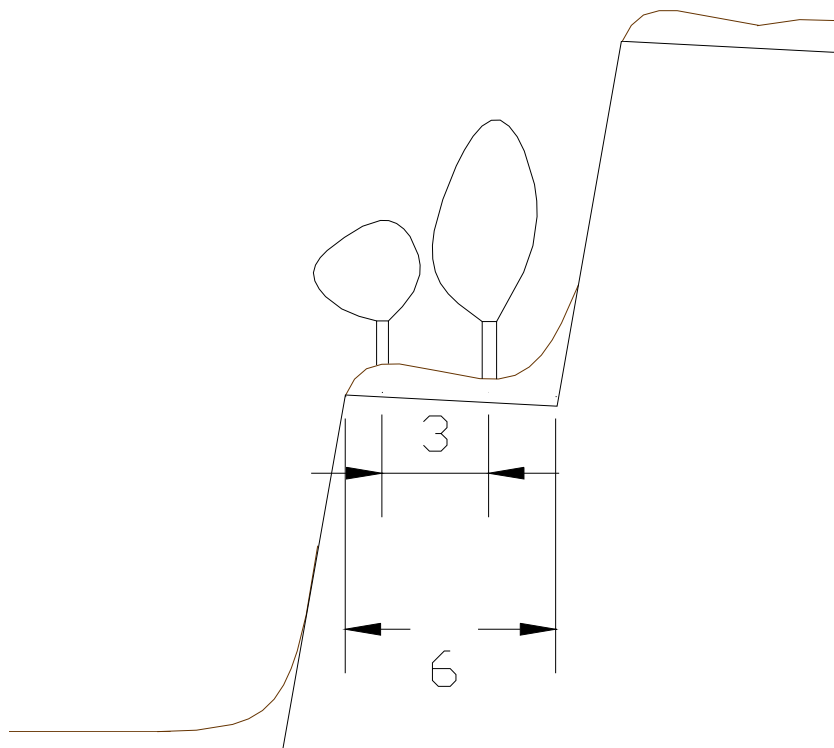
Σχήμα 7.1: Τομή τελικής διαμόρφωσης βαθμίδων

Κατόπιν της διαμόρφωσης αυτής, ακολουθεί η επίστρωση των επιφανειών των βαθμίδων και της πλατείας με χαλαρά υλικά και φυτική γη. Αρχικά θα γίνει η επίστρωση των στείων υλικών, τα οποία είναι αναμεμειγμένα με την προϋπάρχουσα φυτική γη της περιοχής. Τα υλικά αυτά έχουν απορριφθεί από τον προδιαλογέα του συστήματος θραύσης και είναι μικρής κοκκομετρίας. Στην συνέχεια και σε δεύτερο στάδιο θα γίνει επίστρωση με φερτή φυτική γη. Το πάχος της επίστρωσης υπολογίζεται κατά μέσο όρο στα 50cm και θα έχει την μορφή του σχήματος 7.2.

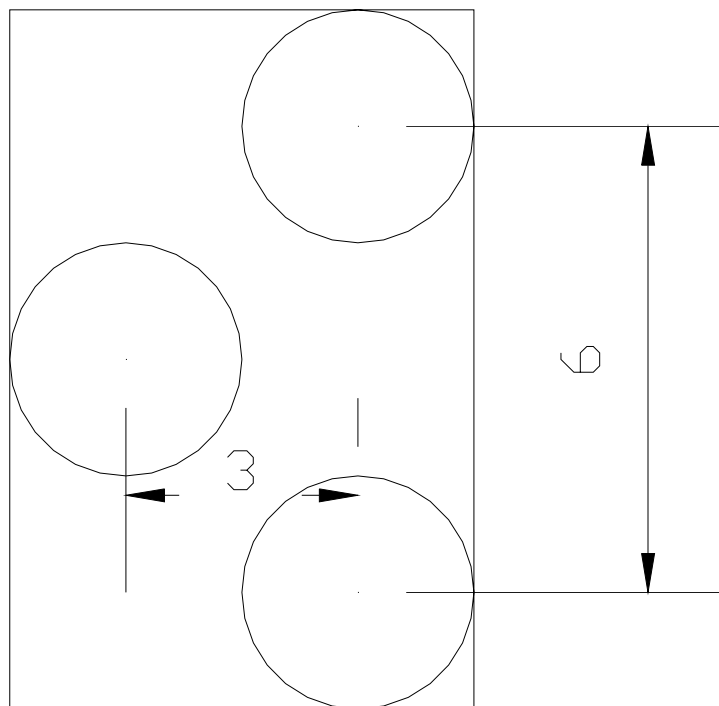


Σχήμα 7.2: Επίστρωση βαθμίδων με φυτική γη

Μετά τη επίστρωση των βαθμίδων και της πλατείας ξεκινά η διαδικασία φύτευσης. Η φύτευση θα ξεκινήσει από τις υψηλότερες βαθμίδες και θα καταλήξει στις χαμηλότερες, καθώς μετά την φύτευση οι βαθμίδες καθίστανται απροσπέλαστες. Η γεωμετρία των βαθμίδων επιτρέπει την φύτευση δύο σειρών δέντρων, κάτι που θα κάνει την βλάστηση να δείχνει πυκνότερη και φυσική. Στα σχήματα 7.3 και 7.4 παρουσιάζονται η τομή και η κάτοψη ενός τμήματος μια βαθμίδας αντίστοιχα. Στο επίπεδο της πλατείας τα δενδρύλια θα τοποθετούνται σε τυχαίες σειρές φροντίζοντας να διατίθεται μια επιφάνεια 9m^2 στο καθένα για να αναπτυχθεί. Η φύτευση των δενδρυλίων θα γίνει σε λάκκους βάθους και διαμέτρου 50cm. Αμέσως μετά την φύτευση των δενδρυλίων θα ακολουθεί η άμεση σύνδεσή τους με το σύστημα ποτίσματος το οποίο και αναλύεται σε επόμενη ενότητα.



Σχήμα 7.3: Τομή βαθμίδας μετά την φύτευση



Σχήμα 7.4: Κάτοψη βαθμίδας μετά την φύτευση

7.3.2.1. Επιλογή δενδρυλίων

Η επιλογή των δέντρων που θα φυτευτούν πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τα είδη τα οποία είναι αυτοφυή στην περιοχή. Αυτό για να διατηρηθεί μια αρμονία μεταξύ της απεκατεστημένης περιοχής και των περιβαλλόντων περιοχών. Τα είδη της χλωρίδας που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή και προφανώς ευδοκιμούν στην ευρύτερη περιοχή είναι τα εξής :

- ◇ Πουρνάρι
- ◇ Θυμάρι
- ◇ Χαρουπιά
- ◇ Αγριελιά

Επιπλέον λόγω του γεγονότος ότι οι γειτονικές στην εκμετάλλευση περιοχές είναι αγροτικά εκμεταλλεύσιμες, συναντώνται ευρέως και δέντρα ελιάς.

Στις μέρες μας είναι πλέον διαπιστωμένο ότι ο συνδυασμός δενδρώδους και ποώδους βλάστησης ελαττώνει την διάβρωση του εδάφους ενώ ταυτόχρονα υποβοηθά την ανάπτυξη των δέντρων, δημιουργώντας ιδανικές συνθήκες κατακράτησης νερού. Επομένως προτείνεται η φύτευση ο συνδυασμός φυτεύσεων χαρουπιάς, ελιάς και πουρναριού. Στο επίπεδο της πλατείας οι φυτεύσεις θα γίνουν με ανάμεικτο τρόπο, με τυχαία τοποθέτηση των διαφόρων ειδών έτσι ώστε να φαίνεται το δυνατό φυσικότερο το περιβάλλον. Στις βαθμίδες η φυτεύσεις θα γίνουν σε δύο σειρές. Στην εσωτερική σειρά θα τοποθετηθούν ελαιόδεντρα και στην εξωτερική θα τοποθετηθούν χαρουπιές.

7.3.2.2. Υπολογισμός αριθμού δενδρυλίων προς φύτευση.

Όπως γίνεται εμφανές στο σχήμα 7.4, στις βαθμίδες θα γίνει τοποθέτηση ενός δενδρυλίου κάθε έξι μέτρα μήκους βαθμίδας. Αυτό θα γίνεται σε δυο σειρές ανά βαθμίδα. Στον πίνακα 7.3 παρουσιάζονται το μήκος των βαθμίδων και τα δενδρύλια προς φύτευσης που αντιστοιχούν. Όλες οι μετρήσεις μήκους που παρουσιάζονται έχουν προκύψει από το AutoCAD.

Πίνακας 7.3: Αριθμός δενδρυλίων ανά βαθμίδα

Υψόμετρο βαθμίδας	Μήκος μετώπου βαθμίδας (m)	Δέντρα ανά σειρά	Συνολικά δέντρα προς φύτευση
380	253	42	84
385	242	40	80
395	168	28	56
400	191	31	62

Η ποσότητα των δέντρων που θα φυτευτούν στην πλατεία θα υπολογιστεί μέσω της επιφάνειας της πλατείας. Σύμφωνα με το AutoCAD η επιφάνεια προσδιορίζεται στα 8755m² και επομένως δεδομένου ότι θα τοποθετηθεί ένα δέντρο για κάθε 9m², ο αριθμός των δέντρων προς φύτευση θα είναι 972.

Τέλος ο αριθμός των δέντρων από κάθε είδος παρουσιάζεται στον πίνακα 7.4.

Πίνακας 7.4: Αριθμός των δέντρων που θα χρησιμοποιηθούν από κάθε είδος

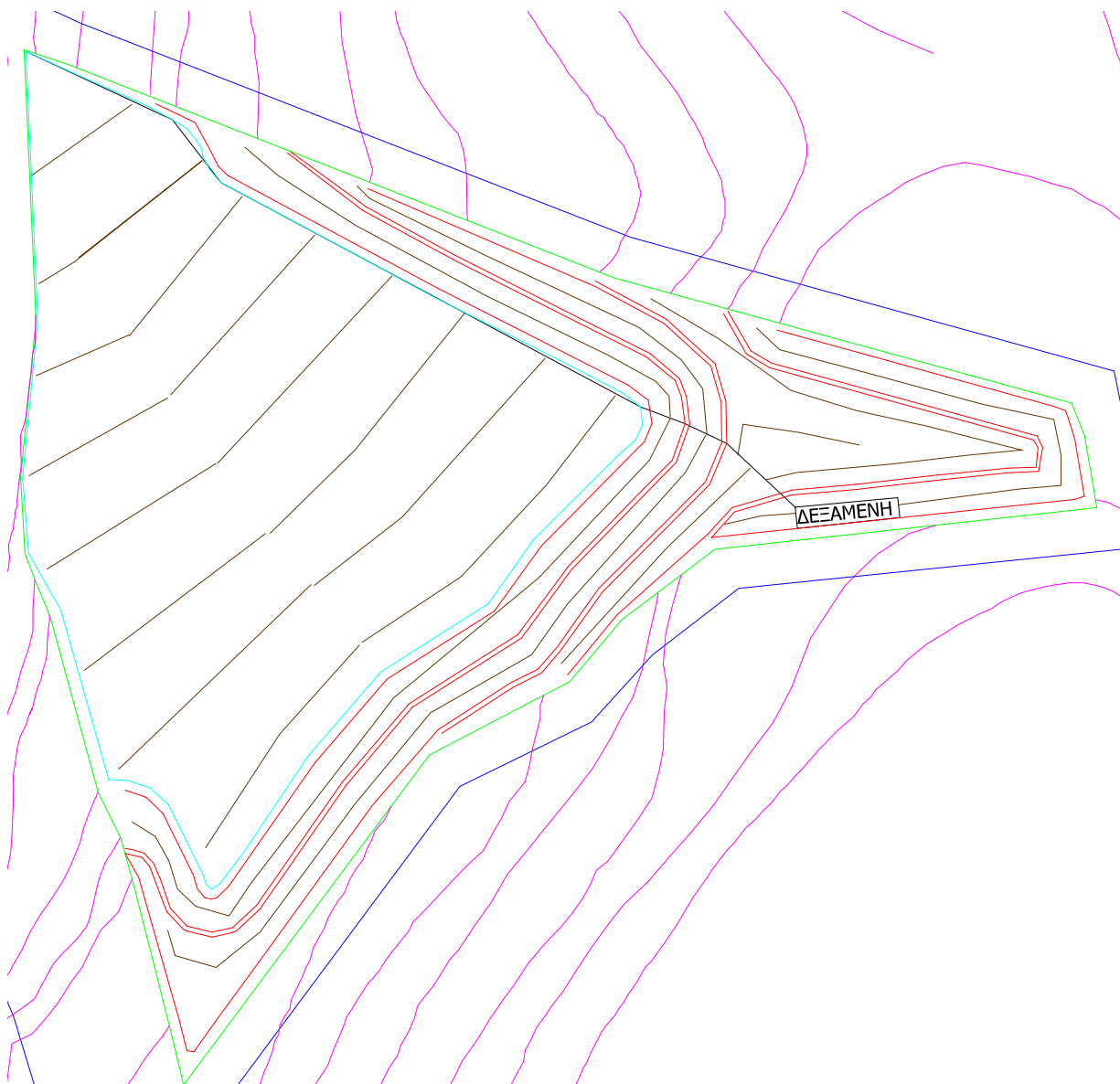
	Πλατεία	Βαθμίδα 380m	Βαθμίδα 385m	Βαθμίδα 395m	Βαθμίδα 400m
Ελαιόδεντρα	324	42	40	28	31
Χαρουπιές	324	42	40	28	31
Πουρνάρι	324	-	-	-	-

Επομένως συνολικά θα απαιτηθεί η αγορά 465 ελαιόδεντρων, 465 δέντρων χαρουπιάς και 324 χαρουπιές.

7.3.2.3 Εγκατάσταση συστήματος άρδευσης

Για την ανάπτυξη των δενδρυλίων είναι απαραίτητο τα πρώτα χρόνια από την φύτευσή τους να ποτίζονται συστηματικά, μέχρι να αποκτήσουν μέγεθος ικανό να συντηρούνται από μόνα τους. Για τον σκοπό αυτό θα τοποθετηθεί μια δεξαμενή στο ανώτερο τμήμα της εκμετάλλευσης, δηλαδή στην βαθμίδα υψομέτρου 400m και με αρχή την δεξαμενή αυτή θα αναπτυχθεί ένα σύστημα σωληνώσεων το οποίο και θα ποτίζει όλη την περιοχή της εκμετάλλευσης. Η δεξαμενή θα έχει πλάτος 4m και μήκος 17m ενώ το ύψος της θα είναι στα 5 μέτρα. Η συνολική χωρητικότητά της τάξεως των 340m³ αναμένεται να καλύπτει τις ανάγκες της εγκατάστασης σε νερό, ενώ η τροφοδοσία της σε νερό θα γίνεται από το δίκτυο του Ο.Α.ΔΥ.Κ. που διατρέχει την

περιοχή. Στο σχήμα 7.5 απεικονίζεται το σύστημα των σωλήνων. Με μαύρο χρώμα είναι ο κεντρικός αγωγός διανομής με διάμετρο $\Phi 60$ και με καφέ χρώμα είναι οι αγωγοί διανομής στις βαθμίδες με διάμετρο $\Phi 40$. Από τους αγωγούς διανομής στις βαθμίδες θα εκκινούν λάστιχα μικρής διαμέτρου της τάξεως του $\Phi 16$ και τα οποία θα καταλήγουν στις ρίζες των δέντρων, τα οποία και θα ποτίζονται με άρδευση στάγδην.



Σχήμα 7.5: Σύστημα ποτίσματος, με μαύρο χρώμα ο κεντρικός αγωγός και με καφέ οι δευτερεύοντες

Τα υλικά τα οποία απαιτούνται για την εγκατάσταση του συστήματος αυτού υπολογίζονται σε:

1. Αγωγός Φ60 : 162m
2. Αγωγοί Φ40 : 1362m
3. Αγωγοί Φ16 : 1881m

Το μήκος των αγωγών Φ60 και Φ40 υπολογίστηκε απευθείας από το AutoCAD, ενώ για τους αγωγούς Φ16 υπολογίστηκε δεδομένου ότι με την υπάρχουσα διάταξη του δικτύου και των δενδρυλίων θα απαιτείται 1,5m αγωγού Φ16 για κάθε ένα δέντρο.

Κεφάλαιο 8.

Οικονομοτεχνική μελέτη

8.1 Εισαγωγή

Με την ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων, διαπιστώθηκε ότι είναι τεχνικά εφικτή η εκμετάλλευση της συγκεκριμένης περιοχής σαν λατομείο αδρανών υλικών και άσβεστου, ενώ ταυτόχρονα προσδιορίστηκαν στοιχεία που αφορούν την παραγωγή. Για να προχωρήσει όμως η λατομική εκμετάλλευση μένει να αποδειχτεί ότι είναι και οικονομικά συμφέρουσα μια τέτοια κίνηση. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η εκπόνηση μιας οικονομοτεχνικής μελέτης, ούτως ώστε να εκτιμηθεί το πόσο ασφαλής είναι μια επένδυση στην περιοχή αυτή, τι πιθανοί κίνδυνοι ελλοχεύουν και εάν εν τέλει μια τέτοια επιχείρηση μπορεί να επιβιώσει η όχι. Στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου αυτού επιχειρείται μια προσέγγιση των οικονομικών στοιχείων από την φάση των μελετών μέχρι και το πέρας της περιβαλλοντικής αποκατάστασης που αποτελεί και το τελικό στάδιο πριν από την αποχώρηση από την περιοχή.

8.2 Έρευνα αγοράς στην περιοχή.

Η περιοχή στην οποία δραστηριοποιείται η επιχείρηση η οικιστική ανάπτυξη γνωρίζει άνοδο τα τελευταία χρόνια. Αυτό γιατί το λατομείο βρίσκεται κοντά στις περιοχές της Γεωργιούπολης και του Αποκόρωνα που τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται οικονομικά.

Στην Κρήτη σήμερα απαιτούνται περί τις 300000m³ ασβέστη ανά έτος που είναι το κύριο προϊόν της εταιρίας. Η ποσότητα αυτή δεν είναι δυνατόν να καλυφθεί από τα υπάρχοντα ασβεστοκομεία του νησιού, ενώ η μεταφορά ασβέστη από άλλες περιοχές της Ελλάδας ή του εξωτερικού είναι κάτι το οποίο αυξάνει κατά πολύ την τελική τιμή του προϊόντος. Επομένως η διάθεση του βασικού προϊόντος του λατομείου είναι κάτι το οποίο με τα σημερινά δεδομένα είναι εξασφαλισμένο. Τα υπόλοιπα αδρανή υλικά που παράγει το λατομείο και τα οποία αφορούν τις κοκκομετρίες της ψηφίδας, του χαλικιού και της άμμου, έχουν και αυτά πολύ καλές προοπτικές διάθεσης, καθώς το κοντινότερο λατομείο στην περιοχή αυτή απέχει τουλάχιστον 60 χιλιόμετρα από τις εγκαταστάσεις του υπό εξέταση χώρου. Αυτό σημαίνει πως το λατομείο που μας απασχολεί έχει καλύτερη τιμή εντοπιότητας σε σχέση με τα υπόλοιπα για τις περιοχές της Γεωργιούπολης και του Αποκόρωνα. Σύμφωνα λοιπόν με όλα τα παραπάνω και δεδομένου ότι η εταιρία δραστηριοποιείται στον χώρο αυτό εδώ και αρκετά χρόνια, θεωρείται σχεδόν βέβαιο πως η απορρόφηση των προϊόντων από την αγορά θα είναι άμεση.

8.3. Κόστος αρχικής επένδυσης

Ο όρος αρχική επένδυση αφορά το αρχικό κεφάλαιο που είναι απαραίτητο να επενδυθεί ούτως ώστε το λατομείο να είναι έτοιμο προς λειτουργία. Το κεφάλαιο αυτό επενδύεται στις απαραίτητες μελέτες που πρέπει να γίνουν πριν την οποιαδήποτε κίνηση, στην μίσθωση του χώρου, στην αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού και δημιουργία εγκαταστάσεων.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, το συγκεκριμένο λατομείο έχει την ιδιαιτερότητα να γίνονται μέσα στον λατομικό χώρο μόνο οι εργασίες εξόρυξης, καθώς οι εγκαταστάσεις θραύσης και οι εγκαταστάσεις του ασβεστοκομείου βρίσκονται σε χώρο της εταιρίας, σε απόσταση 2,5 χιλιομέτρων από την λατομική περιοχή.

8.3.1 Κόστος εκπόνησης μελετών

Οι αρχικές μελέτες που απαιτούνται είναι η τεχνική μελέτη που ορίζει ο Κ.Μ.Λ.Ε. στο άρθρο 4 και η περιβαλλοντική μελέτη αποκατάστασης. Το κόστος των δύο αυτών μελετών, συνυπολογιζόμενου του κόστους για την εκπόνηση των τοπογραφικών σχεδίων, αναμένεται να φτάσει τις 10000€. 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€.

8.3.2. Κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, το συγκεκριμένο λατομείο έχει την ιδιαιτερότητα να γίνονται μέσα στον λατομικό χώρο μόνο οι εργασίες εξόρυξης, καθώς οι εγκαταστάσεις θραύσης και οι εγκαταστάσεις του ασβεστοκομείου βρίσκονται σε χώρο της εταιρίας, σε απόσταση 2,5 χιλιομέτρων από την λατομική περιοχή. Στις εγκαταστάσεις της εταιρίας επίσης υπάρχουν μηχανοστάσιο, αποδυτήρια και αναψυκτήριο. Αυτό συνεπάγεται πως στην λατομική περιοχή η μόνη εγκατάσταση που είναι απαραίτητο να κατασκευαστεί είναι ένας χώρος που θα χρησιμεύει στην εστίαση των εργαζομένων και θα διαθέτει και αποδυτήρια. Το κόστος της κατασκευής της αποθήκης αναμένεται να φτάσει τις 15000€.

8.3.3. Κόστος αγοράς μηχανολογικού εξοπλισμού

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός αποτελεί την μεγαλύτερη επιβάρυνση στην αρχική επένδυση. Είναι ακριβός εξοπλισμός, που όμως είναι αρκετά εύκολο να βρεθεί σε ελαφρός μεταχειρισμένη κατάσταση. Επιλέγεται η αγορά ελαφρώς μεταχειρισμένου εξοπλισμού για την όσο το δυνατόν μικρότερη επιβάρυνση στην αρχική επένδυση και με την προοπτική της αλλαγής

του εξοπλισμού αυτού σε καινούριου μετά την απόσβεση του κεφαλαίου που αρχικά επενδύεται. Στον πίνακα 8.1 παρατίθενται τα μηχανήματα που απαιτούνται, μια συνήθης τιμή με την οποία βρίσκονται στην αγορά σαν μεταχειρισμένα, καθώς και στοιχεία για την ιπποδύναμη και την κατανάλωσή τους, όπως παρουσιάζονται από τις εταιρίες κατασκευής τους.

Πίνακας 8.1: Ανάλυση μηχανολογικού εξοπλισμού

Μηχάνημα	Ιπποδύναμη (HP)	Κατανάλωση (L/h)	Τιμή (€)
Διατρητικό Wagon Drill	315	280	60000
Φορτωτής CAT 980B	275	235	80000
Υδραυλικός εκσκαφέας CAT244	275	235	40000
Προωθητήρας CAT D8	322	275	50000
Φορητό MAN 30TN	400	330	60000
Φορητό MAN 30TN	400	330	60000
Σύνολο	1987	1685	350000

Περαιτέρω αγορά εξοπλισμού δεν είναι απαραίτητη καθώς εγκαταστάσεις θραύσης και αββεστοποιίας υπάρχουν ήδη.

8.3.4. Συνολικό ύψος αρχικής επένδυσης

Με βάση την παραπάνω ανάλυση των επιμέρους επενδύσεων, προκύπτει ο πίνακας 8.2 ο οποίος και παρουσιάζει το συνολικό κόστος της επένδυσης.

Πίνακας 8.2: Συνολικό κόστος επένδυσης

Είδος αρχικής επένδυσης	Κόστος (€)
Κόστος εκπόνησης μελετών	18000
Κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων	15000
Κόστος αγοράς μηχανολογικού εξοπλισμού	350000
Σύνολο	383000

8.4. Κόστος λειτουργίας λατομείου.

Το κόστος λειτουργίας αφορά τις δαπάνες που βαρύνουν την επιχείρηση καθ' όλη την διάρκεια της λειτουργίας του. Αυτές οι δαπάνες αφορούν τις πληρωμές του προσωπικού, τις δαπάνες για καύσιμα λιπαντικά και αναλώσιμα των μηχανημάτων, τις δαπάνες για την αγορά εκρηκτικών

8.4.1. Δαπάνες για τις αμοιβές του προσωπικού.

Αρχικά πρέπει να καθοριστεί ο αριθμός των εργαζομένων του λατομείου. Λόγω της ιδιαιτερότητας της επιχείρησης, οι ανάγκες συντήρησης θα καλυφθούν από τους εργαζομένους του ήδη υπάρχοντος τμήματος συντήρησης της εταιρίας. Επομένως οι εργαζόμενοι που θα χρειαστούν στο λατομείο θα έχουν να κάνουν αποκλειστικά και μόνο με τις διαδικασίες τις εξόρυξης. Είναι λοιπόν απαραίτητη η πρόσληψη ενός εργοδηγού για τον τομέα της εξόρυξης και χειριστές για κάθε ένα από τα μηχανήματα τα οποία θα χρησιμοποιούνται στην διαδικασία αυτή. Το γεγονός ότι το λατομείο θα δουλεύει σε μια βάρδια σημαίνει πως δεν είναι απαραίτητη η πρόσληψη περισσότερων του ενός χειριστή για κάθε τύπο μηχανήματος. Στον πίνακα 8.3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι ειδικότητες των εργαζομένων που θα προσληφθούν καθώς και οι αμοιβές τους.

Επομένως οι συνολικές δαπάνες ανά έτος θα ανέρχονται σε 123200€.

Πίνακας 8.3: Μισθοδοσία υπαλλήλων

Ειδικότητα εργαζομένου	Μηνιαίες απολαβές (€)
Εργοδηγός εξόρυξης	1400
Χειριστής Wagon Drill	1200
Χειριστής υδραυλικού εκσκαφέα	1000
Χειριστής προωθητήρα	1200
Χειριστής φορτωτή	1400
Οδηγός φορτηγού	1300
Οδηγός φορτηγού	1300
Σύνολο	8800

8.4.2. Δαπάνες καυσίμων, ελαστικών και λιπαντικών

Στον πίνακα 8.1 δίνεται μια εκτίμηση για την κατανάλωση των μηχανημάτων σε σχέση με την ώρα που αυτά είναι σε λειτουργία. Αυτή όμως η προσέγγιση δεν είναι αντιπροσωπευτική της πραγματικής κατανάλωσης, καθώς οι συνθήκες λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένου των κλίσεων και του είδους του πετρώματος, διαφοροποιούν την κατάσταση. Μια εμπειρική σχέση υπολογισμού της κατανάλωσης είναι η:

$$0,10 \text{ L/ HP/ h} \quad [8.1]$$

Δηλαδή, προκύπτει κατανάλωση 0,12L πετρελαίου για κάθε ίππο για κάθε ώρα λειτουργίας. Το λατομείο λειτουργεί 240 ημέρες τον χρόνο 8 ώρες την ημέρα αλλά η λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού γίνεται για 6 ώρες την ημέρα. Επομένως για όλο τον εξοπλισμό εκτός του διατρητικού αυτός ο υπολογισμός έχει ως εξής :

$$0,10 * 1672 * 6 * 240 = 240768 \text{ L / έτος}$$

Το διατρητικό μηχάνημα έχει δυνατότητα διάτρησης 150m ανά οκτάωρο. Έχουν προγραμματιστεί να γίνονται 49 ανατινάξεις ετησίως με συνολικό μήκος διατρημάτων 333m για κάθε μια από αυτές. Επομένως προκύπτει πως οι ώρες λειτουργίας για το διατρητικό θα είναι 870 ανά έτος. Επομένως σύμφωνα με την σχέση 8.1 η κατανάλωση καυσίμου για το διατρητικό θα είναι 32886 L/έτος.

Το σύνολο της ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου λοιπόν ορίζεται σε 273654 L/έτος. Με την τρέχουσα τιμή του λίτρου του πετρελαίου κίνησης να είναι στα 1,1 €/L, η ετήσια δαπάνη για την αγορά πετρελαίου προσδιορίζεται σε 301019 €.

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία οι δαπάνες για αγορά λιπαντικών, για αγορά ελαστικών και για συντήρηση εκτιμώνται σαν ποσοστό επί των δαπανών για αγορά καυσίμων. Έτσι, για αγορά λιπαντικών το ποσοστό είναι 25%, για αγορά ελαστικών και ανταλλακτικών είναι 20% και για συντήρηση είναι 15%. Κατόπιν τούτου προκύπτει ο πίνακας 8.4.

Πίνακας 8.4: Ετήσιες δαπάνες για την λειτουργία των μηχανημάτων

Δαπάνες	Κόστος (€)
Αγορά καυσίμων	301019
Αγορά λιπαντικών	75254
Αγορά ελαστικών και ανταλλακτικών	60203
Συντήρηση	45152
Σύνολο	481628

8.4.3. Δαπάνες διάτρησης - ανατίναξης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί για την λειτουργία του λατομείου θα γίνονται προγραμματισμένες ανατινάξεις μια την εβδομάδα. Για τον λόγο αυτό, δεν είναι απαραίτητη η μόνιμη πρόσληψη γομωτή – πυροδότη, αλλά προτείνεται η συνεργασία με έναν εργαζόμενο αυτής της ειδικότητας ο οποίος θα εργάζεται μόνο την ημέρα των ανατινάξεων. Επομένως ο εργαζόμενος αυτός θα εργαστεί στην εταιρία για 49 ημέρες το έτος. Οι διπλωματούχοι γομωτές – πυροδότες έχουν αυξημένο ημερομίσθιο, το οποίο και υπολογίζεται στα 150 € ανά ανατίναξη. Επομένως το ετήσιο κόστος απασχόλησης του γομωτή – πυροδότη ανέρχεται στα 7350 €.

Επιπλέον, όπως έχει υπολογιστεί στην ενότητα 6.6, η ετήσια κατανάλωση αμμωνίτη και ANFO είναι αντίστοιχα 3354kg και 69635kg. Με βάση την τιμή της αγοράς στα 2€ για τον αμμωνίτη και στα 1,3€ για το ANFO προκύπτουν τα συνολικά ετήσια κόστη 6708€ και 90525€ για αμμωνίτη και ANFO αντίστοιχα.

Οι δαπάνες για την προμήθεια θρυαλλίδων και καψυλλίων, σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία ανέρχονται κατά προσέγγιση σε ένα ποσοστό της τάξεως του 24% της δαπάνης για την αγορά εκρηκτικών. Επομένως η δαπάνη αυτή υπολογίζεται στα 23335 €.

Τέλος, στην ενότητα αυτή συγκαταλέγεται και το κόστος των κεφαλών του διατρητικού μηχανήματος. Δεδομένου ότι μια κεφαλή μπορεί να εργαστεί για περίπου 250m διάνοιξης, εύκολα υπολογίζεται ότι σε ετήσια βάση θα απαιτούνται περί τις 65 κεφαλές με κόστος περίπου

250 € η κάθε μια. Επομένως η συνολική ετήσια δαπάνη υπολογίζεται στα 16250 €. Συνολικά οι δαπάνες της διαδικασίας της διάτρησης και της ανατίναξης παρουσιάζονται στον πίνακα 8.5.

Πίνακας 8.5: Ετήσιες δαπάνες για την διαδικασία της διάτρησης και ανατίναξης

Δαπάνες	Κόστος (€)
Αμοιβή γεωμότη - πυροδότη	7350
Αγορά ANFO	90525
Αγορά αμμωνίτη	6708
Αγορά θρυαλλίδων και καψυλλίων	23335
Αγορά κεφαλών διατρητικού	16250
Σύνολο	144168

8.4.4 Δαπάνες για την περιβαλλοντική αποκατάσταση.

Η περιβαλλοντική αποκατάσταση που θα λάβει χώρα μετά το τέλος των λατομικών εργασιών, απαιτεί την διάθεση ενός ποσού χρημάτων, τα οποία και πρέπει να έχουν αποταμιευθεί κατά την περίοδο λειτουργίας του λατομείου. Στην περιβαλλοντική μελέτη που παρατίθεται στο κεφάλαιο 7 γίνεται αναλυτική αναφορά των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την αποκατάσταση. Στον πίνακα 8.6. παρατίθενται τα προβλεπόμενα κόστη για κάθε απαραίτητο υλικό.

Πίνακας 8.6: Συνολική δαπάνη αγοράς υλικών για την περιβαλλοντική αποκατάσταση

Υλικό	Τιμή μονάδος (€)	Απαιτούμενη ποσότητα	Κόστος(€)
Ελαιόδεντρα	2,5	465	1162
Χαρουπιές	2	465	930
Πουρνάρια	1	324	324
Αγωγός Φ60	1 €/ μέτρο	162m	162
Αγωγός Φ40	0,8€/ μέτρο	1362m	1089
Αγωγός Φ16	0,3€/ μέτρο	1881m	564
Σύνολο			4231

Στα παραπάνω κόστη πρέπει να προστεθεί και το κόστος των εργατικών αλλά και της επίστρωσης με φυτική γη όπως επίσης το κόστος κατασκευής της δεξαμενής. Για την αποκατάσταση θα εργαστούν δύο εργάτες οι οποίοι αναμένεται να έχουν την δυνατότητα φύτευσης 60 δενδρυλίων την ημέρα, ενώ η εγκατάσταση του συστήματος ποτίσματος αναμένεται να διαρκέσει συνολικά 4 ημέρες. Κατόπιν τούτου τα εργατικά με ημερομίσθιο 40€ για το άτομο, θα φθάσουν το ποσό των 2000€.

Υπολογίζεται πως είναι δυνατή η επίστρωση 5 στρεμμάτων ημερησίως, με την χρήση δύο φορτηγών αυτοκινήτων και ενός φορτωτή. Το ημερήσιο κόστος ανέρχεται στα 800€ συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς φυτικής γης. Η συνολική έκταση προς επίστρωση είναι 15598m³. Επομένως συνολικά θα απαιτηθούν 4 ημέρες για την ολοκλήρωση της επίστρωσης με συνολικό κόστος 3200€.

Τέλος η κατασκευή της δεξαμενής αναμένεται να ανέλθει στο κόστος των 8000€.

Κατόπιν όλων των παραπάνω, το συνολικό κόστος της περιβαλλοντικής αποκατάστασης αναμένεται να ανέλθει στο ποσό των 17431€. Επομένως αυτό σημαίνει πως στην επιχείρηση θα υπάρχει μια ετήσια επιβάρυνση της τάξεως των 3150€.

8.4.4. Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας του λατομείου

Συγκεντρωτικά τα κόστη που αφορούν την λειτουργία του λατομείου σε ετήσια βάση παρουσιάζονται στον πίνακα 8.7. Επομένως με βάση την υπολογισμένη ετήσια παραγωγή της τάξεως των 90000m³ (ημερήσια παραγωγή 375m³ επί 240 εργάσιμες ημέρες ανά έτος) προκύπτει πως το κόστος εξόρυξης και μεταφοράς ενός κυβικού είναι 7,35 €.

Πίνακας 8.7: Ετήσιο κόστος λειτουργίας λατομείου

Δαπάνες	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)
Αμοιβές εργαζομένων	123200
Κάύσιμα και αναλώσιμα μηχανημάτων	481628
Διάτρηση – ανατίναξη	144168
Περιβαλλοντική αποκατάσταση	3150
Σύνολο	752146

8.5. Κέρδη της επιχείρησης

Σύμφωνα με υπολογισμούς για κάθε κυβικό μέτρο εξορυσσόμενου πετρώματος ο τζίρος που θα λαμβάνει η εταιρία ανέρχεται στα 10 €. Αυτό σημαίνει πως ο ετήσιος τζίρος της εταιρίας για την δεδομένη παραγωγή θα ανέρχεται στο ποσό των 900000 €. Επομένως τα καθαρά ετήσια έσοδα της εταιρίας θα είναι 147854 €. Μέρος των χρημάτων αυτών θα χρησιμοποιηθεί για την απόσβεση του αρχικά επενδυόμενου κεφαλαίου, αλλά και σαν κεφάλαιο κίνησης.

Κεφάλαιο 9.

Συμπεράσματα – Προτάσεις

9.1. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από την παρούσα διπλωματική εργασία, αφορούν κυρίως την διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Όσον αφορά την διαδικασία προκύπτουν οι εξής διαπιστώσεις:

1. Σε χάρτες με κακή ποιότητα, όπως στην συγκεκριμένη περίπτωση, είναι αδύνατη η ψηφιοποίηση με της διαδικασίες του λογισμικού πακέτου CAD overlay. Για την περίπτωση που εξετάζεται το μικρό μέγεθος του χάρτη επέτρεψε την ψηφιοποίησή του χειροκίνητα, αλλά για μεγαλύτερου μεγέθους χάρτες είναι προφανές ότι πρέπει να αναζητηθεί κάποια άλλη λύση.
2. Τυχόν παραμορφώσεις του πρωτοτύπου χάρτη δημιουργούν προβλήματα μετά την ψηφιοποίηση, καθώς υπάρχουν αποκλίσεις των συντεταγμένων των ψηφιοποιημένων από αυτά του χάρτη.
3. Η βέλτιστη διαδικασία δημιουργίας ισοϋψών στο λογισμικό πακέτο Surfer 6 είναι η μέθοδος Kriging καθώς αυτή πετυχαίνει την καλύτερη προσέγγιση.
4. Η μέθοδος των κύκλων για την αποτύπωση της πλατείας της εκμετάλλευσης αποτελεί μια μέθοδο με ακριβή και σωστά αποτελέσματα. Για την καλύτερη ακρίβειά της προτείνεται η λήψη σημείων της περιμέτρου τα οποία να έχουν γνωστό και ακριβές υψόμετρο.
5. Για τον υπολογισμό του όγκου μέσω του λογισμικού πακέτου Surfer 6 παρατηρείται ότι όσο καλύτερο και αναλυτικότερο είναι το αρχείο πλέγματος τόσο πιο ακριβή αποτελέσματα λαμβάνονται. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η επιλογή της μικρότερης δυνατής τιμής στο πεδίο Spacing.

Όσον αφορά την επιφανειακή εκμετάλλευση στο συγκεκριμένο λατομείο, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η ύπαρξη ρέματος στα δυτικά της εκμετάλλευσης προκάλεσε μεγάλη μείωση στην ποσότητα του απολήψιμου πετρώματος, αλλά παρόλα αυτά η εκμετάλλευση παραμένει οικονομικά συμφέρουσα. Είναι επιβεβλημένος πάντως ο συχνός καθαρισμός της κοίτης του για την αποφυγή οποιουδήποτε προβλήματος.

2. Η ιδιομορφία στο σχήμα του λατομικού χώρου αλλά και το μικρό μέγεθος αυτού δημιουργούν προβλήματα στον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης καθώς είναι δύσκολη η κατασκευή έργων προσπέλασης προς τα μέτωπα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ο δρόμος που οδηγεί στον πυθμένα της εκμετάλλευσης έχει κλίση 13° με μέγιστο επιτρεπόμενο όριο τις 12°.
3. Οι βαθμίδες της τελικής κατάστασης δεν έχουν σταθερό ύψος λόγω της ιδιομορφίας της λατομικής περιοχής.
4. Το λατομείο βρίσκεται σε τέτοια θέση ώστε να μην είναι ορατό από κατοικημένες περιοχές ή και τουριστικές περιοχές.

9.2. Προτάσεις

Οι προτάσεις που ακολουθούν αφορούν στην βελτιστοποίηση της μελέτης επιφανειακής εκμετάλλευσης στην περιοχή που μελετήθηκε στην διπλωματική εργασία αυτή:

1. Να προσδιοριστεί με ακρίβεια η οπτική όχληση που θα προκληθεί εξαιτίας της εκμετάλλευσης. Το γεγονός ότι η γύρω περιοχή είναι τουριστική κάνει την ενέργεια αυτή επιβεβλημένη.
2. Να μελετηθεί η πιθανή επιβάρυνση του οδικού δικτύου της περιοχής λόγω της αυξημένης διακίνησης βαρέων οχημάτων που θα ακολουθήσει την έναρξη της εκμετάλλευσης.
3. Να μελετηθεί αν η εκτροπή του ρέματος με σκοπό την αύξηση των αποθεμάτων είναι μια οικονομικά συμφέρουσα λύση.
4. Να προσδιοριστούν με ακρίβεια τα όρια της κοίτης του ρέματος ούτως ώστε να απομακρυνθεί κάθε πιθανότητα διαταραχής του.
5. Να εξεταστεί αν η περιοχή συμπεριλαμβάνεται στο δίκτυο προστατευμένων περιοχών Natura 2000 και σε περίπτωση που συμπεριλαμβάνεται να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα.

Βιβλιογραφία

1. Αγιουτάντης Ζ., (2004), «Στοιχεία διάτρησης και ανατίναξης». Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων.
2. Εξαδάκτυλος Γ.Ε., (2004), «Σχεδιασμός γεωτεχνικών και λατομικών έργων». Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων.
3. Καβουρίδης Κ., (1990), «Βασικές αρχές σχεδιασμού επιφανειακών εκμεταλλεύσεων», Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, τομέας Μεταλλευτικής Τεχνολογίας, Χανιά.
4. Αντωνίου Α., (2005), «Σχεδιασμός εκμετάλλευσης του λατομείου της Medcon Constructions LTD στην λατομική ζώνη Παρεκκλησιάς», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων
5. Μαλλίνας Δ., (2006), «Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών στην θέση "Υψωμα Κουμαρός" Δήμου Παραβόλας του Νομού Αιτωλοακαρνανίας», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων.
6. Sinskid 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.
7. Σαρρής Α., (2006), «Ανάπτυξη ενός Έμπειρου Συστήματος για την Παρακολούθηση, Διαχείριση & Προστασία του Φυσικού Τοπίου & του Περιβάλλοντος της Κρήτης», Crete innovative region (CRINNO), EMERIC, Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας.
8. Τσουτρέλης Χ., (1983), «Υπαίθριοι εκμεταλλεύσεις – μέρος Α΄»

