



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

**Εκτίμηση αποθεμάτων και σχεδιασμός έργων
προσπέλασης-προπαρασκευής βωξιτικού
κοιτάσματος στη θέση Μουκιχρί από γεωλογικά-
τοπογραφικά δεδομένα και δεδομένα
δειγματοληπτικών γεωτρήσεων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικοληά Ευστάθιου

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Γεώργιος Εξαδάκτυλος, Καθηγητής (επιβλέπων)

Εμμανουήλ Μανούτσογλου, Καθηγητής

Μιχαήλ Γαλετάκης, Αν. Καθηγητής

ΧΑΝΙΑ

Ιούνιος, 2014

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από την τριμελή
εξεταστική επιτροπή δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων
του συγγραφέα. Η Διπλωματική Εργασία βαθμολογείται.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	5
1. Εισαγωγή.....	6
2. Η Εταιρία.....	8
2.1 Αλουμίνιον Α.Ε.....	8
2.2 «Δελφοί-Δίοτομον Α.Μ.Ε.».....	9
2.2.1 Η Ασφάλεια στη «Δελφοί-Δίοτομον Α.Μ.Ε.»	10
2.2.2 Προστασία και Αποκατάσταση Περιβάλλοντος	13
3. Γεωλογία	15
3.1 Γενικά	15
3.2 Γεωλογική ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας	16
3.3 Εξέλιξη της στρωματογραφίας	18
3.4 Παλαιογεωγραφία και ορογενετική εξέλιξη	18
3.5 Γενικά στοιχεία του υπό μελέτη κοιτάσματος.....	21
4.Κοιτασματολογία	22
4.1 Βωξίτης.....	22
4.2 Ιδιότητες του Βωξίτη.....	23
4.3 Τύποι βωξιτικών κοιτασμάτων	24
4.4 Τρόπος σχηματισμού των βωξιτών	26
4.5 Κοιτάσματα βωξίτη στον Ελλαδικό χώρο	28
5. Ψηφιακός σχεδιασμός τοπογραφικού ανάγλυφου - Μεταλλευτική έρευνα – Αποθέματα.....	30
5.1Γενικά.....	30
5.2 Ψηφιακός σχεδιασμός τοπογραφικού ανάγλυφου	30
5.3 Μεταλλευτική έρευνα – Τρισδιάστατη απεικόνιση των γεωτρήσεων δειγματοληψίας.....	34
5.4 Γεωλογικά αποθέματα.....	38
5.5 Κλίση των φακών βωξίτη	45
6. Προσπέλαση – Περιχάραξη	48
6.1 Προσπέλαση	48
6.2 Περιχάραξη – Ανάπτυξη του κοιτάσματος	60

7. Μέθοδος εκμετάλλευσης	67
8. Κύκλωμα αερισμού των υπογείων έργων	79
8.1 Γενικά	79
8.2 Αερισμός στο υπό μελέτη κοίτασμα.....	79
8.3 Ενέργεια-φωτισμός.....	84
8.4 Υπόγεια νερά	85
8.5 Αποθέσεις στείρων	85
8.6 Αριθμός εργαζομένων	86
9. Συμπεράσματα-προτάσεις.....	87
Βιβλιογραφία	89

Περίληψη

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση των γεωλογικών και μεταλλευτικών αποθεμάτων ομάδος φακοειδών κοιτασμάτων βωξίτη της περιοχής «Μουκιχρί» από γεωλογικά - τοπογραφικά δεδομένα και δεδομένα δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, και εν τέλει ο σχεδιασμός των υπόγειων έργων προσπέλασης - προπαρασκευής της εκμετάλλευσης. Καταρχήν εξετάζεται η γεωλογία και κοιτασματολογία της περιοχής. Στη συνέχεια σχεδιάζεται η γεωμετρία του κοιτάσματος στο τρισδιάστατο χώρο από τα δεδομένα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, κατασκευάζεται το μοντέλο ισοπαχών του βωξίτη και στη συνέχεια εκτιμώνται τα Γεωλογικά Αποθέματα. Κατόπιν σχεδιάζονται τα υπόγεια έργα προσπέλασης προς τους φακούς με ελάχιστο πάχος 2-3 m. Με βάση την «γεωγραφία» του κοιτάσματος γίνεται κατόπιν η επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης και με βάση αυτή σχεδιάζονται τα έργα προπαρασκευής. Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση της τοπογραφίας της περιοχής, το κοιτάσμα, και τα έργα προσπέλασης και περιχάραξης ή προπαρασκευής έγινε με τη βοήθεια των σχεδιαστικών προγραμμάτων AutoCAD® 3d civil 2006 και AutoCAD® 2012. Τέλος προτείνεται η μέθοδος εκμετάλλευσης και εκτιμώνται τα μεταλλευτικά αποθέματα.

1. Εισαγωγή

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση των αποθεμάτων φακοειδών κοιτασμάτων βωξίτη της περιοχής «Μουκιχρί» από γεωλογικά -τοπογραφικά δεδομένα και δεδομένα δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και εν τέλει ο σχεδιασμός των έργων προσπέλασης-προπαρασκευής της εκμετάλλευσης. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Μελέτης και Σχεδιασμού Εκμεταλλεύσεων του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Το κοιτάσμα βρίσκεται στην περιοχή Παρνασσού – Γκιώνας και συγκεκριμένα στη θέση Μουκιχρί, της τοπικής κοινότητας Ελαιώνα, του δήμου Δελφών, Φωκίδας. Τα βωξιτικά κοιτάσματα της περιοχής ανήκουν στις παραχωρήσεις της μεταλλευτικής εταιρείας Δελφοί – Δίστομον Α.Μ.Ε. και τα τοπογραφικά, γεωλογικά και γεωτρητικά δεδομένα εδόθησαν από το Γεωλογικό Τμήμα της εταιρείας.

Καταρχήν εξετάζεται η γεωλογία και κοιτασματολογία της περιοχής. Στη συνέχεια σχεδιάζεται η γεωμετρία του κοιτάσματος στο τρισδιάστατο χώρο από τα δεδομένα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και εκτιμώνται τα γεωλογικά αποθέματα. Κατόπιν σχεδιάζονται τα βέλτιστα υπόγεια έργα προσπέλασης. Με βάση την «γεωγραφία» του κοιτάσματος, γίνεται κατόπιν η επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης και με βάση αυτή σχεδιάζονται τα έργα προπαρασκευής.

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση της τοπογραφίας της περιοχής, το κοιτάσμα, και τα έργα προσπέλασης και περιχάραξης ή προπαρασκευής έγινε με το λογισμικό AutoCAD® 3d civil 2006 και AutoCAD® 2012. Η χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού δίνει τη δυνατότητα τρισδιάστατης γραφικής αναπαράστασης της τοπογραφίας της περιοχής, των κοιτασμάτων (φακών) και των υπόγειων έργων. Επίσης μπορούμε, με τη χρήση του λογισμικού αυτού, να υπολογίσουμε γεωλογικά αποθέματα, απολήψιμα αποθέματα, και να σχεδιάσουμε υπόγεια τεχνικά έργα (στοές, ράμπες κ.λ.π.).

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση του βωξιτικού κοιτάσματος απ' την παρεμβολή των δεδομένων των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων δίνει εν συνεχεία τη δυνατότητα της επιλογής της θέσης και του σχεδιασμού των υπογείων έργων

προσπέλασης - περιχάραξης αλλά και της επιλογής της μεθόδου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος. Για την εκπόνηση της εργασίας λήφθηκε υπόψη ο τοπογραφικός χάρτης της περιοχής, προκειμένου να ψηφιοποιηθεί σε τρισδιάστατη μορφή το τοπογραφικό ανάγλυφο, που περιέχει τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, αρχικά γίνεται η ψηφιοποίηση του τοπογραφικού χάρτη που αποδίδει την τρισδιάστατη απεικόνιση του ανάγλυφου της περιοχής. Στη συνέχεια γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, η εύρεση των ορίων του κοιτάσματος με βάση ένα ελάχιστο πάχος αυτού, και τελικά ο σχεδιασμός του μοντέλου των κοιτασμάτων στο χώρο. Ακολουθεί η επιλογή των θέσεων για τη διάνοιξη των έργων προσπέλασης, προτείνεται ο σχεδιασμός έργων προσπέλασης και περιχάραξης, επιλέγεται η μέθοδος εκμετάλλευσης του κοιτάσματος, καθώς και ο εξοπλισμός διάτρησης, φόρτωσης, μεταφοράς, ξεσκαρώματος, κοχλίωσης, και τελικά ο υπολογισμός της διάρκειας της εκμετάλλευσης, η μελέτη του αερισμού και η μελέτη του φωτισμού των έργων προσπέλασης – περιχάραξης.

2. Η Εταιρία

2.1 Αλουμίνιον Α.Ε.

Η Εταιρία «Δελφοί-Δίστομον Α.Μ.Ε.» είναι θυγατρική της Αλουμίνιον Α.Ε. .

Το βιομηχανικό συγκρότημά της, αποτελεί μία από τις πλέον σύγχρονες καθετοποιημένες μονάδες παραγωγής στην Ευρώπη, είναι εγκατεστημένο κεντρικά στη ζώνη των σημαντικότερων κοιτασμάτων βωξίτη της Ελλάδας, που ορίζεται από τους ορεινούς όγκους του Ελικώνα, του Παρνασσού και της Γκιώνας. Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις καλύπτουν έκταση 750 στρεμμάτων, σε χωροταξία ροής της παραγωγής, αρχίζοντας από :

- Τους χώρους απόθεσης-παραλαβής της πρώτης ύλης, του βωξίτη .
- Τις εγκαταστάσεις του εργοστασίου παραγωγής αλουμίνας .
- Τις εγκαταστάσεις του εργοστασίου παραγωγής αλουμινίου (σειρές ηλεκτρόλυσης, παραγωγή ηλεκτροδίων, χυτήριο...) .
- Το σταθμό συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Τις λιμενικές εγκαταστάσεις, ικανές να εξυπηρετήσουν πλοία χωρητικότητας μέχρι 50.000 τόνων .
- Τις εγκαταστάσεις αντιρύπανσης .
- Τους χώρους αποθήκευσης καυσίμων και πρώτων υλών .
- Τα συνεργεία κεντρικής και περιφερειακής συντήρησης .
- Το πλέγμα των δραστηριοτήτων υποστήριξης (Περιβάλλοντος, Ποιότητας, Ασφάλειας, Χημείου, Πληροφορικής, Ιατρείου, Διαχείρισης Προσωπικού, Λογιστηρίου, Εσωτερικών υπηρεσιών κ.λ.π.).



Εικ. 2.1 Εργοστάσιο Αλουμίνιον Α.Ε.

Το Συγκρότημα Παραγωγής Αλουμίνας: περιλαμβάνει μια πλειάδα τμημάτων και εγκαταστάσεων στις οποίες με φυσικό-χημικές διεργασίες διαχωρίζεται το οξείδιο του αλουμινίου (η αλουμίνα) από το μέταλλευμα του βωξίτη.

Τα τμήματα είναι :

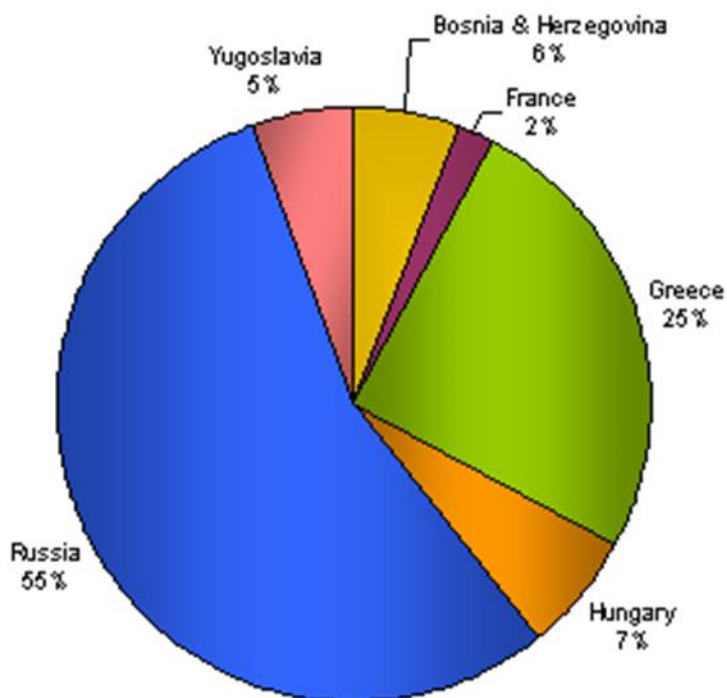
- Θραύσης - άλεσης βωξίτη,
- Απασβεστοποίησης,
- Προσβολής - Διαλυτοποίησης αλουμίνας,
- Διήθησης - διαχωρισμού καταλοίπων,
- Εξάτμισης - συμπύκνωσης σόδας,
- Διαπύρωσης αλουμίνας,
- Παραγωγής ατμού

2.2 «Δελφοί-Δίστομον Α.Μ.Ε.»

Η εταιρία «Δελφοί-Δίστομον Α.Μ.Ε.» προήλθε το από την συγχώνευση των εταιριών «Βωξίται Δελφών» και «Ελληνικοί Βωξίται Διστόμου», θυγατρικών της «Αλουμίνιον της Ελλάδος». Είναι μία από τις δύο μεγαλύτερες παραγωγούς βωξίτη στην Ελλάδα, με ετήσια παραγωγή 600.000 έως 620.000 τόνοι από υπόγεια εργοτάξια και μόνον. Τα εργοτάξια αυτά βρίσκονται πλέον μόνο στην περιοχή της Άμφισσας και είναι 8 στον αριθμό. Η δύναμη του προσωπικού της (άμεσου και

έμμεσου) είναι συνολικά 211 εργαζόμενοι συμπεριλαμβανομένης και της έδρας της.

Η Τεχνική Διεύθυνση βρίσκεται στην περιοχή του Άνω Κουνουκλιά, Ελαιώνα του Νομού Φωκίδας όπου εργάζονται επίσης τα στελέχη έχοντας την επίβλεψη της παραγωγικής και ερευνητικής δραστηριότητας. Εδώ λειτουργεί και η υπηρεσία Υγιεινής και Ασφάλειας καθώς και αυτή της Αποκατάστασης των θιγμένων από την μεταλλευτική δραστηριότητα εκτάσεων.



Εικ. 2.2 Κατανομή ποσοστού παραγωγής βωξίτη στην Ευρώπη

2.2.1 Η Ασφάλεια στη «Δελφοί-Δίστομον Α.Μ.Ε.»

Η Ομάδα Ασφαλείας αποτελείται από:

- Τον Διευθυντή
- Τον Προσωπάρχη
- Τον Γιατρό εργασίας

Είναι το κυρίαρχο όργανο για κάθε θέμα σχετικό με την ασφάλεια. Η ομάδα αυτή παίρνει αποφάσεις, εγκρίνει εισηγήσεις μελών της, εξουσιοδοτεί μελή της, χαράζει και τροποποιεί τις κατευθύνσεις που αφορούν την ασφάλεια αλλά και την εκπαίδευση.

Κάποια γενικά στοιχεία για την ασφάλεια :

- Υπηρεσία ασφάλειας και εκπαίδευσης: ιδρύθηκε το 1982.
- Ιατρική υπηρεσία: είναι επανδρωμένη με γιατρό και δυο νοσοκόμους
- Μηχανικός επιφυλακής: ο μηχανικός αυτός επιλαμβάνεται κάθε έκτακτης περίπτωσης.
- Ειδικές ομάδες ασφάλειας: τέτοιες ομάδες είναι οι ομάδες παροχής Α' βοηθειών και πυρασφάλειας κάθε εργοταξίου, ομάδες επιφυλακής οδηγών αυτοκινήτων και ηλεκτρολόγων.
- Εκπαίδευση: γίνεται με ετήσιο προγραμματισμό αλλά και έκτακτη συνεχή και επαναλαμβανομένη εκπαίδευση που αφορά όλους τους εργαζόμενους της εταιρίας, ανεξάρτητα ιεραρχικής βαθμίδας. Οι κατευθύνσεις της εκπαίδευσης είναι:
 1. Στατιστική ανάλυσης των ατυχημάτων.
 2. Ερευνητικά προγράμματα που πραγματοποιούν Ελληνικά και ξένα πανεπιστημιακά ιδρύματα.
 3. Προηγμένη τεχνολογία, όπως αυτή ξεκίνησε να εισάγεται το 1984 με την χρησιμοποίηση ράδιο κατεύθυνσης στους φορτωμεταφορείς.

Για λόγους ασφαλείας στις υπόγειες στοές γίνονται οι παρακάτω μετρήσεις:

- Αερισμού, ποσοτικών και ποιοτικών.
- Ήχου.
- Σκόνης.
- Κοχλιών οροφής.
- Συγκλίσεως της οροφής στους χώρους των εξοφλήσεων. Οι μετρήσεις αυτές δίνουν τις χαρακτηριστικές καμπύλες κάδου της οροφής, οι οποίες βοηθούν να προβλέψουμε με ακρίβεια πιθανές απότομες πτώσεις και έτσι να παρθούν τα ανάλογα μέτρα ασφαλείας.

Απαραίτητα μέτρα υγιεινής και ασφάλειας :

- Υγρή διάτρηση με εμφύσηση νερού στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις και πεπιεσμένου αέρα στις επιφανειακές.
- Ασύρματη - ενσύρματη επικοινωνία. Υπάρχει πλήρης και συνεχής ασύρματη επικοινωνία κάθε εργοταξίου και σημείου εργασίας με τα γραφεία της εταιρίας, μέσω αποκλειστικής συχνότητας και C.B. και στα υπόγεια υπάρχει πλήρως ενσύρματο σύστημα επικοινωνίας και ασύρματο πλέον.
- Σήμανση : χρησιμοποιείται κάθε μέσο σήμανσης για προειδοποίηση (πινακίδες, φωτεινοί σηματοδότες, κ.τ.λ.).

Οι προσπάθειες για να διατηρείται η ευαισθητοποίηση του προσωπικού συνεχώς σε υψηλό βαθμό γίνονται με:

- Εκπαιδευτικό πρόγραμμα σε θέματα ασφάλειας και υγιεινής. Εκτός από τα προγραμματισμένα σεμινάρια που γίνονται κάθε τρίμηνο διοργανώνονται και έκτακτα ανάλογα με τις προκύπτουσες ανάγκες. (Αφορούν στο αντικείμενο δουλειάς όλων των ειδικοτήτων και ασφαλή τρόπο εργασίας στις διαφορές φάσεις).
- Ενημέρωση κάθε εργαζομένου πάνω σε θέματα υγείας.
- Βιβλία που περιέχουν οδηγίες ασφάλειας.
- Διαγωνισμούς ασφάλειας. Για να παραμείνουν οι οδηγίες της ασφάλειας ζωντανές.

Ένας σημαντικός αριθμός σύγχρονων μέσων κατάλληλα εκλεγμένων χρησιμοποιείται σ' όλες τις εργασίες και τις δραστηριότητες της εταιρίας, τέτοια μέσα είναι:

- Τα αυτοκίνητα επιφυλακής, ασθενοφόρα.
- Οχήματα εφοδιασμένα με αντλίες, που επεμβαίνουν σε περίπτωση πυρκαγιάς. Και ένας μεγάλος πυροσβεστήρας για κάθε κτήριο.
- Τα ατομικά μέσα προστασίας.
- Τα μέσα πρώτων βοηθειών και περίθαλψης.
- Κατάλληλα εξοπλισμένο ιατρείο.
- Σταθμός Α' βοηθειών.

- Φαρμακεία εργοταξίων.
- Τα μέσα ασφάλειας και προστασίας των εργαζομένων στους χώρους δουλειάς.
- Τα μέσα επικοινωνίας.
- Ένα σύνολο από ειδικές συσκευές και εργαλεία ασφάλειας κατάλληλα για αντίστοιχες δραστηριότητες και θέσεις εργασίας.

Το σύνολο της δραστηριότητας της Δελφοί - Δίστομον ΑΜΕ εφαρμόζεται Σύστημα Διαχείρισης Υγιεινής και Ασφάλειας (πιστοποιημένο σύμφωνα με το πρότυπο OHSAS 18001:2007). (Δελφοί_Δίστομον)

2.2.2 Προστασία και Αποκατάσταση Περιβάλλοντος

Λόγω της μορφής, της δραστηριότητας και του μεγέθους της εταιρίας, καθώς και της γειτνίασης της με περιοχές ιδιαίτερης ευαισθησίας, προστατευόμενες από το δίκτυο Natura 2000, Δελφικό τοπίο, Εθνικός Δρυμός Παρνασσού, παρουσιάζει πολλαπλό περιβαλλοντικό ενδιαφέρον.

Για το σκοπό αυτό η εταιρία μελετά και θεσπίζει μια πολιτική περιβάλλοντος η οποία αποτελεί τη βάση για ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του διεθνούς προτύπου ISO 14001.

Με την πολιτική αυτή η εταιρία δεσμεύεται για:

- Αυστηρή τήρηση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.
- Πρόληψη της ρύπανσης του περιβάλλοντος κατά την άσκηση της παραγωγικής της δραστηριότητας με την υιοθέτηση προληπτικών μέτρων για την αντιμετώπιση κάθε κινδύνου μόνιμης ή τυχαίας ρύπανσης ή περιβαλλοντικών ατυχημάτων και την κατάρτιση σχεδίων δράσης για τον περιορισμό ή την εξάλειψη ενδεχόμενων επιπτώσεων περιβαλλοντικών ατυχημάτων.
- Συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων.
- Ενσωμάτωση περιβαλλοντικών κριτηρίων στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων της.

Η εφαρμογή της πολιτικής αυτής επανεξετάζεται τουλάχιστον μία φορά το χρόνο (Μ.Κωσταντινίδης, 2011).

Αποτελέσματα αυτής της πολιτικής προστασίας και αποκατάστασης είναι η αποκατάσταση 25 υπόγειων και 16 επιφανειακών εκμεταλλεύσεων, ενώ άλλες 7 βρίσκονται σε εξέλιξη. Έχουν αποδοθεί (επιστραφεί) στα δασαρχεία αποκατεστημένες εκτάσεις 1.282 στεμμάτων περίπου, και έχουν φυτευτεί 1.000.000 δενδρύλλια, έχει τοποθετηθεί περίφραξη μήκους 98.000 μέτρων και έχουν τοποθετηθεί 990 χιλιόμετρα σταλακτοφόρου αγωγού για το πότισμα των φυτών (Δελφοί_Δίστομον, Δελφοί - Δίστομον Α.Μ.Ε. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΚΤΑΣΤΑΣΕΩΝ).

3. Γεωλογία

3.1 Γενικά

Βωξιτικές εκφάνσεις βρίσκουμε σε τρείς ενότητες του ελλαδικού χώρου :

A) Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας.

Στη ζώνη αυτή βρίσκονται και τα κοιτάσματα που δραστηριοποιείται η «Δελφοί-Δίστομον Α.Μ.Ε.»

B) Ζώνη Ανατολικής Ελλάδος (Υποπελαγονική) των Εσωτερικών Ελληνίδων.

Σε αυτή τη ζώνη περιλαμβάνονται τα κοιτάσματα :

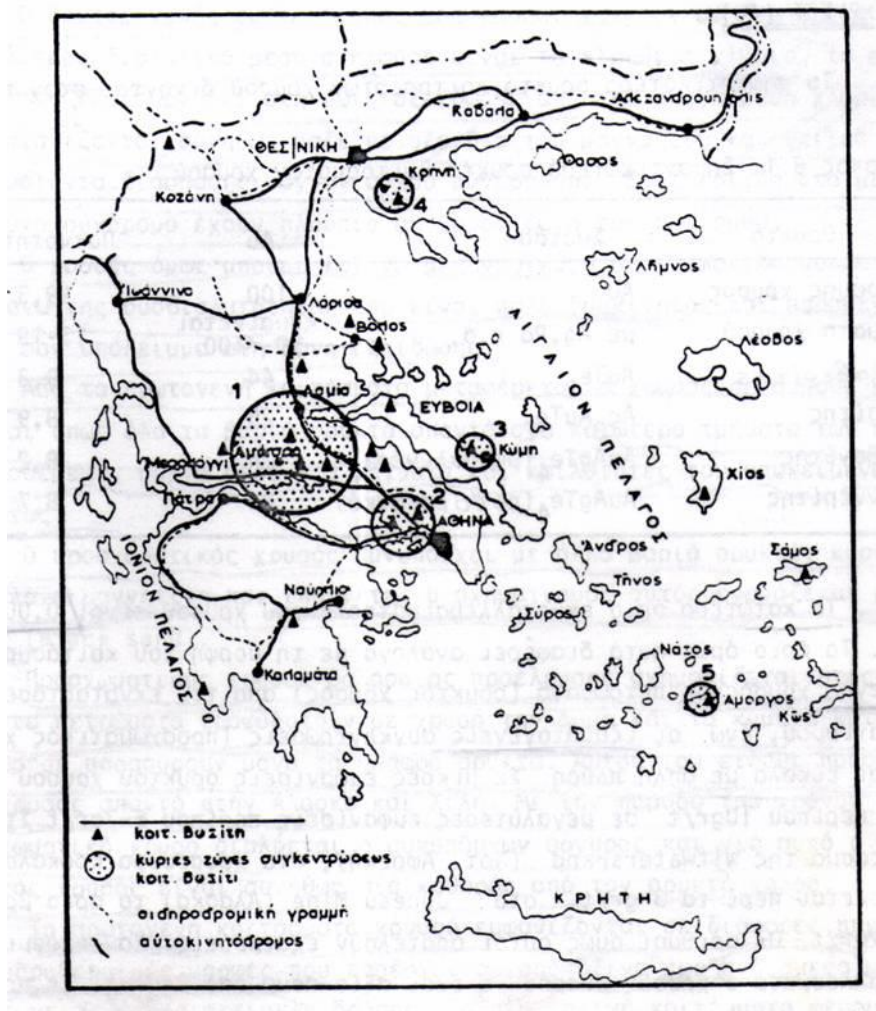
- του Καλλίδρομου.
- της Λοκρίδας .
- του Δομοκού .
- της Νοτιοανατολικής Θεσσαλίας .
- της περιοχής Μάνδρας-Ελευσίνας .
- της βορείου και κεντρικής Ευβοίας .
- και της Σκοπέλου.

Γ) Υπόλοιπος ελλαδικός χώρος.

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

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

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

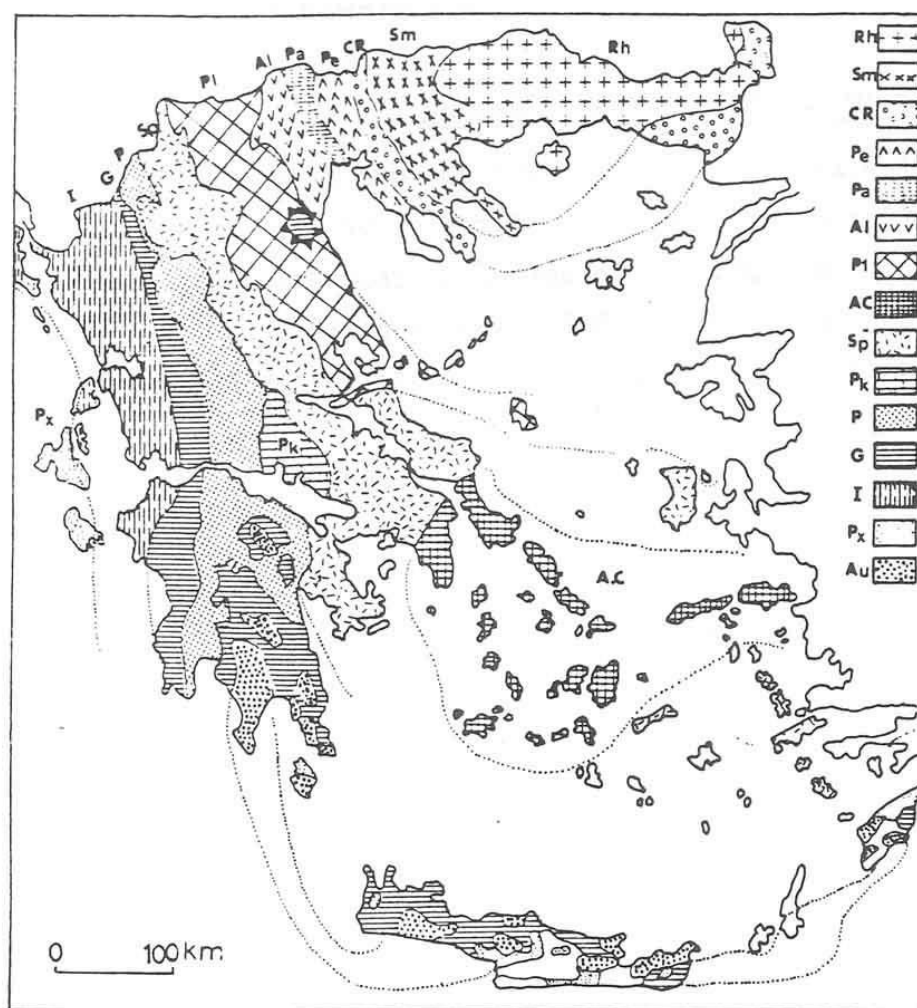


Εικ. 3.1: Χάρτης κατανομής βωξιτοφόρων περιοχών στον Ελλαδικό χώρο.

3.2 Γεωλογική ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας

Η περιοχή του Μουκιχρί καθώς και η ευρύτερη βρίσκονται στη γεωλογική ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας. Η ονομασία της ζώνης οφείλεται στα αντίστοιχα βουνά Παρνασσό και Γκιώνα της Στερεάς Ελλάδας που συγκροτούν κύρια τη ζώνη όπως καθορίστηκε αρχικά από τον Renz (1940). Η ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας θεωρήθηκε στο δυαδικό αλπικό σύστημα εναλλασσόμενων αυλακών και

υβωμάτων ως σχηματισμοί που αποτέθηκαν σε ένα ύψωμα τοπικά παρεμβλλόμενο μεταξύ της κατωφέρειας της Πελαγονικής ζώνης μη μεταμορφωμένων σχηματισμών (Υποπελαγονικής Ζώνης) και της αύλακας της Πίνδου. Περιορίζεται μόνο στη Κεντρική Στερεά Ελλάδα και δεν εκτείνεται σε όλο το μήκος της επαφής των ζωνών Υποπελαγονικής και Πίνδου. Η εξαφάνιση αυτή, σύμφωνα με τις υπάρχουσες απόψεις, οφείλεται πιθανόν στην καλυψή της από τα επωθημένα από τ' ανατολικά καλύμματα των εσωτερικών ζωνών στις περιοχές αυτές, με αποτέλεσμα οι σχηματισμοί του παλιού αυτού υβώματος να ξαναεμφανίζονται μόνο στην περιοχή του Μαυροβουνίου, σαν ζώνη «Υψηλού Κάρστ».



Εικ. 3.2: Χάρτης γεωτεκτονικών ζωνών του ελλαδικού χώρου. (Κατά Μουντράκηetal. 1983, από J.Mercier, J.Brunn, J.Auboiuetal. 1971)

Υπόμνημα:

Px: Ζώνη Προαπούλια ή Παξών, I: Ζώνη Ιόνια, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, P: Ζώνη Πίνδου (A: ζώνη Πίνδου, b: Υπερπινδική υποζώνη), Pk: Ζώνη Παρνασσού, Sp: Ζώνη Υποπελαγονική, Pg: Ζώνη Πελαγονική, AI: Ζώνη Αλμωπίας, Pa: Ζώνη Πάικου, PE: Ζώνη Παιανίας (A: υποζώνη Προπαιονίας, b: ανατολικές Ενότητες της Παιονίας), Sm: Ζώνη Σερβομακεδονική και Σερβομακεδονική Μάζα, Rh: Μάζα της Ροδόπης. 1: Εφίππευση (A: γνωστή, b: υποτιθέμενη), 2: Όρια ζωνών (A: βέβαια, b: πιθανά).

3.3 Εξέλιξη της στρωματογραφίας

Τα κύρια πετρώματα που αποτελούν τη ζώνη είναι νηριτικοί ασβεστολιθικοί και δολομιτιωμένοι ασβεστόλιθοι ηλικίας από το Ανώτερο Τριαδικό έως το Ανώτερο Κρητιδικό (Σενώνιο). Αυτή η ανθρακική ιζηματογένεση δεν ήταν συνεχής, αλλά έχει διακοπεί τρεις φορές συνοδευόμενη από διάβρωση και αποθήκευση βωξιτών, έτσι έχουν σχηματιστεί τρεις βωξιτικοί ορίζοντες. Ο πιο σημαντικός ορίζοντας από άποψη αποθεμάτων είναι ο τρίτος. Υπάρχει και ένας ενδιάμεσος ορίζοντας που τοποθετείται μεταξύ του δεύτερου και του τρίτου και παρατηρείται μόνο κατά θέσεις.

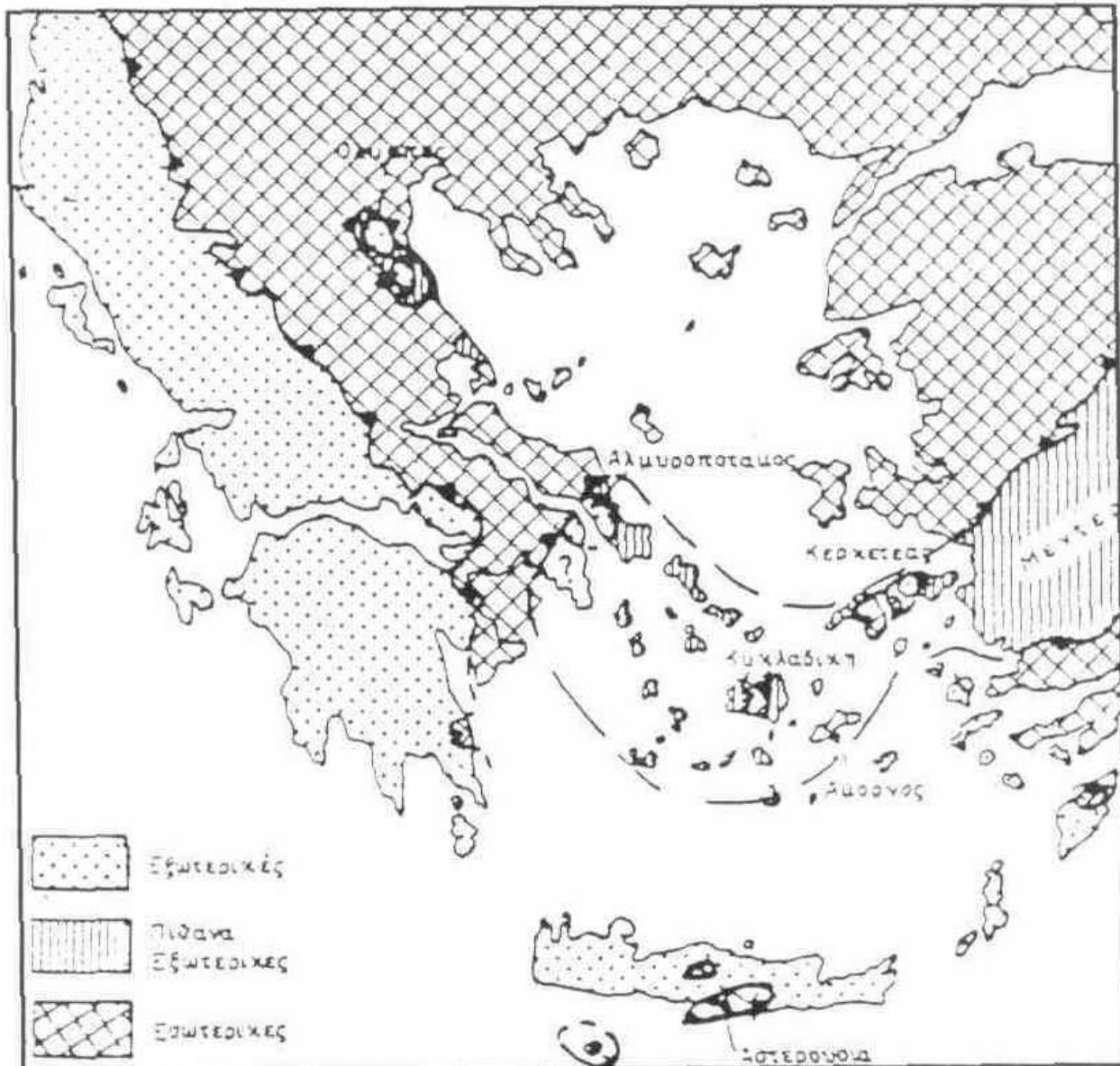
Ο πρώτος βωξιτικός ορίζοντας σχηματίστηκε μεταξύ Δογγερίου και Μαλμίου, ο δεύτερος στο τέλος του Ιουρασικού και ο τρίτος, που είναι και ο ανώτερος ορίζοντας της σειράς, μεταξύ του Κατώτερου και του Ανώτερου Κρητιδικού. Κατά το Ανώτερο Κρητιδικό (Καμπάνιο – Μαιστρίχτιο) αποτέθηκαν πελαγικοί ασβεστόλιθοι με *Globotruncana*. Στη συνέχεια κατά το Παλαιόκαινο ακολουθούν κοκκινοπηλίτες, οι οποίοι τοπικά βρίσκονται σε ασυμφωνία με τους υποκείμενους ασβεστόλιθους. Οι πηλίτες μεταβαίνουν σταδιακά προς τον φλύσχη, ηλικίας Ηωκαίνου. Το συνολικό πάχος των ανθρακικών ιζημάτων υπερβαίνει τα 2000 μέτρα ενώ του φλύσχη τα 1000 μέτρα. (Ε.Μανούτσογλου, 2003)

3.4 Παλαιογεωγραφία και ορογενετική εξέλιξη

Βασικό στοιχείο που ήταν καθοριστικό και οδήγησε στη λεπτομέρη μελέτη της ορογενετικής εξέλιξης της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, είναι η ύπαρξη των τριών βωξιτικών οριζόντων που παρεμβάλλονται στη συνεχή ασβεστολιθική σειρά .

Η κλασσική άποψη, ότι δηλαδή οι βωξιτικοί ορίζοντες σχηματίζονται σε περιόδους χέρσευσης μιας περιοχής, εξηγεί το ότι οι τρεις βωξιτικοί ορίζοντες αντιπροσωπεύουν τρεις διαδοχικές χερσεύσεις της ζώνης και τρεις διακοπές της ιζηματογένεσης, γεγονότα που θα πρέπει να συνδέονται με τρεις τεκτονικές φάσεις. Από διάφορους ερευνητές της ζώνης καθορίστηκε η Αγκασιζική φάση στο Άνω Ιουρασικό, η Νεοκιμερική φάση στο Ανώτερο Ιουρασικό και η Υποερκυνική φάση στο Μέσο Κρητιδικό σαν οι αντίστοιχες ορογενετικές περίοδοι που προκάλεσαν τις τρεις διαδοχικές αναδύσεις της ζώνης και τους τρεις αντίστοιχους βωξιτικούς ορίζοντες.

Εφόσον η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας δέχθηκε την επίδραση των πρώιμων ορογενετικών κινήσεων θα πρέπει να τοποθετηθεί στις Εσωτερικές Ελληνίδες ζώνες και όχι στις Εξωτερικές όπου η ιζηματογένεση υπήρξε αδιατάρακτη. Οι ασυμφωνίες, μικρές έστω, που παρατηρούνται μεταξύ των ασβεστόλιθων πάνω και κάτω από τους βωξίτες είναι βασικό επιχείρημα για τις διακοπές της ιζηματογένεσης. Είναι αναμφισβήτητο όμως ότι δεν παρατηρείται κάποιο στρωματογραφικό κενό στη διαδοχή των ιζημάτων της ζώνης, τα οποία σχηματίζουν συνεχή στρωματογραφική στήλη από το Τριαδικό μέχρι το Μέσο-Άνω Ηώκαινο. Αν και το πρόβλημα της οριστικής τοποθέτησης της ζώνης στις Εξωτερικές ή Εσωτερικές Ελληνίδες συζητείται ακόμα, οι περισσότεροι ερευνητές τη δέχονται σαν εξωτερική εξαιτίας της συνεχούς ιζηματογένεσης, χαρακτηριστικό γνώρισμα των εξωτερικών Ελληνίδων.



Εικ. 3.3: Διάκριση κατά τον J Brunn (1956) σε Εξωτερικές και Εσωτερικές Ελληνίδες.

Η νέα αντίληψη για το σχηματισμό των βωξιτών σε θαλάσσιο-παραλιακό περιβάλλον χωρίς να λύνει απόλυτα το θέμα δίνει την παρακάτω ικανοποιητική εξήγηση: Η ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας ανήκει στις εξωτερικές ζώνες αλλά παλαιογεωγραφικά ήταν στην άμεση γειτονιά των εσωτερικών ζωνών με αποτέλεσμα να δεχτεί τη μακρινή επίδραση των πρώιμων ορογενετικών φάσεων που τις έπλητταν. Η επίδραση αυτή μεταφράστηκε σε ανοδικές κινήσεις που δημιούργησαν το παραλιακό περιβάλλον, κατάλληλο για τη βωξιτογένεση αλλά

και ικανό να σχηματισθούν οι ιζηματολογικές ασυμφωνίες μεταξύ των ασβεστόλιθων χωρίς τη διακοπή της ιζηματογένεσης. Η οριστική ανάδυση της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας έγινε στο Άνω Ηώκαινο (Πριαμπόνιο), όπως δείχνει η νεότερη ηλικία του φλύσχη. (Ε.Μανούτσογλου, 2003)

3.5 Γενικά στοιχεία του υπό μελέτη κοιτάσματος

Το υπό μελέτη κοίτασμα βρίσκεται μεταξύ Παρνασσού Ανατολικά (Α) και Γκιώνας Δυτικά (Δ), Β-ΒΑ της κοινότητας του Ελαιώνα και Β-ΒΔ της πόλης της Άμφισσας. Στην περιοχή σύμφωνα με το υπόμνημα του τοπογραφικού – γεωλογικού χάρτη απαντούν πλευρικά κορήματα τεταρτογένους, ψαμίτης μέσου ηώκαινου, ερυθρός σχιστόλιθος κάτω Ηώκαινου, λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι του Μαιστρίχτιου, ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι του Τουρωνίου έως του Σενωνίου, βωξίτης 3^{ου} ορίζοντα και ενδιάμεσοι ασβεστόλιθοι του μέσου Κρητιδικού. Επίσης είναι έντονα πτυχωμένη και τεκτονισμένη, με σύγκλινα, αντίκλινα, εφιππεύσεις και ρήγματα που έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της κλήσης και της παράταξης των πετρωμάτων των κοιτασμάτων.

Το κοίτασμα αναπτύσσεται σε απόλυτο υψόμετρο από 430 m έως 520 m και σε βάθος από 153 m μέχρι 270 m από την επιφάνεια του εδάφους. Δεν υφίσταται οικισμός σε ακτίνα μικρότερη του 1 km, με κοντινότερο οικισμό αυτόν του Ελαιώνα που απέχει περίπου 4 km.

Η προσέγγιση στην ευρύτερη περιοχή εξασφαλίζεται μέσω υφιστάμενου οδικού δικτύου που περιλαμβάνει επιμέρους μεταλλευτικό και τοπικό δίκτυο το οποίο επικοινωνεί με την Ε.Ο. (Εθνική οδό) Άμφισσας – Μπράλου. Για να προσεγγίσουμε στην περιοχή της εκμετάλλευσης υπάρχει μεταλλευτικό δρόμος ως το σημείο, ο οποίος πληροί όλες τις προδιαγραφές του ΚΛΜΕ.

4.Κοιτασματολογία

4.1 Βωξίτης

Ο βωξίτης είναι πέτρωμα, δηλαδή συνδυασμός συγκολλημένων ορυκτών, και αποτελεί το κυριότερο μετάλλευμα αργιλίου. Ανακαλύφθηκε το 1821 από το Γάλλο γεωλόγο Pierre Berthier στην πόλη Μπω (Les Baux-de-Provence) της νότιας Γαλλίας (Προβηγκία), από την οποία πήρε το όνομά του. Σχηματίζεται από την αποσάθρωση αργιλοπυριτικών πετρωμάτων (κυρίως μαγματογενούς προελεύσεως), θεωρούμενος έτσι ως ιζηματογενές πέτρωμα. Από χημικής πλευράς αποτελεί κυρίως μίγμα από υδροξείδια του αργιλίου και του σιδήρου .

Η κυριότερη χρήση του μεταλλεύματος του βωξίτη είναι στη βιομηχανία αλουμινίου. Το 85% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής βωξίτη απορροφάται από την βιομηχανία αυτή για την παραγωγή του μετάλλου αυτού. Το αλουμίνιο είναι ελαφρύ μέταλλο που δε σκουριάζει εύκολα και γι' αυτό βρίσκει πολλές τεχνολογικές εφαρμογές. Επίσης, σχηματίζει κράματα με άλλα ελαφρά μέταλλα τα οποία χρησιμοποιούνται στην αεροναυπηγική. Οι κυριότερες μη μεταλλουργικές εφαρμογές του βωξίτη, είναι η χημική βιομηχανία (πρώτη ύλη για ενώσεις του αργιλίου), η παρασκευή όξινων πυρίμαχων υλικών (δηλαδή πλούσιων σε Al_2O_3) και η παρασκευή λειαντικών υλικών. Για τη χημική βιομηχανία το οξείδιο του σιδήρου δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 2% και το SiO_2 το 12%. Για λειαντικούς σκοπούς το πυρίτιο και τα οξείδια του σιδήρου θα πρέπει να είναι λιγότερο από 5 και 6% αντίστοιχα. Ακόμα ο βωξίτης χρησιμοποιείται στην παραγωγή ειδικών τσιμέντων , ένας ειδικός σκληρός βωξίτης - συνήθως διασπορικός - όταν τήκεται σε ειδικές κάμινους μαζί με κωκ και ασβεστόλιθο, μετατρέπεται σε αργιλική τηκτή κονία, η οποία αποτελεί τσιμέντο ταχείας πήξεως .

Άλλες χρήσεις του βωξίτη, σε μικρό ποσοστό είναι στη μεταλλουργία σιδήρου, στα λιπάσματα (Flux), στην παραγωγή γαιών διηθήσεως, στους καταλύτες πυρόλυσης πετρελαίου, στην επίστρωση οδοστρωμάτων και διαδρόμων αεροδρομίων.

Οικονομικά εκμεταλλεύσιμος θεωρείται ένας βωξίτης, ανάλογα τη χημική του σύσταση σε κάθε χρήση, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί .

Πιν. : 4.1 Τυπικά περιεχόμενα σε οξείδια των βωξιτών για διάφορες χρήσεις.

Εφαρμογή	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Μεταλλουργία	45-55%	0-15%	5-30%	-
Λειαντικά	Min 55%	Max 5%	Max 6%	Min 2.5%
Χημικά	Min 55%	Max 5-12%	Max 2%	
Πυρίμαχα	Min 59-61%	Max 1.5-5.5%	Max 2%	Max 2.5%

Οι βωξίτες μαζί με τα νικελιούχα λατεριτικά και τα σιδηρολατεριτικά κοιτάσματα είναι ανήκουν στους λατερίτες. Οι λατερίτες σχηματίζονται από τη χημική αποσάθρωση υπερβασικών, βασικών και όξινων πετρωμάτων σε τροπικά ή υποτροπικά περιβάλλοντα. Οι βωξίτες είναι λατερίτες πλούσιοι σε Al₂O₃ και φτωχοί σε SiO₂ και Fe₂O₃, οι οποίοι αποτελούνται από μείγμα υδροξειδίων του αργιλίου και παρουσιάζουν αξιοσημείωτη διακύμανση στο περιεχόμενό τους σε αργίλιο. Τα υδροξείδια αυτά είναι ο βαιμίτης (γ. Al₂O₃·H₂O), το διάσπορο (α. AlOOH) και ο υδραργυλλίτης ή γκιψίτης (Al₂O₃· 3H₂O). Οι προσμείξεις που απαντούν στους βωξίτες είναι καολινίτης, αλλοϋσίτης, νοντρονίτης, διάφορα υδροξείδια του σιδήρου (γκαιίτης, λειμωνίτης), αιματίτης, οξείδια του τιτανίου κλπ. Ένας τυπικός βωξίτης περιέχει 35-65% Al₂O₃, 2-20% Fe₂O₃, 10-30% H₂O, 2-10% SiO₂, 1-3% TiO₂.

4.2 Ιδιότητες του Βωξίτη

Ο βωξίτης έχει ειδικό βάρος 2,7 - 3,5 t/m³ ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε οξείδια του σιδήρου. Η σκληρότητά του κυμαίνεται συνήθως μεταξύ του 1 και 3 της σκληρομετρικής κλίμακας του Mohs, αν και όχι σπάνια συναντώνται και πολύ σκληρότερα είδη που φτάνουν μέχρι και τον 7ο βαθμό της κλίμακας. Η σκληρότητα είναι συνήθως τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερη είναι η περιεκτικότητα σε νερό. Αυτό όμως δεν ισχύει γενικά, γιατί υπάρχουν είδη βωξίτη της ίδιας σύνθεσης, αλλά διαφορετικού βαθμού σκληρότητας.

Ο δείκτης διάθλασης του βωξίτη είναι 1,57, η απόχρωση της γραμμής ποικίλλει, ο θραυσμός είναι ακανόνιστος, η λάμψη είναι ασθενής και αδιαφανής. Το σημείο τήξης εξαρτάται από το ποσοστό περιεχομένων προσμίξεων και κυρίως από την

ποσότητα του οξειδίου του σιδήρου. Σχετικά καθαρά μεταλλεύματα έχουν σημείο τήξης 1880-2050° C.

Ανάλογα με το χρώμα οι βωξίτες διακρίνονται στις παρακάτω κυρίως κατηγορίες, τους λευκούς (σπάνια), τους τεφρούς, τους ροδόχρους, και τους ερυθρούς ή καστανούς βωξίτες. Οι βωξίτες όμως συναντώνται σε όλη τη σειρά των ενδιαμέσων χρωμάτων. Το χρώμα του βωξίτη οφείλεται κυρίως στο περιεχόμενο οξείδιο του σιδήρου. Συνήθως η περιεκτικότητα του σιδήρου είναι μεγαλύτερη, όσο πιο καστανό ή ερυθρό είναι το χρώμα του βωξίτη. Σημειώνεται ότι το χρώμα δεν εξαρτάται απόλυτα από την περιεκτικότητα του σιδήρου, διότι υπάρχουν βωξίτες οι οποίοι έχουν ζωηρό ερυθρό χρώμα και χαμηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο. Το ζωηρό χρώμα σε αυτή την περίπτωση οφείλεται στο οξείδιο του σιδήρου, το οποίο επικαλύπτει επιφανειακά αργιλούχους πυρήνες, χωρίς να διεισδύει ομοιόμορφα στη μάζα του μεταλλεύματος.

Ο βωξίτης πολλές φορές παρουσιάζει ιστό πισσολιθικό, ωολιθικό, και μερικές φορές στιφρό. Η διαλυτότητα του σε οξέα ή αλκάλια ποικίλλει ανάλογα με την ορυκτολογική σύνθεση σε σχέση με τα ένυδρα οξείδια του αργιλίου. Η διαλυτότητα του σε καυστικό νάτριο (NaOH) παίζει σημαντικό ρόλο στην επεξεργασία του για την παραγωγή αλουμίνας.

Ειδικότερα ο γυψίτης και ο βαιμίτης διαλύονται εύκολα, ενώ αντίθετα το διάσπορο απαιτεί ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης για τη διάλυσή του. Ο βωξίτης είναι ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες (πυρίμαχος) και όταν θερμανθεί ως την τήξη του, παίρνει κρυσταλλική μορφή αποκτώντας υψηλή σκληρότητα, που του δίνει και λειαντικές ιδιότητες. Αυτό οφείλεται στη μετατροπή των οξειδίων του αργιλίου σε τεχνητό κορούνδιο (Al_2O_3).

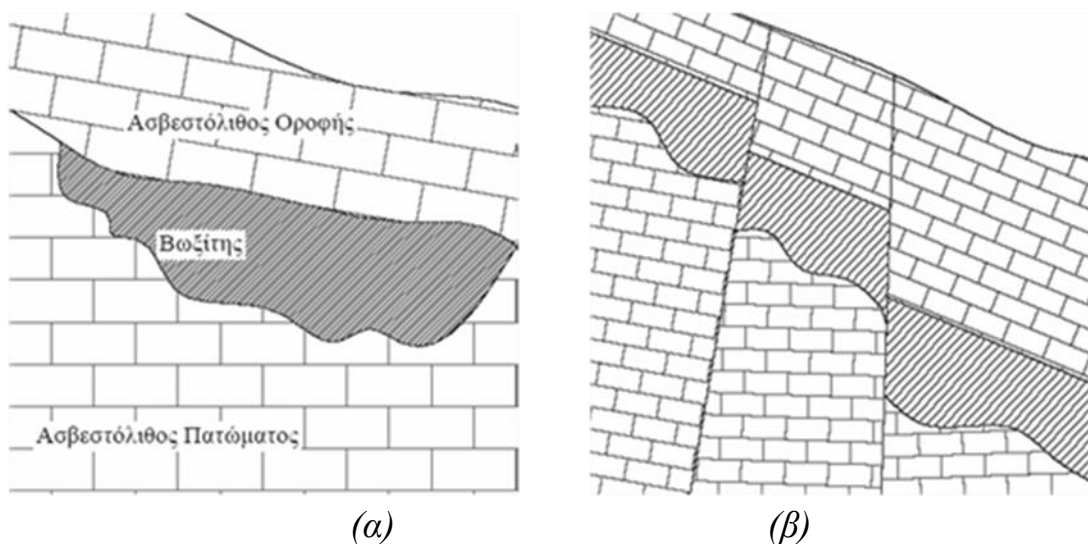
4.3 Τύποι βωξιτικών κοιτασμάτων

Οι βωξίτες απαντούν με τη μορφή τεσσάρων τύπων κοιτασμάτων, ήτοι:

1. Καλύμματα κοντά ή πάνω στην επιφάνεια της γης (blanket deposits). Είναι οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια κοιτάσματα που καλύπτονται από μικρό πάχος υπερκείμενων υλικών. Τα κοιτάσματα αυτά μπορεί να εκτείνονται οριζόντια για πολλά χιλιόμετρα, ενώ το πάχος τους μπορεί να κυμαίνεται από ένα

μέτρο έως 20 μέτρα (4-6 μέτρα τα πιο κοινά). Σε ορισμένες περιπτώσεις η επιφάνεια στην οποία έχει σχηματιστεί ο βωξίτης έχει διαβρωθεί με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση των κοιτασμάτων. Σε κοιτάσματα που αναπτύσσονται σε οροπέδια και όπου ο βωξίτης είναι συμπαγής και σκληρός σχηματίζονται απότομα πρηνή στις άκρες των οροπεδίων, ενώ ογκόλιθοι βωξίτη απαντούν κατά μήκος των πρηνών. Τα κοιτάσματα αυτά περιέχουν ένα στρώμα συμπαγούς βωξίτη με άφθονο σίδηρο στα ανώτερα τμηματά τους, ενώ συχνά χαρακτηρίζονται και από οριζόντιες διακυμάνσεις στην περιεκτικότητά τους σε Al_2O_3 . Μεγάλα τέτοια κοιτάσματα βρίσκονται στην Αυστραλία, τη Γουϊνέα, τη Νότιο Αμερική και την Ινδία.

2. Θύλακες και ακανόνιστα σώματα (pocket deposits) κυρίως σε καρστικά έγκοιλα, και μερικές φορές σε πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα ή σε αργίλους. Το πάχος τους κυμαίνεται από λιγότερο από ένα μέτρο έως περισσότερο από 30 μέτρα. Μπορεί να είναι είτε μεμονωμένα σώματα είτε πολλά συνενωμένα, αφού τα καρστικά έγκοιλα σε πολλές περιπτώσεις συνενώνονται. Η μετάβαση τους προς τα υποκείμενα πετρώματα είναι απότομη. Βρίσκονται στη Τζαμάικα, τις χώρες της Νοτίου Ευρώπης κλπ.
3. Στρώματα ή φακοί σε ιζηματογενείς ή ηφαιστειοϊζηματογενείς ακολουθίες (interlayered deposits). Το χαρακτηριστικό αυτών των κοιτασμάτων, τα οποία κατά τα άλλα μοιάζουν με αυτά της προηγούμενης κατηγορίας, είναι, ότι των βωξιτών υπέρκεινται νεώτερα ιζήματα (συνήθως ασβεστόλιθοι), ή ηφαιστειακά πετρώματα. Λόγω του ενταφιασμού είναι συνήθως πιο συμπαγή από τα προηγούμενα. Βρίσκονται στις Η.Π.Α., τη Γουϊάνα, τη Ρωσία, την Κίνα, την Ιρλανδία, τη νότια Ευρώπη και την Τουρκία. Στις χώρες τις νοτίου Ευρώπης και την Τουρκία τα περιβάλλοντα πετρώματα έχουν πτυχωθεί και ρηγματωθεί, ενώ τα ορυκτά γκιψίτης και βαιμίτης έχουν μετατραπεί μερικώς σε διάσπορο και κατά τόπους σε κορούνδιο μεταβάλλοντας την ποιότητα του βωξίτη. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και το υπό μελέτη κοίτασμα.



Εικ.4.1 Φακοί βωξιτών, σε (α) μη τεκτονισμένες και σε (β) τεκτονισμένες περιοχές.

4. Κοιτάσματα που προκύπτουν από διάβρωση άλλων κοιτασμάτων βωξίτη (detrital deposits). Τα κοιτάσματα αυτά προκύπτουν από συσσώρευση βωξιτικού υλικού που διαβρώθηκε από άλλες θέσεις. Τέτοια κοιτάσματα βρίσκονται στο Αρκάνσας των Η.Π.Α..

4.4 Τρόπος σχηματισμού των βωξιτών

Οι βωξίτες διακρίνονται σε τρεις κύριους τύπους ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού του εκάστοτε κοιτάσματος:

- Λατεριτικοί βωξίτες.
- Καρστικοί βωξίτες.
- Ιζηματογενείς βωξίτες.

Οι λατεριτικοί βωξίτες προκύπτουν από τη χημική αποσάθρωση αργιλοπυριτικών πετρωμάτων που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο και σχηματίζουν καλύμματα. Επομένως εξαιρούνται τα υπερβασικά πετρώματα τα οποία κάτω από παρόμοιες συνθήκες δίνουν γένεση σε Ni-λατερίτες και Fe-λατερίτες. Οι συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό των βωξιτών είναι οι εξής:

- Αρχικά πετρώματα που περιέχουν ορυκτά του αργιλίου.

- Διαπερατότητα των πετρωμάτων ώστε να επιτρέπεται απομάκρυνση του Si διαμέσου του εδαφικού νερού τόσο κατακόρυφα όσο και πλαγίως.
- Τροπικό-υποτροπικό κλίμα με σημαντικά ποσοστά βροχόπτωσης για να επιτυγχάνεται ο σωστός συνδιασμός Eh-pH και εναλλαγές υγρών-ξηρών περιόδων.
- Ήπιο τοπογραφικό ανάγλυφο το οποίο να επιτρέπει την αργή διήθηση του νερού στο έδαφος καθώς και διακυμάνσεις του υδροφόρου ορίζοντα.
- Ρυθμός χημικής αποσάθρωσης υψηλότερος από το ρυθμό της διάβρωσης ώστε να συσσωρεύονται τα προϊόντα της αποσάθρωσης.
- Μακρά περίοδο τεκτονικής σταθερότητας
- Ύπαρξη βλάστησης.

Τα πετρώματα από τα οποία έχουν προέλθει οι λατεριτικοί βωξίτες περιλαμβάνουν γρανίτες, νεφελινικούς συηνίτες, ανορθοσίτες, φωνόλιθους, βασάλτες, ανδεσίτες, δολερίτες, γαββρούς, κερατίτες, σχιστόλιθους, καολινιτικές άμμους και αργιλικούς σχιστόλιθους. Είναι προφανές ότι δεν είναι τόσο σημαντικό να έχει μεγάλο περιεχόμενο σε Al το αρχικό πέτρωμα όσο είναι η ένταση και η χρονική διάρκεια της βωξιτογένεσης. Για παράδειγμα οι λατεριτικοί βωξίτες στη χερσόνησο του ακρωτηρίου York της Αυστραλίας έχουν προέλθει από καολινιτικές άμμους που περιείχαν μόλις 4% Al_2O_3 .

Ο μετασχηματισμός του αρχικού πετρώματος σε λατεριτικό βωξίτη περιλαμβάνει τρία επί μέρους στάδια:

- Διάσπαση των αρχικών αργιλοπυριτικών ορυκτών που περιλαμβάνει μετακίνηση των αλκαλίων και μέρους του πυριτίου και συγκέντρωση ορυκτών του αργιλίου.
- Περαιτέρω απομάκρυνση του Si και συγκέντρωση του Al με τη μορφή του βαιμίτη και του γκιψίτη.
- Συμπλήρωση της αρχικής σύστασης με απόθεση ανθρακικών, θειούχων και άλλων ορυκτών.

Τα κοιτάσματα αυτής της κατηγορίας έχουν ηλικία κυρίως μέσο Κρητιδικό-μέσο Ηώκαινο, υπάρχουν όμως γνωστά κοιτάσματα Τριτογενούς, ακόμα και Τεταρτογενούς ηλικίας. Μεγάλα κοιτάσματα λατεριτικών βωξιτών βρίσκονται

στην Αυστραλία, τη Γουινέα, την Ινδία, τη Βραζιλία, τη Βόρειο Ιρλανδία και τις Η.Π.Α..

Οι καρστικοί βωξίτες απαντούν σε κενά καρστικοποιημένων ασβεστόλιθων, τα οποία και γεμίζουν. Έχον ακανόνιστη μορφή (συνήθως θύλακες, φακοί ή πολύπλοκες συμφύσεις). Η κατώτερη επιφάνειά τους εφάπτεται του ασβεστόλιθου και αντικατοπτρίζει τις ανωμαλίες του, ενώ η ανώτερη μπορεί να είναι ομαλή (interlayered deposits) ή να εξελίσσεται σε εδαφικό ορίζοντα (pocket deposits).

Το υλικό που γεμίζει τα καρστικά έγκοιλα προέρχεται από λατεριτικούς μανδύες γειτονικών πετρωμάτων. Η εμφάνιση του βωξίτη δεν προκύπτει μόνο από την απλή καθίζηση της αργιλοπλούσιας ιλύος στην επιφάνεια των καρστικοποιημένων ασβεστόλιθων. Είναι πιθανό ότι το χημικό περιβάλλον των ασβεστόλιθων στην επιφάνεια της Γής παίζει σημαντικό ρόλο τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την απόθεση αυτής της ιλύος. Απόδειξη για μεταβολές μετά την απόθεση προέρχονται από μία σκούρα κόκκινη αργιλική ταινία στην επαφή μεταξύ του βωξίτη και της επιφανείας του καρστικού έγκοιλου.

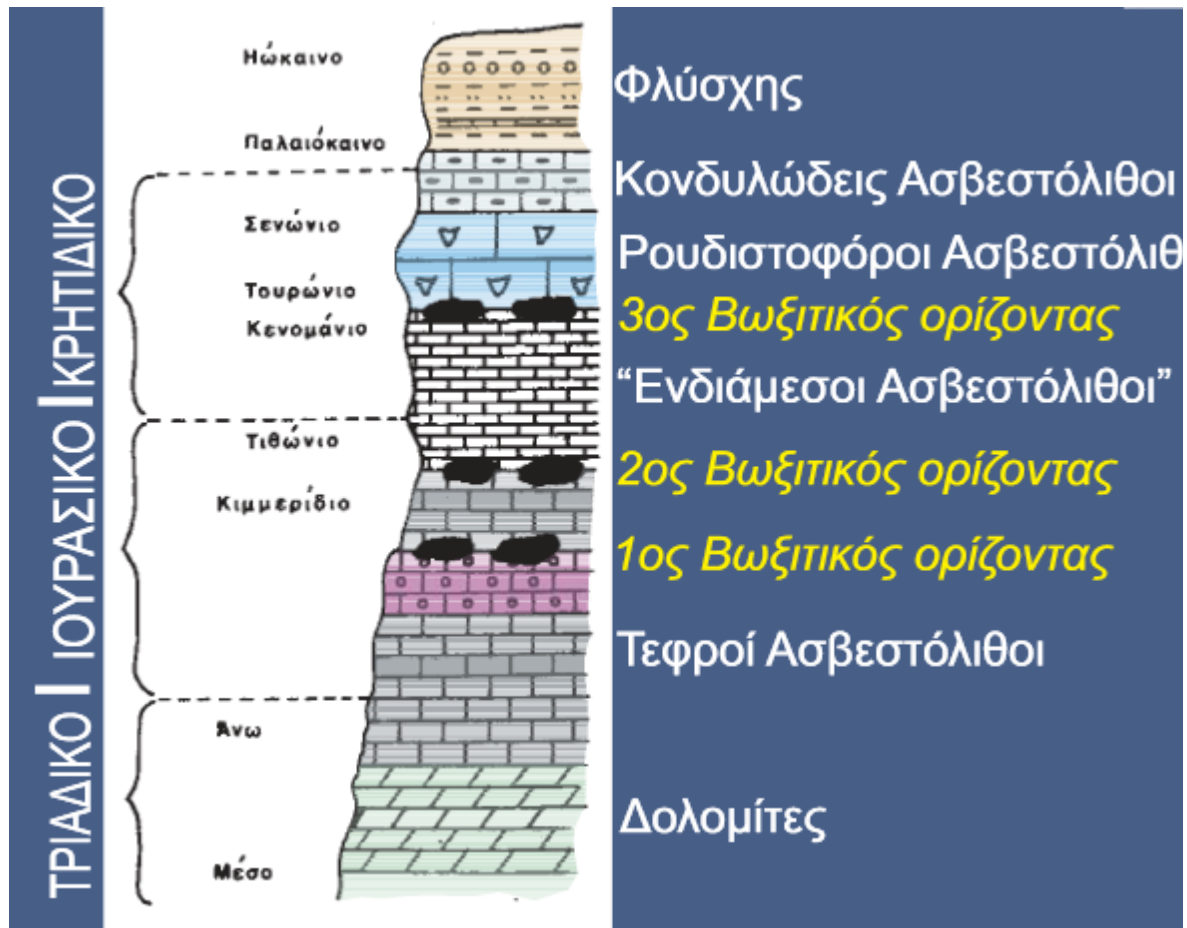
Οι καρστικοί βωξίτες είναι συνηθισμένοι στις χώρες της Μεσογείου (Γαλλία, Ισπανία, πρώην Γιουγκοσλαβία, Ελλάδα, Τουρκία) καθώς και στην Ουγγαρία και τη Ρουμανία. Επίσης αναφέρονται σε Η.Π.Α., Ρωσία, Αφρική, Ινδία και Ινδονησία.

Οι ιζηματογενείς βωξίτες είναι λιγότερο συνηθισμένοι και εμφανίζονται με τη μορφή στρωματοειδών συγκεντρώσεων σε ιζηματογενείς ακολουθίες. Αποτελούνται από θραύσματα άλλων λατεριτικών στρωμάτων που διαβρώθηκαν και μεταφέρθηκαν σε νέες θέσεις. (Γ.Χρηστίδης, 2006)

4.5 Κοιτάσματα βωξίτη στον Ελλαδικό χώρο

Στην Ελλάδα απαντούν καρστικοί βωξίτες στις ζώνες Παρνασσού - Γκιώνας και Ανατολικής Ελλάδας μέσα σε ασβεστόλιθους. Βωξιτικές εμφανίσεις χωρίς οικονομική σημασία απαντούν στη ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως. Στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας διακρίνονται τρεις κύριοι βωξιτικοί ορίζοντες και ένας ενδιάμεσος. Ο πρώτος έχει ηλικία Μέσο-Ιουρασικό-Κιμμερίδιο, ο δεύτερος

Τιθώνιο-Κατώτερο Κρητιδικό και ο τρίτος Κενομάνιο-Τουρώνιο έως Σενώνιο. Ο πιο σημαντικός ορίζοντας από άποψη αποθεμάτων είναι ο τρίτος, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3. Τα κοιτάσματα της ζώνης αυτής βρίσκονται στο ορεινό σύμπλεγμα Παρνασσού – Γκιώνας – Ελικώνα – Οίτης.



Εικ. 4.2 Στρωματογραφική στήλη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας με τους βωξιτοφόρους ορίζοντες.

Στη ζώνη της Ανατολικής Ελλάδος απαντούν δύο ορίζοντες βωξιτών. Ο πρώτος ταυτίζεται με τον αντίστοιχο πρώτο ορίζοντα της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας ενώ ο δεύτερος αναπτύσσεται μεταξύ Ανωκρητιδικής επίκλυσης και Κενομανίου Τουρωνίου. Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τα κοιτάσματα του Καλλίδρομου, Λοκρίδας, Δομοκού, Ν.Α. Θεσσαλίας, και Μάνδρας-Ελευσίνας.

Η χημική σύσταση των Ελληνικών βωξιτικών κοιτασμάτων, άρα αναμένεται να είναι και του κοιτάσματος του Μουκιχρί, είναι η εξής: Al_2O_3 55-57%, SiO_2 4-5%, Fe_2O_3 21-25%, TiO_2 2,5-3%, CaO 0,5-2%, H_2O 8-13%. Η χώρα μας είναι

μέσα στις 10 πρώτες βωξитоπαραγωγές χώρες και 1η στην Ευρωπαϊκή Ένωση με ετήσια παραγωγή πάνω από 2 εκατ. τόνων. (Γ.Χρηστίδης, 2006)

5. Ψηφιακός σχεδιασμός τοπογραφικού ανάγλυφου - Μεταλλευτική έρευνα – Αποθέματα.

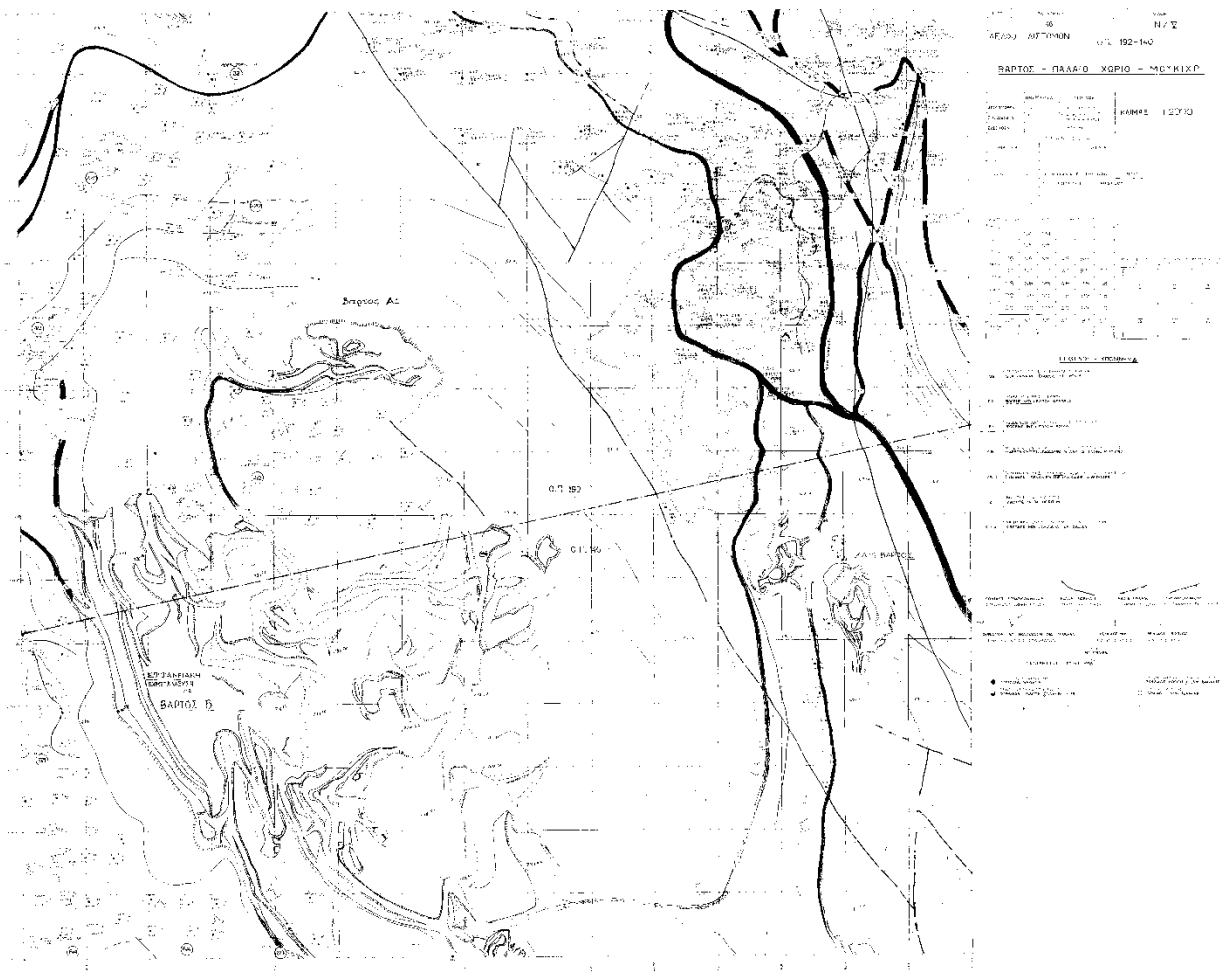
5.1 Γενικά

Οι εφαρμογές των ηλεκτρονικών υπολογιστών αυξάνονται συνεχώς και καλύπτουν ολοένα και περισσότερους τομείς δραστηριότητας του ανθρώπου, επίσης με τη χρήση ολοένα και ισχυρότερων Η/Υ υπάρχει η δυνατότητα επίλυσης όλο και πιο σύνθετων προβλημάτων στο μικρότερο χρόνο.

Μια από τις πλέον χαρακτηριστικές και χρήσιμες εφαρμογές Η/Υ, ιδιαίτερα στις επιστήμες των μηχανικών, είναι η σχεδίαση με τη βοήθεια Η/Υ ή CAD, όπως έχει επικρατήσει διεθνώς απ' τα αρχικά των λέξεων Computer Aided Design. Η λέξη «σχεδίαση» στην περίπτωση αυτή έχει την έννοια της συνολικής σύλληψης, μελέτης και σχεδίασης ενός αντικειμένου ή θέματος. Τα συστήματα CAD έχουν καταστεί το απαραίτητο εργαλείο για όσους ασχολούνται με τη σχεδίαση και ιδιαίτερα τους μηχανικούς σε κάθε φάση σχεδιασμού ενός τεχνικού έργου. Αυτό διότι αυξάνουν την παραγωγικότητα, συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας των εκπονούμενων σχεδίων και βελτιώνουν την οργάνωση της εργασίας.

5.2 Ψηφιακός σχεδιασμός τοπογραφικού ανάγλυφου

Για την ψηφιακή απεικόνιση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής και για τον προσδιορισμό του κοιτάσματος χρειάστηκαν ο τοπογραφικός – γεωλογικός χάρτης, ο οποίος αποτυπώθηκε και σχεδιάστηκε τον Ιανουάριο του 1993 και φαίνεται στην *Εικόνα 5.1* με κλίμακα 1:2000 , μαζί με έναν ακόμη χάρτη που περιείχε τα δεδομένα των γεωτρήσεων κλίμακας 1:1000, που σχεδιάστηκε το Νοέμβριο του 2009 και οι δύο χάρτες παρασχέθηκαν απ' την εταιρία.



Εικ. 5.1 Γεωλογικός – Τοπογραφικός χάρτης της μελετούμενης παραχώρησης.

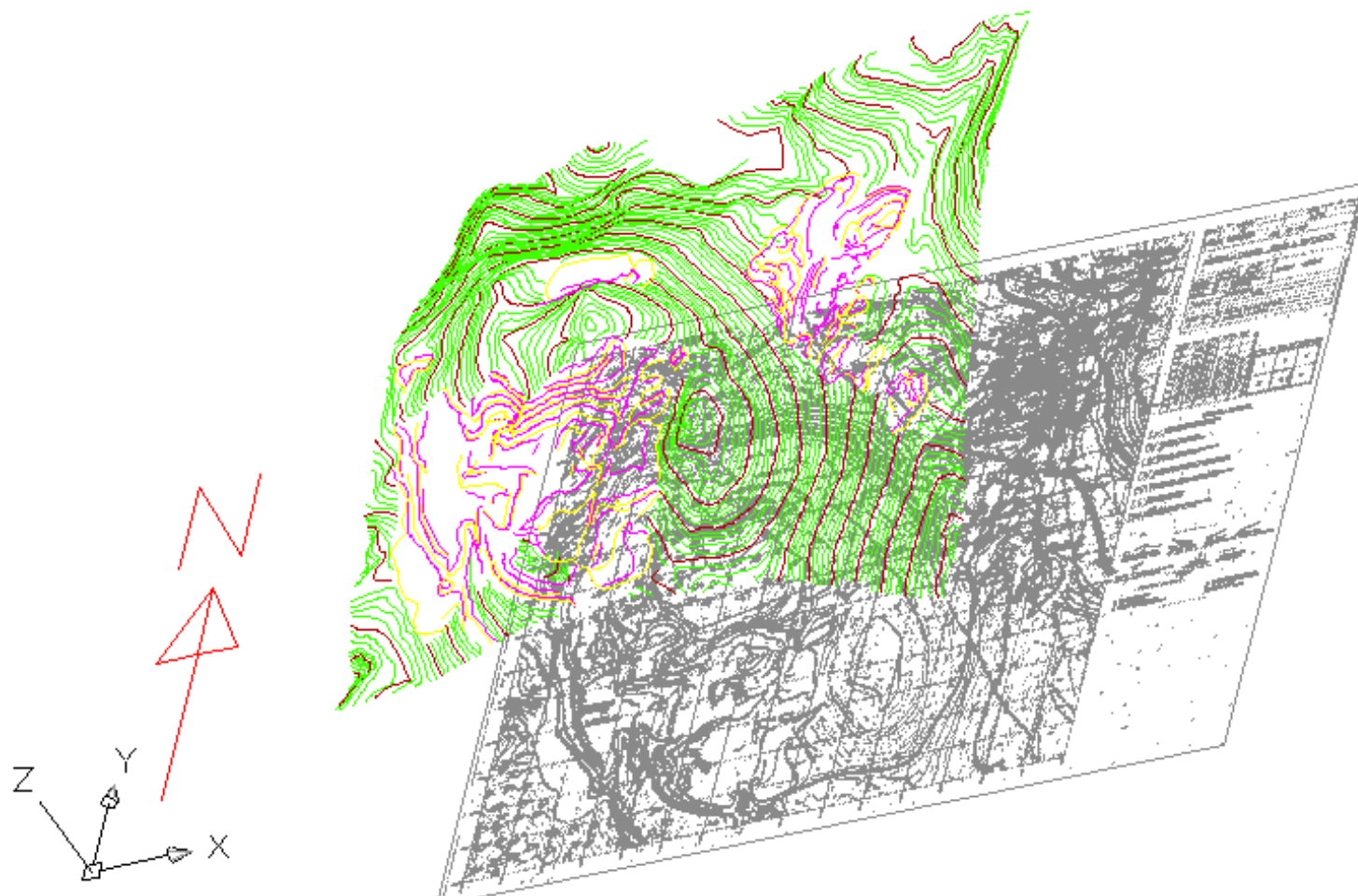
Ένας χάρτης ή γενικότερα ένα σχέδιο σε χαρτί για να εισαχθεί στον υπολογιστή και στη συνέχεια να γίνει επεξεργασία του από υπολογιστικά και σχεδιαστικά προγράμματα, όπως το AutoCAD πρέπει να διαμορφωθεί από αναλογική σε ψηφιακή μορφή. Αυτός ο μετασχηματισμός ονομάζεται «ψηφιοποίηση» και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο μορφές ήτοι σε διανυσματική-ηλεκτρονική (vector) μορφή και ψηφιδωτή (raster) μορφή. Στη διανυσματική μορφή ο χάρτης είναι χωρισμένος σε τμήματα, τα οποία αντιπροσωπεύονται από διανύσματα. Αυτά τα διανύσματα προσδιορίζονται από ένα x,y σύστημα συντεταγμένων, σύμφωνα με το οποίο κάθε σημείο του αναλογικού χάρτη αναλογεί σε ένα της ψηφιακής μορφής. Στη ψηφιδωτή μορφή ο χάρτης είναι

μία εικόνα που αποτελείται από εικονοστοιχεία (pixels). Με αυτό τον τρόπο κάθε εικονοστοιχείο του χάρτη περιγράφεται από την τοποθεσία του και την ένταση της ακτινοβολίας του φωτός.

Στη συγκεκριμένη εργασία οι χάρτες σαρώθηκαν από επαγγελματικό scanner (σαρωτής) για να ψηφιοποιηθούν σε ψηφιδωτή μορφή και αποθηκεύτηκαν με τη μορφή αρχείου .TIFF. Τα αρχεία .TIFF δίνουν γενικά τα καλύτερα αποτελέσματα όταν μετατρέπουμε τις σαρώσεις σε αντικείμενα σχεδίων. Στη συνέχεια ο τοπογραφικός χάρτης σε ψηφιδωτή μορφή πρέπει να μετατραπεί σε ψηφιακό διανυσματικής μορφής, με τη βοήθεια του συστήματος autoCAD civil[®] 2006. Η διαδικασία ξεκινά με την εισαγωγή του αρχείου .TIFF του χάρτη στο πρόγραμμα, όταν βάλουμε και το σύστημα μονάδων μήκους περιστρέφουμε το χάρτη ώστε να γίνει η ευθυγράμμιση, στη συνέχεια δίνουμε τις σωστές συντεταγμένες του χάρτη στο σύστημα και κάνουμε τη σωστή βαθμονόμηση σύμφωνα με την κλίμακα του χάρτη.

Όταν πλέον είναι έτοιμο το σχέδιο ευθυγραμμισμένο και βαθμονομημένο ξεκινάει η διαδικασία μετατροπής των στοιχείων του, από ψηφιδωτή σε διανυσματική μορφή. Η διαδικασία αυτή άρχισε μετατρέποντας τις ισοϋψείς, από γραμμές του αρχείου .TIFF σε ψηφιακές με συγκεκριμένο x,y,z, αυτό επιτυγχάνεται με την εντολή ContourFollower και τη βοήθεια άλλων εντολών σε περίπτωση που η διεύθυνση των ισοϋψών δε φαίνεται καθαρά ή διασταυρώνεται με άλλες γραμμές του χάρτη (κάνναβο χάρτη, δρόμους κ.λπ.). Έτσι δημιουργείται το ψηφιακό ανάγλυφο της περιοχής.

Ο ψηφιοποιημένος τοπογραφικός χάρτης της υπό μελέτη περιοχής φαίνεται στην Εικ. 5.2.



Εικ. 5.2 Ψηφιοποιημένες ισοϋψείς, πόδια και φρύδια (κίτρινο, μωβ) παλαιών επιφανειακών εκμεταλλεύσεων σε τριδιάστατη απεικόνιση.

5.3 Μεταλλευτική έρευνα – Τρισδιάστατη απεικόνιση των γεωτρήσεων δειγματοληψίας

Η εκμετάλλευση ενός κοιτάσματος για να ξεκινήσει πρώτα πρέπει να βρεθεί και να προσδιοριστεί το κοίτασμα. Για τον εντοπισμό των ορίων και άλλων γεωμετρικών χαρακτηριστικών ενός κοιτάσματος, τα πρώτα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη και επιτρέπουν την περαιτέρω έρευνα προκύπτουν από:

- α) Γεωλογικές – τεκτονικές χαρτογραφήσεις και ενδεχομένως από
- β) Γεωφυσικές μεθόδους.

Στη συγκεκριμένη μελέτη τα αποτελέσματα και των δύο παραπάνω ερευνητικών μεθόδων στην περιοχή του υπό μελέτη κοιτάσματος μας παραδόθηκαν από την Εταιρία «Δελφοί- Δίστομον» Α.Μ.Ε..

Αποτελέσματα των δύο παραπάνω κατηγοριών αναφέρονται στα [Κεφάλαια 3 και 4](#).

- γ) Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις.

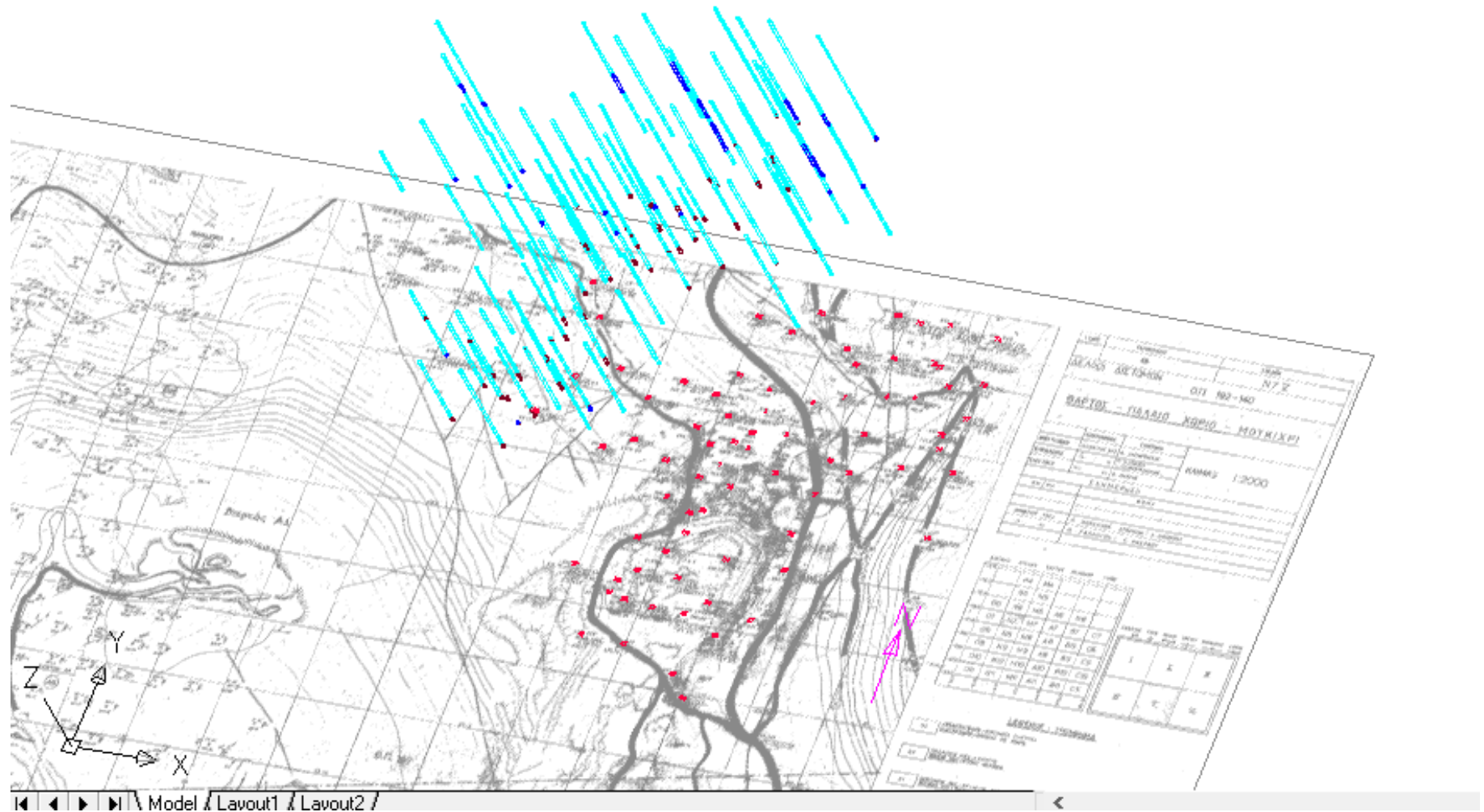
Αυτό το στάδιο της μεταλλευτικής έρευνας έδωσε στοιχεία ώστε να ξεκινήσει ο ψηφιακός σχεδιασμός, του υπό μελέτη κοιτάσματος.

Για να μελετηθεί και να χαρτογραφηθεί το κοίτασμα βωξίτη στην περιοχή Μουκιχρί με τη βοήθεια του προγράμματος autoCAD civil 2006 γίνονται μια σειρά από μεθοδευμένες ενέργειες. Αρχικά γίνεται ανασκόπηση των υπάρχουσων γεωτρήσεων καθώς επίσης και των χαρτών και των σχεδίων με την παρούσα γεωλογική ερμηνεία. Στη συνέχεια συγκρότηση τους σε **οργανωμένες βάσεις δεδομένων** για να ταιριάζουν όλες τις ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες να χτιστεί ένα μοντέλο κοιτάσματος.

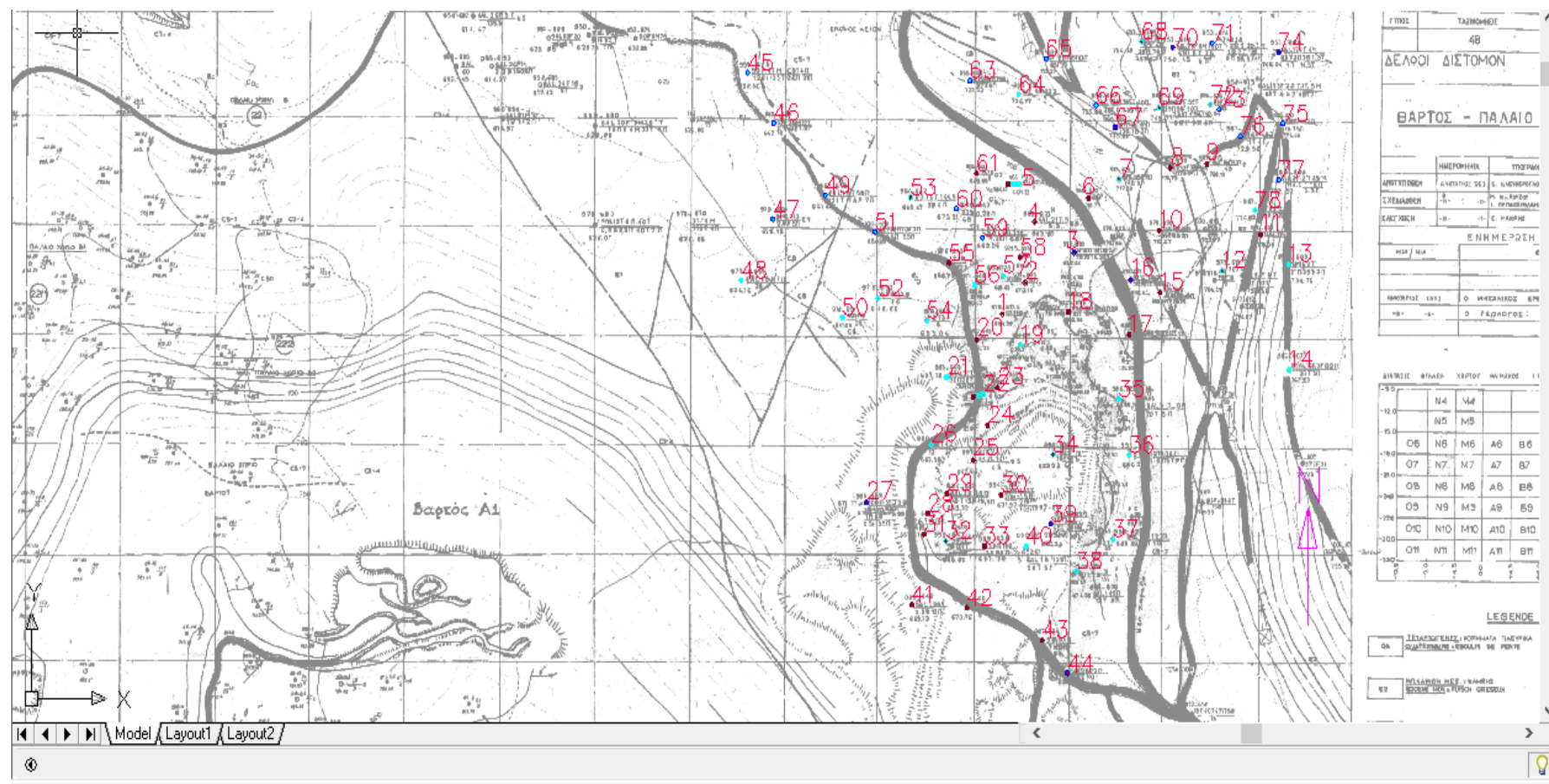
Τα δεδομένα κάθε κατακόρυφης δειγματοληπτικής γεώτρησης είναι τα εξής: η κωδική της ονομασία, οι συντεταγμένες x,y,z του κάθε κολλάρου που προκύπτουν απ' τον κάνναβο του χάρτη, το υψόμετρο κάθε επαφής ασβεστόλιθου οροφής με βωξίτη ή με ασβεστόλιθο δαπέδου ή με άλλο πέτρωμα, καθώς και το είδος του πετρώματος και το πάχος του.

Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις ορύσσονται για την εκτίμηση της τοπολογίας ή «γεωγραφίας» του κοιτάσματος (βάθος, διεύθυνση, κλπ) και την εκτίμηση των αποθεμάτων. Γίνονται σε συγκεκριμένη χωρική διάταξη (κάνναβος) έτσι ώστε η δειγματοληψία να είναι όσο το δυνατό πιο ομοιόμορφη. Οι παράγοντες οι οποίοι περιορίζουν τις ερευνητικές γεωτρήσεις και εν συνεχεία τη δημιουργία του κατάλληλου κάνναβου γεωτρήσεων είναι:

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



Εικ. 5.3 Οι γεωτρήσεις στον τριδιάστατο χώρο, διακρίνονται τα διαφορετικά χρώματα για κάθε πέτρωμα, γαλάζιο: ασβεστόλιθος, κόκκινο: βωξίτης, μπλέ: άλλα πετρώματα.



Εικ. 5.4 Μέρος του τοπογραφικού χάρτη, διακρίνονται τα κολάρα των γεωτρήσεων και η αριθμική τους.

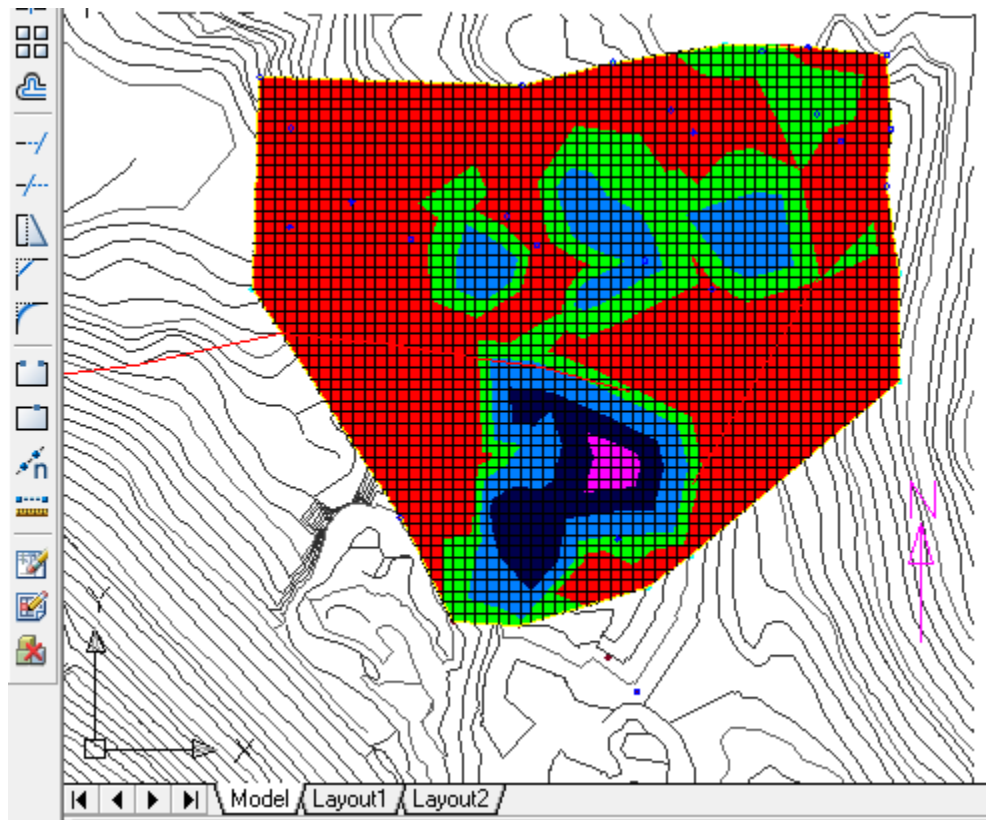
Η συγκεκριμένη μεταλλευτική έρευνα περιλαμβάνει **79 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις**, οι 3 εκ των οποίων έμειναν ατελείς, έτσι γι' αυτές δεν έχουμε δεδομένα. Οι γεωτρήσεις και τα αποτελέσματα αυτών φαίνονται στην Εικ. 5.3, Εικ. 5.4. **Οι υπόλοιπες 76 έχουν συνολικό μήκος 15.364 μέτρων.** Οι γεωτρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν σε δύο φάσεις, ήτοι η πρώτη φάση ξεκίνησε για τον προσδιορισμό του κοιτάσματος Μουκιχρί 1^η επαφή, αλλά προέκυψαν στοιχεία και για τη 2^η επαφή, που μελετάμε εδώ. Το κοίτασμα της 1^{ης} επαφής έχει εκμεταλλευθεί παλαιότερα με τη μέθοδο της υπαίθριας εκμετάλλευσης. Η δεύτερη φάση γεωτρήσεων αφορά τη 2^η επαφή. Τα στοιχεία των γεωτρήσεων που παρατίθενται προέρχονται και απ' τις δύο φάσεις, όμως χρησιμοποιούνται αυτά που χρειάζονται για τον προσδιορισμό του κοιτάσματος της 2^{ης} επαφής.

Έχουμε λοιπόν 34 θετικές (με εμφάνιση βωξίτη) γεωτρήσεις, 36 αρνητικές (χωρίς εμφάνιση βωξίτη) και 6 που είναι στο όριο, δηλαδή υπάρχει εμφάνιση βωξίτη αλλά πάχους κάτω του 1,5 μέτρου. Συνολικά διατρήθηκαν για τις ερευνητικές γεωτρήσεις, 15.061 μέτρα ασβεστολιθικού πετρώματος, 60,8 μέτρα βωξίτη στα βάθη της πρώτης επαφής, 179,4 μέτρα βωξίτη δεύτερης επαφής που είναι και άμεσου ενδιαφέροντος στην παρούσα μελέτη, και 62,4 μέτρα αργίλων, αναμεμιγμένων με βωξίτη ή και ασβεστόλιθων με βωξίτη στα όρια του φακού.

5.4 Γεωλογικά αποθέματα

Για να εκτιμηθούν τα *Γεωλογικά Αποθέματα* (εδώ ο όρος χρησιμοποιείται αντί του καθιερωμένου όρου των αποθεμάτων Ορυκτών Πόρων (mineral resources)) των κοιτασμάτων πρέπει να σχεδιαστούν τα τρισδιάστατα μοντέλα τους από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον σχηματισμό τους γενικότερα είναι απλή και γίνεται μέσω τριγωνοποίησης σημείων με συγκεκριμένες Καρτεσιανές συντεταγμένες όπως είναι τα κέντρα των γεωτρήσεων σε συνδυασμό και τις εναλλαγές των πετρωμάτων έτσι ώστε τελικά να δημιουργηθούν επιφάνειες στο χώρο.

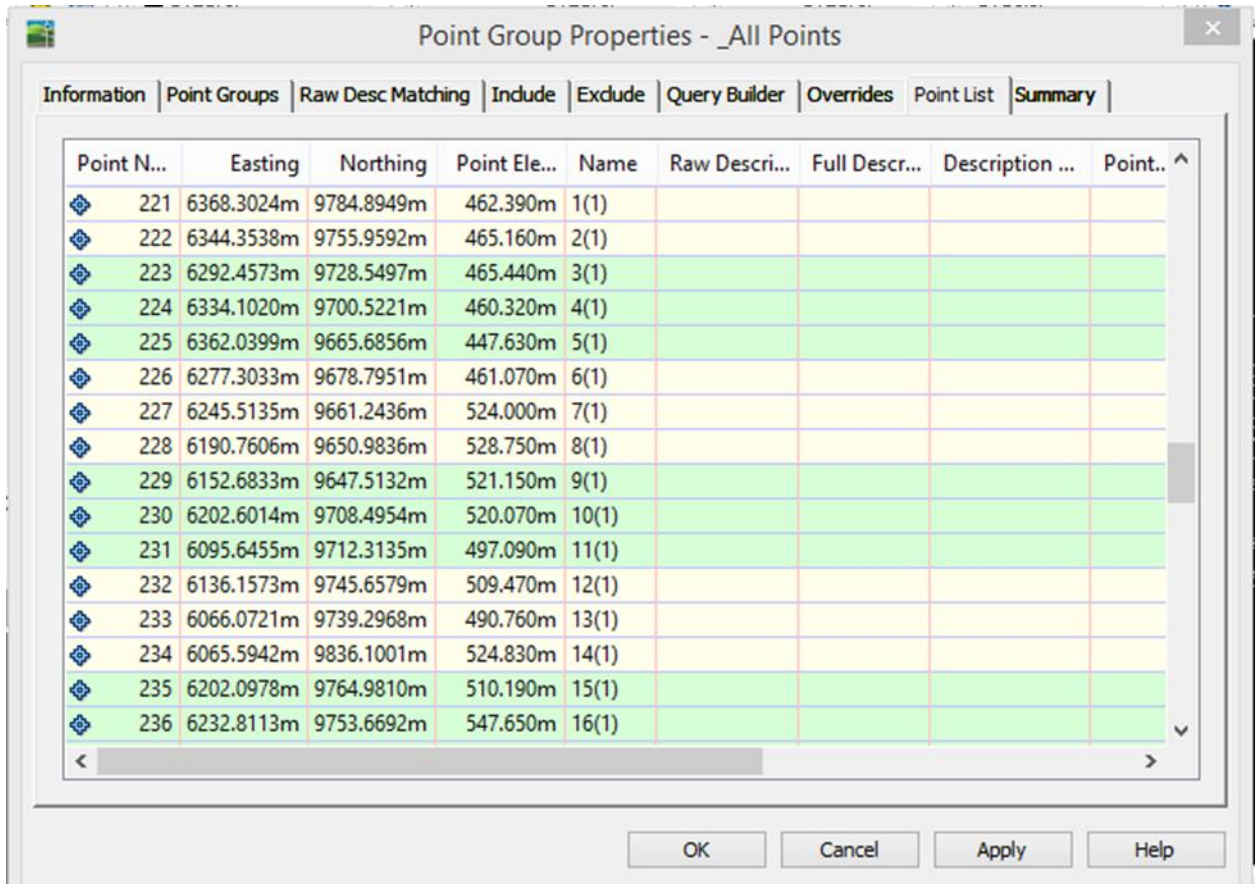
Σύμφωνα μ' αυτή τη μεθοδολογία δημιουργήθηκαν δύο επιφάνειες. Οι επιφάνειες αυτές είναι οι επαφές του βωξίτη με το υπερκείμενο ή ταβάνι (πάνω επαφή ή, Αγγλ. όρος Hanging Wall, HW) και το υποκείμενο ή δάπεδο (κάτω επαφή ή Αγγλ. όρος Foot Wall, FW) στείρο ασβεστολιθικό πέτρωμα. Έπειτα μετά από επεξεργασία τους και την ένωση τους δημιουργείται ένα τρισδιάστατο μοντέλο.



Εικ. 5.5 Το Κοίτασμα. Διακρίνονται τα πάχη: κόκκινο 0 – 2 m, πράσινο 2 – 5 m, γαλάζιο 5 – 10 m, μπλε 10 – 15 και ροζ 15 – 19 m.

Έτσι επιλέχθηκαν τα σημεία (points) της πάνω επαφής από κάθε γεώτρηση. Η επαφή αυτή είναι το ύψος που ο ασβεστόλιθος οροφής εφάπτεται με το πάνω μέρος του βωξίτη στις θετικές γεωτρήσεις, ή με τον ασβεστόλιθο του δαπέδου στις αρνητικές. **Από την ένωση των σημείων αυτών το πρόγραμμα, μέσω της τριγωνοποίησης, παράγει μία επιφάνεια, την πάνω επαφή.** Με τον ίδιο τρόπο δημιουργείται και η κάτω επαφή, αυτή τη φορά παίρνοντας την επαφή

των κατώτερων σημείων του βωξίτη, με το ανώτερο των σημείων του ασβεστόλιθου του δαπέδου, για τις θετικές γεωτρήσεις. Στις αρνητικές έχουμε μόνο τα σημεία επαφής ασβεστόλιθου δαπέδου με οροφής. Έτσι ενώνοντας τις δύο επιφάνειες έχουμε δημιουργημένο το φακό του βωξίτη. Μέσω του προγράμματος μπορούμε να δούμε τις συντεταγμένες, το ύψος επαφής (πάνω ή κάτω) και τον κωδικό κάθε γεώτρησης, σε πίνακες σημείων, όπως φαίνεται στην Εικ. 5.6.



Point N...	Easting	Northing	Point Ele...	Name	Raw Descr...	Full Descr...	Description ...	Point.. ^
221	6368.3024m	9784.8949m	462.390m	1(1)				
222	6344.3538m	9755.9592m	465.160m	2(1)				
223	6292.4573m	9728.5497m	465.440m	3(1)				
224	6334.1020m	9700.5221m	460.320m	4(1)				
225	6362.0399m	9665.6856m	447.630m	5(1)				
226	6277.3033m	9678.7951m	461.070m	6(1)				
227	6245.5135m	9661.2436m	524.000m	7(1)				
228	6190.7606m	9650.9836m	528.750m	8(1)				
229	6152.6833m	9647.5132m	521.150m	9(1)				
230	6202.6014m	9708.4954m	520.070m	10(1)				
231	6095.6455m	9712.3135m	497.090m	11(1)				
232	6136.1573m	9745.6579m	509.470m	12(1)				
233	6066.0721m	9739.2968m	490.760m	13(1)				
234	6065.5942m	9836.1001m	524.830m	14(1)				
235	6202.0978m	9764.9810m	510.190m	15(1)				
236	6232.8113m	9753.6692m	547.650m	16(1)				

Εικ. 5.6 Τμήμα του πίνακα των δεδομένων γεωτρήσεων (x,y,z,όνομα), όπως φαίνεται στο πρόγραμμα.

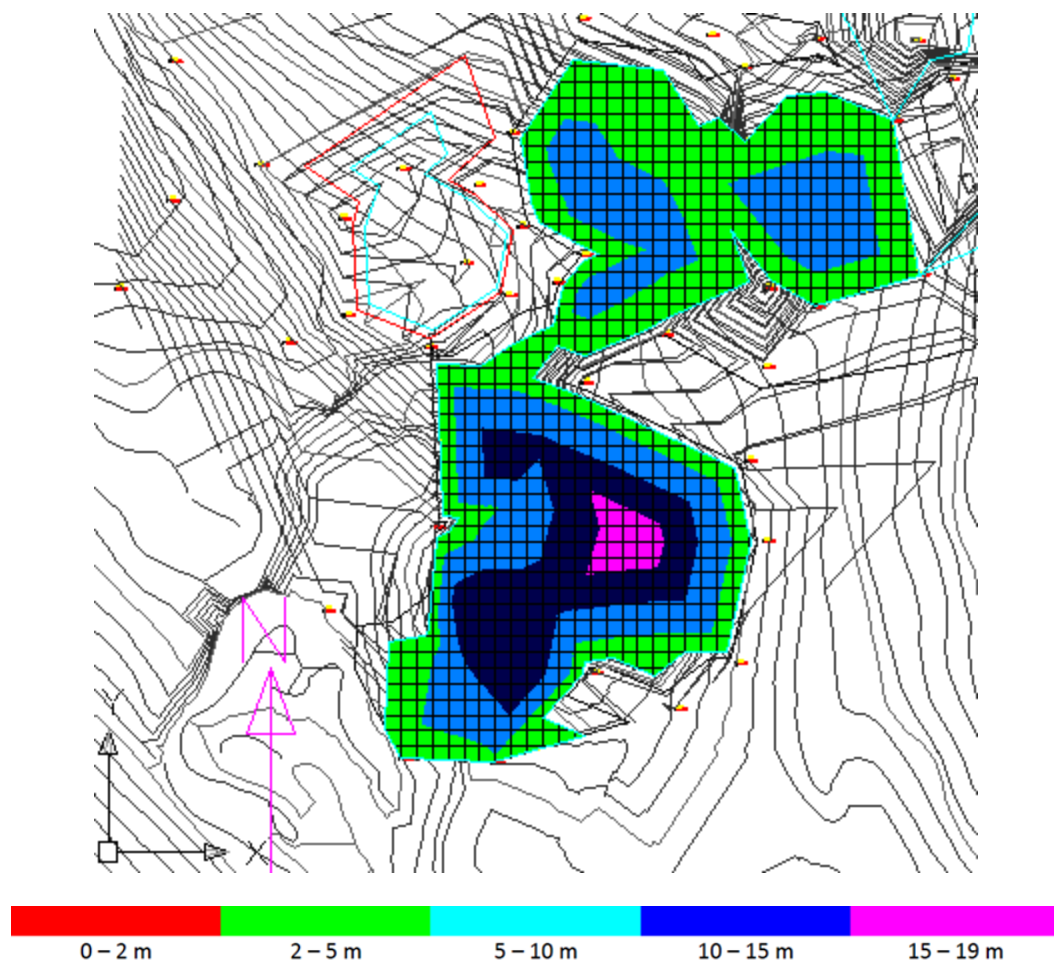
Προέκυψαν λοιπόν, πάχη από 0 έως 19 μέτρα. Αφαιρέθηκαν τα πάχη κάτω των 2 μέτρων για να μείνει ο όγκος του κοιτάσματος προς εκμετάλλευση. Το κατώφλι των 2 μέτρων επιλέχθηκε μετά από ερώτηση στην εταιρία, καθώς η εκμετάλλευση σε μικρά πάχη αυξάνει πολύ το κόστος εμπλουτισμού. Τα γεωλογικά αποθέματα του βωξίτη χωρίς να αφαιρεθούν τα πάχη κάτω των 2 μέτρων είναι 567.275 m³. **Μετά την αφαίρεση σχηματίζονται τρεις**

μικρότεροι φακοί, με όγκους που δίδονται στον Πίνακα 5.1. Στις εικόνες Εικ. 5.7, Εικ. 5.9, Εικ. 5.11, φαίνονται οι τέσσερις φακοί με τη χρωματική κλίμακα των παχών τους και στις εικόνες Εικ. 5.8, Εικ. 5.10, Εικ. 5.12, φαίνονται οι πίνακες με τους όγκους όπως τους βγάζει το πρόγραμμα.

Πίνακας 5.1 Εκτίμηση του όγκου κάθε φακού βωξίτη.

Φακός	Όγκος (m ³)
1	443.391
2	32.596
3	19.672
Σύνολο	495.659

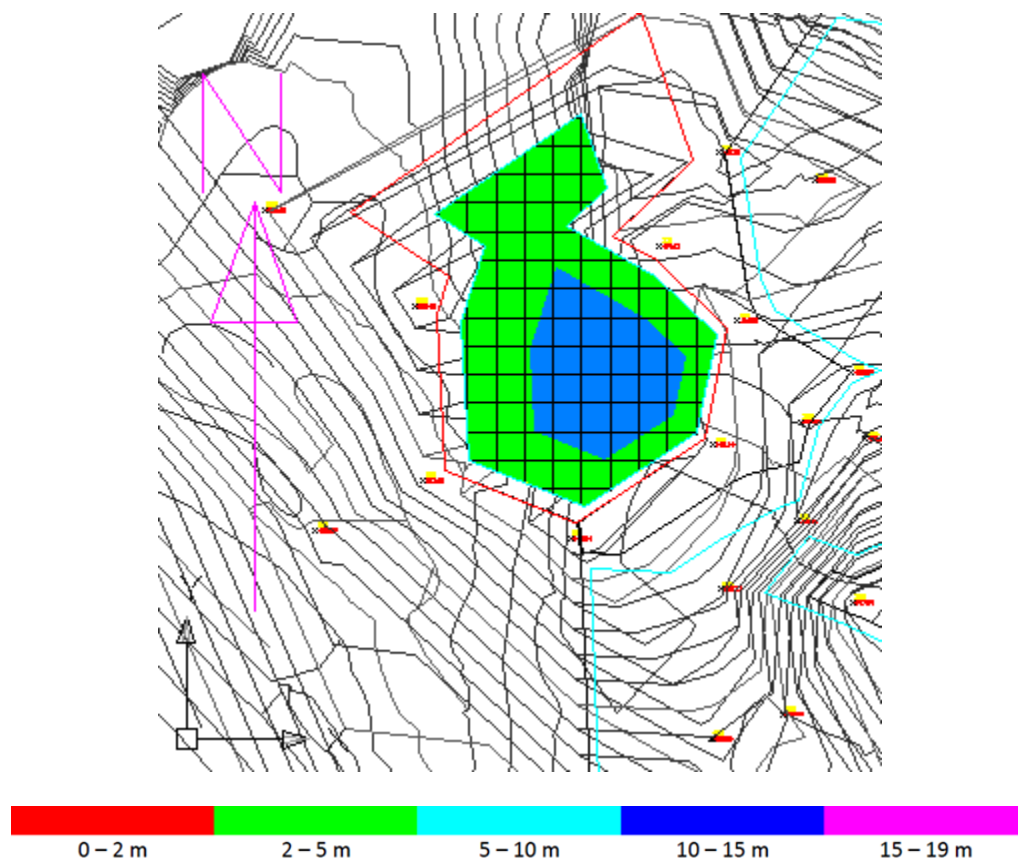
Αν θεωρήσουμε μια μέση τιμή του ειδικού βάρους του βωξίτη ίση με 3 gr/cm³ ή 3 t/m³, τότε θα έχουμε συνολικό βάρος γεωλογικών αποθεμάτων ίσο με **1.486.977 τόνους**.



Εικ. 5.7 Φακός Νο 1. Διακρίνονται τα πάχη: πράσινο 2 – 5m, γολάζιο 5 – 10m, μπλε 10 - 15 και ροζ 15 – 19m .

Surface Properties - epaf_vol	
Information	Definition
Analysis	Statistics
Statistics	
Statistics	Value
General	
TIN	
Volume	
Base Surface	katoep
Comparison Surface	panoep
Cut volume (unadjusted)	0.00 Cu. M.
Fill volume (unadjusted)	441795.49 Cu. M.
Net volume (unadjusted)	441795.49 Cu. M. <Fill>

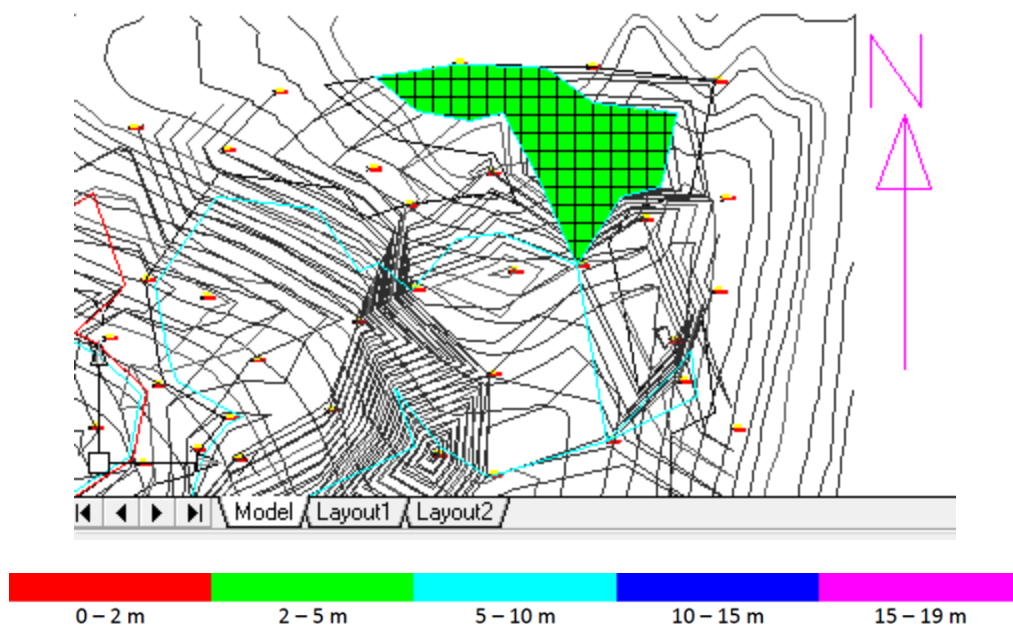
Εικ. 5.8 Πίνακας του προγράμματος, που δίνει τον όγκο ανάμεσα στις επιφάνειες πάνω και κάτω επαφή για το φακό Νο 1.



Εικ. 5.9 Φακός Νο 2. Διακρίνονται τα πάχη: πράσινο 2 – 5m, γαλάζιο 5 – 10m.

Surface Properties - epaf_vol	
Information Definition Analysis Statistics	
Statistics	Value
+ General	
+ TIN	
- Volume	
Base Surface	katoep
Comparison Surface	panoep
Cut volume (unadjusted)	0.00 Cu. M.
Fill volume (unadjusted)	32596.08 Cu. M.
Net volume (unadjusted)	32596.08 Cu. M. <Fill>

Εικ.5.10 Πίνακας του προγράμματος, που δίνει τον όγκο ανάμεσα στις επιφάνειες πάνω και κάτω επαφή για το φακό Νο 2.



Εικ. 5.11 Φακός Νο 4, Διακρίνονται τα πάχη: πράσινο 2 – 5m.

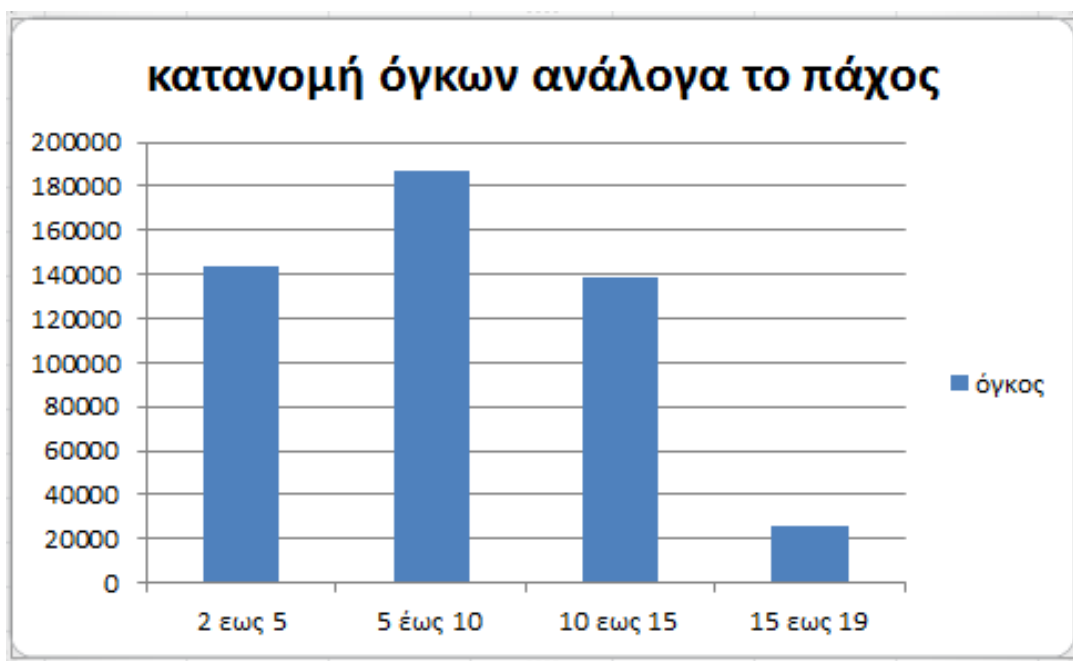
Surface Properties - epaf_vol	
Information	Definition
Analysis	Statistics
Statistics	Value
<input checked="" type="checkbox"/> General	
<input checked="" type="checkbox"/> TIN	
<input checked="" type="checkbox"/> Volume	
Base Surface	katoep
Comparison Surface	panoep
Cut volume (unadjusted)	0.00 Cu. M.
Fill volume (unadjusted)	19670.99 Cu. M.
Net volume (unadjusted)	19670.99 Cu. M. <Fill>

Εικ. 5.12 Πίνακας του προγράμματος, που δίνει τον όγκο ανάμεσα στις επιφάνειες πάνω και κάτω επαφή για το φακό Νο 4.

Μια ακόμη ποιοτική παράμετρος που πρέπει να λάβουμε υπόψη για τη περαιτέρω μελέτη της εκμετάλλευσης, είναι η κατηγοριοποίηση των γεωλογικών αποθεμάτων βωξίτη ανά πάχη, όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα 5.2. και στην εικόνα 5.13.

Πίν. 5.2 Ταξινόμηση των γεωλογικών αποθεμάτων συναρτήσει των παχών των φακών.

Πάχος m	Όγκος βωξίτη (m^3)
15 έως 19	26.225
10 έως 15	138.727
5 έως 10	187.246
2 έως 5	143.461
Σύνολο	495.659



Εικ. 5.13 Στον κατακόρυφο άξονα φαίνεται ο όγκος σε m^3 και στον οριζόντιο τα πάχη του κοιτάσματος σε m.

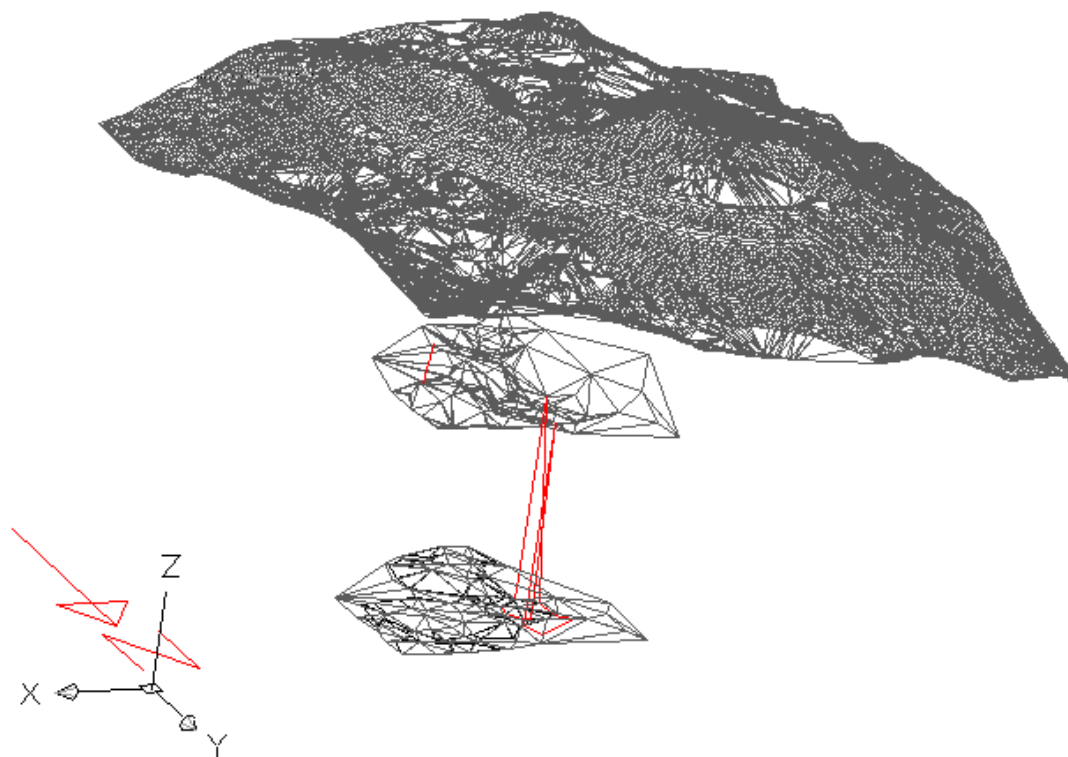
5.5 Κλίση των φακών βωξίτη

Το κοίτασμα δεν έχει ενιαία κλίση, λόγω του έντονου τεκτονισμού της περιοχής. Ο φακός Νο 1 στο τμήμα του που βρίσκεται Νότια παρουσιάζει τις μέγιστες κλίσεις στη διεύθυνση ΒΒΔ-NNA που είναι γύρω στο 18%, στο

τμήμα που είναι Βορειοδυτικά παρουσιάζονται μέγιστες κλίσεις 23% περίπου στη διεύθυνση ΝΑ-ΒΔ. Ο φακός Νο 2 έχει μέγιστες κλίσεις γύρω στο 14% στη διεύθυνση ΔΝΔ-ΑΒΑ. Ο μικρός φακός Νο 3 παρουσιάζει κλίση 25% στη διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και ο Νο 4 στη διεύθυνση Β-Ν κλίση 19%.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό των κλίσεων, έχει ως εξής:

Δημιουργήθηκαν διάφορες 3d polylines σε κάθε φακό, οι οποίες είχαν διάφορες διευθύνσεις και τα άκρα τους βρίσκονταν στα όρια κάθε φακού, ενώ σε κάθε άκρο δινόταν και το υψόμετρο της κάτω επαφής, στη συνέχεια μετατρέπονταν σε *feature lines* οι οποίες μπορούν να μας δώσουν αυτόματα την κλίση τους. Και τελικά ως μέγιστη κλίση κοιτάσματος παιρνόταν η feature line με τη μεγαλύτερη τιμή στην κλίση και διεύθυνση τη διεύθυνση της συγκεκριμένης feature line. Τελικά όλη αυτή η διαδικασία έχει ως σκοπό να βρεθούν οι όγκοι και οι κλίσεις των εντοπισμένων κοιτασμάτων έτσι ώστε αμέσως μετά να γίνει ο σχεδιασμός της προσπέλασης, της περιχάραξης και η επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης.



Εικ. 5.14 Ισομετρική απεικόνιση της επιφάνειας και του κοιτάσματος σε τρισδιάστατη απεικόνιση.

6. Προσπέλαση – Περιχάραξη

6.1 Προσπέλαση

Τα έργα προσπέλασης μιας υπόγειας εκμετάλλευσης αποτελούν την σύνδεση της υπόγειας εκμετάλλευσης με την επιφάνεια.

Μερικές από τις βασικές λειτουργίες τις οποίες εξυπηρετούν τα έργα αυτά αναφέρονται στην συνέχεια:

- μεταφορά του προσωπικού προς και από τα μέτωπα εργασίας,
- μεταφορά του εξοπλισμού και των υλικών προς τα μέτωπα εργασίας,
- μεταφορά του εξορυσσόμενου προϊόντος αλλά και των στείρων στην επιφάνεια,
- αερισμός των μετώπων,
- εγκατάσταση δικτύων ύδρευσης, ηλεκτρικής ενέργειας, πεπιεσμένου αέρα, προς τα μέτωπα κλπ.,
- άντληση των υπογείων υδάτων.

Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον σχεδιασμό των έργων προσπέλασης είναι:

- η μορφολογία της επιφάνειας του εδάφους που υπέρκειται του κοιτάσματος,
- η γεωμετρία του κοιτάσματος,
- η επιδιωκόμενη παραγωγή μεταλλείου,
- το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των έργων προσπέλασης, ανάπτυξης και των έργων υποδομής,
- η μέθοδος εκμετάλλευσης,
- η μελλοντική προοπτική ανάπτυξης του μεταλλείου.

(Ζ.Αγιουτάντης, 2004)

Σε κάθε υπόγεια εκμετάλλευση επιβάλλεται η δημιουργία δύο τουλάχιστον υπογείων έργων επικοινωνίας με την επιφάνεια για λόγους ασφαλείας και για τη δημιουργία του κυκλώματος αερισμού. Εάν η οριζόντια ανάπτυξη της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος είναι πολύ μεγάλη είναι πιθανόν να απαιτείται

η όρυξη νέων έργων προσπέλασης για να εξυπηρετείτε καλύτερα ο αερισμός και η διακίνηση προσωπικού και υλικών. Στην περίπτωση της εκμετάλλευσης «Μουκιχρί» επιλέγεται η όρυξη δύο έργων προσπέλασης.

Οι οικονομοτεχνικά δυνατοί τρόποι προσπέλασης στα βωξιτικά κοιτάσματα Παρνασσού – Γκιώνας είναι οι κάτωθι:

- με στοές,
- με ελικοειδή κεκλιμένα (ράμπες ή «φιρέδες»),
- με κεκλιμένα,

Στην περίπτωση του «Μουκιχρί» λόγω τις γεωμετρίας των βωξιτικών φακών (μικρές κλίσεις, μικρή ανάπτυξη στο χώρο), το σχετικά μέτριο βάθος ανάπτυξης, το ορεινό ανάγλυφο της περιοχής καθώς και τον ήδη υπάρχοντα εξοπλισμό της εταιρίας (αυτοκινούμενα οχήματα υπογείων) και την ανάγκη διατήρησης μικρού κόστους για τα έργα υποδομής με την αποφυγή εγκαταστάσεων ανέλκυσης και συστήματος ταινιόδρομων, επιλέχθηκαν ως κύρια έργα προσπέλασης δύο κεκλιμένες στοές. Η πρώτη είναι η κύρια στοά μεταφοράς με μικρές κλίσεις, ενώ η δεύτερη σχεδιάστηκε για να εξυπηρετεί το κύκλωμα αερισμού και την ασφάλεια του μεταλλείου και έχει μεγαλύτερες κλίσεις.

Η επιλογή της θέσης προσπέλασης είναι πολύ σημαντική μιας και τα έργα θεωρούνται μόνιμα. Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της θέσης είναι:

- η μορφολογία της επιφάνειας του εδάφους που υπέρκειται του κοιτάσματος,
- η επικοινωνία με συγκοινωνιακά δίκτυα,
- η επίδραση του κλίματος στη λειτουργία της εκμετάλλευσης,
- η μέθοδος εκμετάλλευσης,
- η μελλοντική προοπτική ανάπτυξης του έργου,
- το κόστος των έργων προσπέλασης

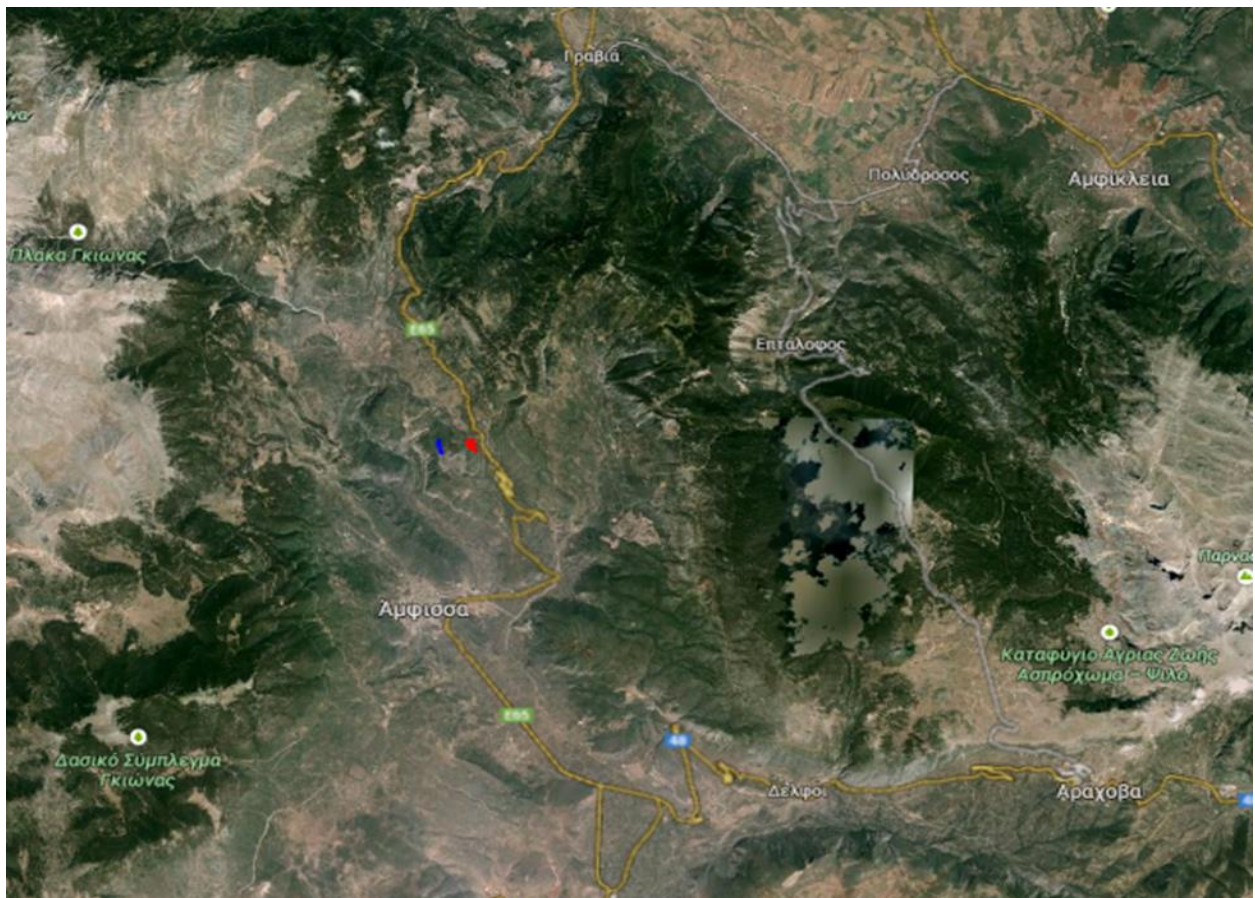
Ακόμα για τη βέλτιστη θέση των έργων προσπέλασης καθορίζεται και από:

- την ασφάλεια της εκμετάλλευσης,
- την ταχεία και οικονομική προσπέλαση,

- την ταχεία έναρξη παραγωγής μεταλλεύματος,
- την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς του προϊόντος,
- την ελαχιστοποίηση των δαπανών αερισμού, άντλησης υδάτων, διακίνησης προσωπικού κ.λπ.

(Ζ.Αγιουτάντης, 2004)

Στην περίπτωση της συγκεκριμένης εργασίας υπάρχει και ο παράγοντας του ενός τοπογραφικού χάρτη συγκεκριμένης περιοχής, που η θέση απ' την οποία θα ξεκινήσουν τα έργα προσπέλασης αναγκαστικά θα βρίσκεται εντός αυτού. Έτσι επιλέχθηκε μια περιοχή δυτικά του κοιτάσματος, σε πλάγια αντίθετης κλίσης με την κλίση των κεκλιμένων στοών. Το σημείο που επιλέχθηκε για να ξεκινήσουν τα έργα προσπέλασης συνδέεται με την Ε.Ο. (Εθνική οδό) Άμφισσας – Μπράλου, μέσω δικτύου μεταλλευτικών οδών το οποίο προϋπήρχε και πληροί όλες τις προδιαγραφές του ΚΛΜΕ.



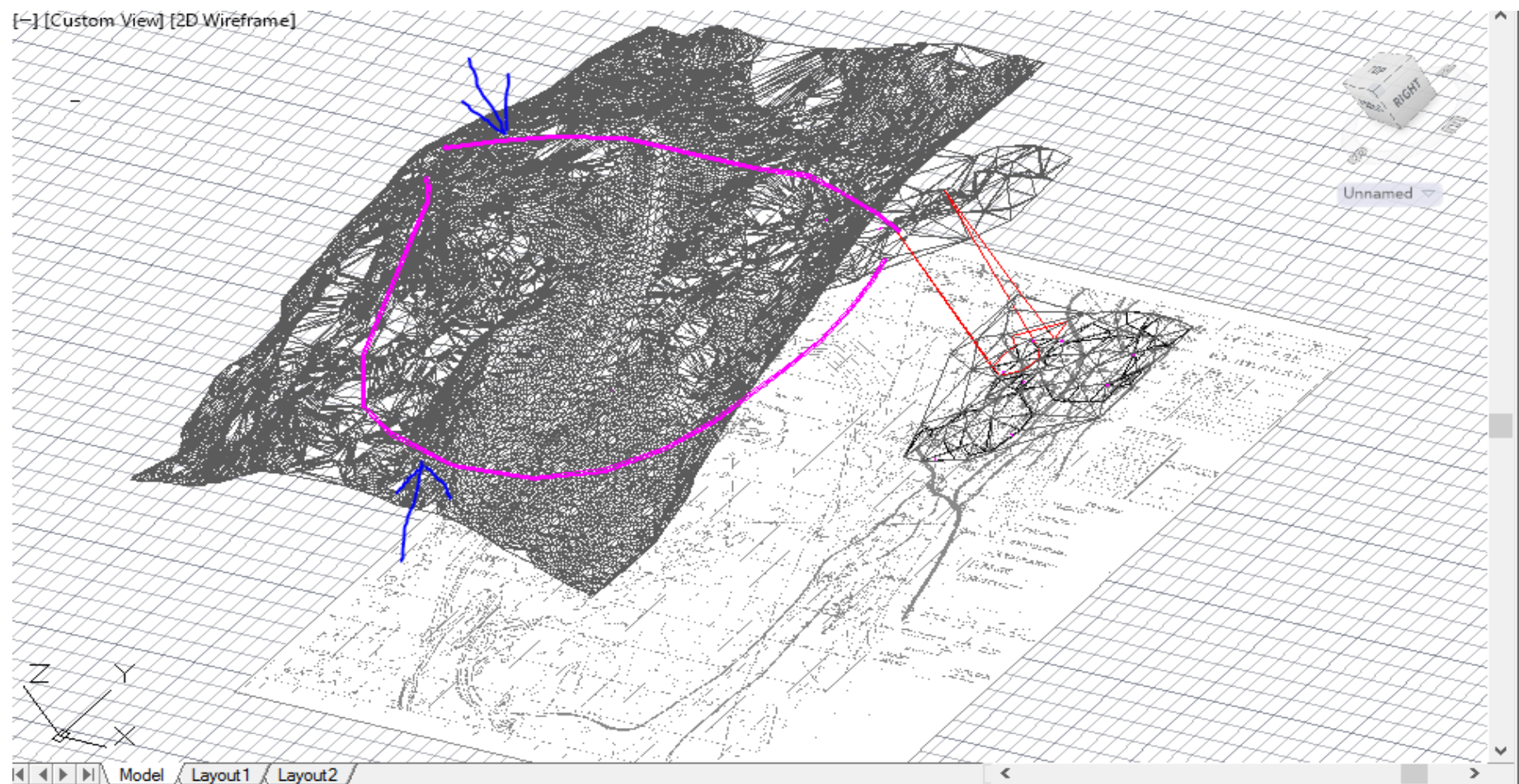
Εικ. 6.1 Χάρτης της περιοχής Παρνασσού – Γκιώνας, από την εφαρμογή google earth. Με κόκκινο χρώμα διακρίνεται η θέση του κοιτάσματος και με μπλε η θέση των εισόδων των έργων προσπέλασης.

Η μορφή της διατομής των έργων προσπέλασης επηρεάζεται κυρίως από τους παρακάτω παράγοντες:

- το ύψος παραγωγής μεταλλείου,
- το βάθος εκμετάλλευσης,
- τη μέθοδο και τον εξοπλισμό μεταφοράς (προσωπικού και υλικών),
- τις γεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες,
- τις απαιτήσεις των δικτύων ηλεκτρισμού, άντλησης υπογείων υδάτων, πεπιεσμένου αέρα και της λιθογόμωσης,
- τον αριθμό των εργαζομένων,
- το κόστος λειτουργίας των έργων.

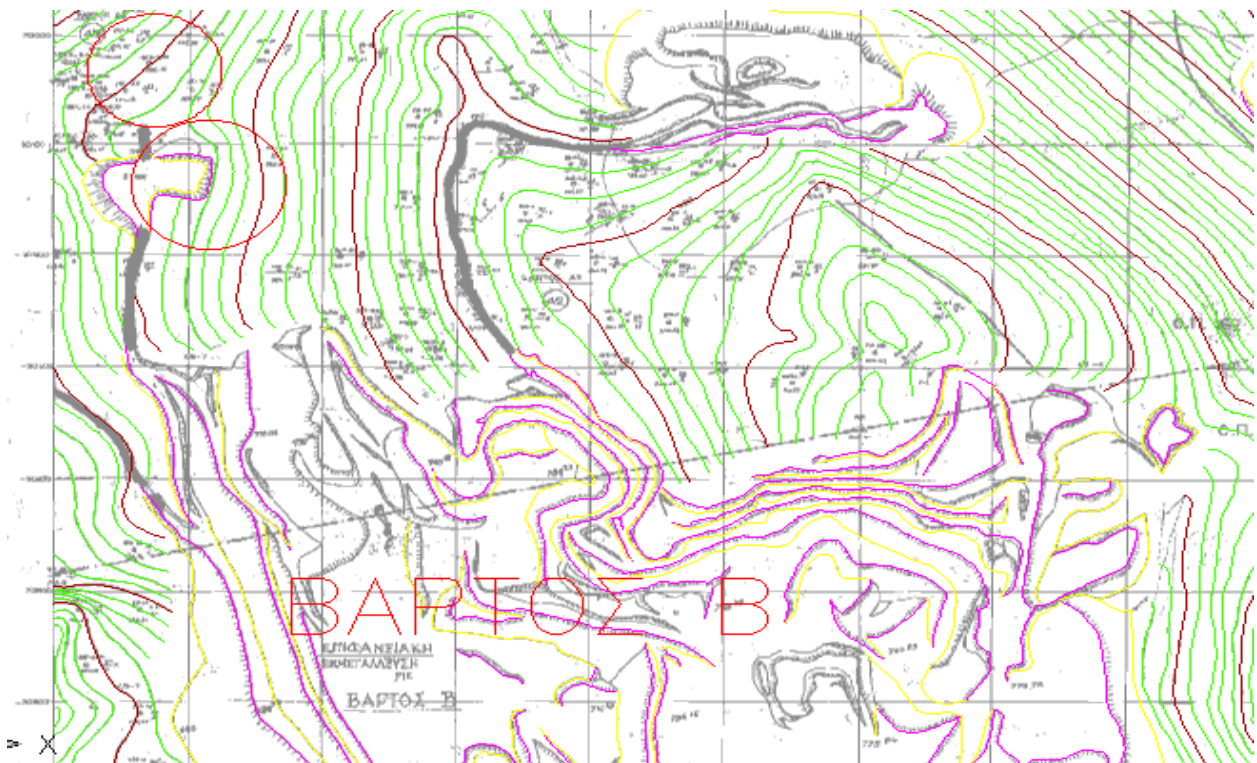
(Ζ.Αγιουτάντης, 2004)

Αφού ο τρόπος προσπέλασης είναι με κεκλιμένες στοές οι μορφές των διατομών των υπογείων ανοιγμάτων θα είναι είτε τραπεζοειδής, είτε ελλειψοειδής ή κυκλική, καθώς και παραλλαγές των παραπάνω. Στην περίπτωση του μεταλλείου «Μουκιχρί» η διατομή θα είναι τετραγωνική 5×5 m. Τέτοιας μορφής διατομές χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εκμεταλλεύσεις της εταιρίας και έχει αποδειχθεί πως είναι κατάλληλες για να ορύσσονται στα στεία πετρώματα της περιοχής, παρέχουν την απαιτούμενη ασφάλεια, δε δημιουργούν προβλήματα στη μεταφορά προσωπικού και υλικών, ακόμα και με την κίνηση Δ.Χ. (δημοσίας χρήσεως) φορτηγών εντός αυτών, δεν είναι ακατάλληλες για το κύκλωμα αερισμού και έχουν χαμηλότερο κόστος διάνοιξης σε σχέση με άλλου τύπου διατομές.



Εικ. 6.2 Ισομετρική απεικόνιση επιφάνειας, κοιτάσματος και στοών προσπέλασης (μπλε βέλη).

Η κύρια στοά προσπέλασης ξεκινάει από επιφανειακό έργο προετοιμασίας του πρανούς («καθρέφτη») που θα διαμορφωθεί πλησίον μεταλλευτικής οδού καθώς και κοντά στην εξοφληθείσα επιφανειακή εκμετάλλευση «Βαρτός Β» ώστε να αποτίθενται τα στείρα έως να χρειαστούν για τη λιθογόμωση. Έχει κλίση από 8,1% έως 8,2% για να μπορούν να κινούνται τα φορτηγά Δ.Χ., που θα μεταφέρουν το μέταλλευμα στο εργοστάσιο αλουμινίου, η είσοδος (μπούκα) είναι σε υψόμετρο 697 μέτρων και καταλήγει στα 511 μέτρα (υψόμετρο), που είναι το σημείο που επιλέξαμε να συναντήσει την οροφή του κοιτάσματος, το σημείο αυτό είναι όσο το δυνατόν κοντά στο κέντρο μάζας του κοιτάσματος . Το συνολικό μήκος της είναι 2.283 μέτρα και διαγράφει μια κατηφορική ήπια καμπή, έτσι ώστε να μη δημιουργεί προβλήματα στον αερισμό και στην κίνηση των οχημάτων. Σε αυτή τη στοά είναι δυνατή η κίνηση όλων των τύπων οχημάτων. Τα γεωμετρικά στοιχεία της στοάς μεταφοράς παρουσιάζονται αναλυτικά στην εικόνα 6.4 .

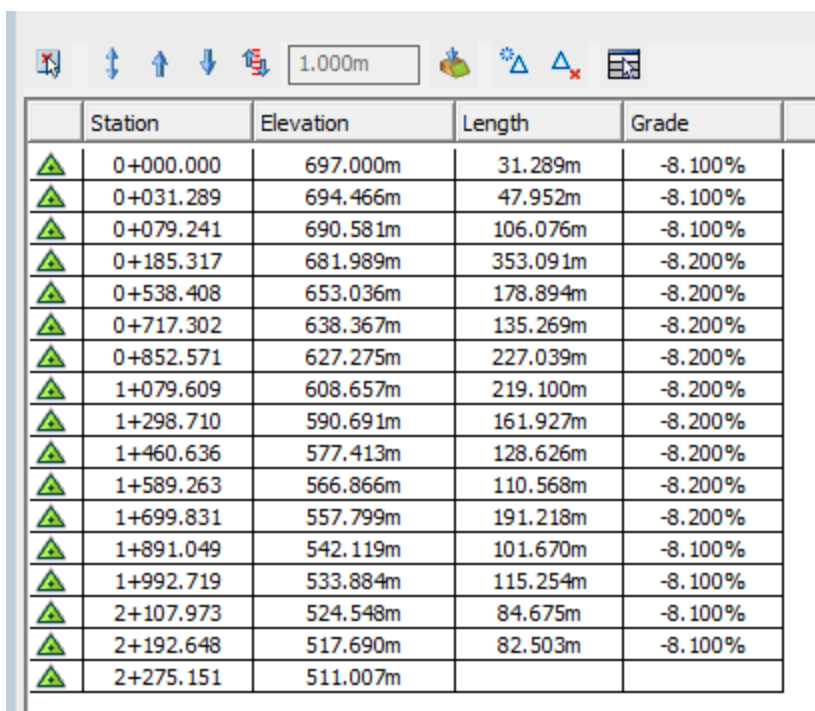


Εικ. 6.3 Με κόκκινους κύκλους φαίνονται τα σημεία απ' όπου θα ξεκινήσουν οι στοές προσπέλασης, επίσης φαίνεται η παλαιά επιφανειακή εκμετάλλευση «Βαρτός Β», στην οποία θα αποτίθεται τα στείρα.

Για τον καθορισμό των διαστάσεων μιας στοάς λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Οι διαστάσεις του μηχανοκίνητου εξοπλισμού που κινείται σε αυτή,
- Ο χώρος που απαιτείται για την τοποθέτηση του αγωγού προσωρινού και μόνιμου αερισμού και των υπολοίπων δικτύων εξυπηρέτησης της μεταλλευτικής δραστηριότητας (φωτισμός, νερό, πεπιεσμένος αέρας κλπ)
- Οι διαστάσεις των στοιχείων υποστήριξης.

Η διατομή της στοάς στην προκειμένη περίπτωση είναι τετραγωνική 5×5 μέτρων, εμβαδού 25 m^2 . Το πλάτος των κεντρικών στοών είναι σχεδόν διπλάσιο από το μέγιστο πλάτος του μηχανοκίνητου εξοπλισμού που κινείται σ' αυτές. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ασφαλής μετακίνηση του προσωπικού, η προσέλευση και αποχώρηση του οποίου γίνεται στην αρχή και στο τέλος της βάρδιας, όταν δεν υπάρχει κεντρική μεταφορά μεταλλεύματος προς το εργοστάσιο απ' τα Δ.Χ. φορηγά. Επιπροσθέτως, το σύνολο του προσωπικού κινείται με μηχανήματα και δεν υπάρχει σε καμία σχεδόν περίπτωση κίνηση πεζών στις κεντρικές στοές. Στη στοά αυτή ανά 100 μέτρα θα διαμορφώνεται ένα πλάτωμα, μόνο κατά το πλάτος της στοάς, το οποίο θα διπλασιάζει το πλάτος της για 15 μέτρα, αυτά τα 22 πλατώματα θα εξυπηρετούν την κίνηση περισσότερων φορηγών Δ.Χ. κατά την φόρτωση – μεταφορά με τη βοήθεια ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ των οδηγών, αφού θα δίνεται η δυνατότητα διασταυρώσεως δύο οχημάτων.

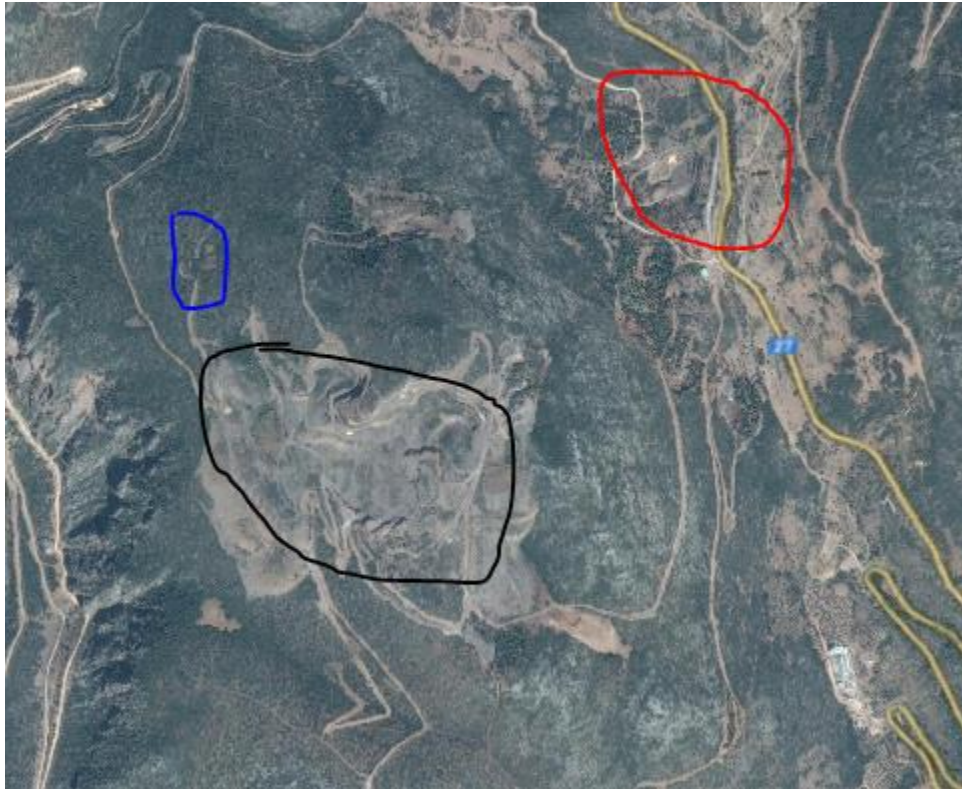


	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	697.000m	31.289m	-8.100%
▲	0+031.289	694.466m	47.952m	-8.100%
▲	0+079.241	690.581m	106.076m	-8.100%
▲	0+185.317	681.989m	353.091m	-8.200%
▲	0+538.408	653.036m	178.894m	-8.200%
▲	0+717.302	638.367m	135.269m	-8.200%
▲	0+852.571	627.275m	227.039m	-8.200%
▲	1+079.609	608.657m	219.100m	-8.200%
▲	1+298.710	590.691m	161.927m	-8.200%
▲	1+460.636	577.413m	128.626m	-8.200%
▲	1+589.263	566.866m	110.568m	-8.200%
▲	1+699.831	557.799m	191.218m	-8.200%
▲	1+891.049	542.119m	101.670m	-8.100%
▲	1+992.719	533.884m	115.254m	-8.100%
▲	2+107.973	524.548m	84.675m	-8.100%
▲	2+192.648	517.690m	82.503m	-8.100%
▲	2+275.151	511.007m		

Εικ.6.4 Πίνακας απ' το AutoCAD civil 2006 όπου φαίνονται τα στοιχεία της στοάς μεταφοράς.

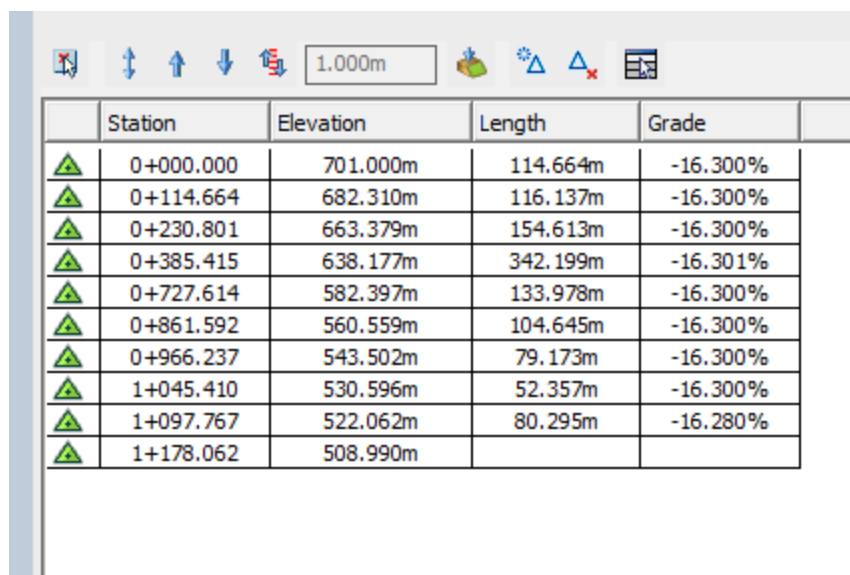
Η είσοδος της κεκλιμένης στοάς αερισμού – ασφαλείας θα διαμορφωθεί Βόρεια της κύριας κεκλιμένης στοάς μεταφοράς και θα απέχει απ' αυτή γύρω στα 100 μέτρα. Για να προσεγγίσουμε το σημείο θα διανοιχθεί μεταλλευτικός δρόμος απ' το σημείο εισόδου της στοάς μεταφοράς έως τη στοά αερισμού – ασφαλείας. Οι δύο είσοδοι των στοών έχουν υψομετρική διαφορά γύρω στα 4 μέτρα, άρα ο δρόμος θα έχει κλίση γύρω στο 4%, πλάτος 6 μέτρα και θα πληροί όλες τις προδιαγραφές του ΚΛΜΕ (ΦΕΚ1227β14/06/11). Τα στείρα και αυτής της στοάς θα αποτίθενται στην παλιά επιφανειακή εκμετάλλευση «Βαρτός Β». Επιλέχθηκε οι δύο είσοδοι να είναι κοντά για να μειωθεί το κόστος, αφού δε θα διανοιχθούν μεγάλοι δρόμοι παρά μόνο ένας της τάξεως των 100 μέτρων, θα χρησιμοποιηθεί κοινός εξοπλισμός, εγκαταστάσεις και προσωπικό και για τα δύο έργα και είναι κοντά αμφότερων ο χώρος απόθεσης των στείρων. Τεχνικά η στοά αερισμού – ασφαλείας θα έχει είσοδο στα 701 μέτρα υψόμετρο και θα φτάνει στα 509 μέτρα (υψόμετρο), η κλίση θα είναι από 16,2% έως 16,3% και το μήκος της 1.194 μέτρα. Η στοά αυτή θα διαγράφει μία ήπια καμπή ώστε να μη δημιουργείται πρόβλημα στον αερισμό με οξείες γωνίες στη διεύθυνση της στοάς. Θα μπορούν να κινηθούν σ' αυτή

την κεκλιμένη στοά αυτοκινούμενα μηχανήματα διάτρησης, ξεσκαρώματος, πλατφόρμες για τη γόμωση, και φορτωτές – φορτηγά υπογείων για τις ανάγκες της όρυξης της στοάς, καθώς επίσης και 4×4 οχήματα της εταιρίας για τις ανάγκες επίβλεψης, μεταφοράς προσωπικού και βέβαια ασφάλειας. Τα γεωμετρικά στοιχεία της στοάς αερισμού - ασφαλείας παρουσιάζονται αναλυτικά στην εικόνα 6.6 .



Εικ. 6.5 Χάρτης από την εφαρμογή google earth. Διακρίνεται η επιφανειακή εκμετάλλευση «Βαρτός Β» στο μαύρο πλαίσιο, στο κόκκινο η περιοχή του κοιτάσματος «Μουκιχρί» και στο μπλε η περιοχή που θα διανοιχθούν οι εισόδους των έργων προσπέλασης. Με κίτρινο χρώμα διακρίνεται η χάραξη της Ε.Ο. Αμφισσας– Μπράλου. Ο βορράς έχει κατεύθυνση προς το πάνω μέρος της εικόνας.

Στη στοά αερισμού – ασφαλείας η διατομή θα είναι ίδια με της στοάς μεταφοράς, χωρίς τα πλατώματα διασταυρώσεως.



	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	701.000m	114.664m	-16.300%
▲	0+114.664	682.310m	116.137m	-16.300%
▲	0+230.801	663.379m	154.613m	-16.300%
▲	0+385.415	638.177m	342.199m	-16.301%
▲	0+727.614	582.397m	133.978m	-16.300%
▲	0+861.592	560.559m	104.645m	-16.300%
▲	0+966.237	543.502m	79.173m	-16.300%
▲	1+045.410	530.596m	52.357m	-16.300%
▲	1+097.767	522.062m	80.295m	-16.280%
▲	1+178.062	508.990m		

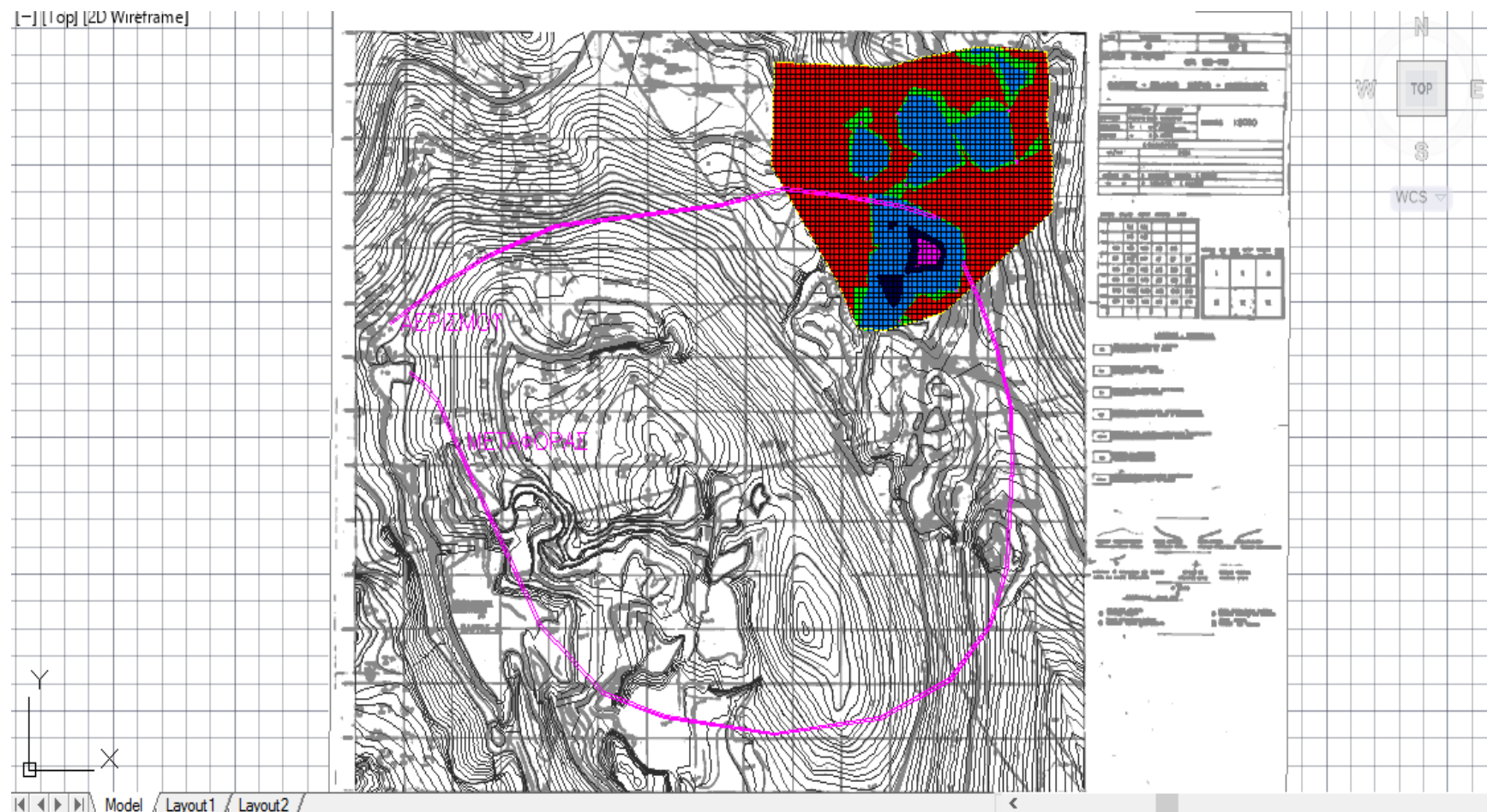
Εικ. 6.6 Πίνακας απ' το AutoCAD Civil 2006 όπου φαίνονται τα στοιχεία της στοάς αερισμού – ασφαλείας.

Πίνακας 6.1 Κλίσεις, διατομές και μήκος και των δύο στοών προσπέλασης.

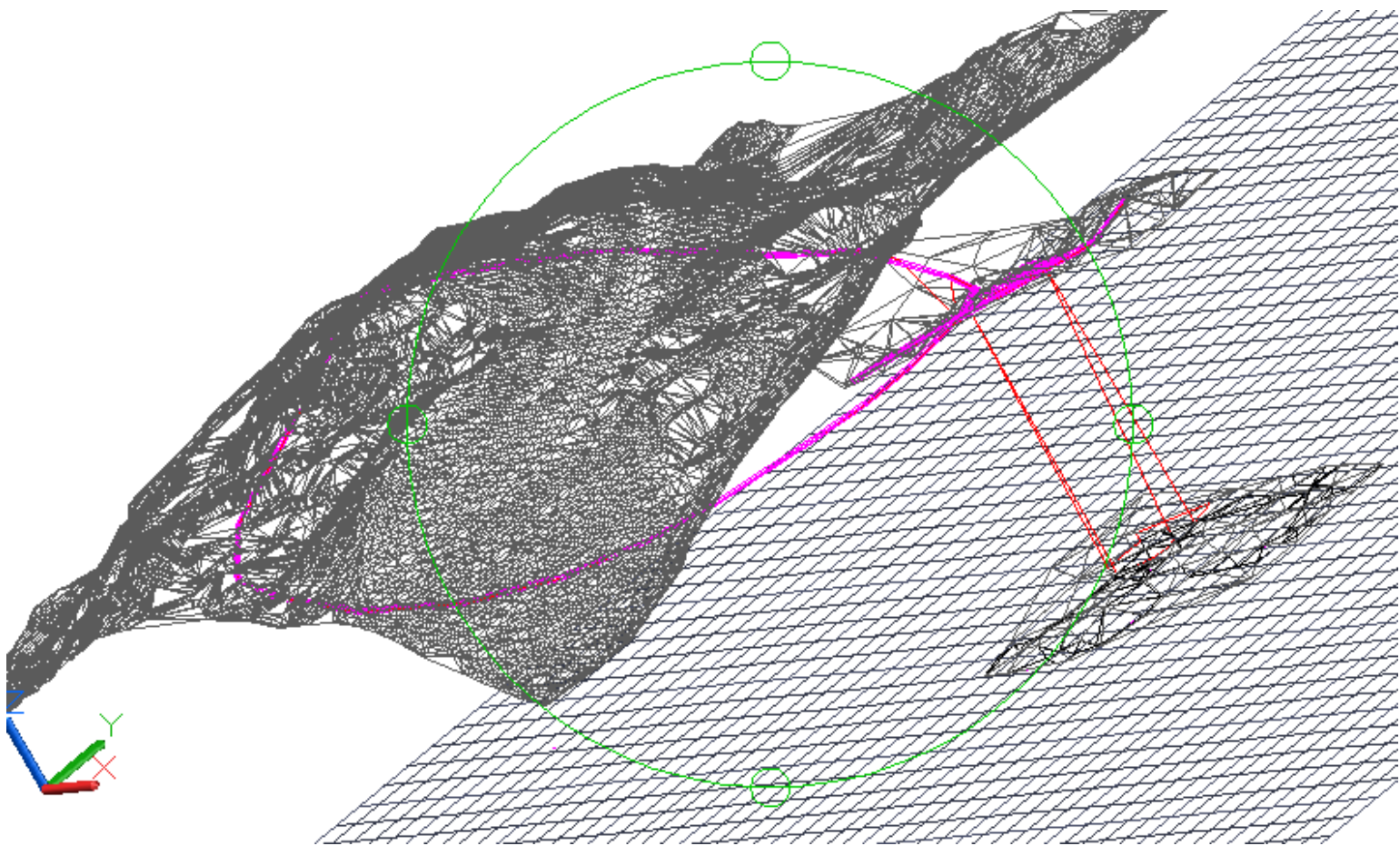
ΣΤΟΕΣ	ΚΛΙΣΗ%	ΔΙΑΤΟΜΗ m×m	ΜΗΚΟΣ m
Μεταφοράς	8,1-8,2	5×5	2.283
Ασφάλειας-Αερισμού	16,2-16,3	5×5	1.194
Σύνολο			3.477

Τα έργα και για τις δύο στοές προσπέλασης θα ξεκινήσουν ταυτόχρονα.

Άρα θα πρέπει να εξορυχτούν 65.325 m^3 στείρων απ' τη στοά μεταφοράς υπολογισμένο και το υλικό απ' τις 22 διαπλατύνσεις στη στοά αυτή $5 \times 5 \times 15 \times 22 = 8250 \text{ m}^3$, και 29.850 m^3 στείρων απ' τη στοά αερισμού – ασφαλείας. Σύνολο 95.175 m^3 στείρα.



Εικ. 6.7 Κάτοψη της περιοχής, όπου διακρίνονται οι ισοϋψείς, οι εξοφλημένες επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, το κοίτασμα και οι δύο στοές προσπέλασης (αερισμού και μεταφοράς).



Εικ. 6.8 Τρισδιάστατη άποψη της περιοχής, όπου διακρίνονται οι ισοϋψείς, οι εξοφλημένες επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, το κοίτασμα, οι δύο στοές προσπέλασης και οι στοές περιχάραξης. Ο Βορράς είναι στη διεύθυνση yy' με κατεύθυνση $0-y$.

6.2 Περιχάραξη – Ανάπτυξη του κοιτάσματος

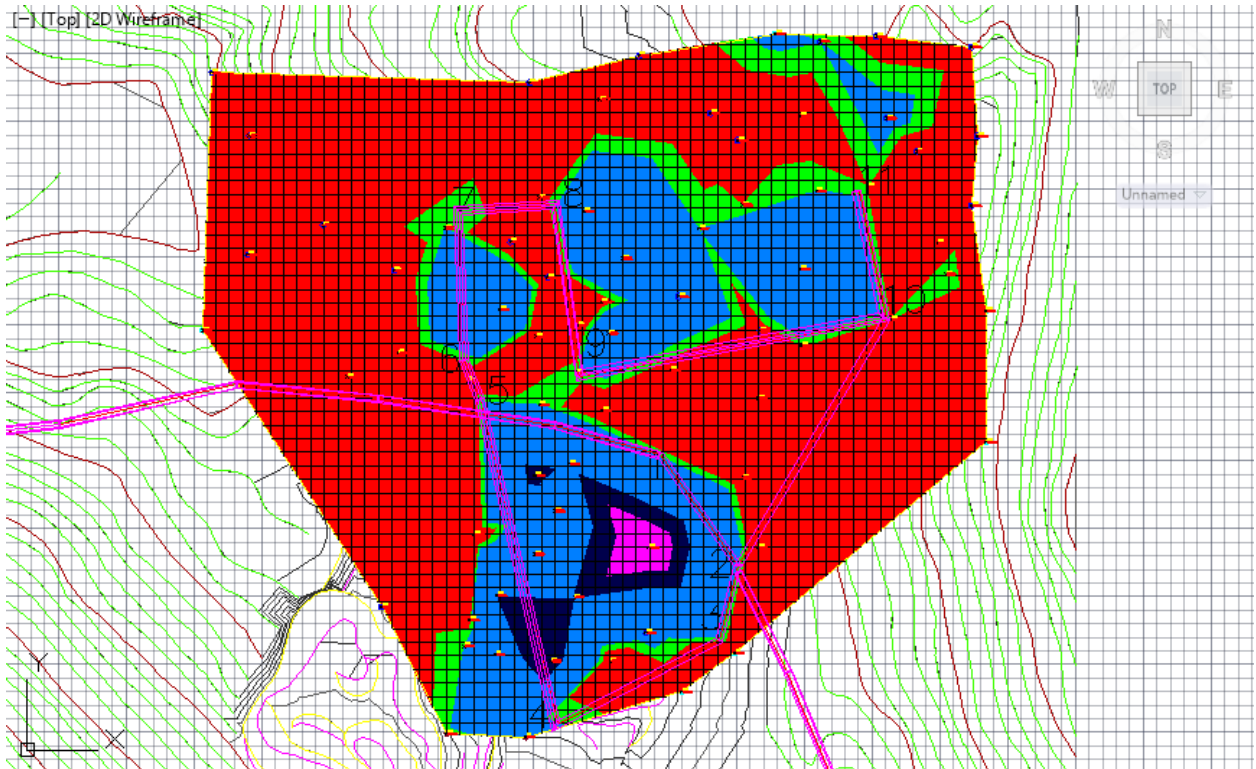
Μετά την κατασκευή των έργων προσπέλασης και έως την έναρξη της διαδικασίας παραγωγής μεταλλεύματος, απαιτείται η κατασκευή έργων ανάπτυξης – περιχάραξης του κοιτάσματος. Τα έργα αυτά συνδέουν τα έργα προσπέλασης με τις θέσεις παραγωγής, έχουν χρόνο ζωής μεγάλο, αλλά μικρότερο των έργων προσπέλασης.

Το κοίτασμα «Μουκιχρί» διαιρέθηκε σε τέσσερα τμήματα, σκοπός της περιχάραξης λοιπόν είναι η προσέγγιση των τμημάτων αυτών για τη την έναρξη της παραγωγής στο κάθε ένα. Αυτό σημαίνει ότι μέσω των στοών περιχάραξης θα μεταφέρεται το παραγόμενο μετάλλευμα, ο εξοπλισμός διάτρησης, ανατίναξης, υπόγειας φόρτωσης και μεταφοράς στα και από τα μέτωπα παραγωγής, καθώς και εξοπλισμός για το ξεσκάρωμα οροφής και υποστήριξης αυτής και αν χρειαστεί και των τοιχωμάτων της στοάς. Επίσης οι στοές της περιχάραξης θα εξυπηρετούν και τον αερισμό των μετώπων, μέσω των πανιών αερισμού. Ακόμα επιλέχθηκε οι στοές περιχάραξης να ορύσσονται κυρίως μέσα σε βωξιτικό πέτρωμα, όπου είναι δυνατό, ώστε να υπάρχει παράλληλα και παραγωγή και το πάτωμα της στοάς να συμπίπτει με αυτό του βωξιτικού φακού πάλι όπου είναι δυνατό, έτσι ώστε να ξεκινάει κατευθείαν και η μέθοδος θαλάμων και στύλων, που θα περιγραφεί παρακάτω.

Σκοπός της φάσης αυτής είναι η οριοθέτηση μεγάλων τμημάτων της εκμετάλλευσης, η επιβεβαίωση της γεωλογικής εικόνας του κοιτάσματος και η δειγματοληψία των ποιοτικών χαρακτηριστικών του βωξίτη.

Το πρώτο κομμάτι της στοάς περιχάραξης θα είναι και αυτό που θα ενώσει την κεκλιμένη στοά μεταφοράς με αυτή του αερισμού – ασφαλείας, πράγμα απαραίτητο για να δημιουργηθεί σε αρχικό στάδιο της εκμετάλλευσης, κύκλωμα αερισμού. Η στοά αυτή θα ξεκινάει απ' το σημείο 1 όπου εκεί θα καταλήγει η στοά αερισμού και θα φτάνει στο σημείο 2 όπου είναι η κατάληξη της στοάς μεταφοράς. Τα έργα ξεκίνησαν απ' το σημείο 1 και κατέληξαν στο σημείο 2 διότι η στοά αερισμού θα έχει τελειώσει νωρίτερα της στοάς μεταφοράς εφόσον ξεκινήσουν ταυτόχρονα οι εργασίες όρυξης τους. Η στοά αυτή έχει την κωδική ονομασία 1_2, το μήκος της είναι 99,8 m, η κλίση της - 0,5% [το (-) υποδηλώνει κάθοδο]. Ξεκινάει από υψόμετρο 509 m και καταλήγει

στα 508,5 m. Εδώ θα αναφέρω πως η διαφορά 2,5 m που υπάρχει ανάμεσα στο πάτωμα της στοάς μεταφοράς και στο πάτωμα της στοάς 1_2 οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη σχεδίαση των στοών προσπέλασης στοχεύουμε στην πάνω επαφή του κοιτάσματος με τον ασβεστόλιθο οροφής, ενώ στη σχεδίαση των στοών περιχάραξης το πάτωμα της στοάς συμπίπτει αν γίνεται μ' αυτό του κοιτάσματος. Για το λόγο αυτό θα δημιουργηθεί μία ράμπα ώστε να «έρθουν» στο ίδιο υψόμετρο οι δύο στοές.



Εκ. 6.9 Κάτοψη κοιτάσματος και στοών περιχάραξης.

Τα υπόλοιπα κομμάτια της περιχάραξης θα ορύσσονται κι αυτά όσο το δυνατόν με επαφή του πατώματος της στοάς στην κάτω επαφή του βωξίτη, η μέγιστη κλίση στοάς είναι 19,7% στο κομμάτι με κωδική ονομασία 8_9, ενώ στα υπόλοιπα η κλίση είναι από ομαλή έως 17,8%.

Η κωδική ονομασία κάθε στοάς περιχάραξης μας δείχνει το σημείο (station) που ξεκινάει και αυτό που σταματάει, για κάθε σημείο δίνεται το υψόμετρό του καθώς και η απόσταση μεταξύ τους και η κλίση τους, όπως φαίνεται παρακάτω στις εικόνες [6.10](#), [6.11](#), [6.13](#), [6.14](#), [6.15](#), [6.16](#), [6.17](#), [6.18](#), [6.19](#), [6.20](#), που παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία κάθε μίας στοάς περιχάραξης.

	Station	Elevation	Length	Grade	
▲	0+000.000	508.990m	99.817m	-0.491%	
▲	0+099.817	508.500m			

Εικ. 6.10 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 1_2 απ το Autocad civil 2006

	Station	Elevation	Length	Grade	
▲	0+000.000	508.500m	56.316m	4.439%	
▲	0+056.316	511.000m			

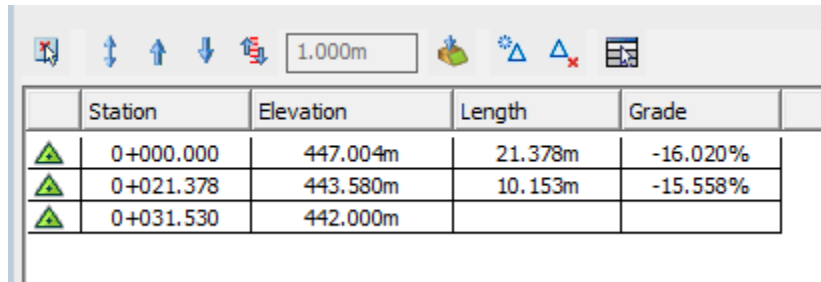
Εικ. 6.11 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 2_3 απ το Autocad civil 2006

	Station	Elevation	Length	Grade	
▲	0+000.000	511.000m	135.063m	-14.808%	
▲	0+135.063	491.000m			

Εικ. 6.12 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 3_4 απ το Autocad civil 2006

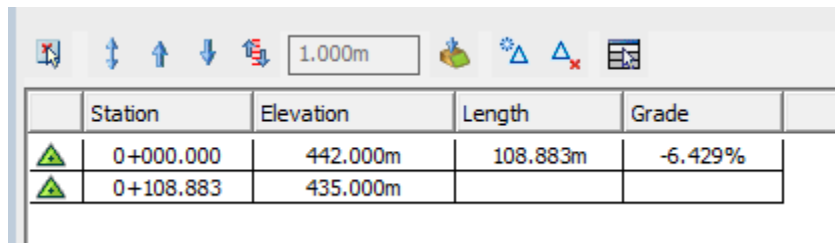
	Station	Elevation	Length	Grade	
▲	0+000.000	491.000m	235.230m	-17.860%	
▲	0+235.230	448.988m	11.107m	-17.860%	
▲	0+246.337	447.004m			

Εικ. 6.13 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 4_5 απ το Autocad civil 2006



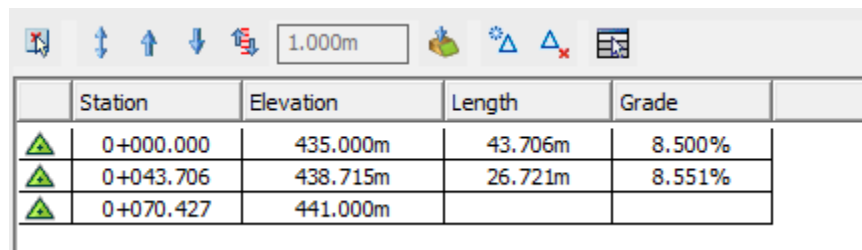
	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	447.004m	21.378m	-16.020%
▲	0+021.378	443.580m	10.153m	-15.558%
▲	0+031.530	442.000m		

Εικ. 6.14 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 5_6 απ το Autocad civil 2006



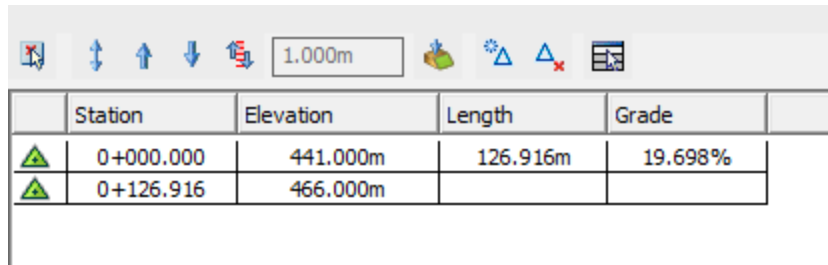
	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	442.000m	108.883m	-6.429%
▲	0+108.883	435.000m		

Εικ. 6.15 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 6_7 απ το Autocad civil 2006



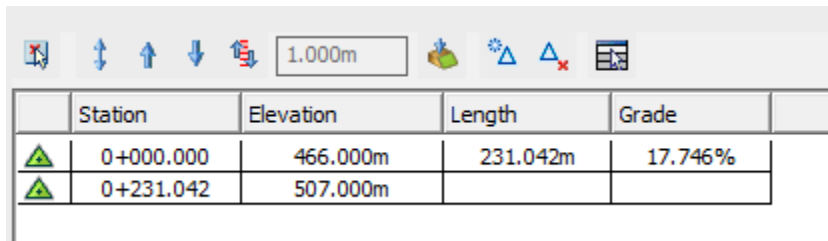
	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	435.000m	43.706m	8.500%
▲	0+043.706	438.715m	26.721m	8.551%
▲	0+070.427	441.000m		

Εικ. 6.16 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 7_8 απ το Autocad civil 2006



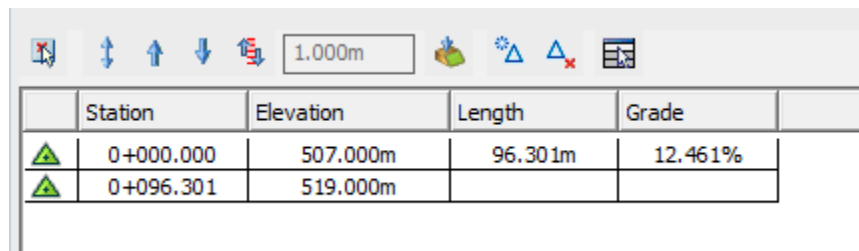
	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	441.000m	126.916m	19.698%
▲	0+126.916	466.000m		

Εικ. 6.17 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 8_9 απ το Autocad civil 2006



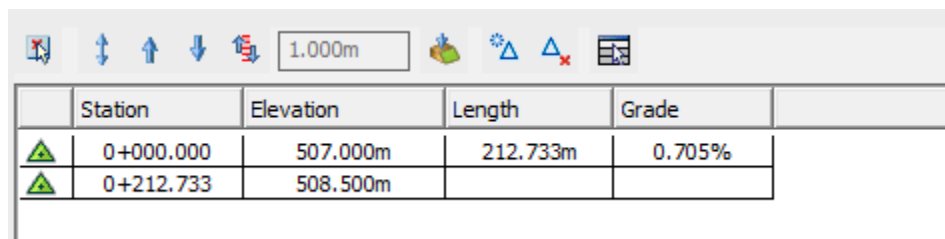
	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	466.000m	231.042m	17.746%
▲	0+231.042	507.000m		

Εικ. 6.18 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 9_10 απ το Autocad civil 2006



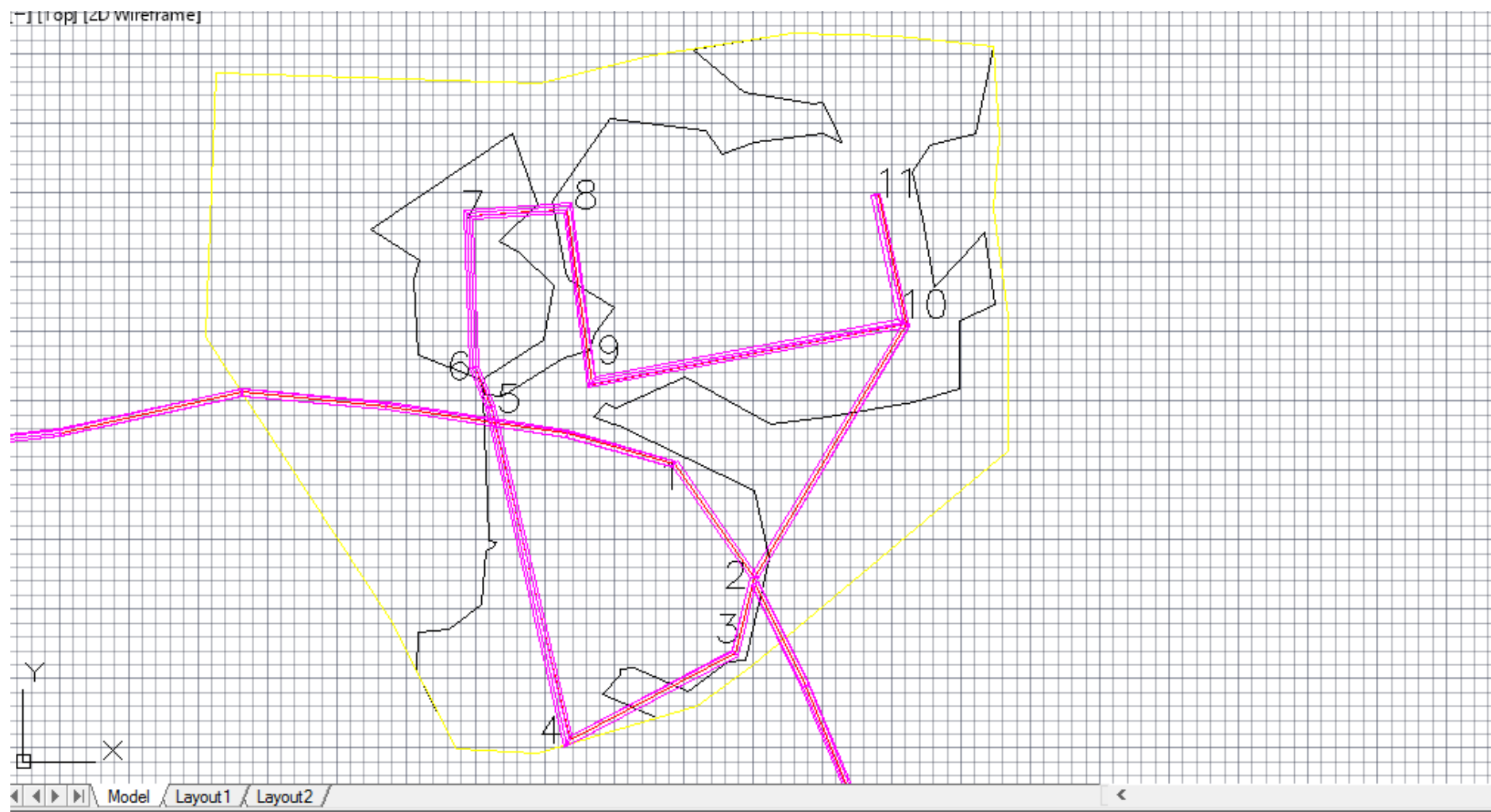
	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	507.000m	96.301m	12.461%
▲	0+096.301	519.000m		

Εικ. 6.19 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 10_11 απ το Autocad civil 2006



	Station	Elevation	Length	Grade
▲	0+000.000	507.000m	212.733m	0.705%
▲	0+212.733	508.500m		

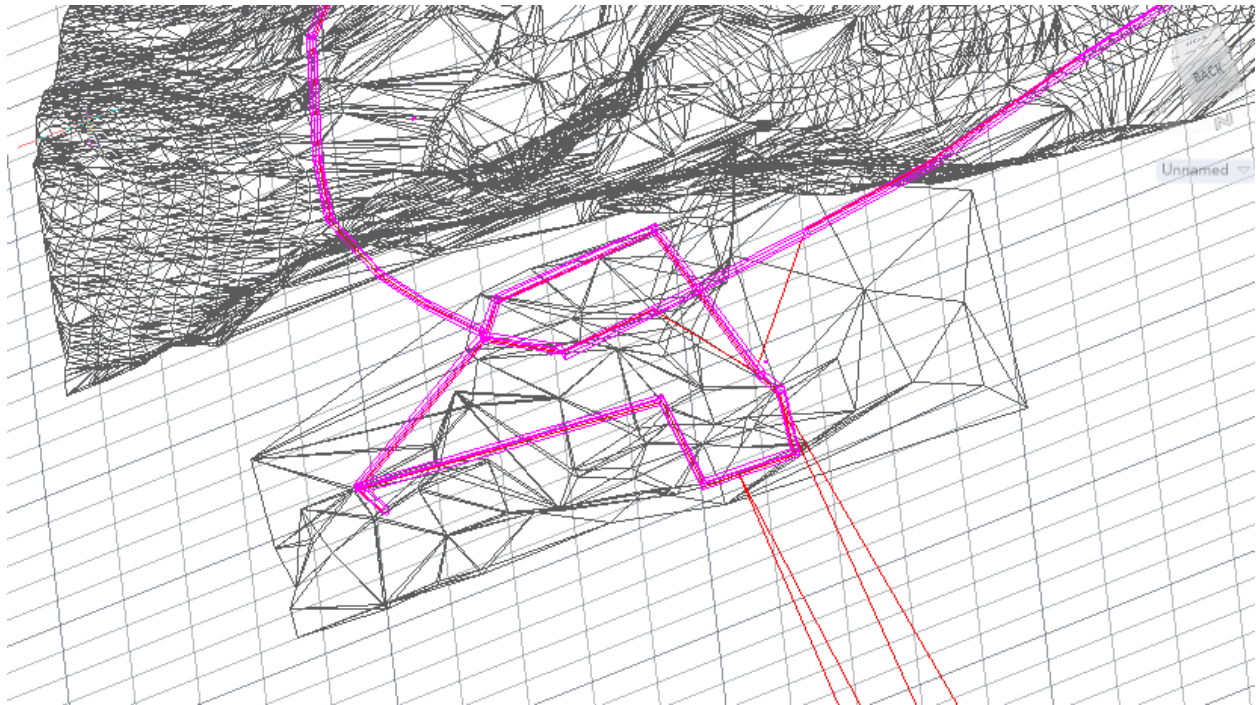
Εικ. 6.20 Στοιχεία στοάς περιχάραξης 10_2 απ το Autocad civil 2006



Εικ. 6.21 Κάτοψη: όρια κοιτάσματος και στοές περιχάραξης, με τα νούμερα (κωδική ονομασία) στην αρχή και στο τέλος κάθε ευθύγραμμης στοάς.

Το συνολικό μήκος των στοών ανάπτυξης - περιχάραξης είναι 1.415 μέτρα.

Τα έργα προσπέλασης και ανάπτυξης – περιχάραξης προϋποθέτουν λεπτομερή γεωτεχνική μελέτη της ζώνης διαταραχής του εντατικού πεδίου στο περιβάλλον πέτρωμα από μηχανικό μεταλλείων, καθώς επίσης και συχνός έλεγχος της πορείας τους απ’ το τμήμα τοπογράφων και σχεδιαστών της εταιρίας.



Εικ.6.22 Τρισδιάστατη άποψη των στοών περιχάραξης εντός του κοιτάσματος, μέρος των στοών προσπέλασης και μέρος του ανάγλυφου της επιφάνειας.

Για τα ακριβή στοιχεία (κλίσεις, μήκη, υψόμετρα) των στοών προσπέλασης – περιχάραξης, ο ψηφιακός σχεδιασμός τους στο AutoCAD civil 2006, ξεκίνησε με χάραξη feature lines, οι οποίες μας παρέχουν πληροφορίες για κλίση, μήκος, αρχικό και τελικό υψόμετρο της κάθε γραμμής σε πίνακα, όπως φαίνονται στις εικόνες 6.10, 6.11, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, 6.19, 6.20 . Και πάνω στη διεύθυνση αυτή δημιουργήθηκαν οι τρισδιάστατες στοές προσπέλασης – περιχάραξης. Η feature line σχεδιαστικά εφάπτεται με το μέσο του δαπέδου κάθε στοάς.

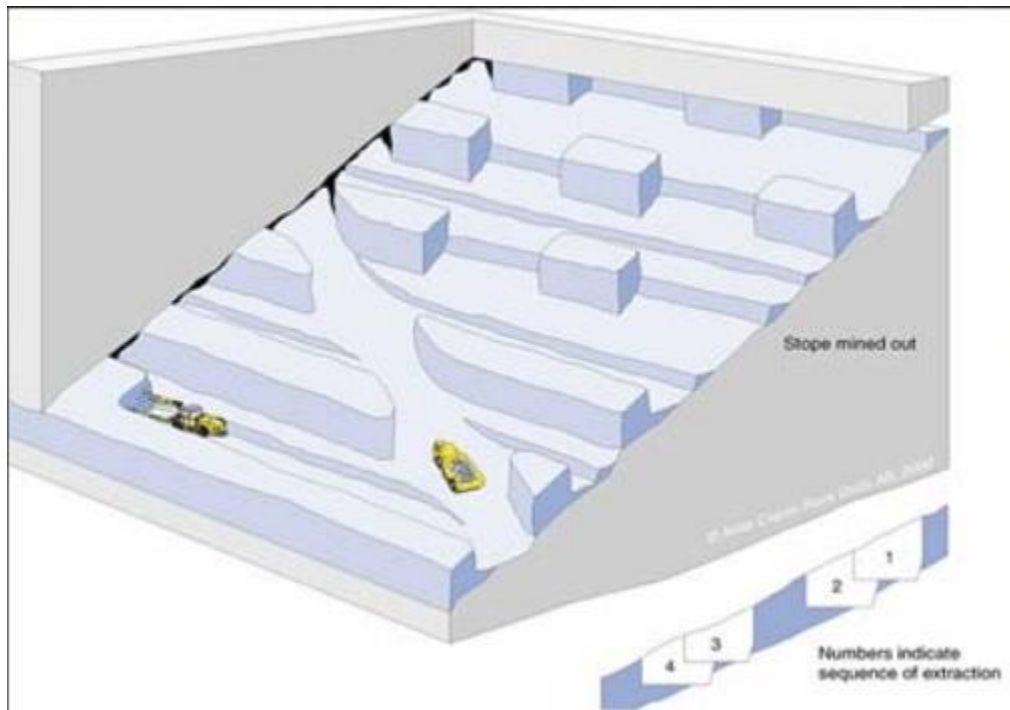
7.Μέθοδος εκμετάλλευσης

Η πλέον συνήθης μέθοδος σε βωξίτικα κοιτάσματα στην Ελλάδα είναι η μέθοδος των θαλάμων και στύλων για μικρές (έως 30%) κλίσεις κοιτασμάτων και η μέθοδος των διαδοχικών ορόφων για μεγαλύτερες κλίσεις κοιτασμάτων. Σημειώνεται ότι οι μέθοδοι εκμετάλλευσης είναι πολλές, αν θεωρήσουμε ότι κάθε κοίτασμα αποτελεί μοναδική περίπτωση και η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι προσαρμοσμένη στα χαρακτηριστικά του, στην περίπτωση όμως του βωξίτη χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο η μέθοδος των θαλάμων και στύλων με διάφορες παραλλαγές και η μέθοδος διαδοχικών ορόφων με κενά μέτωπα ή με κατακρήμνιση οροφής. Η μέθοδος των θαλάμων και στύλων είναι μέθοδος με κενά και υποστήριξη της οροφής με στύλους βωξίτη. Εφαρμόζεται σε κοιτάσματα βωξίτη με κλίση έως 30° (60%), πάχος μέχρι 10m, (τα 10 μέτρα είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος κενών από τον Κ.Μ.Α.Ε.) και σχετικά ανθεκτικά υπερκείμενα πετρώματα. Σε περίπτωση που το πάχος του βωξίτη είναι μεγαλύτερο των 10m τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος θαλάμων και στύλων και εν συνεχεία η ξηρή λιθογόμωση από τα στείρα των έργων προσπέλασης για την εκμετάλλευση ανωτέρων οριζόντων (down-top). Στις περιπτώσεις κοιτασμάτων των οποίων η κλίση υπερβαίνει τις 30° εφαρμόζεται η μέθοδος των διαδοχικών ορόφων με κενά μέτωπα ή κατακρήμνιση οροφής που αφορά όμως πολύ μικρό αριθμό εκμεταλλεύσεων.

Γενικά πάντως στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εκμετάλλευσης ενός βωξιτικού κοιτάσματος συνεκτιμώνται η γεωλογική του εικόνα, καθώς και τα μηχανικά χαρακτηριστικά του βωξίτη και των περιβαλλόντων πετρωμάτων προκειμένου να υπάρξει η μεγαλύτερη δυνατή απόληψη και η μικρότερη δυνατή αραίωση του μεταλλεύματος. (Γ.Εξαδάκτυλος, 2006)

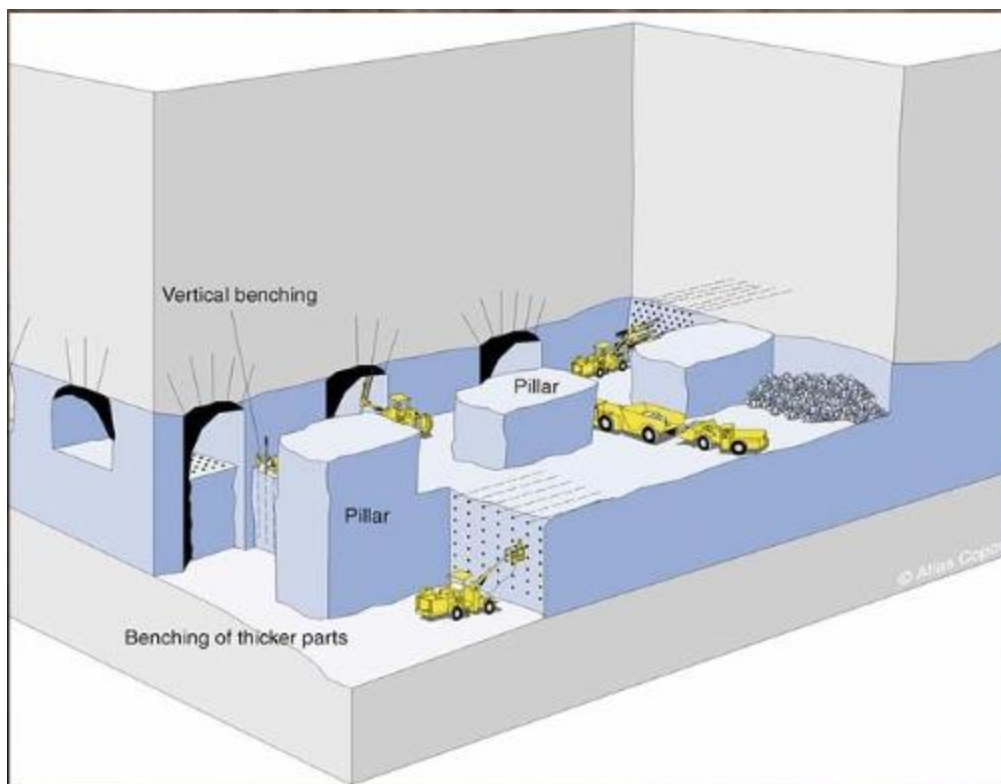
Σύμφωνα με τα δεδομένα της μελέτης αυτής η μέθοδος που επιλέχθηκε είναι η Θαλάμων και Στύλων. Στο μεγαλύτερο μέρος του κοιτάσματος «Μουκιχρί» τα πάχη είναι μικρότερα των 10 μέτρων και μέτρια κλίση, έτσι η περιχάραξη γίνεται με στοές που είναι παρόμοιες των στοών προσπέλασης και όλες βρίσκονται εντός του βωξίτη όσο γίνεται, όπως προαναφέρθηκε. Στη μέθοδο λοιπόν, αρχικά σε κοίτασμα πάχους έως 5 - 6m ορύσσονται στοές, με επαφή στο δάπεδο του κοιτάσματος, που αργότερα στη φάση της εξόφλησης

διευρύνονται σε θαλάμους με αφετηρία τις στοές περιχάραξης. Η απόσταση των αξόνων των θαλάμων είναι περίπου 13 m και ορύσσονται μέχρι τα όρια του κοιτάσματος. Για πάχη κοιτάσματος από 5 έως 10 m ορύσσονται στοές στις οποίες η οροφή τους εφάπτεται με την οροφή του κοιτάσματος και στη συνέχεια διευρύνονται προς το πάτωμα με ορθές βαθμίδες και η υπόλοιπη διαδικασία συνεχίζει όπως στα πάχη ως 5 m.



Εικ. 7.1 Μέθοδος θαλάμων και στύλων για κοιτάσμα πάχους έως 5m και μέτριας κλίσης (H.Hamrin, 1982).

Στη φάση της εξόφλησης οι θάλαμοι, που είναι σχεδόν παράλληλοι μεταξύ τους, ενώνονται με εγκάρσιες στοές, που διευρύνονται τόσο ώστε στο τέλος να εγκαταλειφθούν στύλοι σε απόσταση 13 m (κέντρο με κέντρο στύλου) και προϋπολογιζόμενες διαστάσεις 5m x 5m περίπου. Η οπισθοχώρηση γίνεται προς το σημείο εισόδου.

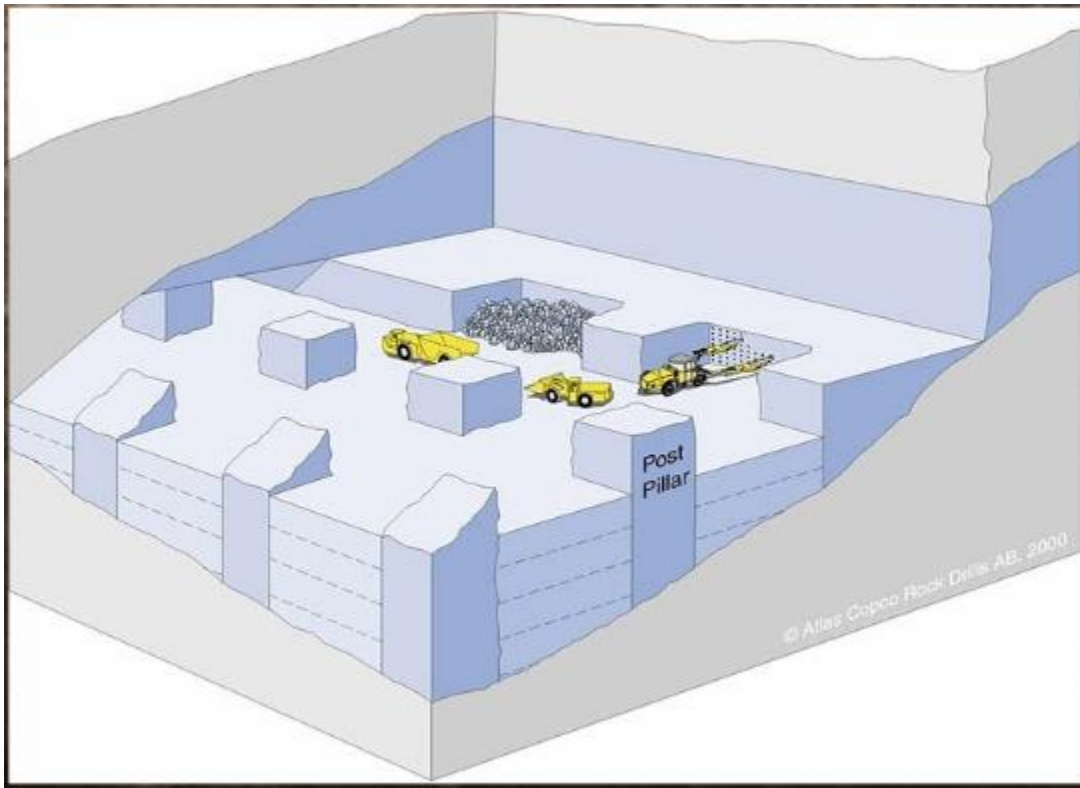


Εικ. 7.2 Μέθοδος θαλάμων και στύλων για κοίτασμα πάχους από 5 έως 10 m (H.Hamrin, 1982) .

Στο κομμάτι του κοιτάσματος που έχει πάχος άνω των 10 μέτρων, ακολουθείται η μέθοδος θαλάμων και στύλων με ξηρή λιθογόμωση, οι σημαντικότερες διαφορές με την μέθοδο που θα ακολουθήσουμε σε λεπτότερα κομμάτια είναι:

Οι στύλοι δεν εγκαταλείπονται μόνοι τους να στηρίζουν την οροφή αλλά γίνεται λιθογόμωση περίξ αυτών προς αύξηση της αντοχής τους και για να δημιουργηθεί νέο ανυψωμένο πάτωμα για τη διεύρυνση των θαλάμων προς τα πάνω. Έτσι σε γενικές γραμμές ορύσσονται οι θάλαμοι με ύψος περίπου 6 μέτρων, ακολουθεί η διεύρυνσή τους και τέλος γίνεται μερική λιθογόμωση σε τέτοιο ύψος ώστε να μπορούν να κινηθούν άνετα τα μηχανήματα εξόρυξης και φόρτωσης. Έπειτα με όρυξη διατρημάτων με σχήμα βεντάλιας στην οροφή επιτυγχάνεται η άνοδος της εκμετάλλευσης καθώς χρησιμοποιείται ως πάτωμα η λιθογόμωση. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συναντηθεί η επαφή του βωξίτη, με τον υπερκείμενο ασβεστόλιθο, όποτε και εφαρμόζεται πλέον η

μέθοδος θαλάμων και στύλων στην τυπική της μορφή, ή συνεχίζεται η λιθογόμωση μέχρι την οροφή για καλύτερη προστασία της οροφής.



Εικ. 7.3 Μέθοδος θαλάμων και στύλων με ξηρή λιθογόμωση για κοίτασμα πάχους πάνω των 10 m. Διακρίνονται στα κατώτερα τμήματα οι περιοχές λιθογόμωσης (διακεκομμένες γραμμές) (H.Hamrin, 1982) .

Η λιθογόμωση γίνεται με τους φορτωτές υπογείων και το υλικό λιθογόμωσης που χρησιμοποιείται είναι το στείρο υλικό της εξόρυξης. (Γ.Εξαδάκτυλος, 2006)

Στην παρούσα εργασία η μέθοδος δεν έχει σχεδιαστεί ψηφιακά στο λογισμικό autoCAD® 3d Civil 2006. Όμως από την συνολική εμπειρία πολλών εκμεταλλεύσεων βωξιτικών κοιτασμάτων και όχι μόνο, η αποληψιμότητα της μεθόδου αγγίζει το 70%. Έτσι εκτιμάται ότι τα συνολικά μεταλλευτικά αποθέματα που θα εξορυχθούν θα είναι $1.486.977 \times 0,7 = 1.040.884$ τόνοι.

Εάν ληφθεί υπόψη ότι ο χρόνος έχει 295 εργάσιμες ημέρες, αφού δε θα σταματάει η παραγωγή το χειμώνα μιας και το κοίτασμα δεν είναι σε πολύ μεγάλο υψόμετρο, και η ημερήσια παραγωγή (2 βάρδιες) γύρω στους 600

τόνους ανά ημέρα ή 177.000 t/year τότε ο χρόνος ζωής της εκμετάλλευσης εκτιμάται γύρω στα 5,9 χρόνια απ τη στιγμή που θα αρχίσει η παραγωγή, χωρίς το χρόνο που θα χρειαστεί η προσπέλαση. Ο χρόνος που θα χρειαστεί για την περάτωση των έργων προσπέλασης, δηλαδή για την εξόρυξη 95.175 m^3 , και με ημερήσια παραγωγή στείρων γύρω στα 300 m^3 , αναμένεται 317 ημέρες. Τα 300 m^3 προκύπτουν αν ημερησίως (2 βάρδιες) γίνονται 4 ανατινάξεις (2 ανά βάρδια, μια στη στοά μεταφοράς και μία στη στοά αερισμού – ασφαλείας) και η προσχώρηση ανά κύκλο είναι 3 m, σε στοά διατομής 25 m^2 , δηλαδή $3\text{m} \times 25 \text{ m}^2 \times 4 = 300 \text{ m}^3$.

Τα έργα περιχάραξης θα έχουν διάρκεια 118 ημερών με το μήκος τους να είναι 1415,7 m, διατομή στοάς 25 m^2 και ημερήσια παραγωγή 300 m^3 (βωξίτη) αφού θα έχουν ίδιο ρυθμό παραγωγής με τα έργα προσπέλασης. Τα έργα προσπέλασης και περιχάραξης θα διαρκέσουν 435 ημέρες. Κατά την περιχάραξη παράγεται βωξίτης αφού τα έργα αυτά είναι σχεδιασμένα μέσα στο κοιτάσμα και γι' αυτό οι 118 ημέρες που διαρκεί η περιχάραξη είναι μέρος των 5,9 χρόνων του υπολογιζόμενου χρόνου παραγωγής.

Άρα η ολοκλήρωση της εκμετάλλευσης απ' τη στιγμή που θα ξεκινήσουν τα έργα προσπέλασης έως την εξόφληση του κοιτάσματος αναμένεται να είναι γύρω στα 7 χρόνια.

Οι 600 τόνοι μεταλλεύματος θα παράγονται σε δύο βάρδιες των 8 ωρών (480'). Με προσχώρηση 3 μέτρων ανά ανατίναξη, 25 m^2 στοάς και 3 gr/m^3 ειδικό βάρος βωξίτη, θα παράγονται ανά ανατίναξη 225 τόνοι μεταλλεύματος σε κάθε κύκλο εξορυκτικής διαδικασίας. Τέτοιοι κύκλοι θα πραγματοποιούνται 3 την ημέρα, 2 στην πρωινή βάρδια και μία στην απογευματινή.

Τονίζεται ότι αυτό το ύψος της προβλεπόμενης παραγωγής είναι ενδεικτικό και το ακριβές ύψος της εξαρτάται κάθε φορά από τον ευρύτερο προγραμματισμό των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων της εταιρείας. Επιπροσθέτως έχει εκτιμηθεί ότι ανά ημέρα θα εργάζονται 2 βάρδιες με ένα τυπικό χρονοδιάγραμμα να δίνεται στους Πίν. 7.1 και 7.2.

Πίνακας 7.1

Διεργασία	Χρόνος (min)
Διάτρηση	120
Γόμωση	180
Ανατίναξη- αερισμός	90

Μετά την ανατίναξη θα αφήνεται το μέτωπο να αεριστεί και οι παραπάνω εργασίες θα λαμβάνουν χώρα σε άλλο μέτωπο της εκμετάλλευσης. Σε τρίτο μέτωπο θα γίνεται διάτρηση- ανατίναξη – αερισμός όπως φαίνεται στον Πιν. 7.2

Πίνακας 7.2

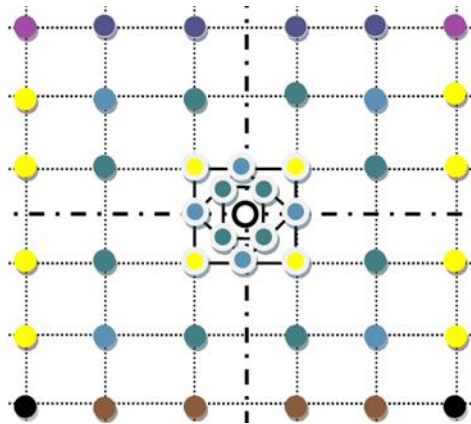
Διεργασία	Χρόνος (min)
Φόρτωση	60
Ξεσκάρωμα	60
Προετοιμασία μετώπου	10
Σύνολο	520

Τυπικός κύκλος εργασιών κατά τη διάνοιξη των στοών προσπέλασης περιλαμβάνει:

1. Τοπογραφικές μετρήσεις (surveying)
2. Διάτρηση (Drilling)
3. Γόμωση με εκρηκτικές ύλες (charging with explosives)
4. Ανατίναξη (Blasting) και αερισμός (ventilation)
5. Φόρτωση (Loading) και μεταφορά (hauling)
6. Ξεσκάρωμα (Scaling) και καθάρισμα (cleaning)
7. Κοχλίωση οροφής (Rockbolting)

8. Όταν κρίνεται ασφαλές για τα υλικά, απ' τον επιστάτη του έργου, επιμηκώνονται προς το μέτωπο εξόρυξης και τα δίκτυα πεπιεσμένου αέρα, νερού και ηλεκτρικού φωτισμού.

Για τη διαμόρφωση μιας τετραγωνικής στοάς 5×5 μέτρων απαιτούνται 36 διατρήματα κατά τη διεύθυνση του άξονα της στοάς (Εικ. 7.4). Η ακριβής διαμόρφωση κάθε φορά του σχεδίου διάτρησης και γόμωσης εξαρτάται από το μέγεθος και τη μορφή του μετώπου διάτρησης, το είδος του πετρώματος, τον επιθυμητό θρυμματισμό των προϊόντων της εξόρυξης και το διατρητικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται.



Εικ. 7.4 Παράδειγμα διάτρησης μετώπου τύπου *burn cut*.

Στοιχεία για το σχεδιασμό διάτρησης:

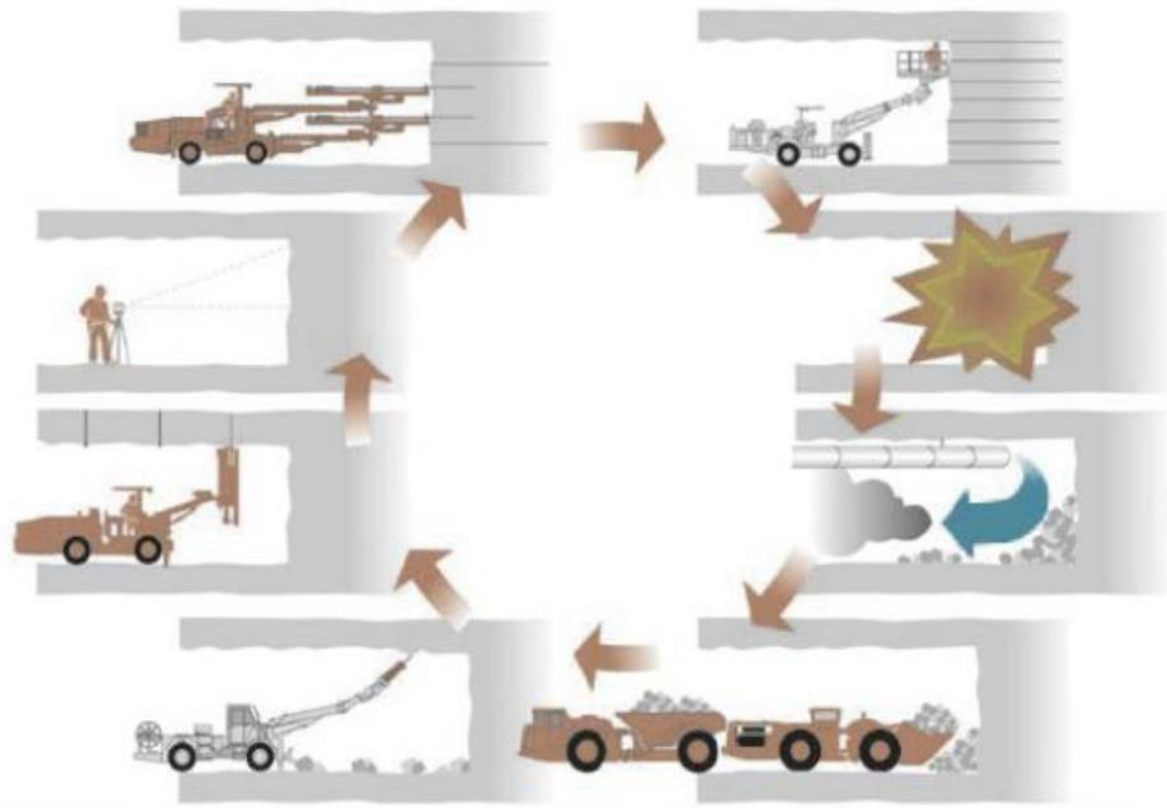
- Ø45 mm
- L=3 m
- Ειδική κατανάλωση εκρηκτικών υλών=1200 gr/m³
- Ειδικό βάρος ANFO=800 kg/m³
- Γραμμική πυκνότητα γόμωσης=1,27 kg/m
- Μήκος γόμωσης=2m
- Κιλά εκρηκτικής ύλης ανά διάτρημα= 2,54 kg
- Όγκος προς ανατίναξη πετρώματος ανά προχώρηση=75 m³
- Συνολική ποσότητα Ε.Υ. ανά προχώρηση=90 kg
- Συνολικός αριθμός διατρημάτων 90/2,54=36 διατρήματα
- Συνολικό μήκος διατρημάτων ανά προχώρηση = 108 m
- Ταχύτητα διατρήσεως= 1m/min

- Συνολικός χρόνος διατρήσης= 2 ώρες
- Χρόνος γόμωσης, συνδεσμολογίας= 3 ώρες
- Συνολικός χρόνος ανατίναξης = 1 βάρδια

Οι υπολογισμοί ισχύουν για εργασίες σε ένα μέτωπο.

Το μήκος των διατρημάτων κυμαίνεται μεταξύ 2,20 m και 3,80 m και η διάμετρος τους μεταξύ 34 mm και 45 mm. Γομώνονται με ζελατινοδυναμίτιδα και ANFO και πυροδοτούνται με ηλεκτρικά καψύλλια χρόνου (ms και hs). Ο υπολογισμός της γόμωσης γίνεται με ειδική κατανάλωση της τάξεως των 550 gr/t. Η προχώρηση που επιτυγχάνεται είναι κατά μέσο όρο ίση με το 90% του μήκους των διατρημάτων.

Ο κύκλος εργασιών στη διάρκεια της παραγωγής μεταλλεύματος, αλλά και στις περιχάραξης είναι ίδιος με τον κύκλο εργασιών κατά την προσπέλαση (Εικ. 7.5).



Εικ. 7.5 Τυπικός κύκλος εργασιών κατά τη διάνοιξη των στοών προσπέλασης αλλά και κατά την παραγωγή.

Στην διάρκεια της παραγωγής για την αποκομιδή των προϊόντων της εξόρυξης από τα μέτωπα, χρησιμοποιούνται ντιζελοκίνητοι λαστιχοφόροι φορτωτές σε συνδυασμό με φορτηγά υπογείων όταν οι αποστάσεις μεταφοράς είναι μεγάλες.

Σύμφωνα με την προβλεπόμενη ετήσια παραγωγή του κοιτάσματος, θα απαιτηθούν για την εκμετάλλευση του τα παρακάτω μηχανήματα:

α) εξόρυξη

- Δύο διατρητικά φορεία Jumbo με δύο μπούμες (Εικ. 7.6)
- μία ειδική πλατφόρμα γόμωσης



Εικ.7.6 Διατρητικό φορείο «jumbo»

β) αποκομιδή

- δύο ντιζελοκίνητοι λαστιχοφόροι φορτωτές, με κουβά 10 t (Εικ. 7.7).
- δύο φορτηγά υπογείων 30 t (Εικ. 7.7).

γ) ξεσκάρωμα

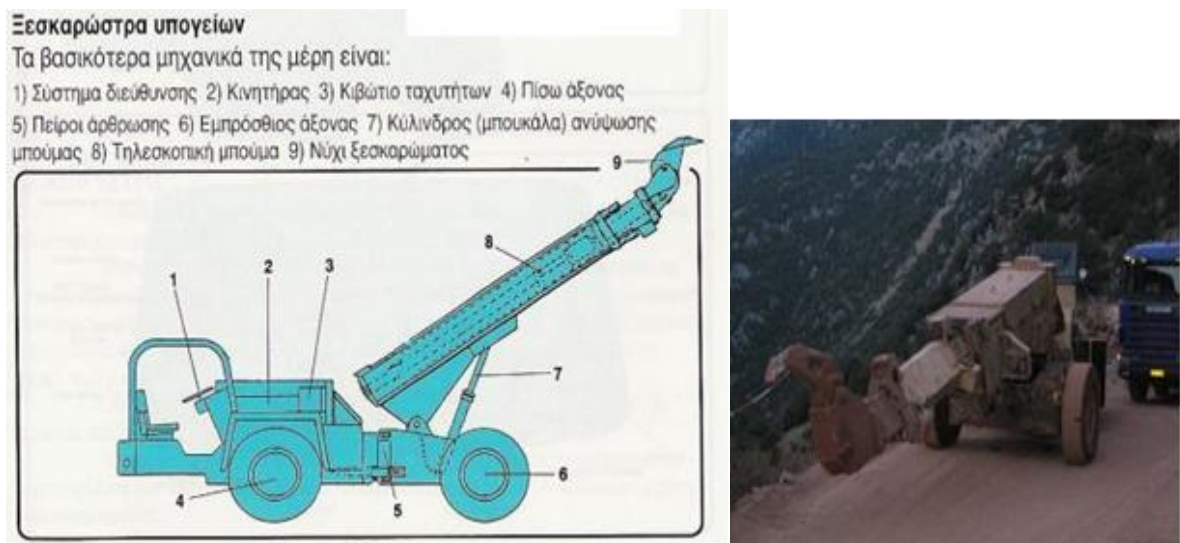
- ένας μηχανικός ξεσκαρωτής υπογείων (Εικ. 7.8)

δ) κοχλίωση

- ένα διατρητικό φορείο κοχλίωσης (Εικ. 7.8)



Εικ.7.7 Φορτωτής και φορτηγό υπογείων



Εικ.7.8 Ξεσκαρωτής

Όσον αφορά την υποστήριξη των στοών γίνεται με κοχλίωση οροφής ή/και με χρήση μεταλλικών πλαισίων. Γίνεται τακτικός έλεγχος των πετρωμάτων από τους επιστάτες και ακολουθεί ξεσκάρωμα στις θέσεις στις οποίες προηγήθηκε πυροδότηση, αλλά και όπου αλλού κρίνεται απαραίτητο. Οι εργασίες αυτές γίνονται με τον μηχανικό ξεσκαρωτή αλλά και χειρωνακτικά με ατσάλινη ράβδο (σούβλα).

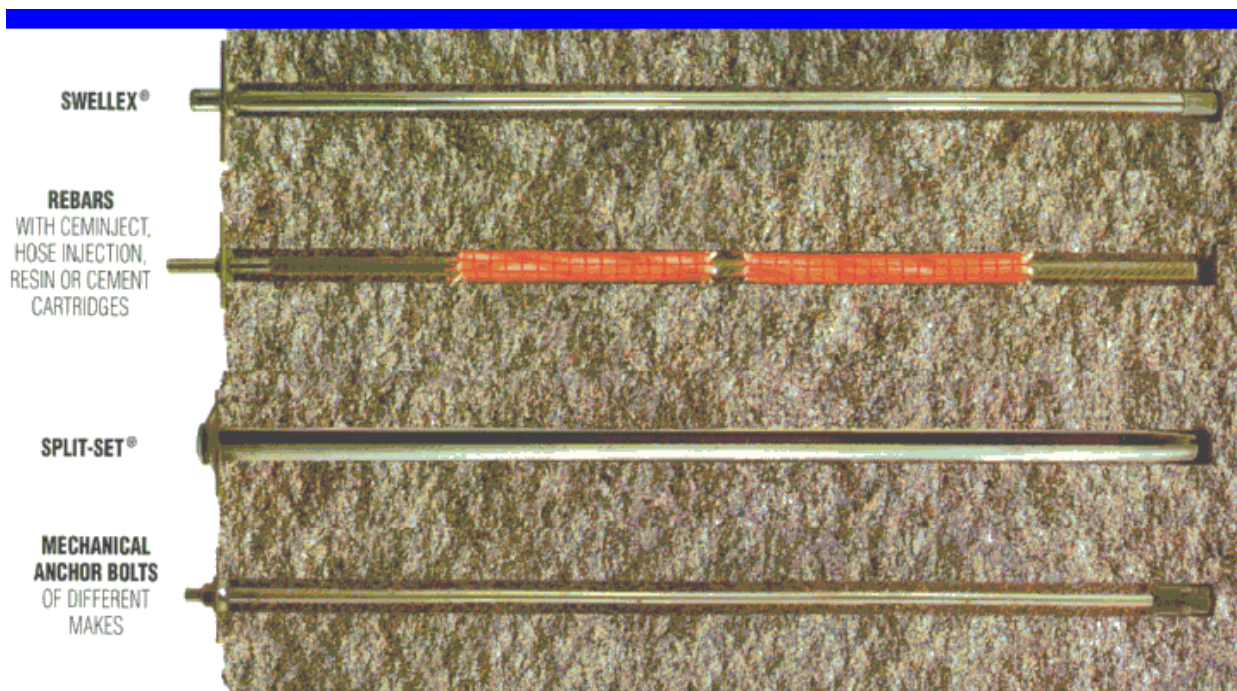
Σε όλες τις περιπτώσεις όπου η οροφή των εκσκαφών είναι σε επαφή με τους υπερκείμενους ασβεστόλιθους (ταβάνι) γίνεται τεχνητή υποστήριξη με τη μέθοδο της κοχλίωσης οροφής. Η μέθοδος αυτή επιλέχτηκε με βάση τα

μηχανικά χαρακτηριστικά του υπερκείμενου ασβεστόλιθου, ο οποίος είναι αρκετά ανθεκτικός και παρουσιάζει στρώσεις, καθώς και τη δυνατότητα αποτελεσματικής υποστήριξης εκσκαφών με σχετικά μεγάλα ανοίγματα.



Εικ. 7.9 Διαδικασία κοχλίωσης οροφής

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ορύσσονται διατρήματα κάθετα στην οροφή μέσα στα οποία τοποθετούνται κοχλίες σημειακής αγκύρωσης ή κοχλίες ολόσωμης αγκύρωσης με ρητίνες που αγκυρώνονται σε αδιατάρακτο πέτρωμα (Εικ. 7.10). Κατά την τοποθέτηση του κοχλία δίνεται προένταση και με τον τρόπο αυτό δημιουργείται, συμπιεσμένη και συμπαγής μάζα πετρώματος στην οροφή της στοάς.



Εικ. 7.10 Διάφοροι τύποι κοχλιών.

Στη συγκεκριμένη εκμετάλλευση προβλέπεται οι κοχλίες να είναι μήκους 2,20 m, διαμέτρου 26 mm και η αγκύρωση να πετυχαίνεται με φυσίγγια ρητίνης, υλικό που δημιουργεί ισχυρή πρόσφυση/τριβή ανάμεσα στον κοχλία και το τοίχωμα του διατρήματος.

Η πυκνότητα τοποθέτησης των κοχλιών εξαρτάται από τις ειδικές συνθήκες των πετρωμάτων και συνήθως είναι ένας κοχλίας για κάθε τετραγωνικό μέτρο οροφής. Στις περιπτώσεις, όπου απαιτείται, χρησιμοποιείται και πλέγμα για την συγκράτηση μικρών κομματιών πετρώματος.

Σε θέσεις όπου η κοχλίωση δεν δίδει ικανοποιητικά αποτελέσματα χρησιμοποιούνται μεταλλικά πλαίσια που αποτελούνται από συναρμολογούμενα κομμάτια και για την καλή προσαρμογή τους στα περιβάλλοντα πετρώματα χρησιμοποιείται ξυλεία («γαρνίρισμα»). Μπορούν να τοποθετηθούν κατά περίπτωση δύο κατηγορίες πλαισίων: (1) άκαμπτα μεταλλικά πλαίσια, ή (2) υποχωρούντα μεταλλικά πλαίσια, τα οποία τοποθετούνται μερικώς το ένα εντός του άλλου με συνέπεια να έχουν τη δυνατότητα να ολισθαίνουν όταν οι ασκούμενες πιέσεις αυξηθούν σημαντικά.

Τα στόμια των στοών προσπέλασης (μπούκες) θα υποστηριχθούν με εκτοξευμένο σκυρόδεμα και στη συνέχεια με μεταλλικά πλαίσια.

Για την εξυπηρέτηση των εργασιών υποστήριξης θα χρησιμοποιείται ένα διατρητικό φορείο κοχλίωσης και ένας ξεσκαρωτής υπογείων όπως έχει ήδη αναφερθεί.

8. Κύκλωμα αερισμού των υπογείων έργων

8.1 Γενικά

Ο υψηλός βαθμός μηχανοποίησης των υπογείων εργασιών διάνοιξης και υποστύλωσης και η μεγάλη έκταση στην οποία αναπτύσσεται η μεταλλευτική δραστηριότητα στα υπόγεια, επιβάλλουν την εγκατάσταση κυκλώματος τεχνητού αερισμού, με το οποίο επιδιώκεται ο επαρκής αερισμός των υπογείων έργων και η απαγωγή των αερίων προϊόντων των ανατινάξεων και των καυσαερίων από τη λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού. Κατά τη διάνοιξη των στοών προσπέλασης οι ανάγκες σε αερισμό θα εξυπηρετούνται από αξονικούς ανεμιστήρες υψηλής πίεσης και πλαστικούς αεραγωγούς (πανιά) και την εγκατάσταση κεντρικού κυκλώματος αερισμού στα στόμια των στοών προσπέλασης, με αποτέλεσμα την παροχή καθαρού επιφανειακού αέρα μέσα στην ατμόσφαιρα των υπογείων. Για τα κομμάτια της υπόγειας εκμετάλλευσης που δεν θα εξυπηρετούνται απ' αυτό το κύκλωμα, προβλέπεται η τοποθέτηση βοηθητικών ανεμιστήρων υψηλής πίεσης και πλαστικών αεραγωγών, ή όπου είναι δυνατό η διευθέτηση επιμέρους κυκλωμάτων αερισμού με όρυξη κεκλιμένων και τοποθέτηση φραγμάτων.

8.2 Αερισμός στο υπό μελέτη κοίτασμα

Ο κεντρικός μωζητικός ανεμιστήρας θα τοποθετηθεί στο στόμιο της στοάς αερισμού από όπου θα εξέρχεται ο φρέσκος αέρας και θα εισέρχεται απ' την κύρια στοά μεταφοράς. Αυτό διότι στην είσοδο της στοάς μεταφοράς χρειάζεται να γίνει εξοικονόμηση χώρου, αφού απ' αυτή θα γίνεται η μεταφορά του μεταλλεύματος στην επιφάνεια με Δ.Χ. (Δημοσίας Χρήσεως) φορτηγά. Το κεντρικό κύκλωμα αερισμού θα βρίσκεται σε όλα τα έργα προσπέλασης και

περιχάραξης και ανάλογα την φάση της εκμετάλλευσης, ο αέρας θα διοχετεύεται στις στοές παραγωγής αλλά και στην 10_11 της περιχάραξης που είναι τυφλή, με τη χρήση βοηθητικών ανεμιστήρων και θυρών.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του προτεινόμενου κυκλώματος αερισμού, δηλαδή οι αντιστάσεις και οι παροχές (επιβαλλόμενες ή όχι) κάθε κλάδου του μπορούν να υπολογιστούν στη συνέχεια. Από τα μεγέθη αυτά θα προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά και ο αριθμός των ανεμιστήρων που απαιτούνται για την εγκατάσταση του κεντρικού κυκλώματος αερισμού.



Εικ.8.1 Βασικά κομμάτια κυκλώματος αερισμού

Ο υπολογισμός των απαιτήσεων σε αέρα της υπόγειας εκμετάλλευσης γίνεται σύμφωνα με την ιπποδύναμη του μηχανολογικού εξοπλισμού που θα απασχολείται στα υπόγεια. Ο Κ.Μ.Λ.Ε. προσδιορίζει την απαίτηση σε παροχή καθαρού αέρα σ' όλες τις θέσεις εργασίας, πως πρέπει να είναι το λιγότερο, 5,66 m³ για κάθε πρώτο λεπτό και εργαζόμενο και 2,3 m³ για κάθε πρώτο λεπτό και ίππο μηχανών εσωτερικής καύσης.

Στον παρακάτω πίνακα 8.1 φαίνεται ο προτεινόμενος μηχανολογικός εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί στα υπόγεια και η ιπποδύναμη του.

Πίνακας 8.1 Ιπποδύναμη μηχανολογικού εξοπλισμού

A/A	Τύπος μηχανήματος	Ιπποδύναμη (hp)	Αριθμός	Συνολική ιπποδύναμη (hp)
1	JUMBO διάτρησης	160	2	320
2	JUMBO κοχλίωσης	173	1	173
3	Ξεσκαρώτης	163	1	163
4	Φορτωτής υπογείων Scooptram ST14	250	2	500
5	Φορητό υπογείων Minetruck MT436B	400	2	800
6	Ανυψωτική πλατφόρμα	120	1	120
7	Οχήματα επίβλεψης υπογείων εργασιών	100	1	100
	Σύνολο		10	2176

Κάνοντας την παραδοχή ότι ο συντελεστής απασχόλησης του μηχανολογικού εξοπλισμού θα ανέρχεται σε 70% και στην κάθε βάρδια θα εργάζονται το πολύ 8 άτομα μέσα στο υπόγειο, **οι απαιτήσεις σε αέρα ανά δευτερόλεπτο** ανέρχονται σε:

Απαιτήσεις αέρα για μηχανολογικό εξοπλισμό Q_μ

$$Q_{\mu} = (0,7 \times 2176) \times 2,3 = 3503,36 \text{ m}^3/\text{min} \quad (8.1)$$

Απαιτήσεις σε αέρα για εργαζομένους Q_ε

$$Q_e = 8 \times 5,66 \text{ m}^3/\text{min} = 45,3 \text{ m}^3/\text{min} \quad (8.2)$$

Άρα οι συνολικές απαιτήσεις σε αέρα είναι:

$$Q = Q_m + Q_e = 3503,36 + 45,3 = 3548,66 \text{ m}^3/\text{min} = 59,1 \text{ m}^3/\text{s} \quad (8.3)$$

Θεωρώντας επίσης την παροχή αυτή του αέρα σε μια στοά διατομής 25 m^2 , προκύπτει ότι η **ταχύτητα του αέρα** εντός των στοών θα είναι:

$$U = 59,1/25 = 2,36 \text{ m/s} \quad (8.4)$$

Η τιμή αυτή της ταχύτητας του αέρα είναι εντός των ορίων του Κ.Μ.Λ.Ε. ο οποίος προβλέπει πως η ταχύτητα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από $0,1 \text{ m/sec}$ και δεν πρέπει να ξεπερνάει, σε κάθε θέση εργασίας, τα 6 m/sec .

Ο υπολογισμός της πτώσης πίεσης μέσα στο δίκτυο αερισμού γίνεται με τον υπολογισμό της αντίστασης Atkinson και το νόμο του τετραγώνου. Η αντίσταση Atkinson για ευθύγραμμο αγωγό δίδεται από την σχέση:

$$R = (k \times L \times S) / A^3 \quad (8.5)$$

όπου:

- R = αντίσταση του αγωγού (kg/m^7)
- λ = συντελεστής τριβής κατά Atkinson (kg/m^3). Τυπική τιμή για σχετικά λείες στοές μεταλλείου ορθογωνικής διατομής $k=0,009 \text{ kg/m}^3$.
- S = περίμετρος του αγωγού (m)
- L = μήκος του αγωγού (m)
- A = διατομή του αγωγού (m^2)

Για τις απώλειες πίεσης λόγω κρούσεων χρησιμοποιείται ο ίδιος τύπος υπολογισμού αντιστάσεων όπως ανωτέρω, αντικαθιστώντας το μήκος του αγωγού με το άθροισμα των «ισοδύναμων μηκών». Όταν υπάρχουν στροφές, διακλαδώσεις, αλλαγή διατομής κλπ. τότε προκαλείται επιπρόσθετη πτώση πίεσης λόγω των κρούσεων. Για τον υπολογισμό αυτής της πτώσης πίεσης θεωρείται ότι η διακλάδωση, η στροφή, η αλλαγή διατομής κλπ. επιφέρει το ίδιο αποτέλεσμα με έναν ευθύγραμμο αγωγό κατάλληλου μήκους. Για αυτό το μήκος αυτό ονομάζεται «ισοδύναμο».

Στον παρακάτω πίνακα 8.2 δίνονται διάφορα ισοδύναμα μήκη ανάλογα με τις αλλαγές διεύθυνσης και τις διακλαδώσεις των στοών.

Πίνακας 8.2 Γεωμετρικές διατάξεις στοών και το αντίστοιχο ισοδύναμο μήκος

Διάταξη	Ισοδύναμο μήκος (m)
Αλλαγή διεύθυνσης με ορθή γωνία	20
Αλλαγή διεύθυνσης με οξεία γωνία	45
Αλλαγή διεύθυνσης με αμβλεία γωνία	5
Αύξηση διατομής απότομη	6
Μείωση διατομής απότομη	3
Αύξηση διατομής προοδευτική	1
Διακλάδωση	10
Είσοδος του αέρα χωρίς ανεμιστήρα	6
Έξοδος του αέρα χωρίς ανεμιστήρα	20
Παρεμβολή μεγάλου οχήματος	120

Το συνολικό μήκος των στοών του κεντρικού κυκλώματος αερισμού είναι 4.892,7m (L=4892,7m) και τα άλλα γεωμετρικά στοιχεία είναι S=20 m και A=25 m². Το ισοδύναμο μήκος για τον υπολογισμό των απωλειών πίεσης λόγω κρούσεων περιλαμβάνει 2 διακλαδώσεις, 16 αλλαγές διεύθυνσης με αμβλεία γωνία, μία αλλαγή διεύθυνσης με οξεία και μία με ορθή, μία παρεμβολή μεγάλου οχήματος, μία απότομη αύξηση διατομής, μία απότομη μείωση, 22 προοδευτικές αυξομειώσεις και μία έξοδο αέρα χωρίς ανεμιστήρα. Τα ανωτέρω αντιστοιχούν σε ισοδύναμο μήκος 352m στοάς. Αντικαθιστώντας το συνολικό μήκος με 4892 m +352 m στον παραπάνω τύπο προκύπτει:

$$R=0,06041\text{kg/m}^3$$

Η πτώση πίεσης που πρέπει να υπερνικηθεί από τους ανεμιστήρες δίδεται δίδεται από τον τύπο του τετραγώνου (McPherson M. J., 1993) :

$$\Delta P = R \times Q^2 = 0,06041 \times 59,1^2 = 211\text{Pa} \quad (8.6)$$

όπου Q η παροχή. Λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά της παροχής και της πτώσης πίεσης στα υπόγεια έργα προσπέλασης και περιχάραξης που υπολογίστηκαν καθώς και τα διαγράμματα λειτουργίας ανεμιστήρων μπορεί να επιλεγεί ο κατάλληλος ανεμιστήρας. Σύμφωνα λοιπόν

με αυτά τα στοιχεία απαιτείται ένας ανεμιστήρας ισχύος 70 hp, ο οποίος θα παρέχει 59,1 m³/sec υπερνικώντας στατική πίεση 211 Pa.

8.3 Ενέργεια-φωτισμός

Στις κεντρικές στοές τις εκμετάλλευσης θα εγκατασταθεί δίκτυο μόνιμου φωτισμού με φωτιστικά σώματα που περιλαμβάνουν δύο λαμπτήρες και ανακλαστήρα.

Ο φωτισμός των υπογείων θα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Συνολικό μήκος γραμμής φωτισμού : 4.892,7 m
- Αριθμός φωτιστικών σωμάτων : 326
- Μέση απόσταση φωτιστικών σωμάτων: 15 m

Για τον υπολογισμό της στάθμης φωτισμού (μέση ένταση φωτισμού) στις κεντρικές στοές χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$E = (N \times \Phi \times \eta \times U_t \times K) / (A_t \times f) \quad (8.7)$$

όπου έχουμε τους παρακάτω συμβολισμούς

- E = μέση ένταση φωτισμού (Lux)
- N = αριθμός φωτιστικών σωμάτων (ανά 15 μέτρα N = 1)
- Φ = φωτεινή ροή λαμπτήρα (ίση με 2.970 Lumen)
- η = αριθμός λαμπτήρων σε κάθε φωτιστικό σώμα (η = 2)
- U_t = συντελεστής χρησιμοποίησης (ίσος με 0,51)
- K = συντελεστής μείωσης (λαμβάνεται K = 1)
- A_t = εμβαδό χώρου (ανά 15 μέτρα A_t = 15 x 5 = 75m²)
- f = συντελεστής συντήρησης (ίσος με 1,42)

Από την παραπάνω φόρμουλα προκύπτει E=28,4 Lux

Υπάρχει δηλαδή μεγαλύτερη ένταση φωτισμού από τα 20 Lux που προβλέπει ο Κ.Λ.Μ.Ε.

Οι προβολείς των μηχανημάτων υπερκαλύπτουν την ένταση των 10 Lux που προβλέπει ο Κ.Μ.Λ.Ε. στις θέσεις εργασίας, ενώ σε περιπτώσεις που δεν εργάζονται μεγάλα μηχανήματα θα χρησιμοποιούνται ειδικοί φορητοί προβολείς ανάλογα με το μέγεθος του χώρου. Παράλληλα με το φωτισμό των θέσεων ο κάθε εργαζόμενος θα διαθέτει ειδική ηλεκτρική λάμπα κεφαλής με φωτεινή ροή 42 Lumen στη διάρκεια της εργασίας του.

8.4 Υπόγεια νερά

Λόγω της απουσίας υδροφόρου ορίζοντα στους έντονα καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους, δεν αναμένονται προβλήματα από υπόγεια νερά κατά τη λειτουργία της εκμετάλλευσης. Σε περίπτωση εισροής υδάτων, αυτά θα απομακρύνονται με τη βοήθεια δύο αντλιών ισχύος 20 kW η κάθε μία. Επίσης η ύπαρξη κλίσης δημιουργεί μια σειρά από προβλήματα με τα υπόγεια νερά, ακόμα και των νερών που χρειάζονται για τη λειτουργία του εξοπλισμού, τα οποία λόγω βαρύτητας συγκεντρώνονται στον πυθμένα δυσχεραίνοντας τις εργασίες διάτρησης και αποκομιδής. Έτσι προτιμάται να διαμορφώνεται ο πυθμένας κατάλληλα ώστε τα νερά να συγκεντρώνονται προς την μία πλευρά.

8.5 Αποθέσεις στείρων

Τα στείρα που θα προκύπτουν απ' τη μεταλλευτική δραστηριότητα, υπολογίζονται να είναι 86.925 m³, θα μεταφέρονται και θα αποτίθενται στην εξοφλημένη επιφανειακή εκμετάλλευση του «Βαρτού Β», η οποία βρίσκεται πλησίον των δύο στομίων των στοών προσπέλασης και συνδέεται με αυτές με προϋπάρχοντα μεταλλευτικό δρόμο, που πληροί τις προϋποθέσεις του Κ.Λ.Μ.Ε.. Από τα στείρα που θα αποτεθούν στους εξωτερικούς χώρους, ορισμένα θα οδηγούνται και πάλι στην υπόγεια εκμετάλλευση ως υλικό λιθογόμωσης των υπογείων θαλάμων, όταν πλέον περάσουμε στο στάδιο της μεθόδου εκμετάλλευσης.

8.6 Αριθμός εργαζομένων

Σύμφωνα με το σχεδιασμό των έργων, στις εργασίες της εκμετάλλευσης (προσπέλασης και παραγωγής) θα απασχοληθεί ο παρακάτω αριθμός εργαζομένων:

- 1 Μεταλλειολόγος Μηχανικός ή Μηχανικός Ορυκτών Πόρων (MiningEngineer)
- 2 επιστάτες (Foremen)
- 4 χειριστές φορτωτή – ξεσκαρωτή – οχημάτων υπογείων (operatorsofmachinery)
- 3 χειριστές διατρητικών (drillingworkers)
- 3 γομωτές

Προβλέπεται η απασχόληση συνολικά 13 ατόμων σε δύο βάρδιες. Τονίζεται ότι αυτό το δυναμικό του προσωπικού είναι ενδεικτικό και ο ακριβής αριθμός των εργαζομένων θα εξαρτάται από τον όγκο των εργασιών στα κοιτάσματα. Το προσωπικό θα είναι εξειδικευμένο στο σύνολο του, αφού οι εργασίες αυτές απαιτούν εμπειρία και τεχνική κατάρτιση. Την εκμετάλλευση καθοδηγεί έμπειρος πτυχιούχος εργοδηγός, υπό τις οδηγίες διπλωματούχου Μεταλλειολόγου Μηχανικού ή Μηχανικού Ορυκτών Πόρων.

9. Συμπεράσματα-προτάσεις

Η εκμετάλλευση των βωξιτικών κοιτασμάτων αποτελεί σημαντικό κομμάτι του μεταλλευτικού κλάδου και θα μπορούσε υπό προϋποθέσεις να αποτελεί και σημαντική πηγή για την εθνική οικονομία. Επίσης είναι σημαντικό το γεγονός πως η εξαγωγή βωξίτη αποτελεί το 9% των συνολικών εξαγωγών (ΕΛΣΤΑΤ).

Λόγω της σημαντικότητας της εκμετάλλευσης των βωξιτικών κοιτασμάτων αλλά και γενικότερα της στροφής στην εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου η οποία παρατηρείται, η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τον σχεδιασμό των έργων προσπέλασης – προπαρασκευής του βωξιτικού κοιτάσματος στη θέση Μουκιχρί και την εκτίμηση των αποθεμάτων των υποφακών του κοιτάσματος. Ο σχεδιασμός των έργων έγινε με την χρήση H/Y και του λογισμικού AutoCAD® 3d civil 2006 και AutoCAD® 2012. Η χρήση H/Y στον σχεδιασμό προσφέρει αρκετές πληροφορίες σχετικά με το κοίτασμα, όπως για παράδειγμα τον συνολικό του όγκο αρκετά κοντά στην πραγματικότητα, την δυνατότητα ελέγχου του πάχους του σχεδόν σε όλη την έκτασή του καθιστά πιο εύκολη την εκλογή της σωστής μεθόδου εκμετάλλευσης για το κοίτασμα που εξετάζεται.

Επίσης ο τρισδιάστατος σχεδιασμός επιτρέπει στον Μηχανικό να έχει καλύτερη εικόνα για τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων στον χώρο. Επίσης με τον σχεδιασμό αλλά και τους υπολογισμούς οι οποίοι έγιναν για την μέτρηση των όγκων, του μήκους των στοών, του αερισμού κλπ., μπορούμε να βελτιστοποιήσουμε τον τρόπο εκμετάλλευσης από οικονομικής πλευράς.

Το υπόγειο βωξιτικό κοίτασμα στη θέση Μουκιχρί είναι ένα μεσαίου μεγέθους φακοειδές κοίτασμα το οποίο επηρεάζεται από ρήγματα χωρίζοντας το με αυτό τον τρόπο σε 4 υποφακούς. Οι υποφακοί έχουν διαφορετικές κλίσεις μεταξύ τους και κυμαίνονται έως 25%. Τα γεωλογικά του αποθέματα υπολογίστηκαν 1.486.977 tn.

Τα έργα προσπέλασης του κοιτάσματος σχεδιάστηκαν με γνώμονα την μικρότερη δυνατή διάνοιξη εντός στείρων πετρωμάτων που παράλληλα όμως να εξυπηρετεί την απαραίτητη κλίση των στοών προσπέλασης και το τελικό τους μήκος είναι 3.477 m εντός στείρου πετρώματος. Επιπλέον οι στοές προσπέλασης έπρεπε να

κατευθυνθούν προς το κέντρο βάρους του κοιτάσματος, χωρίς αυτό να αυξάνει το μήκος ή την κλίση τους.

Τα έργα περιχάραξης σχεδιάστηκαν με γνώμονα τη σύνδεση των τεσσάρων φακών με τα έργα προσπέλασης και μεταξύ τους, τη μεταφορά εξοπλισμού-προσωπικού-μεταλλεύματος και τον αερισμό της εκμετάλλευσης, εξυπηρετώντας τις απαραίτητες κλίσεις των στοών περιχάραξης και το συνολικό τους μήκος είναι 1.145 m.

Συνέχεια της εργασίας αυτής θα μπορούσε να είναι ο ψηφιακός σχεδιασμός της μεθόδου εκμετάλλευσης, ο ακριβής υπολογισμός του ποσοστού αποληψιμότητας, του εξοπλισμού, και του συστήματος αερισμού. Τέλος, με βάση όλους τους προηγούμενους αναλυτικούς υπολογισμούς θα μπορούσε να γίνει η εκτίμηση του καθαρού μοναδιαίου κόστους παραγωγής (dry cost). Έτσι θα μπορούσε να μελετηθεί κατά πόσον είναι βιώσιμη μια τέτοια εκμετάλλευση και αν απαιτούνται διορθώσεις/αλλαγές στο σχεδιασμό ώστε να μειωθεί περαιτέρω το κόστος.

Βιβλιογραφία

H.Hamrin. (1982). *Choosing an Underground Mining Method*.

McPherson M. J., “ V. (1993). *Subsurface Ventilation and Environmental Engineering*. California.

Γ.Εξαδάκτυλος. (2006). *Μέθοδοι Υπόγειας Εκμετάλλευσης και Κατασκευή Συράγγων*. Χανιά.

Γ.Χρηστίδης. (2006). *Κοιτασματολογία II*. Χανιά.

Δελφοί_Δίστομον. (n.d.). Άνω Κουνουκλίας.

Δελφοί_Δίστομον. (n.d.). *Δελφοί - Δίστομον Α.Μ.Ε. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΚΤΑΣΤΑΣΕΩΝ*.

Ε.Μανούτσογλου. (2003). *Γεωλογία Ελλάδος*. Χανιά.

Ζ.Αγιουτάντης. (2004). *Στοιχεία Προσπέλασης και Ανάπτυξης υπόγειων εκμεταλλεύσεων*. Χανιά.

Μ.Κωσταντινίδης. (2011). *Πολιτική Περιβάλλοντος*. Άνω Κουνουκλίας.