



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΚΕΛΙΟΥΧΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ ΒΑ ΑΚΡΕΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ**

ΚΟΝΙΑΛΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΣΑΟΥΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΑΡΙΑ ΜΕΝΕΓΑΚΗ, ΑΝΑΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**Βελτιστοποίηση σχεδιασμού εκμετάλλευσης του
σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος ΒΑ Άκρες στην
περιοχή της Εύβοιας.**

*Κονιαλίδης Δημήτρης
Σαουσόπουλος Αντώνης*

Επιβλέπουσα: Μενεγάκη Μαρία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις/...../2019

Μενεγάκη Μαρία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Δαμίγος Δημήτρης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Μπενάρδος Ανδρέας, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019

**ΑΦΙΕΡΩΝΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΡΟΦΟΥΣ ΠΟΥ ΜΑΣ ΕΜΑΘΑΝ
ΑΥΤΑ ΤΑ 6 ΓΡΑΜΜΑΤΑ,
ΣΤΟΥΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΡΟΦΟΥΣ ΜΑΣ ΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΟΥΝ,**

**ΣΕ ΑΥΤΑ ΤΑ 6 ΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΥ ΜΑΣ ΦΩΤΙΖΟΥΝ,
ΣΕ ΑΥΤΑ ΤΑ 30 ΧΡΟΝΙΑ ΠΟΥ ΗΤΑΝ ΜΟΝΟ Η ΑΡΧΗ...**

ΑΦΙΕΡΩΝΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΧΩΡΟ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική πραγματεύεται την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της υπάρχουσας εκμετάλλευσης, σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος στις ΒΑ Άκρες, το οποίο εκτείνεται εντός της παραχωρηθείσας μεταλλευτικής περιοχής της εταιρείας Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ, στην κεντρική Εύβοια.

Με βάση την εκτίμηση του κόστους επιλέγεται η οικονομικότερη λύση για τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης.

Η διπλωματική εργασία δομείται ως ακολούθως:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται η συμβολή του νικελίου και των σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων στην τεχνολογική και οικονομική ανάπτυξη παγκοσμίως.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι λεπτομέρειες και οι διάφορες υπαίθριας και υπόγειας εκμετάλλευσης κοιτασμάτων και τα κριτήρια επιλογής ανάμεσα στις δύο μεθόδους.

Στο τρίτο κεφάλαιο δίνονται γεωλογικά, κοιτασματολογικά και ορυκτολογικά στοιχεία της περιοχής της Κεντρικής Εύβοιας και πληροφορίες για την χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται γενικές πληροφορίες για την Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ, οι οποίες αφορούν την ιστορία, τον τρόπο λειτουργίας και την υλικοτεχνική υποδομή της εταιρείας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφεται το στάδιο των εναλλακτικών σχεδιασμών και ειδικές πληροφορίες και χαρακτηριστικά των σχεδίων.

Στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται η εκτίμηση κόστους του κάθε σχεδιασμού και η σύγκριση τους ως προς το οικονομικό σκέλος.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο παραθέτονται τα συμπεράσματα και ολοκληρώνεται η διπλωματική εργασία.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε με την επίβλεψη της Μαρίας Μενεγάκη, Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Ε.Μ.Π. την οποία θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για την ανάθεση του θέματος, την επίβλεψη της εργασίας και την πολύτιμη υποστήριξη της καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής. Την ευχαριστούμε, παράλληλα, για τον χρόνο που διέθεσε για τη μελέτη και τη διόρθωση της εργασίας, για την επιμονή και υπομονή της που έδειξε απέναντι μας καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε ακόμα τον κ. Θανάση Μαυρίκο για την πολύτιμη βοήθεια του και τεχνική υποστήριξη σε οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιάστηκε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής.

Επιπλέον, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον γεωλόγο της Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ, κ. Σπύρο Παππά, ο οποίος μας παρείχε τα απαραίτητα στοιχεία και πληροφορίες που χρειάστηκαν από την πρώτη στιγμή της εργασίας.

Ακόμα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας για την αφοσίωση και την υπομονή τους σε εμάς καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας και συνολικότερα της ζωής μας. Πιο συγκεκριμένα ευχαριστούμε την Ελίνα και τον Βαγγέλη, την Δάφνη και τη Βάσια για την βοήθεια που μας προσφέρουν αδιάκοπα εδώ και τόσα χρόνια όντας δίπλα μας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συντρόφους της οργάνωσης μας, της Αριστερής Συσπείρωσης, που μαζί επιλέξαμε το δύσκολο, συλλογικό δρόμο, που βρεθήκαμε στην πρώτη τη γραμμή, που κρατηθήκαμε ενωμένοι σε κάθε δυσκολία, που παλέψαμε κόντρα σε αυτούς που λέγανε ότι τίποτα δεν αλλάζει...

Κονιαλίδης Δημήτρης
Σαουσόπουλος Αντώνης

Οκτώβριος 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική πραγματεύεται την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της υπάρχουσας εκμετάλλευσης, σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος στις ΒΑ Άκρες, το οποίο εκτείνεται εντός της παραχωρηθείσας μεταλλευτικής περιοχής της εταιρείας Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ, στην κεντρική Εύβοια. Προκειμένου να διαμορφωθούν οι εναλλακτικοί σχεδιασμοί και το μοντέλο του κοιτάσματος χρησιμοποιήθηκε το μεταλλευτικό πρόγραμμα SURPAC.

Αρχικά, διαμορφώθηκε σύμφωνα με τα δεδομένα από τις δοθείσες γεωτρήσεις το μοντέλο του κοιτάσματος ώστε να προσομοιάζει στις πραγματικές συνθήκες. Στη συνέχεια σχεδιάστηκαν τέσσερις εναλλακτικοί σχεδιασμοί.

Οι πρώτος αποτυπώνει την υπαίθρια εκμετάλλευση του κοιτάσματος με βάση την υπάρχουσα κατάσταση του αναγλύφου που χαρακτηρίζεται από τις επιχωματώσεις. Ο δεύτερος σχεδιασμός αποτυπώνει την εκμετάλλευση με συνδυασμό υπαίθριων και υπόγειων έργων. Οι υπόγειες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η μέθοδος των θαλάμων και στύλων και η μέθοδος της κατακρήμνισης οροφής με διαδοχικούς υποορόφους. Ύστερα οι δύο σχεδιασμοί συγκρίθηκαν ως προς την οικονομική τους απόδοση και υπολογίστηκε η οριακή τιμή κόστους υπόγεια εκμετάλλευσης για την οποία ο συνδυασμός υπαίθριας και υπόγεια εκμετάλλευσης είναι οικονομικά συμφέρων.

Στη συνέχεια σχεδιάστηκαν ομοίως οι εναλλακτικοί σχεδιασμοί που αφορούν την εκμετάλλευση του κοιτάσματος με βάση το τοπογραφικό ανάγλυφο που σχηματίστηκε πριν τις επιχωματώσεις και αποτυπώνει μια προϋπάρχουσα μικρότερη υπαίθρια εκμετάλλευση. Οι υπόγειες μέθοδοι που παρατέθηκαν είναι οι ίδιες και στη συνέχεια έγινε σύγκριση του κόστους.

Τέλος, υπολογίστηκε το κόστος της εκμετάλλευσης εφόσον είχε προκριθεί η εξ' ολοκλήρου υπόγεια εκμετάλλευση του κοιτάσματος και προτάθηκε η βέλτιστη λύση.

Συμπερασματικά, οι εκτιμήσεις κόστους υπέδειξαν ότι η υπόγεια εκμετάλλευση παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα και είναι αναγκαίο να διερευνηθεί το ενδεχόμενο να υιοθετηθεί σαν διαδικασία εξόρυξης σιδηρονικελίου από την Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ είτε εξ' ολοκλήρου, είτε σε συνδυασμό με τις υπάρχουσες υπαίθριες εκμεταλλεύσεις.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η επιλογή της επιχωμάτωσης της παλαιότερης εκμετάλλευσης, πιθανά γιατί το εναπομείναν απόθεμα θεωρήθηκε τη δεδομένη χρονική στιγμή μη εκμεταλλεύσιμο, δημιουργεί πρόσθετα προβλήματα αυξάνοντας σημαντικά το κόστος.

ABSTRACT

The present thesis deals with the optimization of the design of the existing exploitation, at NE Acres, which extends within the licensed mining area of G.M.M.S.A. LARCO, in central Evia. The program used to develop alternative designs and models of the deposit was SURPAC.

Initially, the model of the deposit was created according to the data provided by the boreholes to simulate real conditions. Four alternative plans were then designed.

The first plan depicts the open pit exploitation of the deposit based on the existing terrain, which has been developed after a backfilling process. The second design captures the exploitation with a combination of surface and underground exploitation method. The underground methods used are the Room and Pillar and the Sublevel caving. The two designs were then compared for their economic performance.

In the following, alternative plans were designed concerning the exploitation of the deposit based on the topographic relief before the backfilling process. This topographic relief illustrates a pre-existing smaller open pit mine.

Finally, the cost of the underground exploitation of the deposit was calculated and then the optimal solution was proposed.

In conclusion, the cost estimates have shown that the underground exploitation has significant advantages and it is necessary to explore this possibility as a process of iron nickel extraction by G.M.M.S.A. LARCO either in its entirety or in combination with existing open pit mines.

In the particular case examined the backfilling of the older open pit, probably because the grade of useful material in the resources was low, created additional problems increasing the cost significantly.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΩΝ	9

Κεφάλαιο 1. Νικέλιο

1.1 Τι είναι το νικέλιο;	12
1.2 Χρήσεις νικελίου – σιδηρονικελίου	13
1.3 Κοιτάσματα Νικελίου	14
1.3.1 Νικελιούχα Κοιτάσματα Παγκοσμίως	15
1.3.2 Νικέλιο στον Ελλαδικό Χώρο	18
1.4 Τιμή Νικελίου	20

Κεφάλαιο 2. Μέθοδοι Εκμεταλλεύσεων

2.1.1 Γενικά στοιχεία για υπαίθριες εκμεταλλεύσεις	22
2.1.2 Τύποι υπαίθριων εκμεταλλεύσεων	23
2.2.1 Γενικά στοιχεία για υπόγειες εκμεταλλεύσεις	25
2.2.2 Κριτήρια επιλογής μεθόδου υπόγειας εκμετάλλευσης	27
2.2.3 Βασικές φάσεις υπόγειας εκμετάλλευσης κοιτασμάτων	28
2.2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σημαντικότερων μεθόδων υπόγειας εκμετάλλευσης	29
2.2.5 Επιλογή μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης	30

Κεφάλαιο 3. Γεωλογικά, Κοιτασματολογικά, Ορυκτολογικά στοιχεία Κ. Εύβοιας

3.1 Εισαγωγή	33
3.2 Στρωματογραφία	33
3.3 Τεκτονική	35
3.4 Ορυκτολογικά στοιχεία	35
3.5 Υδρογεωλογία	36
3.6 μορφολογία εδάφους	38
3.7 Χλωρίδα - Πανίδα	39
3.8 Κλιματολογικά στοιχεία	40

Κεφάλαιο 4. Γενικές πληροφορίες για την Γ.Μ.Μ.Α.Ε ΛΑΡΚΟ

4.1 Η ιστορία της ΛΑΡΚΟ	43
4.2 Ετήσια παραγωγή και διάθεση σιδηρονικελίου	44
4.3 Μέθοδος εκμετάλλευσης που χρησιμοποιείται από την εταιρεία	46
4.4 Επεξεργασία σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος	46
4.5 Μηχανικός Εξοπλισμός - Εγκαταστάσεις	48

Κεφάλαιο 5. Σχεδιασμός Υπαίθριας Εκμ. στη θέση Άκρες με το SURPAC

5.1 Η γεωγραφική θέση του Μεταλλείου Άκρες	51
5.2. Σχεδιασμός - Μοντελοποίηση με τη χρήση του SURPAC	53
5.2.1 Πρώτα βήματα στο πρόγραμμα	53
5.2.2 Το στάδιο των εναλλακτικών σχεδιασμών	59
5.2.3 Σύγκριση εναλλακτικών σχεδιασμών	69

Κεφάλαιο 6. Εκτιμήσεις κόστους

6.1 Εισαγωγή	71
6.2. Κόστος Υπαίθριας Εκμετάλλευσης	71
6.3. Κόστος Υπόγειας Εκμετάλλευσης	71
6.4. Κόστος Παρούσας Εκμετάλλευσης	72
6.4.1 Σύγκριση κόστους Α' και Β' σχεδιασμών	73
6.4.2 Σύγκριση κόστους Γ' και Δ' σχεδιασμών	74
6.4.3 Διερεύνηση κόστους υπόγειας εκμετάλλευσης	76

Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	81

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1: Όψη νικελίου πριν και μετά την εξόρυξη και την κατεργασία	12
Εικόνα 1.2: Όψη νικελίου πριν και μετά την εξόρυξη και την κατεργασία	12
Εικόνα 1.3: Όψη νικελίου πριν και μετά την εξόρυξη και την κατεργασία	12
Εικόνα 1.4: Υπόγεια εκμετάλλευση νικελίου	12
Εικόνα 1.5: Εξάπλωση νικελιούχων κοιτασμάτων παγκοσμίως (larco.gr)	15
Εικόνα 1.6: Χάρτης χωρών με τη μεγαλύτερη εξορυκτική δραστηριότητα νικελίου (mapsofworld.com)	16
Εικόνα 1.7: Γεωλογικές περίοδοι στις οποίες δημιουργήθηκαν νικελιούχοι λατερίτες και ιζηματογενή σιδηρονικελιούχα μεταλλεύματα στην Ελλάδα	18
Εικόνα 1.8: Χάρτης με τις περιοχές μεταλλευτικής δραστηριότητας για εξόρυξη σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων στην Ελλάδα	19
Εικόνα 2.1: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση στα μεταλλεία Ευβοίας	22
Εικόνα 2.2: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση κατά λωρίδες	23
Εικόνα 2.3: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης	23
Εικόνα 2.4: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες	24
Εικόνα 2.5: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση με ανοικτές βαθμίδες	24
Εικόνα 2.6: Όψη μεταλλευτικής στοάς	25
Εικόνα 3.1: Στρωματογραφική στήλη της Πελαγονικής της Κεντρικής και Βόρειας Εύβοιας (Κατσικάτσος, 1986)	34
Εικόνα 3.2: Κοίτασμα καρστικού νικελίου. Το σιδηρονικελιούχο μέταλλευμα αποτέθηκε εντός καρστικού εγκοίλου τριαδικό-ιουρασικών ασβεστολίθων της Υποπελαγικής και καλύπτεται από ασβεστολίθους Ανωκρητιδικής ηλικίας (Ε.Κ.Π.Α.)	35
Εικόνα 3.3: Δίρφυς Κεντρική Εύβοια	39
Εικόνα 3.4: Υδρολιθολογικός Χάρτης λεκάνης Ψαχνών	41
Εικόνα 4.1: Η Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ	42
Εικόνα 4.2: Η μεταφορική ταινία του μεταλλεύματος και ο χώρος φόρτωσης των πλοίων	45
Εικόνα 4.3: Εσωτερική όψη τριβείου Βύρας	49
Εικόνα 5.1: Δορυφορική εικόνα με τα 4 ενεργά μεταλλεία της ΛΑΡΚΟ στον δήμο Μεσσαπίων (Α. κ' Δ. Κοτρώνι, Κατσίκιζα, Ρεκαβέτσι, Άκρες)	52
Εικόνα 5.2: Δορυφορική ευρύτερης περιοχής. Με βέλη σημειώνεται η διαδρομή του ταινιόδρομου μεταφοράς από το τριβείο μέχρι το λιμάνι φόρτωσης του νικελίου σε πλοία	52
Εικόνα 5.3: Πίνακες δεδομένων στο Excel	54
Εικόνα 5.4: Κάτοψη κεφαλών γεωτρήσεων	54
Εικόνα 5.5: Πλάγια όψη γεωτρήσεων (πράσινο) πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο	55
Εικόνα 5.6: Η περιβάλλουσα γραμμή-όριο της περιοχής	55
Εικόνα 5.7: Το τοπογραφικό ανάγλυφο με τις επικωματώσεις	56

Εικόνα 5.8: Το τοπογραφικό ανάγλυφο μετά την αρχική εκμετάλλευση	57
Εικόνα 5.9: Το τοπογραφικό ανάγλυφο πριν οποιαδήποτε παρέμβαση (μπλε) και ύστερα από τις επιχωματώσεις (λευκό)	57
Εικόνα 5.10: Το βέλτιστο μοντέλο του κοιτάσματος σε κάτοψη	58
Εικόνα 5.11: Μοντέλο κοιτάσματος σε ανάγλυφο με επιχωμάτωση	59
Εικόνα 5.12: Μοντέλο κοιτάσματος σε αρχικό ανάγλυφο	60
Εικόνα 5.13: Όρια εκμεταλλεύσεων σε κάθε μια από τις τέσσερις περιπτώσεις.	61
Εικόνα 5.14: Ο πρώτος σχεδιασμός της εκμετάλλευσης.	61
Εικόνα 5.15: Ο πρώτος σχεδιασμός της εκμετάλλευσης από πλάγια όψη. Φανερώνεται το πλάτος στο οποίο εκτείνεται το κοίτασμα το οποίο υπολογίστηκε στα 181m.	62
Εικόνα 5.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση του πρώτου σχεδιασμού πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο.	62
Εικόνα 5.17: Ο δεύτερος εναλλακτικός σχεδιασμός.	63
Εικόνα 5.18: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του δεύτερου σχεδιασμού και το μέρος του κοιτάσματος που θα εξορυχτεί υπογείως	64
Εικόνα 5.19: Ο πρώτος σχεδιασμός με πλήρη εξόρυξη του κοιτάσματος	65
Εικόνα 5.20: Πλάγια όψη του σχεδιασμού. Ο πυθμένας συμπίπτει με το κατώτερο γνωστό σημείο που συναντάται νικέλιο.	65
Εικόνα 5.21: Τρισδιάστατη απεικόνιση των βαθμίδων, του block model πάνω στο ανάγλυφο της περιοχής.	66
Εικόνα 5.22: Ο δεύτερος σχεδιασμός με μερική εξόρυξη του κοιτάσματος	67
Εικόνα 5.23: Πλάγια όψης της εκμετάλλευσης. Αριστερά φαίνεται το μέρος του κοιτάσματος που προτείνεται για υπόγεια εξόρυξη σε δεύτερη φάση.	67
Εικόνα 5.24: Πλάγια όψης της εκμετάλλευσης. Στα 347m ως τα 297,5m εκτείνεται το υπολειπόμενο κοίτασμα	68
Εικόνα 5.25: Τρισδιάστατη απεικόνιση των βαθμίδων και του κοιτάσματος που δεν περικλείεται από τον κώνο εκσκαφής.	68
Εικόνα 5.26: Report των ογκομετρήσεων από το Surpac	69

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.1: Οι 10 μεγαλύτερες χώρες σε αποθέματα και παραγωγή νικελίου (USGS)	16
Πίνακας 2.1: Συγκριτικός πίνακας μεθόδων υπόγειας εκμετάλλευσης	29
Πίνακας 3.1: Εδαφολογικές αναλύσεις Κεντρικής Εύβοιας	38
Πίνακας 5.1: Όρια περιοχής επεμβάσεως	51
Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας Ογκομετρήσεων	73
Πίνακας 6.2: Πίνακας κοστολόγησης και σύγκρισης σχεδιασμών Α',Β.	73
Πίνακας 6.3: Πίνακας κοστολόγησης και σύγκρισης σχεδιασμών Γ',Δ.	75
Πίνακας 6.4: Πίνακας κοστολόγησης υπογείων μεθόδων	76

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1.1: Αρχικές χρήσεις νικελίου (<i>larco.gr</i>)	13
Διάγραμμα 1.2: Τελικές χρήσεις νικελίου (<i>www.nickelinstitute.org/</i>)	14
Διάγραμμα 1.3: Παραγωγή νικελίου στις βασικότερες χώρες το διάστημα 2010-2019 και εκτίμηση για το 2020(USGS 2019)	17
Διάγραμμα 1.4: Τιμές νικελίου στο LME(London Metal Exchange Market) από το 2009 μέχρι το 2019	20
Διάγραμμα 1.5: Τιμές νικελίου στο LME(London Metal Exchange Market) το έτος 2019	21
Διάγραμμα 2.1: Επιλογή μεθόδου υπόγειας εκμετάλλευσης	27
Διάγραμμα 2.2: Επιλογή μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης	30
Διάγραμμα 2.3: Μεταβολή κόστους σε συνάρτηση με το βάθος	31
Διάγραμμα 3.1: Κατανομή βροχωπτώσεων ανά μήνα στους τοπικούς σταθμούς	41
Διάγραμμα 4.1: Ετήσια Παραγωγή Νικελίου της ΛΑΡΚΟ τα έτη 2014-2018 (δεδομένα Εργοστασίου ΛΑΡΚΟ)	44
Διάγραμμα 4.2: Σχεδιάγραμμα παραγωγής σιδηρονικελίου	48
Διάγραμμα 6.1: Διάγραμμα σύγκρισης κόστους Α' και Β' περίπτωσης	74
Διάγραμμα 6.2: Διάγραμμα σύγκρισης κόστους Γ' και Δ' περίπτωσης	75
Διάγραμμα 6.3: Ιστόγραμμα σύγκρισης κόστους υπόγειας εκμετάλλευσης και εναλλακτικών σχεδιασμών	77

Κεφάλαιο 1.

Νικέλιο

1.1 Τι είναι το νικέλιο;

Το νικέλιο (nickel) αποτελεί το 5ο πιο κοινό στοιχείο στη Γη. Είναι ένα στοιχείο το οποίο συναντάται κυρίως στη δομή θειούχων, οξειδίων και αλάτων ανόργανων ουσιών. Αποτελεί ένα εξαιρετικά σημαντικό εμπορικό προϊόν, κατέχοντας σημαντικό μερίδιο στην παγκόσμια βιομηχανική ανάπτυξη παραμερίζοντας σχεδόν όλα τα υπόλοιπα βιομηχανικά μέταλλα.

Το νικέλιο και τα κράματά του αποτελούν πολύτιμα εμπορεύσιμα αγαθά λόγω διαφόρων παραγόντων και χαρακτηριστικών όπως είναι η αντοχή, η αντίσταση στη διάβρωση και την οξείδωση, η ελαστικότητα, η καλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα μαγνητικά χαρακτηριστικά και οι καταλυτικές ιδιότητες που διαθέτει.

Το σιδηρονικέλιο είναι ένα κράμα που περιέχει νικέλιο και σίδηρο σε αναλογίες που διαφέρουν μεταξύ των παραγωγών και διακυμαίνονται από 20% - 40% νικέλιο και 60% - 80% σίδηρο.



Εικόνες 1.1,1.2,1.3: Όψη νικελίου πριν και μετά την εξόρυξη και την κατεργασία



Εικόνα 1.4: Υπόγεια εκμετάλλευση νικελίου

1.2 Χρήσεις νικελίου – σιδηρονικελίου

Τα νικελιούχα υλικά πλέον χρησιμοποιούνται σε ευρύ φάσμα της βιομηχανίας και το σιδηρονικέλιο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε όλες τις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες οικονομίες. Παλαιότερα, από την μεταλλουργική κατεργασία του νικελίου παραγότουσαν κυρίως νομίσματα.

Χρησιμοποιείται σε μια πληθώρα εφαρμογών και τομείς: εφαρμοσμένη μηχανική, μεταφορές, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά, κτίρια και κατασκευές, μεταλλικά αντικείμενα, σωλήνες και εξαρτήματα σωλήνων.

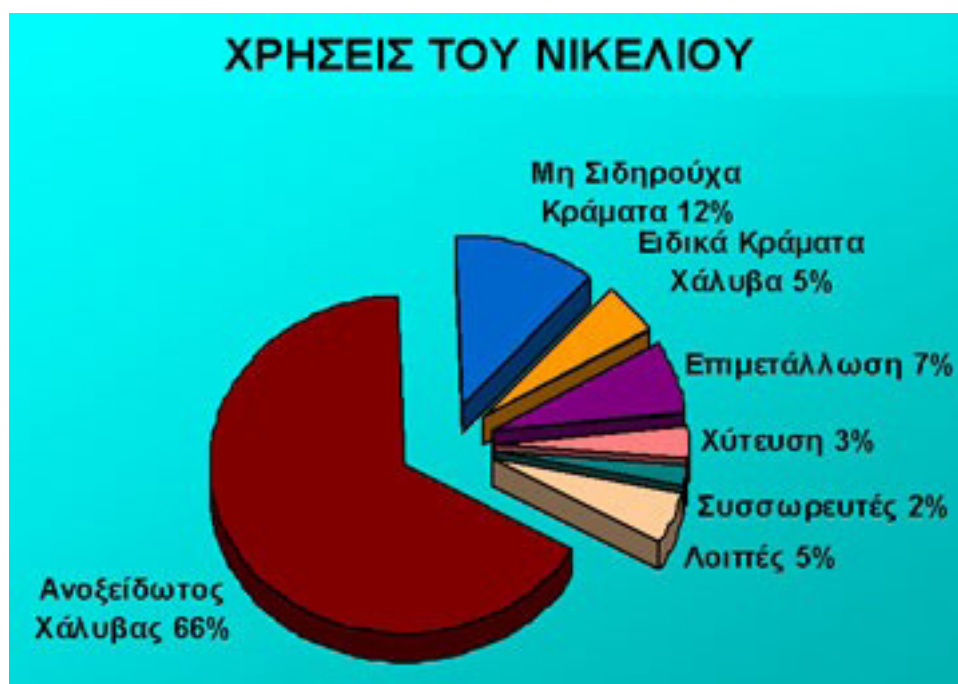
Επίσης καθιστά δυνατή την παραγωγή πολύ χρήσιμων προϊόντων με ειδικές ιδιότητες- μαγνητικές, ηλεκτρονικές, ελεγχόμενης διαστολής, καταλυτικές και ιδιότητες σχετιζόμενες με την τεχνολογία των επαναφορτιζόμενων συσσωρευτών.

Το σιδηρονικέλιο συμβάλλει σε αποδοτικές τηλεπικοινωνίες, ασφαλείς μεταφορές, αποδοτική παραγωγή πετρελαίου και βενζίνης, καθαρή και αξιόπιστη παραγωγή ενέργειας κατεργασία τροφίμων και ποτών, ασφαλή και αξιόπιστο ιατρικό εξοπλισμό, καθώς και σε εξοπλισμό μειωμένων εκπομπών από συσκευές έκπλυσης απαερίων έως υβριδικά οχήματα.

Η χρήση του σιδηρονικελίου είναι εξαιρετικά διαδεδομένη, ενώ η μεγάλη του χρηστικότητα αντισταθμίζει το σχετικά υψηλό του κόστος. Με αποδειγμένη την καινοτόμο πορεία του, το σιδηρονικέλιο θα διαδραματίζει έναν ακόμα πιο σημαντικό ρόλο στις μελλοντικές κοινωνίες από ότι σήμερα.

Το νικέλιο χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή ανοξειδωτου χάλυβα μέσω του κράματος του σιδηρονικελίου (66%). Ωστόσο, χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή μη σιδηρούχων κραμάτων(12%), ειδικών κραμάτων χάλυβα(5%), στην επιμετάλλωση (7%), στη χύτευση των μετάλλων (3%) και στους συσσωρευτές(2%).

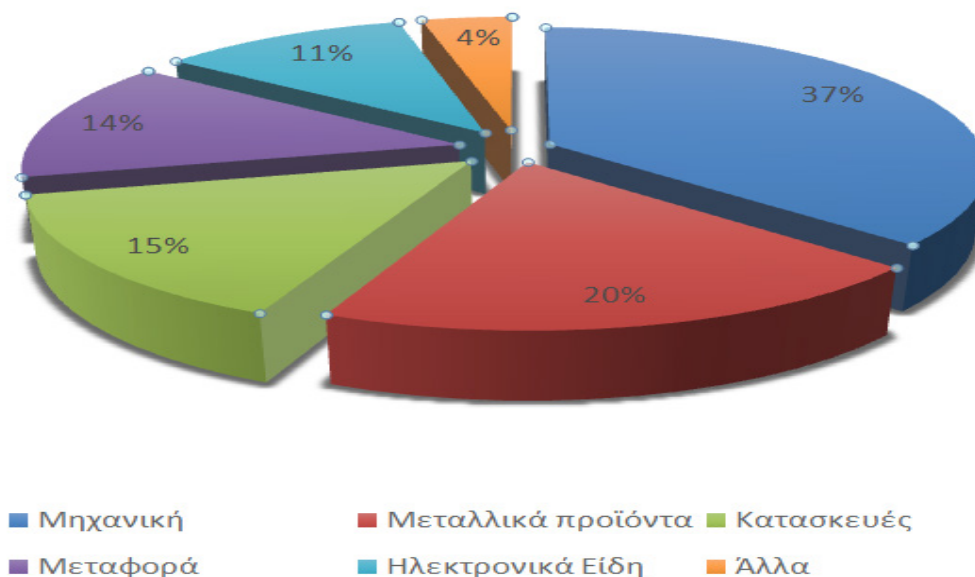
Το σιδηρονικέλιο χρησιμοποιείται πρωτίστως στην κατασκευή Ωστενιτικών ανοξειδωτων χαλύβων (γνωστών και ως σειρές 200 και 300). Αυτοί είναι μη μαγνητικοί και περιέχουν μεταξύ 8.5% και 25% νικέλιο, ενισχύοντας την αντιδιαβρωτική τους αντίσταση. Είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη ομάδα ανοξειδωτων χάλυβων, αναλογώντας στο 70%-75% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Οι Φερριτικοί ανοξειδωτοι χάλυβες (γνωστοί και ως σειρά 400) δεν περιέχουν νικέλιο.



Διάγραμμα 1.1: Αρχικές χρήσεις νικελίου (larco.gr)

Το νικέλιο συμβάλλει σε αποδοτικές τηλεπικοινωνίες, αποδοτική παραγωγή πετρελαίου, καθάρη κι αξιόπιστη παραγωγή ενέργειας, υγιεινή κατεργασία τροφίμων και αξιόπιστο ιατρικό εξοπλισμό. Συνοψίζοντας, οι τελικές χρήσεις του νικελίου ποσοστιαία χωρίζονται στους παρακάτω κλάδους με τον εξής τρόπο: μηχανική σε ποσοστό 37%, κατασκευή μεταλλικών προϊόντων γενικότερα σε ποσοστό 20%, κατασκευές κτιρίων σε ποσοστό 15%, μεταφορές σε ποσοστό 14%, ηλεκτρονικά είδη σε ποσοστό 11% και άλλες χρήσεις σε ποσοστό 4%. (www.nickelinstitute.org/)

Τελικές Χρήσεις Νικελίου



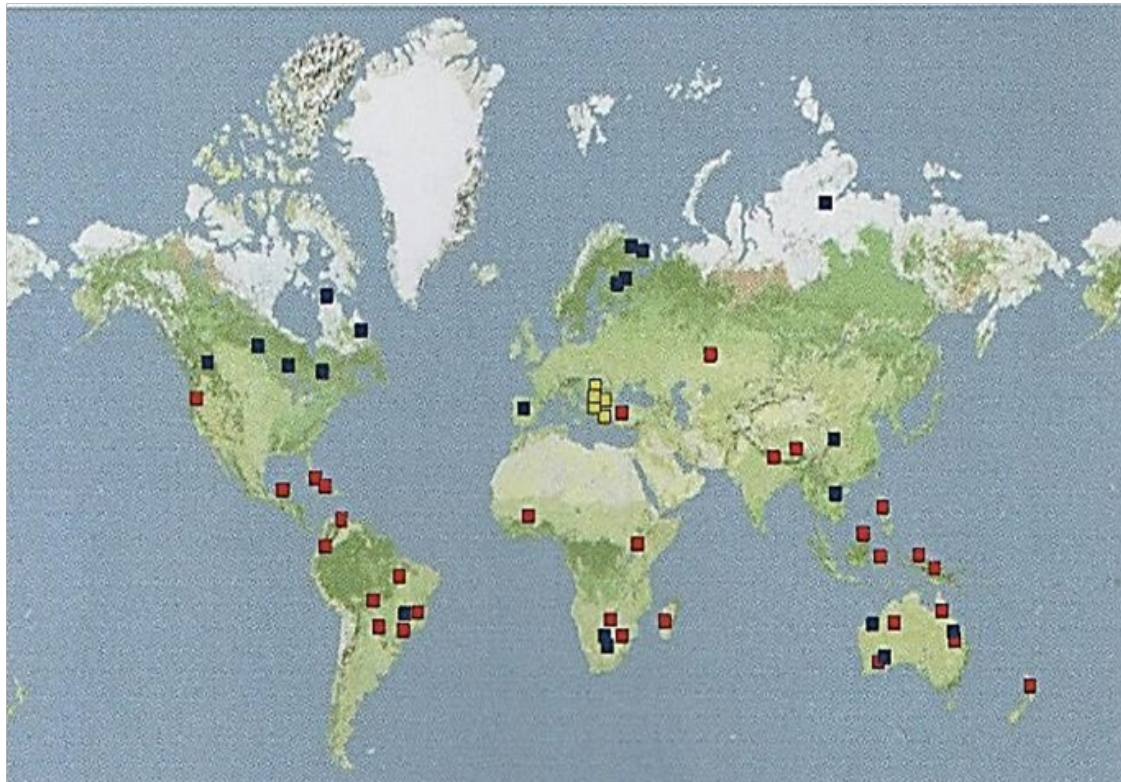
Διάγραμμα 1.2: Τελικές χρήσεις νικελίου (www.nickelinstitute.org/)

1.3 Κοιτάσματα Νικελίου

Τα μεταλλεύματα νικελίου ανάλογα με τον τρόπο γένεσής τους ταξινομούνται στις τρεις παρακάτω κατηγορίες:

- 1.Θειούχα
- 2.Λατεριτικά
- 3.Ιζηματογενή

Τα ιζηματογενή κοιτάσματα νικελίου διαφέρουν γενετικά από τα κοιτάσματα των άλλων δύο τύπων. Δημιουργούνται από προϊόντα αποσάθρωσης και μεταφοράς του λατεριτικού υλικού. Είναι σημαντικό να τονιστεί βέβαια ότι δεν υπάρχει καμία ποιοτική διαφορά στη χημική σύσταση μεταξύ ιζηματογενών - λατεριτικών κοιτασμάτων νικελίου. Παγκοσμίως τέτοια κοιτάσματα συναντώνται σε διάφορα σημεία του πλανήτη όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη.



■ θειούχα
 ■ λατεριτικά
 ■ ιζηματογενη λατεριτικά

Εικόνα 1.5: Εξάπλωση νικελιούχων κοιτασμάτων παγκοσμίως (larco.gr)

1.3.1 Νικελιούχα Κοιτάσματα Παγκοσμίως

Το νικέλιο αποτελεί ένα από τα γνωστότερα μέταλλα, το οποίο εξορύσσεται και υφίσταται κατεργασία σε αρκετές χώρες του κόσμου από τον Καναδά μέχρι την Αυστραλία. Μεταλλεύματα που περιέχουν νικέλιο εξορύσσονται σήμερα σε περισσότερες από 25 χώρες παγκοσμίως όπως και στην Ελλάδα.

Κάποιες από τις γνωστότερες και μεγαλύτερες χώρες που παράγουν νικέλιο παγκοσμίως είναι η Αυστραλία, η Ινδονησία, οι Φιλιππίνες, η Βραζιλία, η Ρωσία, ο Καναδάς και η Κίνα.

Πιο αναλυτικά, τα υψηλότερα αποθέματα νικελίου στον κόσμο περίπου 21 εκατομμύρια τόνους, συναντώνται στην Ινδονησία ενώ παράλληλα η εν λόγω χώρα κατέχει και την πρώτη θέση στην παραγωγή, καθώς ανέρχεται στους 560 χιλιάδες τόνους (το προηγούμενο έτος 2018). Στη δεύτερη θέση με τα υψηλότερα αποθέματα βρίσκεται η Αυστραλία με 19 εκατομμύρια τόνους, αλλά αποτελεί την 5η κατά σειρά μεγαλύτερη παραγωγή με 170 χιλιάδες τόνους (το 2018). Έπειτα, ακολουθεί η Βραζιλία με αποθέματα 11 εκατομμύρια τόνους αλλά ετήσια παραγωγή μόλις 80 χιλιάδες τόνους (το 2018). Στη συνέχεια βρίσκεται η Ρωσία με αποθέματα 7,6 εκατομμύρια τόνους και ετήσια παραγωγή 210 χιλιάδες τόνους (το 2018). Την πρώτη πεντάδα συμπληρώνει η Κούβα με αποθέματα 5,5 εκατομμύρια τόνους και ετήσια παραγωγή 53 χιλιάδες τόνους (το 2018). (USGS 2018)



Εικόνα 1.6: Χάρτης χωρών με τη μεγαλύτερη εξορυκτική δραστηριότητα νικελίου (mapsoworld.com)

Άλλη μία μικρή χώρα αλλά με σημαντική ετήσια παραγωγή είναι η Νέα Καληδονία, καθώς το έτος 2018 παρήγαγε 210 χιλιάδες τόνους χωρίς όμως να έχουν εντοπιστεί και εκτιμηθεί τα ακριβή αποθέματά της. Δεδομένο είναι πώς τα λατεριτικά κοιτάσματα της περιοχής είναι ασύγκριτα πλούσια σε νικέλιο σε σχέση με τα γνωστά κοιτάσματα του πλανήτη. (<https://www.mining.com>)

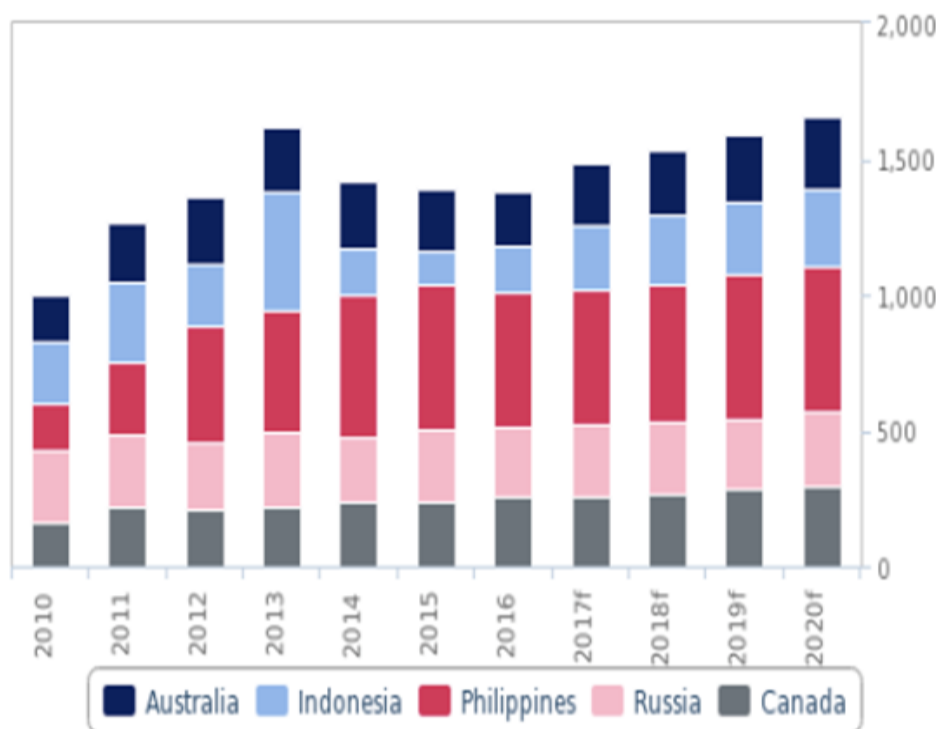
Πίνακας 1.1: Οι 10 μεγαλύτερες χώρες σε αποθέματα και παραγωγή νικελίου (USGS)

Χώρα	Αποθέματα (ΜΤ)	Παραγωγή 2018 (ΜΤ)
1. Ινδονησία	21.000.000	500.000
2. Αυστραλία	19.000.000	170.000
3. Βραζιλία	11.000.000	80.000
4. Ρωσία	7.600.000	210.000
5. Κούβα	5.500.000	53.000
6. Φιλιππίνες	4.800.000	380.000
7. Νότια Αφρική	3.700.000	44.000
8. Κίνα	2.800.000	110.000
9. Καναδάς	2.700.000	160.000
10. Νέα Καληδονία	-	210.000
11. Άλλες Χώρες	6.500.000	180.000

Τα χαρτογραφημένα κοιτάσματα που έχουν εντοπιστεί σε χερσαίο έδαφος παγκοσμίως, με μέση περιεκτικότητα 1% και πάνω, περιέχουν περισσότερο από 130 εκατομμύρια τόνους νικέλιο. Περίπου το 60% από αυτά αφορά σε λατεριτικά κοιτάσματα ενώ το υπόλοιπο 40% σε θειούχα κοιτάσματα.

Philippines To Dominate Quantity; Indonesia To Lead Growth

Global Nickel Mine Production (kt)



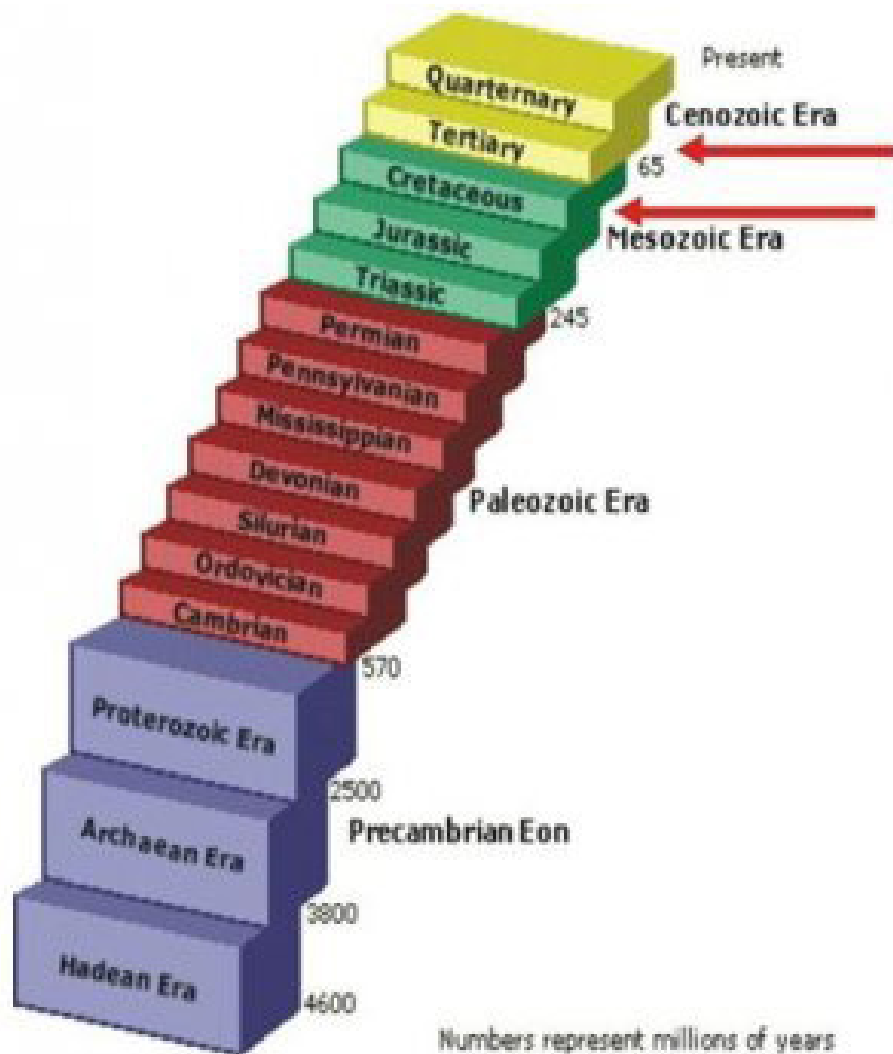
Διάγραμμα 1.3: Παραγωγή νικελίου στις βασικότερες χώρες το διάστημα 2010-2019 και εκτίμηση για το 2020(USGS 2019)

Από το παραπάνω διάγραμμα διακρίνουμε ότι υπάρχει μια ισορροπία όσον αφορά τη παγκόσμια παραγωγή νικελίου, καθώς σε άλλες χώρες υπάρχει αύξηση με τα χρόνια και σε άλλες μείωση. Αυξητική τάση στην παραγωγή τα τελευταία χρόνια υπάρχει σε μερικές χώρες με πρώτη την Ινδονησία σε ποσοστιαία άνοδο, η οποία παρήγαγε περίπου 560 χιλιάδες τόνους το 2018 από 150 χιλιάδες τόνους που παρήγαγε το 2015. Αντίθετα, υπάρχουν και κάποιες χώρες οι οποίες τα τελευταία χρόνια έχουν μειώσει την παραγωγή τους όπως οι Φιλιππίνες, οι οποίες από 550 χιλιάδες τόνους το 2015 παρήγαγαν 380 χιλιάδες τόνους το 2018 κρατώντας βέβαια το μεγαλύτερο μερίδιο της παγκόσμιας παραγωγής. Οι παράγοντες που καθορίζουν την πτωτική πορεία της παραγωγής είναι οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες, οι χαμηλές τιμές στην διεθνή αγορά και η αναστολή κάποιων εξορυκτικών εργασιών, εξαιτίας της μη τήρησης των περιβαλλοντικών όρων.

1.3.2 Νικέλιο στον Ελλαδικό Χώρο

Στην Ελλάδα η βασική γεωλογική έρευνα και οι μελέτες διεξάγονται κυρίως από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), το οποίο παρέχει γενικές πληροφορίες σχετικά με τη γεωλογική δομή της χώρας, το μέγεθος, την τοποθεσία και την ποιότητα των διαφόρων μεταλλείων της Ελλάδας και κατά δεύτερο λόγο από άλλους φορείς.

Στον ελλαδικό χώρο απαντώνται λατεριτικά κοιτάσματα τα οποία χαρακτηρίζονται ως σιδηρονικελιούχα. Τα κοιτάσματα αυτά θεωρούνται «φτωχά» σιδηρονικελιούχα μεταλλεύματα με μέση περιεκτικότητα σε νικέλιο γύρω στο 1%. Στη χώρα μας, υπάρχουν περισσότερες από 110 εμφανίσεις νικελιούχου σιδηρομεταλλεύματος με περιεκτικότητα σε νικέλιο που κυμαίνεται από 0,4% έως 1,5% και σε σίδηρο από 20% έως 79%. Όσον αφορά τη χημική σύσταση, το σιδηρονικέλιο αποτελείται κυρίως από νικέλιο, σίδηρο, πυρίτιο, αργίλιο, χρώμιο και μαγνήσιο. Σε μικροποσότητες απαντώνται μαγγάνιο, ασβέστιο, θείο, κοβάλτιο, αρσενικό κ.ά.



Εικόνα 1.7: Γεωλογικές περιόδους στις οποίες δημιουργήθηκαν νικελιούχοι λατερίτες και ιζηματογενή σιδηρονικελιούχα μεταλλεύματα στην Ελλάδα

Τα συνολικά αποθέματα εκτιμάται ότι υπερβαίνουν τους 500 εκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων οι 240 εκατομμύρια τόνοι είναι εκμεταλλεύσιμοι. Τα υπό εκμετάλλευση κοιτάσματα βρίσκονται στην κεντρική και βόρεια Εύβοια, στην Βοιωτία και στην περιοχή της Καστοριάς. Μικρότερα κοιτάσματα κι εμφανίσεις εντοπίζονται στην Έδεσσα, στην Αττική, στα Γρεβενά, στο Βέρμιο, στην Κοζάνη, στη Σκύρο και στη Μυτιλήνη. Η ηλικία σχηματισμού όλων των κοιτασμάτων, συνδέεται άμεσα με τη γεωδυναμική εξέλιξη του τόξου του Αιγαίου.



Εικόνα 1.8: Χάρτης με τις περιοχές μεταλλευτικής δραστηριότητας για εξόρυξη σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων στην Ελλάδα

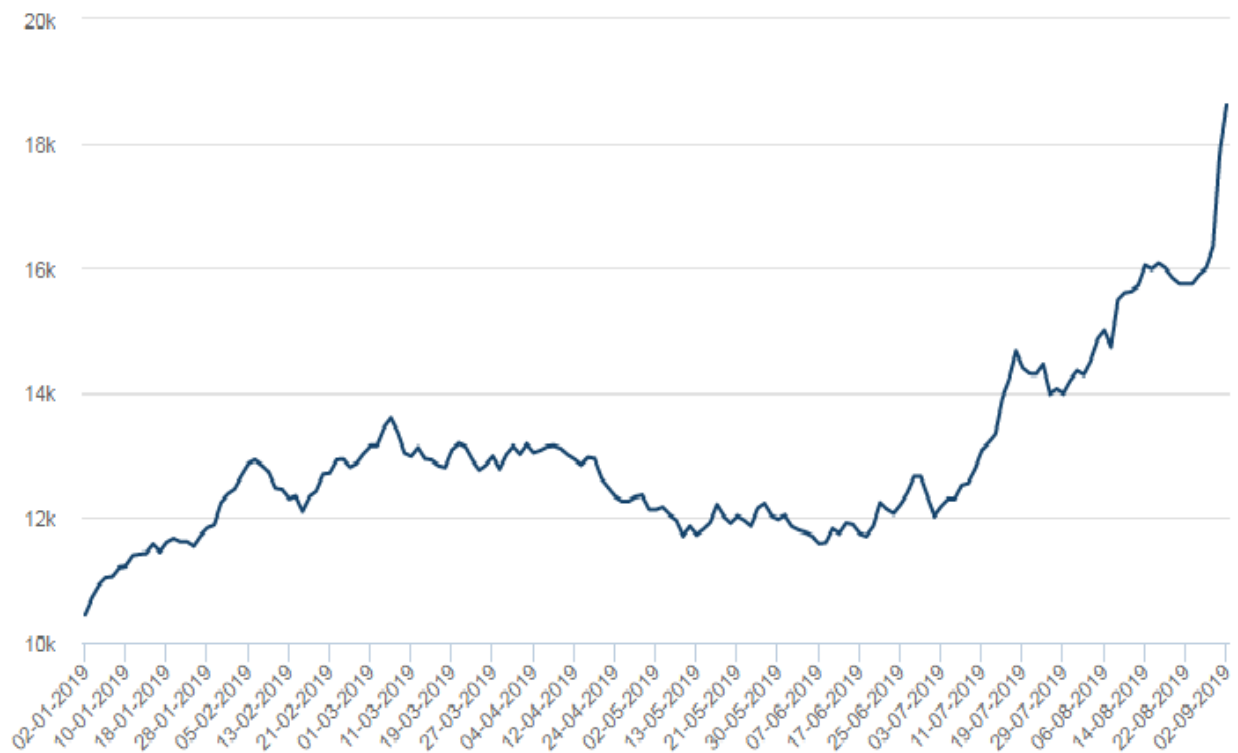
1.4 Τιμή Νικελίου

Γενικά, η τιμή του νικελίου στις αρχές του 21ου αιώνα κυμαινόταν κάτω από 10.000 \$ ο τόνος, περίπου στα 8.600 \$ ο τόνος. Στη συνέχεια υπήρξε μια άνοδος της τιμής στα 15.000 \$ ο τόνος, έχοντας βέβαια και κάποιες διακυμάνσεις. Ωστόσο τη διετία 2006 - 2007, υπήρξε έκρηξη της τιμής του νικελίου παγκοσμίως, η οποία έφτασε και πέρασε τα 50.000 \$ ο τόνος, αλλά γρήγορα σταμάτησε κι ακολούθησε μείωση μέχρι να φτάσει και πάλι στα προηγούμενα επίπεδα. Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται μια σταδιακή μείωση στην τιμή του νικελίου, ενώ το τελευταίο εξάμηνο υπάρχει μια σχετική ανάκαμψη. Τον Σεπτέμβριο του 2009 η τιμή ανά τόνο ήταν στα 18.525,00 \$ ανά τόνο. Η τιμή βρίσκεται σήμερα περίπου στα 18.620,00 \$ ανά τόνο (Σεπτέμβριος 2019), από 14.855,00 \$ τον περασμένο μήνα (Αύγουστος 2019) και από 12.200,00 \$ πριν από ένα χρόνο (Σεπτέμβριος 2018). Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέγιστη τιμή ανά τόνο μέσα στην τελευταία δεκαετία καταγράφηκε το Μάρτιο του 2011 στα 28.450,00 \$.



Διάγραμμα 1.4: Τιμές νικελίου στο LME(London Metal Exchange Market) από το 2009 μέχρι το 2019

ΛΜΕ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΙΜΩΝ ΝΙΚΕΛΙΟΥ



Διάγραμμα 1.5: Τιμές νικελίου στο LME(London Metal Exchange Market) το έτος 2019

Κεφάλαιο 2.

Μέθοδοι Εκμεταλλεύσεων

2.1.1 Γενικά στοιχεία για υπαίθριες εκμεταλλεύσεις

Ο σχεδιασμός κάθε εκμετάλλευσης θα πρέπει να στηρίζεται σε 3 κύριους πυλώνες: την οικονομικότητα, την ασφάλεια και την περιβαλλοντική προστασία.

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



Εικόνα 2.1: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση στα μεταλλεία Ευβοίας

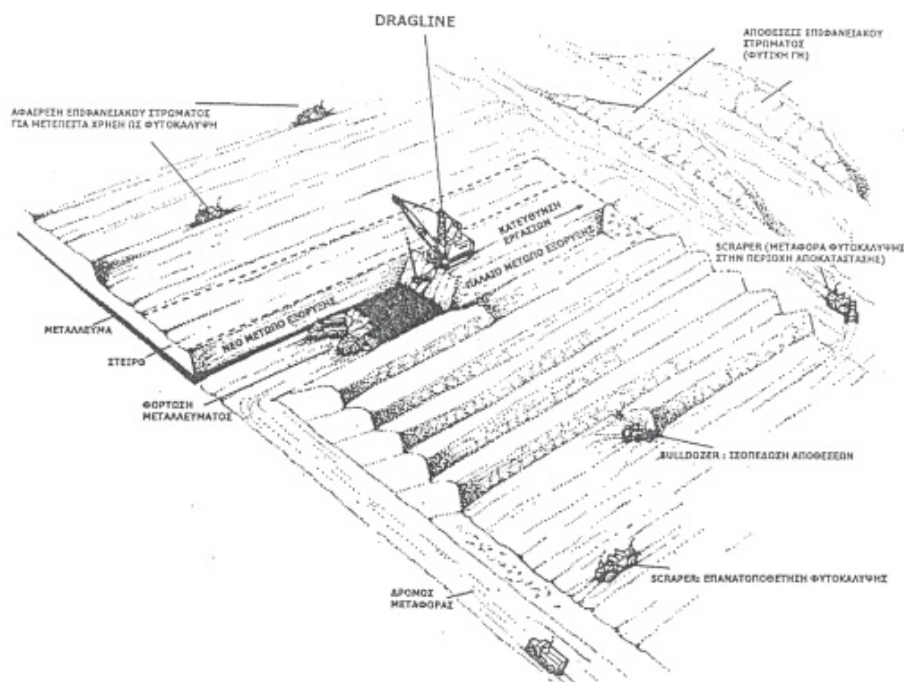
Ο σχεδιασμός μιας εκμετάλλευσης στοχεύει στον προσδιορισμό των κάτωθι χαρακτηριστικών:

- Των ορίων της εκμετάλλευσης
- Των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της εκσκαφής
- Των απολήψιμων αποθεμάτων
- Της διάρκειας, των φάσεων και της χρονικής εξέλιξης της εκμετάλλευσης
- Της περιοχής και του τρόπου απόθεσης των στείρων υλικών
- Της αποκατάστασης - αξιοποίησης του χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης

2.1.2 Τύποι υπαιθρίων εκμεταλλεύσεων

Οι επιφανειακές εκμεταλλεύσεις μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικούς τύπους:

- **Επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Stripmining).**



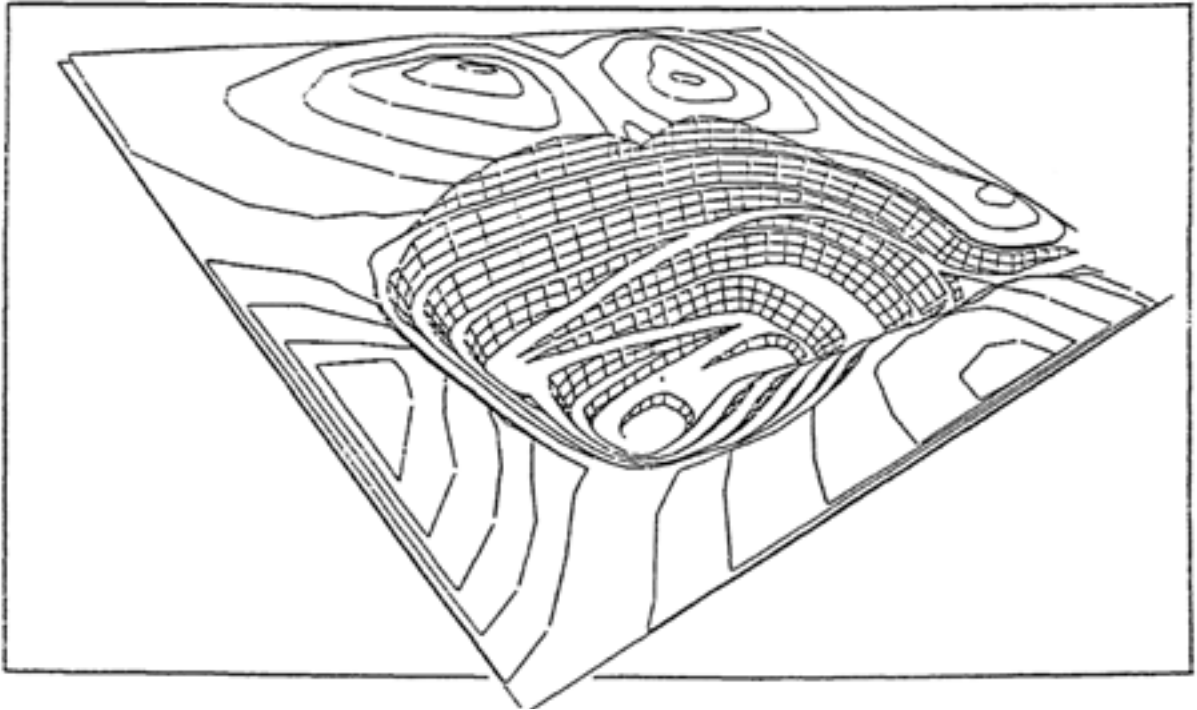
Εικόνα 2.2: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση κατά λωρίδες

- **Επιφανειακή εκμετάλλευση με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terracemining).**



Εικόνα 2.3: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης

- **Επιφανειακή εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες (χοανοειδής εκμετάλλευση (conical pit)).**



Εικόνα 2.4: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες

- **Επιφανειακή εκμετάλλευση με ανοιχτές βαθμίδες.**



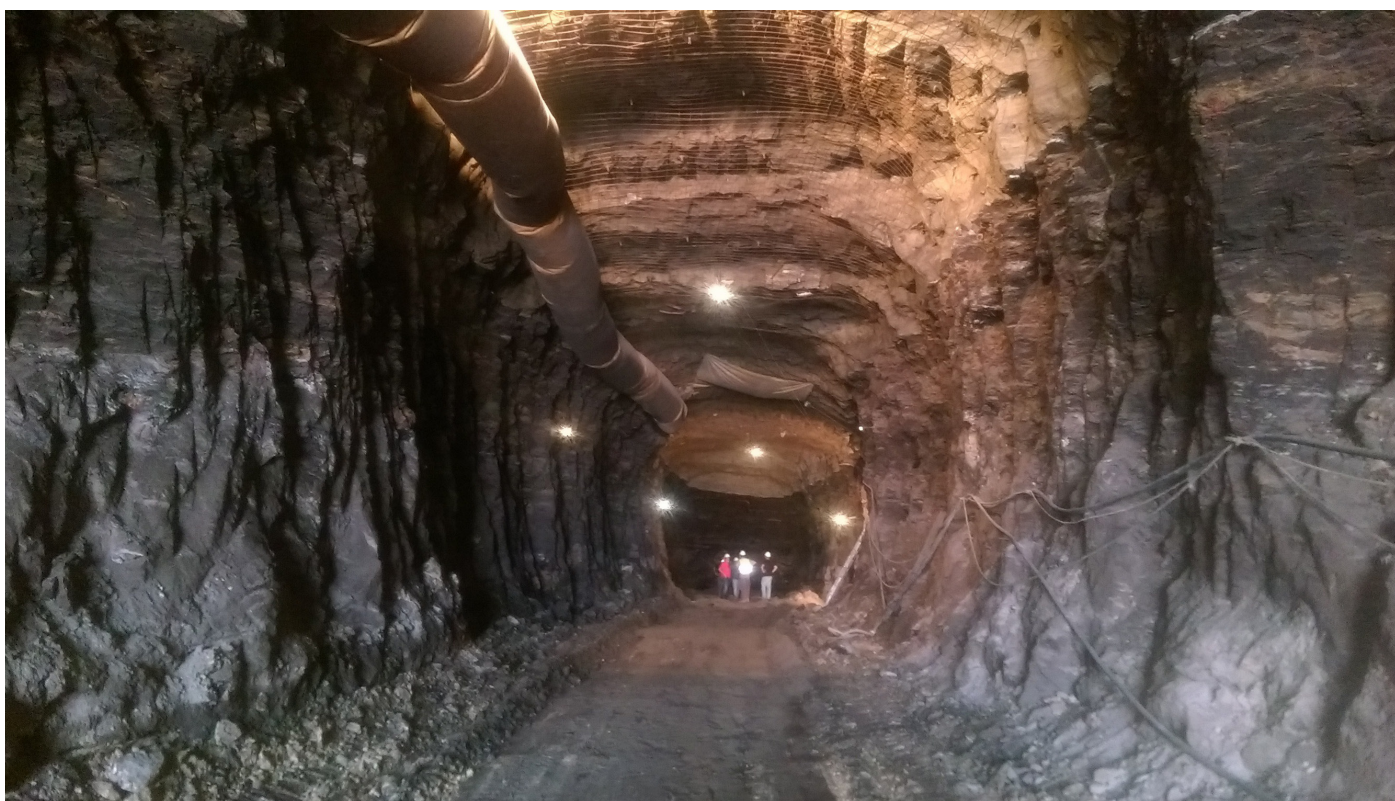
Εικόνα 2.5: Όψη από υπαίθρια εκμετάλλευση με ανοιχτές βαθμίδες

Η επιλογή του τύπου εκμετάλλευσης εξαρτάται από τη γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος. Στην παρούσα διπλωματική λόγω των χαρακτηριστικών της περιοχής Β.Α. Άκρες στην Εύβοια η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την εκμετάλλευση κοιτασμάτων ακανόνιστου σχήματος (σωληνοειδή, stock-works) καθώς και έντονα κεκλιμένων στρωσιγενών κοιτασμάτων. Παρά την ονομασία της, η μορφή του ορυχείου πολλές φορές αποκλίνει σημαντικά από το σχήμα της χοάνης (ανεστραμμένου κώνου) διότι προσαρμόζεται κάθε φορά στις γεωμετρικές ανωμαλίες και στις διακυμάνσεις της ποιότητας του κοιτάσματος. Η εξόρυξη γίνεται συνήθως με μηχανικά μέσα για τα σχετικά μαλακά πετρώματα, ενώ σε περιπτώσεις σκληρών σχηματισμών χρησιμοποιούνται εκρηκτικές ύλες.

2.2.1 Γενικά στοιχεία για υπόγειες εκμεταλλεύσεις

Η ανάπτυξη κοιτασμάτων σε μεγάλα βάθη κυρίως βάθη για τα οποία η εκμετάλλευσή τους από την επιφάνεια δεν μπορεί να γίνει με θετικό οικονομικό αποτέλεσμα οδηγεί στην διερεύνηση της εκμεταλλευσιμότητας τους με υπόγειες μεθόδους.

Οι υπόγειες μέθοδοι εκμετάλλευσης ουσιαστικά επιτυγχάνουν την πρόσβαση στο χώρο ανάπτυξης του κοιτάσματος μέσω έργων προσπελάσεως και την προσβολή και απόσπαση του μεταλλεύματος χωρίς να απαιτείται η μαζική μετακίνηση των υπερκείμενων στείρων πετρωμάτων. Τα έργα προσπέλασης εξορύσσονται μέσα στα άγωνα πετρώματα που περιβάλλουν το κοίτασμα, ενώ τα έργα προπαρασκευής κατά κανόνα μέσα στο μέταλλευμα.



Εικόνα 2.6: Όψη μεταλλευτικής στοάς

Η υπόγεια προσπέλαση γίνεται γενικά με τρία είδη έργων:

- **Στοές.**
- **Φρέατα (πηγάδια).**
- **Κεκλιμένα ή/και ελικοειδή κεκλιμένα.**

Πολλές φορές για την προσπέλαση χρησιμοποιούνται και συνδυασμοί των έργων αυτών. Έτσι ένας τύπος προσπέλασης που χρησιμοποιείται συχνά τα τελευταία χρόνια, διευκολύνοντας την κίνηση του αυτοκινούμενου εξοπλισμού, είναι το ελικοειδές κεκλιμένο ή ράμπα. Για κάθε υπόγεια εκμετάλλευση επιβάλλεται να υπάρχουν τουλάχιστον 2 προσπελάσεις στην επιφάνεια.

Η ύπαρξη δύο έργων απαιτείται άλλωστε και για την δημιουργία του κυκλώματος αερισμού του μεταλλείου. Ο αερισμός γίνεται με τη χρήση τεχνητών μέσων (ανεμιστήρων), οι οποίοι τοποθετούνται στο ένα προσπελαστικό έργο και προσάγουν ή απάγουν τον αέρα προς/από το μεταλλείο. Έτσι επιτυγχάνεται η εισαγωγή της απαιτούμενης ποσότητας αέρα στο χώρο, καθώς επίσης και η απαγωγή των καυσαερίων και κονιορτού (σκόνης) από τις θέσεις εκμετάλλευσης εξασφαλίζοντας μια καλή ποιότητα ατμόσφαιρας στο υπόγειο μεταλλείο.

Βασικοί στόχοι μιας υπόγειας μεθόδου εκμετάλλευσης είναι η απόσπαση του κοιτάσματος από το περιβάλλον μητρικό πέτρωμα με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται:

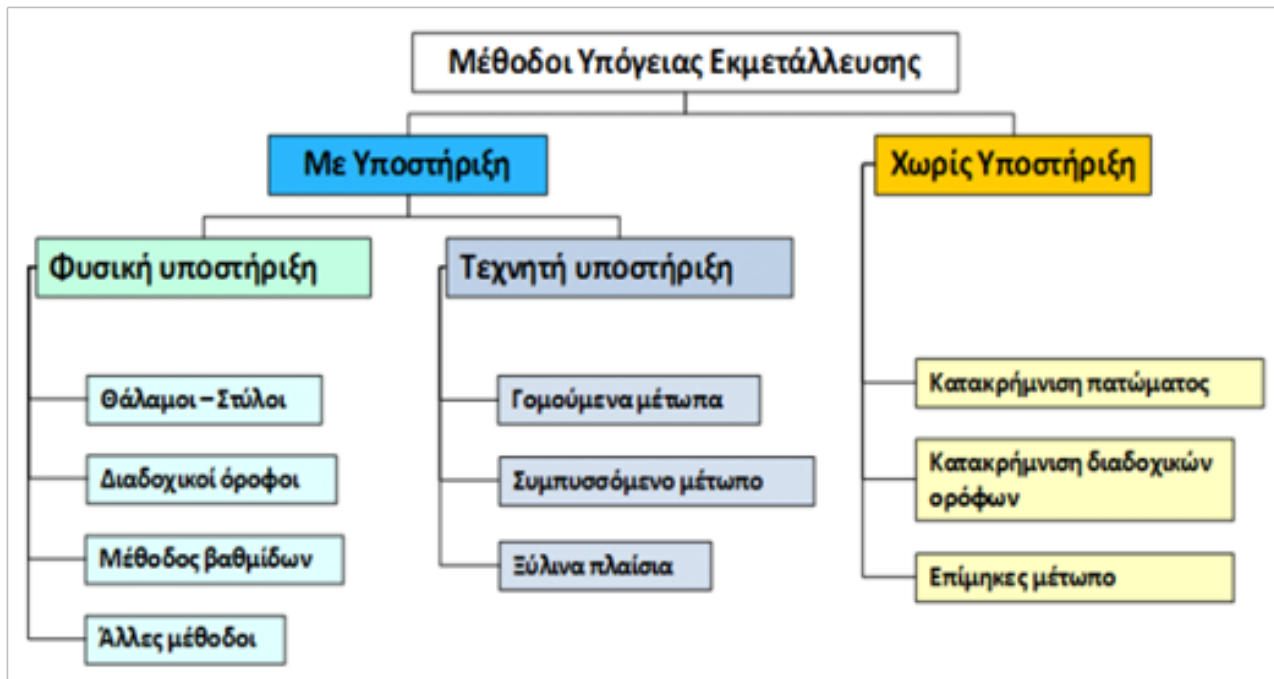
- **η μέγιστη δυνατή ασφάλεια του προσωπικού και του έργου,**
- **η βελτιστοποίηση της απόληψης (του ποσοστού του κοιτάσματος που μπορεί να αποσπαστεί)**
- **η ελαχιστοποίηση του κόστους των εργασιών.**

Οι μέθοδοι υπόγειας εκμετάλλευσης που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται σήμερα είναι πάρα πολλές μπορούν όμως να καταταγούν σε 3 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 2) και πιο συγκεκριμένα, τις μεθόδους εκμετάλλευσης:

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

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

□ **με κατακρημνιζόμενα μέτωπα (caving stopes), στις οποίες ο χώρος που έχει πραγματοποιηθεί η απόσπαση του μεταλλεύματος πληρώνεται με υλικά μέσω της κατακρήμνισης της οροφής του κοιτάσματος.**



Διάγραμμα 2.1: Επιλογή μεθόδου υπόγειας εκμετάλλευσης

2.2.2 Κριτήρια επιλογής μεθόδου υπόγειας εκμετάλλευσης

Η επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης ενός κοιτάσματος επηρεάζεται από συγκεκριμένους παράγοντες όπως:

- Την θέση του κοιτάσματος στον χώρο και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του (σχήμα, μέγεθος, κλίση).
- Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και των περιβαλλόντων πετρωμάτων.
- Το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής και τη γεωλογική της δομή.
- Την ποιότητα και την αξία του μεταλλεύματος.
- Τους επιθυμητούς ρυθμούς παραγωγής.
- Το κόστος του παραγόμενου προϊόντος και των έργων προσπέλασης.
- Την προστασία του περιβάλλοντος.
- Την μελλοντική προοπτική του μεταλλείου
- Κατά την επιλογή των έργων προσπέλασης σπάνια θα συναντηθούν περιπτώσεις όπου ένας μόνο από τους παραπάνω παράγοντες θα παίξει καθοριστικό ρόλο, συνήθως ένας συνδυασμός των παραγόντων διαμορφώνει το πλαίσιο επιλογής των έργων προσπέλασης. Παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις όπου η επιλογή είναι προφανής.

Έτσι στην περίπτωση κοιτασμάτων με μεγάλη κλίση ή κατακόρυφα ή οριζόντια σε βάθος από την επιφάνεια, η προσπέλαση προτιμάται να γίνεται με φρέαρ.

Αντίστοιχα για κοιτάσματα που αναπτύσσονται σε μικρό βάθος με μικρή κλίση, κρίνεται οικονομικότερη η προσπέλαση με κεκλιμένο ή αν το τοπογραφικό ανάγλυφο είναι ευνοϊκό με στοά. Όσον αφορά την γεωλογία, γενικώς τα προσπελαστικά έργα πρέπει να κατασκευάζονται εκτός ζωνών ρηγμάτων, περιοχών ασταθών γεωλογικών σχηματισμών και περιοχών αυξημένης υδροφορίας. Επίσης στην περίπτωση όπου η εφαρμοζόμενη μέθοδος εκμετάλλευσης δημιουργεί μια ζώνη διαταραχής στην γύρω περιοχή, τα προσπελαστικά έργα οφείλουν να κατασκευάζονται εκτός αυτής ή στην περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό για πρακτικούς ή οικονομικούς λόγους, τότε θα πρέπει να αφηθεί στύλος προστασίας εντός του κοιτάσματος. Βέβαια είναι φανερό ότι ο στύλος αυτός αποτελεί απώλεια χρήσιμου υλικού και θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να εξετάζονται εναλλακτικοί τρόποι προσπέλασης.

Ο καθορισμός της βέλτιστης θέσης των προσπελαστικών έργων είναι ιδιαίτερα σημαντικός δεδομένου ότι καλείται να συνδυάσει μια σειρά από απαιτήσεις όπως:

- 1. Ασφάλεια της εκμετάλλευσης**
- 2. Ταχεία και οικονομική προσπέλαση του κοιτάσματος**
- 3. Το δυνατόν συντομότερη έναρξη των εργασιών εκμετάλλευσης**
- 4. Ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς των εξορυσσομένων προϊόντων, των δαπανών αερισμού, της άντλησης των νερών και της διακίνησης των εργαζομένων και των υλικών.**

2.2.3 Βασικές φάσεις υπόγειας εκμετάλλευσης κοιτασμάτων

Προσπέλαση

Πρόκειται για το πρώτο στάδιο, κατά το οποίο διανοίγονται οδοί πρόσβασης στην περιοχή ανάπτυξης του κοιτάσματος.

Περιχάραξη

Αφορά στα προπαρασκευαστικά έργα εντοπισμού/επιβεβαίωσης των ορίων του κοιτάσματος καθώς και στην ανάπτυξη των υποστηρικτικών έργων (στοές, κεκλιμένα, κ.λπ.) που θα χρησιμοποιηθούν για την απόσπαση του κοιτάσματος από το μητρικό πέτρωμα. Μπορεί να γίνεται εντός και εκτός του χώρου ανάπτυξης του κοιτάσματος.

Εξόφληση

Αποτελεί την τρίτη και πλέον αποδοτική φάση, κατά την οποία γίνεται η εκμετάλλευση της μάζας του κοιτάσματος, σύμφωνα με τις προδιαγραφές και παραδοχές της εκάστοτε ακολουθούμενης μεθόδου.

Οι εργασίες εκμετάλλευσης (σε οποιαδήποτε φάση και αν ανήκει αυτή) γίνονται ως επί το πλείστον με τη χρήση εκρηκτικών υλών με τη μέθοδο διάτρησης – ανατίναξης (drill-and-blast). Ουσιαστικά, εισάγονται εκρηκτικές ύλες εντός της μάζας του πετρώματος, η ανατίναξη των οποίων προκαλεί την θραύση του πετρώματος.

Διάτρηση

Η όρυξη διατρημάτων (οπών) με τη βοήθεια ενός διατρητικού φορείου υπογείων από το μέτωπο εκσκαφής εντός της μάζας του πετρώματος ώστε να τοποθετηθούν εκρηκτικά.

Γόμωση

Η διαδικασία τοποθέτησης εκρηκτικών υλών στα διατρήματα.

Πυροδότηση

Η ανατίναξη των εκρηκτικών υλών ώστε να επιτευχθεί η διάρρηξη της συνοχής του πετρώματος.

Αερισμός

Η απαγωγή των αερίων της ανατίναξης και του αεροφερόμενου κονιορτού (σκόνης) και η βελτίωση της ποιότητας αέρα στην περιοχή του μετώπου εκσκαφής.

Αποκομιδή (μεταφορά)

Η διαδικασία απομάκρυνσης των προϊόντων της ανατίναξης (θραυσμένου υλικού) από την περιοχή του μετώπου προς την επιφάνεια

Ξεσκάρωμα

Η διαδικασία εκούσιας και ελεγχόμενης απόσπασης επισφαλών και ασταθών τμημάτων/όγκων της οροφής ώστε να αποφευχθεί η μη ελεγχόμενη πτώση τους στο μέλλον.

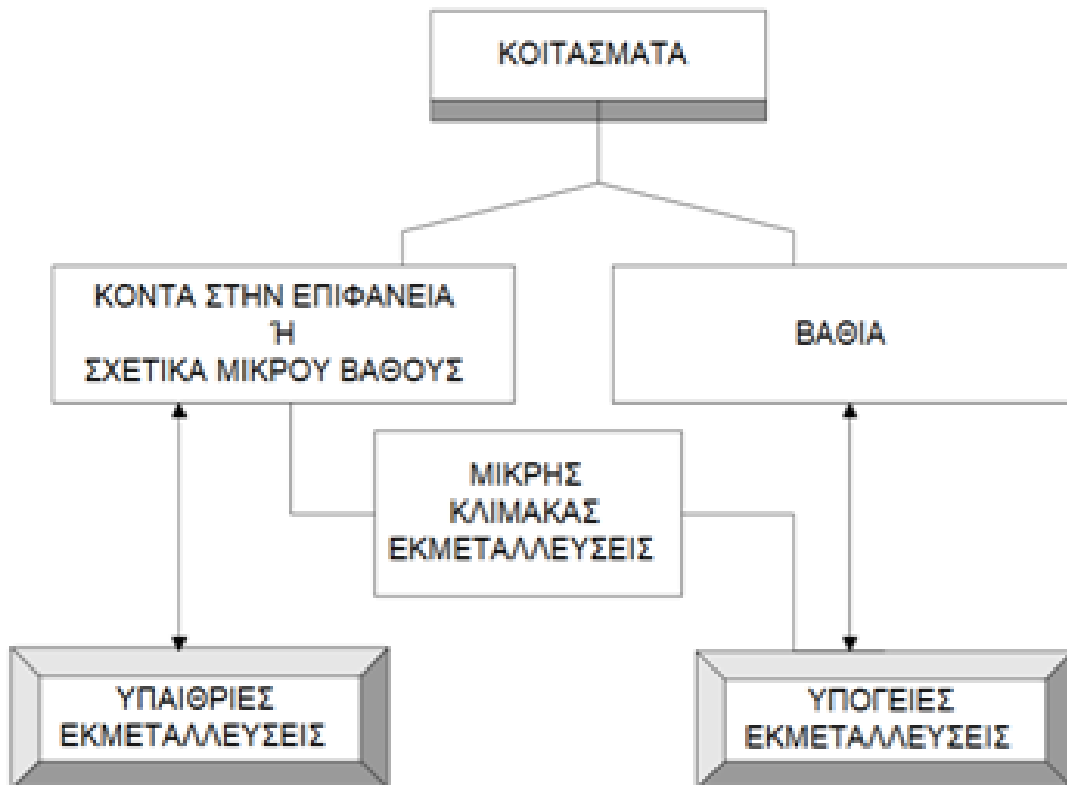
2.2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σημαντικότερων μεθόδων υπόγειας εκμετάλλευσης

Πίνακας 2.1: Συγκριτικός πίνακας μεθόδων υπόγειας εκμετάλλευσης

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Διαδοχικών Υποορόφων με κατοκρήμνιση Οροφής (Sublevel Caving)	Υψηλός βαθμός μηχανοποίησης Καλή εκλεκτικότητα Υψηλή παραγωγικότητα	Υψηλή αρχική επένδυση Υψηλή αραίωση (παραοριζόντια κοιτάσματα)
Κατακρήμνισης Πατώματος (Block Caving)	Οικονομικά αποδεκτή Υψηλή παραγωγικότητα Έλεγχος ποιότητας	Καθίζηση εδάφους Μεγάλα έργα ανάπτυξης Υψηλό κόστος κεφαλαίου
Υποχωρούντος Μετώπου Κατακόρυφου Κρατήρα (Vertical Crater Retreat)	Εύκολη μηχανοποίηση Υψηλή παραγωγικότητα Μεγάλα μηχανήματα	Υψηλό κόστος κεφαλαίου Δύσκολος έλεγχος εδάφους Μέτρα Υποστήριξης
Συμπυκνόμενου μετώπου (Shrinkage Stopping)	Εξόρυξη μικρών ανοιγμάτων Χαμηλό κόστος ανάπτυξης Εύκολη διάτρηση	Χρήση εξορυγμένου μεταλλεύματος για υποστήριξη Δύσκολος έλεγχος πετρώματος Χαμηλή παραγωγικότητα
Κοπής και λιθογόμωσης (Cut and Fill)	Ελάχιστη μετακίνηση εδάφους Έλεγχος αραίωσης Ανταγωνιστική στις μη γομούμενες μεθόδους	Απαίτηση σε εργατικό δυναμικό Δυσκολίες αερισμού Υψηλό κόστος εκμετάλλευσης Υλικά γόμωσης
Θαλάμων και Στύλων (Room and Pillar)	Υψηλός βαθμός μηχανοποίησης Ευέλικτη και ασφαλής Καλός έλεγχος εδάφους	Υψηλό κόστος κεφαλαίου Στύλοι από μετάλλευμα
Ξύλινων Πλαισίων (Timbered Stopping)	Εξαιρετος έλεγχος πετρώματος Μεγιστοποίηση εξορυσσόμενου μεταλλεύματος Εφαρμόσιμη σε προβληματικά κοιτάσματα	Υψηλό κόστος Απαίτηση εξειδίκευσης Ακατάλληλη σε μεγάλα βάθη Χαμηλή παραγωγικότητα Απαίτηση σε ξυλεία

2.2.5 Επιλογή μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης

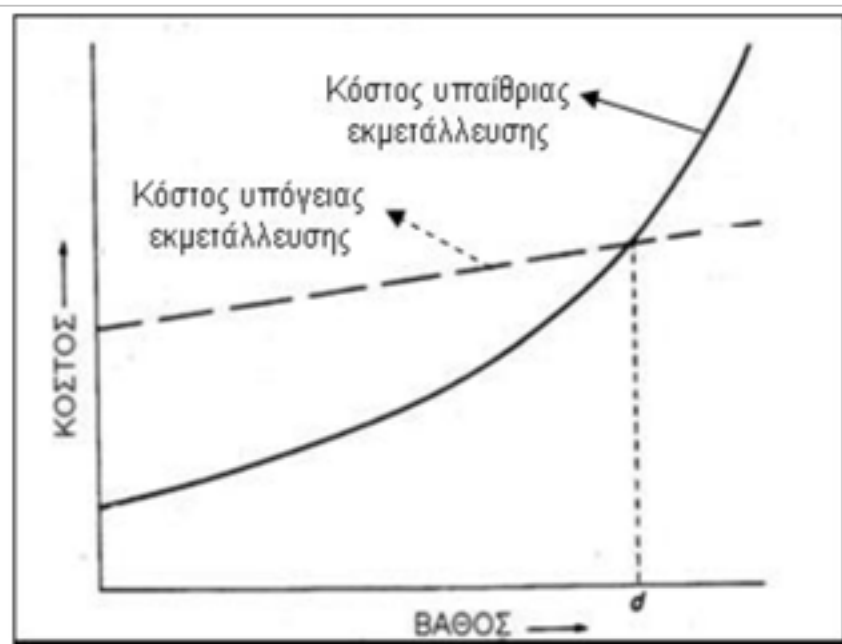
Συνήθως δεν τίθεται θέμα επιλογής μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης (διάγραμμα 2.2). Όταν οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις καθίστανται οικονομικά ασύμφωρες τότε υιοθετούνται μέθοδοι υπόγειας εκμετάλλευσης, όπως π.χ. στην περίπτωση φλεβικών, σωληνοειδών, έντονα κεκλιμένων στρωσιγενών κοιτασμάτων κλπ.



Διάγραμμα 2.2: Επιλογή μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης

Η σχέση εκμετάλλευσης αυξάνεται με την αύξηση του βάθους εκσκαφής, οπότε αυξάνεται και το συνολικό κόστος. Αντίθετα, το κόστος ενός υπόγειου έργου είναι εξαρχής υψηλό χωρίς όμως να παρουσιάζει σημαντική αύξηση με τη μεταβολή του βάθους. Στο σχήμα παρουσιάζεται η μεταβολή του κόστους εκμετάλλευσης για υπόγεια και επιφανειακή εκσκαφή συναρτήσεως της μεταβολής του βάθους. Το σημείο τομής των δύο καμπυλών καθορίζει το βάθος πέρα από το οποίο η επιφανειακή εκμετάλλευση καθίσταται ασύμφωρη και θα πρέπει να προτιμηθεί η υπόγεια. Το σημείο αυτό προσδιορίζει την οριακή τιμή της σχέσης εκμετάλλευσης R_E , η οποία ονομάζεται μέγιστη οικονομική σχέση εκμετάλλευσης και καθορίζεται από τη σχέση:

$$R_E = \frac{\text{Κόστος/τον υπόγειας εκμετάλλευσης} - \text{Κόστος/τον υπαίθριας}}{\text{Κόστος αποκάλυψης/τον αγόνων}}$$



Διάγραμμα 2.3: Μεταβολή κόστους σε συνάρτηση με το βάθος

Οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις γενικά θεωρείται ότι παρουσιάζουν τα κάτωθι πλεονεκτήματα σε σχέση με τις υπόγειες:

- **Δυνατότητα εκλεκτικής εκμετάλλευσης (υπό προϋποθέσεις)**
- **Υψηλός συντελεστής απόληψης**
- **Χαμηλότερο κόστος εξόρυξης**
- **Δυνατότητα παραγωγής μεγάλων διαστάσεων όγκων κατάλληλων για ειδικές χρήσεις**
- **Ευελιξία στην παραγωγή**

Τα βασικά μειονεκτήματα των υπαιθρίων έναντι των υπογείων εκμεταλλεύσεων είναι:

- **Άμεση επίδραση καιρικών συνθηκών**
- **Καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος τόσο από την εξόρυξη όσο και από την απόθεση των αγόνων.**

Ο δεύτερος παράγοντας είναι καθοριστικής σημασίας και μπορεί να αποτελέσει ένα ακόμη κριτήριο, σε συνδυασμό με το οικονομικό κριτήριο, για την επιλογή υπόγειας εκμετάλλευσης.

Ο Nilsson (1992) δίνει έναν αριθμό παραδειγμάτων για την στρατηγική εκμετάλλευσης σε διαφορετικά κοιτάσματα. Σα συμπεράσματα προκύπτουν τα εξής:

- Για μία απότομα βυθιζόμενη φλέβα ή μαζική απόθεση χρήσιμου υλικού με προεκτάσεις στην επιφάνεια και επέκταση σε βάθος, η βέλτιστη στρατηγική επιλογή είναι αρχικά η επιφανειακή εκμετάλλευση η οποία θα συνεχίζεται σε υπόγεια. Αυτή η περίπτωση την πλέον συνήθη για την μετάβαση από την υπαίθρια σε υπόγεια εκμετάλλευση.

- Το σημείο στο οποίο η επιφανειακή εκμετάλλευση πρέπει να συνεχιστεί σε υπόγεια πραγματοποιείται όταν το κόστος της επιφανειακής εκμετάλλευσης φτάνει τα επίπεδα της υπόγειας, εάν ο ρυθμός παραγωγής του χρήσιμου δεν θα διαφοροποιηθεί σε αυτό το σημείο.

Όπως αναφέρεται (Bakhatavar, et. Al.,2008), ο επιτρεπόμενος συντελεστής αποκάλυψης (Allowable Stripping Ratio, ASR) χαρακτηρίζει την μέγιστη έκταση αποκάλυψης που είναι εφικτή πρακτικά σε μία επιφανειακή εκμετάλλευση.

Η οικονομική σχέση αποκάλυψης προσδιορίζει το νεκρό σημείο της δραστηριότητας, το σημείο δηλαδή εκείνο όπου το κόστος της επιφανειακής εκμετάλλευσης ισούται με το έσοδο της επιχείρησης με αποτέλεσμα η επιχείρηση να καλύπτει τα έξοδα της χωρίς να πραγματοποιεί ούτε κέρδος ούτε ζημιά. Στην περίπτωση επιλογής μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης η οικονομική σχέση αποκάλυψης αναφέρεται στη στιγμιαία εκείνη σχέση όπου το κόστος της επιφανειακής εκμετάλλευσης εξισώνεται με το κόστος της υπόγειας εκμετάλλευσης. Η οικονομική σχέση αποκάλυψης προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$R_E = \frac{A - B}{C}$$

όπου,

A: Έσοδα/τον χρήσιμο συστατικό

B: Κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας/τον χρήσιμο συστατικό

C: Κόστος αποκάλυψης /τον αγόνων

Σε αρκετές περιπτώσεις η οικονομική σχέση αποκάλυψης αναφέρεται στο ελάχιστο αποδεκτό κέρδος για την επιχείρηση αντί για το νεκρό σημείο, οπότε η σχέση διαμορφώνεται ως εξής:

$$R_E = \frac{A - (B + D)}{C}$$

Όπου **D: το ελάχιστο κέρδος/την χρήσιμο συστατικό**

Κεφάλαιο 3.

Γεωλογικά, Κοιτασματολογικά, Ορυκτολογικά στοιχεία Κεντρικής Εύβοιας

3.1 Εισαγωγή

Η Κεντρική Εύβοια ανήκει σε ένα χώρο, που διακρίνεται για το πλήθος των παλαιοτεκτονισμένων ενοτήτων, οι οποίες έχουν ομογενοποιηθεί από την Ανωκρητιδική επίκλυση. Πιο συγκεκριμένα, στην κεντρική Εύβοια απαντούν η “Υποπελαγονική” ενότητα, η ύπαρξη της οποίας περιορίζεται στο Τριαδικο-Ιουρασικό (μέχρι το Κάτω Κρητιδικό), ενώ για τη μεταγενέστερη περίοδο εντάσσεται στην ενότητα της Ανατολικής Ελλάδας, όπως και η Πελαγονική.

Κύριο γνώρισμα της ζώνης αυτής είναι η συνύπαρξη της σχιστοκερατολιθικής μετ’ οφιολίθων διάπλασης και της άνω κρητιδικής επίκλυσης, χαρακτηριστικό δε της τεκτονικής είναι η έντονη λεπίωση με τοπικές επωθήσεις.

Η Υποπελαγονική ζώνη στον Ελλαδικό χώρο έχει ένα παλαιοζωϊκό κρυσταλλικό υπόβαθρο. Εμφανίζεται στις περιοχές της Βόρειας Εύβοιας και Στροπώνων-Μετοχίου της Κεντρικής Εύβοιας και η ηλικία των σχηματισμών του είναι προμεσολιθανθρακοφόρα. Στη Βόρεια Εύβοια το υπόβαθρο φθάνει τα 800 m. και είναι κυρίως βιοιτιτικοί και διμαρμαρυγικοί γενέσιοι και γενουσιοσχιστόλιθοι, που κατά θέσεις μεταπίπτουν σε μιγματίτες. Σε αντίθεση με τη Βόρεια Εύβοια, όπου απουσιάζουν παντελώς τα ανθρακικά πετρώματα, στην Κεντρική Εύβοια απαντώνται ενστρώσεις λευκών μαρμάρων. (Προβηγκίας, Γαλλία).

3.2 Στρωματογραφία

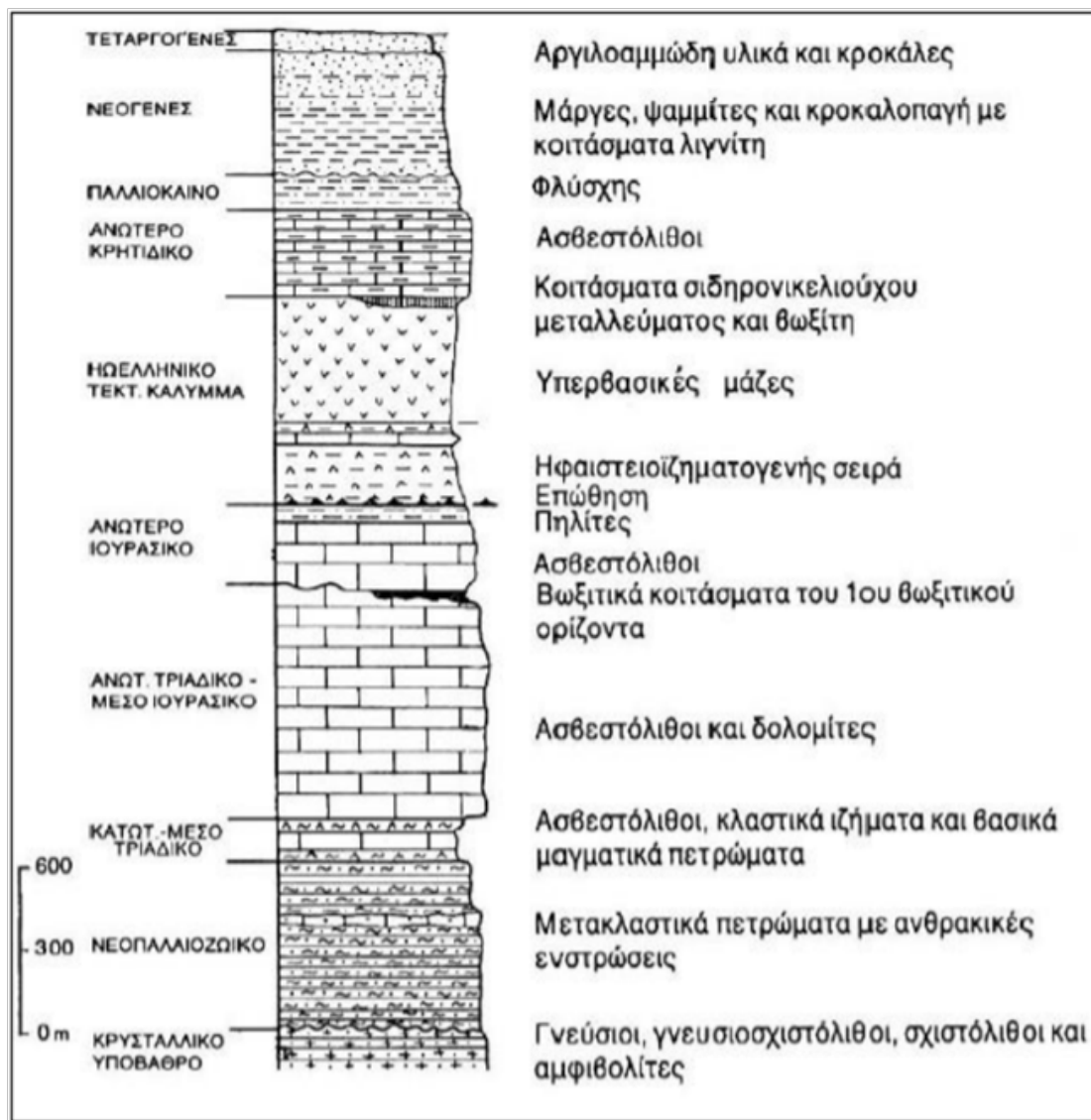
Στην στρωματογραφία της περιοχής της Βόρειας και Κεντρικής Εύβοιας από πάνω μέχρι κάτω συναντώνται οι εξής σχηματισμοί:

- **Τεταρτογενείς αποθέσεις**, οι οποίες διακρίνονται σε αλλουβιακές αποθέσεις, παλαιούς και νέους κώνους κορημάτων, υλικά χειμαρρωδών αναβαθμίδων και από διάφορους παράκτιους σχηματισμούς.

- **Νεογενή Ιζήματα**. Οι Νεογενείς αποθέσεις της Εύβοιας ομαδοποιούνται σε τρεις ιζηματογενείς λεκάνες. Τη λεκάνη Αλιβερίου-Κύμης, τη λεκάνη Πάλιουρα-Γίδες και τη λεκάνη Λίμνης-Ιστιαίας. Και οι τρεις λεκάνες παρουσιάζουν παρόμοια λιθολογία με μια κατώτερη ακολουθία λιμναίων ιζημάτων συχνά με λιγνιτικές ενδιαστρώσεις και μια ανώτερη ακολουθία από ποτάμια ιζήματα. Τα νεογενή αυτά ιζήματα εγκλείουν συχνά κοιτάσματα λιγνίτη.

- **Φλύσχης**. Ο Φλύσχης αποτελείται κυρίως από ψαμμίτες, αργιλικούς σχιστόλιθους και πιο σπάνια από κροκαλοπαγή. Στα κατώτερα στρώματα του Φλύσχη, τοπικά απαντώνται μπλοκ νηριτικών και ημιπελαγικών ασβεστολίθων.

- Ακολουθούν οι **Ανωκρητιδικοί επικλυσιογενείς ασβεστόλιθοι** η απόθεση των οποίων άρχισε στο Κενομάνιο και συνεχίστηκε μέχρι και το Μαιστρίτιο. Στη βάση αυτών των ασβεστολίθων απαντώνται συχνά μεγάλα κοιτάσματα σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος.



Εικόνα 3.1: Στρωματογραφική στήλη της Πελαγονικής της Κεντρικής και Βόρειας Εύβοιας (Κατσικάτσος, 1986)

• **Τεκτονικό κάλυμμα.** Το τεκτονικό αυτό μείγμα αποτελείται από σερπεντινίτες στη κύρια μάζα κι ένα μπλοκ όπως κερατόλιθοι, αμφιβολίτες, ψαμμίτες κι ασβεστόλιθοι το οποίο είναι όμοιο και με άλλες περιοχές της Ελλάδας.

• **Άνω Τριαδικά – άνω Ιουρασικά κυρίως νηριτικού τύπου ανθρακικά ιζήματα** (ασβεστόλιθοι και δολομίτες) μεγάλου πάχους, που διακόπονται κατά ορισμένες περιόδους από τις γνωστές σαν σχιστοψαμμιτοκερατολιθικές διαπλάσεις. Αυτές οι διαπλάσεις αποτελούνται από πηλίτες, μάργες, ψαμμίτες, κερατόλιθους, ραδιολαρίτες, ασβεστόλιθους και οφιολιθικά τεμάχη στα ανώτερα μέρη τους, κατά το πλείστον σερπεντινωμένα.

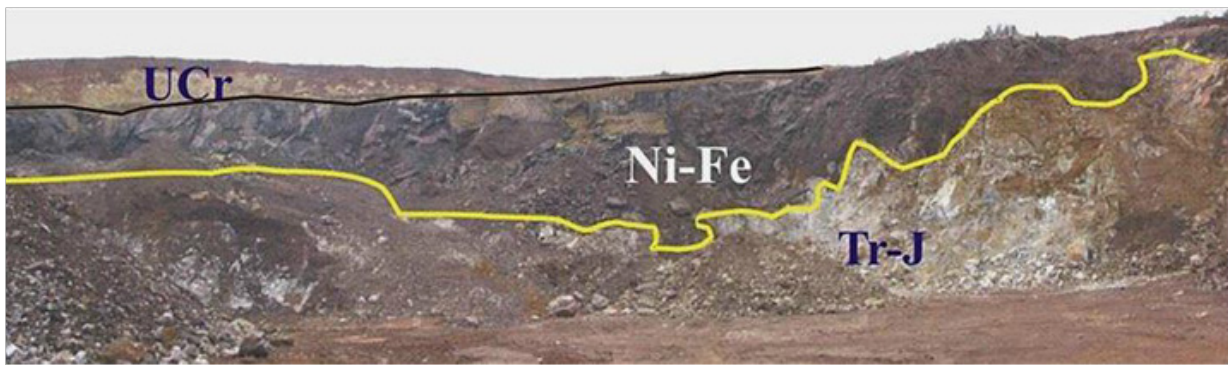
• **Ασβεστόλιθοι, κλαστικά ιζήματα και βασικά μαγματικά πετρώματα** του κατώτερου – μέσου Τριαδικού.

• **Νεοπαλαιοζωικής ηλικίας σχηματισμοί** (μέσω-άνω Λιθανθρακοφόρου) με σχιστοψαμμίτες, σερικιτικούς σχιστόλιθους και κλαστικά πετρώματα με πολλές ανθρακικές ενστρώσεις του Περμίου.

• **Το κρυσταλλικό υπόβαθρο ηλικίας προ-μέσο-Λιθανθρακοφόρου,** που αποτελείται κυρίως από βιοτικούς και διμαρμαρυγικούς γνεύσιους και γνευσιοσχιστόλιθους, που κατά θέσεις μεταπίπτουν σε μειγματίτες. (Κατσικάτσος, 1992)

3.3 Τεκτονική

Οι παλαιοζωικοί σχηματισμοί είναι πολλαπλώς πτυχωμένοι και κατά το πλείστον μεταμορφωμένοι από δυναμομεταμορφώσεις συνέπεια των παλαιοζωικών – κάτω τριαδικών ορογενετικών κινήσεων. Αυτό συνάγεται από το γεγονός ότι οι υπερκείμενοι του παλαιοζωικού μεσοζωικού σχηματισμοί δεν παρουσιάζουν φαινόμενα μεταμόρφωσης. Κατά την Αλπική ορογένεση εκτός από τις λεπιώσεις συνέβησαν και τοπικά φαινόμενα επωθήσεων λόγω εφαπτομενικών (πλευρικών) πιέσεων, τα οποία συναντώνται σε διάφορες περιοχές όπως βόρεια του οικισμού Σταυρός της Εύβοιας. Έτσι, μεταξύ των ορέων Ροδιά και Κοτρώνι παρατηρείται επώθηση των κάτω έως και άνω Ιουρασικών ασβεστολίθων επί της σχιστοκερατολιθικής με οφιόλιθους διάπλαση. Επίσης, μεταξύ των θέσεων Πηγαδάκι και Κατσικίτζα έχει επωθηθεί ο φλύσχης, οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και τμήμα των υπό αυτών οφιολίθων επί των ετερόχθονων ασβεστολίθων του Ιουρασικού ή επί των Κρητιδικών ασβεστολίθων. Επίσης, η οφιολιθική μάζα που εκτείνεται δυτικά του οικισμού Κοντοδεσπότι και Βόρεια του Σταυρού επιππεύει μετά των απ' αυτής επικλύσιγενών άνω Κρητιδικών ασβεστολίθων τους άνω Κρητιδικούς ασβεστολίθους του όρους Κοτρώνι και της θέσης Κατσικίτζα. Σειρά από λέπια παρατηρούνται στο ΒΑ πρηνές του Κανδηλίου όρους, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και κλίση ΒΑ, όπως επίσης και στο δυτικό πρηνές του όρους Πυξαριά όπου τα λέπια κλίνουν προς ΝΔ.



Εικόνα 3.2: . Κοίτασμα καρστικού νικελίου. Το σιδηρονικελιούχο μέταλλευμα αποτέθηκε εντός καρστικού εγκοίλου τριαδικό-ιουρασικών ασβεστολίθων της Υποελαγικής και καλύπτεται από ασβεστολίθους Ανωκρητιδικής ηλικίας (Ε.Κ.Π.Α.)

3.4 Ορυκτολογικά στοιχεία

Είναι γνωστό ότι τα νικελιούχα σιδηρομεταλλεύματα Λοκρίδας, Εύβοιας και Σκύρου αποτελούνται από αιματίτη, λειμωνίτη, γκαϊπίτη, μαγνητίτη, τιτανομαγνητίτη, λεπιδοκροκίτη, μαρκίτη, κοβελλίτη, μαλακίτη, μαρκασίτη και κλαστικούς κόκκους χρωμίτη. Ένας φλοιός λατεριτικής αποσάθρωσης σε βάρος πετρωμάτων που περιέχουν ολιβίνη ή σερπεντίνη, δεν εμφανίζει ορυκτολογική και γεωχημική ομοιογένεια από το ανώτερο τμήμα του έως την βάση του, που είναι το μητρικό πέτρωμα. Αυτό οφείλεται στην διαφορετική κινητικότητα των στοιχείων στο υπεργενετικό περιβάλλον. Η ορυκτολογική και ιστολογική μελέτη των μεταλλευμάτων δείχνει ότι αποτελούνται από σιδηρούχα σφαιροειδή σωματίδια, θραύσματα silcrete και σαπρολίτη και κλαστικούς κόκκους χλωρίτη, νικελιούχου χλωρίτη, γκαϊπίτη, αιματίτη, χρωμίτη, ιλμενίτη, οξειδίων Τι, μαγνητίτη, μαγκαιμίτη, μαρτίτη, χαλαζία. Τα σιδηρούχα σφαιροειδή σωματίδια είναι κυρίως πελοειδή, σε μικρό βαθμό πισοειδή, ενώ τα ωειδή σπανίζουν. Πολύ διαδεδομένα είναι τα σύνθετα σφαιροειδή, που αποτελούνται από πλήθος πελοειδών και πισοειδών. Αυτού του είδους τα σφαιροειδή προέρχονται από το ανώτερο τμήμα της σιδηρούχου ζώνης των φλοιών λατεριτικής αποσάθρωσης. Μακροσκοπικά η επιφάνεια

των περισσότερων σιδηρούχων σφαιροειδών εμφανίζεται λειασμένη, ένα χαρακτηριστικό που αποτελεί ένδειξη διαδικασίας απότριψης (abrasion), πιθανόν κατά τη διαδικασία της μεταφοράς. Σε κοιτάσματα καρστικού τύπου, κοντά στην επαφή του μεταλλεύματος με τον υποκείμενο ασβεστόλιθο, παρατηρούνται μάζες σιδηροπυρίτη – μαρκασίτη, ασβολάνη και συγκεντρώσεις αυθιγενών ορυκτών των σπανίων γαιών. (<http://www.orykta.gr>)

3.5 Υδρογεωλογία

Στην περιοχή της Εύβοιας διακρίνονται δύο κύριες ομάδες πετρωμάτων, στις οποίες τόσο ο μηχανισμός κίνησης του υπόγειου νερού, όσο και η ικανότητα αποθήκευσης και απόληψής τους, διαφέρει σημαντικά. Στη μία ομάδα ταξινομούνται όλα τα κοκκώδη πετρώματα, στα οποία η περατότητα οφείλεται στους πόρους που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων (τεταρτογενείς - νεογενείς σχηματισμοί). Στη δεύτερη ομάδα ταξινομούνται τα συμπαγή πετρώματα του υπόβαθρου, δηλαδή οι ασβεστόλιθοι και οι οφιόλιθοι, η περατότητα των οποίων οφείλεται στο δίκτυο των διαρρήξεων, ρωγμών, καρστικών αγωγών και άλλων ασυνεχειών που διασχίζουν τη μάζα τους. Στην ευρύτερη περιοχή δεν υπάρχουν ποταμοί. Τα ρέματα και οι χείμαρροι που υφίστανται είναι ουσιαστικά χαμηλής παροχής και ενεργοποιούνται περιοδικά και σπάνια ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. (Βασιλείου 2013)

Σημειώνεται ότι μέρος των ποσοτήτων αυτών χρησιμοποιούνται για εργοταξιακές ανάγκες (καταστολή σκόνης, πότισμα περιοχών αποκατάστασης κ.λ.π.), οι υπόλοιπες ποσότητες νερού παροχετεύονται στην εσωτερική πλευρά των επιχωμάτων διηθούνται μέσα από αυτές (αδρομερές υλικό) και εξέρχονται στην εξωτερική πλευρά τους ακολουθώντας το τεχνητό κανάλι που καταλήγει στον φυσικό αποδέκτη.

Με βάση την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά οι σχηματισμοί της περιοχής, διακρίνονται σε υδροπερατούς, ημιπερατούς και πρακτικά υδροστεγανούς σχηματισμούς. Στους υδροπερατούς σχηματισμούς ανήκουν οι αλλουβιακές αποθέσεις του Τεταρτογενούς, οι ψαμμίτες του Νεογενούς, τα κροκαλοπαγή, οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και οι μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι.

Στους ημιπερατούς σχηματισμούς ανήκουν τα νεογενή ιζήματα, στα οποία παρατηρείται εναλλαγή αδρομερών και λεπτομερών στοιχείων και ο μανδύας, αποσάθρωσης του σχηματισμού του φλύσχη και των οφιολίθων.

Τέλος, στους υδατοστεγούς σχηματισμούς ανήκουν τα νεογενή ιζήματα αργιλικής σύστασης, ο φλύσχη και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Στις περιοχές όπου ο φλύσχη και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους παρουσιάζουν έντονη διάρρηξη, χαρακτηρίζονται ημιπερατοί έως υδροστεγανοί σχηματισμοί. (Βασιλείου 2013)

Στην Κεντρική Εύβοια, αναπτύσσονται τρία μεγάλα υδροφόρα συστήματα:

1. Το καρστικό σύστημα Μαντουδίου: Καταλαμβάνει τμήμα της Βορειοανατολικής Εύβοιας, και έχει έκταση περίπου 115m². Κατά τόπους, αναπτύσσονται πολύ αβαθείς, υδροφόροι στις Τεταρτογενείς και Νεογενείς, αποθέσεις μέτριας έως χαμηλής δυναμικότητας. Υποκείμενοι αυτών στη περιοχή Μαντουδίου βρίσκονται οι ασβεστόλιθοι και δολομίτες του Τριαδικού, οι οποίοι παρουσιάζουν έντονη υδροφορία. Οι περιδοτίτες, και τα εκρηξιγενή είναι πρακτικά μη υδροπερατοί σχηματισμοί, αλλά λόγω του εντόνου τεκτονισμού, έχουν έντονο κερματισμό και τροφοδοτούνται μέσω διηθήσεων από τους ποταμούς Νηλέα και Κηρέα. Τοπικά εμφανίζουν μια ικανοποιητική υδροφορία, ενώ σε υψηλότερες τοπογραφικά περιοχές παρουσιάζονται εκροές, μέσω ανάβλυσης πηγών επαφής. Η διεύθυνση της υπόγειας ροής των καρστικών υδροφόρων είναι Α προς Δ και ΝΔ. Οι υδροφόροι αυτοί είναι υπό πίεση. Η μεταβολή της πιεζομετρίας στους ανθρακικούς είναι ελάχιστη, της τάξεως των μερικών μέτρων. Η κίνηση του υπόγειου νερού υποδηλώνει τροφοδοσία, προς το κεντρικό τμήμα της περιοχής έρευνας από τους καρστικούς σχηματισμούς προς τους ρωγμώδεις, όπου αναπτύσσεται υδροφορία μέσα στους οφιολίθους.

II. Το καρστικό σύστημα Δίρφους: Καταλαμβάνει την κεντρική και Βόρεια περιοχή της Εύβοιας, και έχει έκταση περίπου 273 m². Κατά τόπους, αναπτύσσονται πολύ αβαθείς υδροφόροι στις Τεταρτογενείς και Νεογενείς αποθέσεις μέτριας – χαμηλής δυναμικότητας. Σε μεγαλύτερα βάθη συναντώνται επάλληλοι καρστικοί υδροφόροι με ή χωρίς υδραυλική επικοινωνία. Οι ανάγκες των Δήμων Δίρφους, Μεσαπίων, Χαλκίδας καλύπτονται από γεωτρήσεις που έχουν ανορυχθεί στη βάση του ορεινού όγκου. Το υδροσύστημα τροφοδοτείται κυρία από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Οι γεωτρήσεις που έχουν ανορυχθεί είναι υδρευτικές και περιορισμένος αριθμός αρδευτικών, με συνεπεία το σύστημα να μην δέχεται έντονη εκμετάλλευση. Το ισοζύγιο είναι πλεονασματικό και για το λόγο αυτό εμφανίζονται απορροές σε υδρορέματα και πλευρική τροφοδότηση υδροφόρων σε μικρότερα υψόμετρα.

III. Το κοκκώδες των Ψαχνών: Καταλαμβάνει την πεδινή έκταση των Ψαχνών και την λοφώδη περιοχή στο Βόρειο τμήμα της, με εμβαδόν περίπου 39m². Στις αποθέσεις του Νεογενούς αναπτύσσεται υδροφορία μέτριας δυναμικότητας, κυρίως, στα κροκαλοπαγή, η οποία εκδηλώνεται με την εμφάνιση πηγών. Οι γεωτρήσεις οι οποίες έχουν ανορυχθεί είναι κυρίως αρδευτικές, και έχουν βάθη 150 m. Το υδροσύστημα τροφοδοτείται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, από τις περιβάλλουσες ανθρακικές, μάζες μέσω πλευρικής τροφοδοσίας και από διηθήσεις υδρορεμάτων, που διασχίζουν την περιοχή. Ο μεγάλος αριθμός αρδευτικών γεωτρήσεων και φρεάτων σε συνδυασμό με την έντονη καλλιέργεια, που υφίσταται η πεδινή περιοχή έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κίνδυνου θαλασσιάς διείσδυσης. (Βασιλείου 2013)

Όσον αφορά τις ενότητες μέσα στις οποίες αναπτύσσονται οι υδροφόροι χωρίζονται ειδικότερα στις εξής κατηγορίες, με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

i. Υδροφόροι Προσχωματικών Αποθέσεων (Κοκκώδεις)

Οι υδροφόροι των προσχωματικών υποθέσεων αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή των δέλτα των ποταμοχειμάρρων Μεσάπιου και Λίλαντα. Στις τεταρτογενείς αποθέσεις που συναντώνται σε μεγάλα υψόμετρα και έχουν ως υπόβαθρο υδροστεγανούς σχηματισμούς, διαμορφώνονται ορίζοντες μικρής δυναμικότητας λόγω των μικρών διαστάσεων και της σύστασης τους. Οι υδροφόροι που αναπτύσσονται στις τεταρτογενείς αποθέσεις είναι ελεύθεροι και μόνο στα κατώτερα τμήματα των δέλτα των ποταμών Λίλαντα και Μεσάπιου μεταπίπτουν σε υπό πίεση, λόγω της παρουσίας αργιλικών υλικών.

ii. Υδροφόροι Συνεκτικών Πετρωμάτων του Νεογενούς (ημιπερατοί)

Στα αδρομερή μέλη του Νεογενούς, που αποτελούνται από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και τα οποία εναλλάσσονται με υδροστεγανά πετρώματα, όπως μάργες, αργίλους και αποσαθρωμένα τεμάχια φλύσχη και οφιολιθικών πετρωμάτων, αναπτύσσονται επάλληλοι υπό πίεση υδροφόροι ορίζοντες μικρής έως μέτριας δυναμικότητας. Η απόδοση των υδροληπτικών έργων στους υδροφόρους αυτούς δεν είναι αρκετά ικανοποιητική αλλά η ποιότητα των νερών είναι καλή.

iii. Υδροφόροι ορίζοντες σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιόλιθους (ρωγμώδεις)

Στο σύμπλεγμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου κυριαρχούν οφιόλιθοι, μπορεί να αναπτυχθεί υδροφόρος μικρής έως μέτριας δυναμικότητας, όταν ο σχηματισμός παρουσιάζει έντονη διάρρηξη. Το βάθος, του υδροφόρου ποικίλει κατά θέσεις ανάλογα με το πάχος, του μανδύα αποσάθρωσης του πετρώματος και του βαθμού διάρρηξης. Γενικά το βάθος της υδροφορίας δεν είναι μεγάλο και σπάνια υπερβαίνει τα 50m. Πολλά πηγάδια και γεωτρήσεις στη κοιλάδα Ψαχνών - Αγ. Τριάδας εκμεταλλεύονται υδροφόρους, σε οφιόλιθους και νεότερους σχηματισμούς, που έχουν προέλθει από αυτούς. Η απόδοση των υδροληπτικών έργων στους υδροφόρους αυτούς είναι μικρή.

iv. Καρστικοί Υδροφόροι

Πρόκειται για πετρώματα υψηλής υδροπερατότητας, έντονα καρστικοποιημένα. Οι τριαδικουρασικοί ασβεστόλιθοι λόγω της μεγάλης επιφανειακής τους έκτασης και της υψηλής υδροπερατότητάς τους, αποτελούν υπόγειους υδροφορείς μεγάλης δυναμικότητας. Η δυναμικότητα του σχηματισμού καθορίζεται από το δευτερογενές πορώδες και κυρίως από την τεκτονική καταπόνηση και το βαθμό ανάπτυξης των μορφών καρστικής διάβρωσης στη μάζα τους. (Βασιλείου 2013).

v. Προσχωματική Λεκάνη Ψαχνών

Στην περιοχή των προσχώσεων της λεκάνης των Ψαχνών, ο προσχωματικός υδροφόρος, αναπτύσσεται στην παράκτια ζώνη της υδρολογικής λεκάνης του Μεσαπίου ποταμού, έχει μέσο υψόμετρο 40m. και η έκτασή του είναι περίπου 23,98 km². Ως προς τη μορφολογία, η περιοχή μπορεί να διαχωριστεί σε δυο τμήματα: α) στο χαμηλό πεδινό έως ημιορεινό τμήμα με ήπιο ανάγλυφο, το οποίο αναπτύσσεται από την παραλιακή ζώνη μέχρι βάθους και πέρα από 10km στο εσωτερικό του νησιού και β) στο υψηλό ορεινό και με ισχυρό ανάγλυφο, το οποίο κατέχει τα απότομα πρηνή των ορεινών όγκων Κανδηλίου, Δίρφυος και Ολύμπου και των μεταξύ αυτών λόφων. Στις τεταρτογενείς αποθέσεις, όπου αυτές παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη και πάχος και σύσταση αδρομερούς υλικού, διαμορφώνονται προσχωματικοί υδροφόροι οριζόντες, ικανοποιητικής απόδοσης. Οι προσχωματικοί υδροφόροι τροφοδοτούνται και αναπληρώνονται με νερό μέσω της κατείσδυσης των βροχοπτώσεων, των διηθήσεων από τις επιφανειακές απορροές χειμάρρων και από υπόγειες μεταγίσεις νερών από παρακείμενους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς με καρστική υδροφορία υψηλής δυναμικότητας. (Βασιλείου 2013)

3.6 Μορφολογία εδάφους

Τα εδάφη της περιοχής είναι αλκαλικά, πτωχά σε θρεπτικά συστατικά, ιδίως οργανικές ουσίες, αλλά δεν είναι προβληματικά από την παρουσία βαρέων τοξικών μετάλλων σε περιεκτικότητες επικίνδυνες για την ανάπτυξη φυτών. Αξίζει επίσης, να σημειωθεί ότι το έδαφος είναι αμμώδους υφής με μεγάλες περιεκτικότητες σε CaCO₃ και SiO₂.

Πίνακας 3.1: Εδαφολογικές αναλύσεις Κεντρικής Εύβοιας

Δείγμα εδάφους	PH	Οργανική Ουσία gr. %	Μηχανική Ανάλυση			Ανταλλάξιμα Κατιόντα(meg./100 gr. Εδάφους)				PPm
			Άργιλος	Πηλός	Άμμος	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Fe	
1	8.35	0.23	17.96	21.36	60.68	52.5	9.58	0.37	13	18
2	8.3	0.35	19.96	22.08	57.96	52.5	2.27	0.27	20	32
3	8.0	0.77	44.96	23.26	31.68	62.0	7.08	0.45	7	7
4	8.3	0.56	18.96	16.36	64.68	55.0	3.0	0.37	8	14
5	8.3	0.78	20.96	17.08	61.98	55.0	0.91	0.20	4	5
6	8.35	0.49	23.96	20.00	56.04	57.5	1.08	0.22	5	3

3.7 Χλωρίδα-Πανίδα

Η δασική βλάστηση της ευρύτερης περιοχής, φυτογεωγραφικά ανήκει στην μεσογειακή ζώνη βλάστησης (ζώνη αείφυλλων – πλατύφυλλων) *Quevetalia Ilicis*, υποζώνη *Quercion Ilicis* και αυξητικό χώρο *Orno – Quercetum Ilicis*.

Στη ζώνη αυτή εμφανίζονται διάφορες φυτοκοινωνίες που κατά ένα μέρος είναι υποβαθμισμένες και κατά ένα άλλο εδαφικά εξαρτώμενες. Έτσι, στις ράχες και τις νότιες εκθέσεις κλιτύων, εμφανίζονται συνήθως ενώσεις με *Erica Manipuliflora* και *Erica Arborea* (ρίκια), *Calycotone Vilosa*, *Spartium*, *Juncum* και στις υγρότερες θέσεις (Μισγαγγίες – Βόρειες εκθέσεις κλιτύων), *Quercus ilex* (αριά), *Phillyrea Latifolia*, *Pinus Halepensis* (Χαλέπιος Πεύκη).

Από γεωργικής άποψης η καλλιέργεια της ελιάς βρίσκεται στα ψυχρά όριά της. Η αμπελουργία βρίσκει άριστες συνθήκες καλλιέργειας καθώς και οι καλλιέργειες δημητριακών.

Δασικά είδη που απαντώνται:

- *Quercus coccifera* (πουρνάρι)
- *Pistacia lentiscus* (σχοίνο)
- *Pistacia terebinthius* (κοκορεβυθιά)
- *Myrtus communis* (μυρτιά)
- *Rosa sempervirens* (αγριοτριανταφυλλιά)
- *Rinus communis* (γκορτζιά)
- *Robinia psedocacia* (ψευδακακία)



Εικόνα 3.3: Δίρφος Κεντρική Εύβοια

Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν μικροί πληθυσμοί άγριας πανίδας και ο χώρος επεμβάσεως δεν αποτελεί τόπο διαμονής ενδημικών ειδών.

Η Δίρφη είναι ένα ιδιαίτερα δύσβατο βουνό με πυκνά δάση και έτσι εδώ βρίσκουν το κατάλληλο

καταφύγιο δεκάδες είδη της ορνιθοπανίδας, ενώ πολλά πουλιά που μεταναστεύουν από τα βόρεια προς τα νότια καταφθάνουν στις πλαγιές του βουνού. Από τα αρπακτικά στην περιοχή ζουν σπιζαετοί, φιδαετοί, σφηκιάρηδες, γερακίνες, ξεφτέρια, διπλοσάινα, πετρίτες, μαυροπετρίτες, δεντρογέρακα και βραχοκιρκίνεζα. Από τα νυχτόβια αρπακτικά εδώ ζουν μπούφοι, γκιώνηδες, κουκουβάγιες, κουκουριστές και τυτούδες. Στις πιο απομονωμένες πλαγιές ζούνε λίγες πετροπέρδικες και στα ψηλότερα σημεία απαντώνται κοκκινοκαλιακούδες, κόρακες, δεντροσταρήθρες, σταχτοπετρόκληδες και χιονοψάλτες. Άλλα είδη του βουνού είναι το σπάνιο αγριοπερίστερο, το γιδοβύζι, ο κούκκος, η βουνοσταχτάρα, ο τσαλαπετεινός, ο μεσαίος δρυοκολάπτης, το βραχοχελίδονο, ο τρυποφράχτης, ο θαμνοψάλτης, ο καρβουνιάρης, η ασπροκωλίνα, ο γαλαζοκότσυφας, η τσίχλα, η γερακότσιχλα, ο πυρροβασιλίσκος, η γαλαζοπαπαδίτσα, ο σταχτομυγοχάφτης, ο βραχοτσοπανάκος, το βουνοτσίχλονο και ο τσιφτάς.

Τα αμφίβια του βουνού περιλαμβάνουν σαλαμάνδρες, πρασινόφρυνους, φρύνους, κιτρινομπομπίνες, γραιοβάτραχους και σβελτοβάτραχους. Η ερπετοπανίδα της Δίρφης είναι εξαιρετικά πλούσια. Μεταξύ άλλων εδώ ζουν μεσογειακές χελώνες, κρασπεδοχελώνες, κονάκια, τυφλίτες, σαμιαμίδια, τρανόσαυρες, σιλιβούτια, τοιχόσαυρες, αβλέφαροι, λιακόνια, έφιοι, λαφιάτες, δεντρογαλιές, σαπίτες, νερόφιδα, σαΐτες, αγιόφιδα, σπιτόφιδα και οχιές. Η πανίδα των θηλαστικών από την άλλη είναι φτωχή και μόνο οι βίδρες που ακόμα ζούνε στα ρέματα ξεχωρίζουν. Άλλα είδη είναι οι αλεπούδες, οι ασβοί, οι σκαντζόχοιροι, τα πετροκούναβα, οι νυφίτσες και οι λαγοί. Στο βουνό ζει και ένας στενότοπος ενδημικός γρύλος που περιλαμβάνεται στο Διεθνές Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων, η *Parnassiana dirphys*, αλλά και δύο ενδημικοί του βουνού τζίτζικες, η *Cicadetta dirfica* και η *Euboeana castaneivaga*. (www.naturagraeca.com)

3.8 Κλιματολογικά στοιχεία

Το κλίμα της περιοχής είναι εύκρατο, με θερμοκρασίες όχι πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές το καλοκαίρι ή το χειμώνα αντίστοιχα και αυτό γιατί επηρεάζεται άμεσα από το ιδιάζον ανάγλυφο της οροσειράς Δίρφης αφ' ενός και από την γειτνίαση της θάλασσας αφετέρου.

Συμπερασματικά, για κάθε ένα από τα κλιματολογικά στοιχεία, σημειώνονται τα παρακάτω:

A. Θερμοκρασία:

Δεν παρατηρούνται πολύ μεγάλες διαφορές μεταξύ των μέσων θερμοκρασιών του θερμότερου και ψυχρότερου μήνα του έτους – Ιούλιος 26,70 Κελσίου και Ιανουάριος 8,90 Κελσίου αντίστοιχα. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία (Ιούλιος 30,70 Κελσίου) και η μέση ελάχιστη (Ιανουάριος 5,70 Κελσίου) δεν υπερβαίνουν τα όρια πέρα από τα οποία η διαβίωση γίνεται γενικά προβληματική.

B. Βροχοπτώσεις:

Γενικά η περιοχή χαρακτηρίζεται ως υγρή, αφού το ετήσιο βροχομετρικό ύψος ανέρχεται σε 76,38 cm. Ο Δεκέμβριος μήνας είναι ο πλέον βροχερός (128,1 cm), εν αντιθέσει με τον Ιούλιο που είναι ο μήνας του χρόνου με τις λιγότερες βροχές.

Γ. Χιόνι:

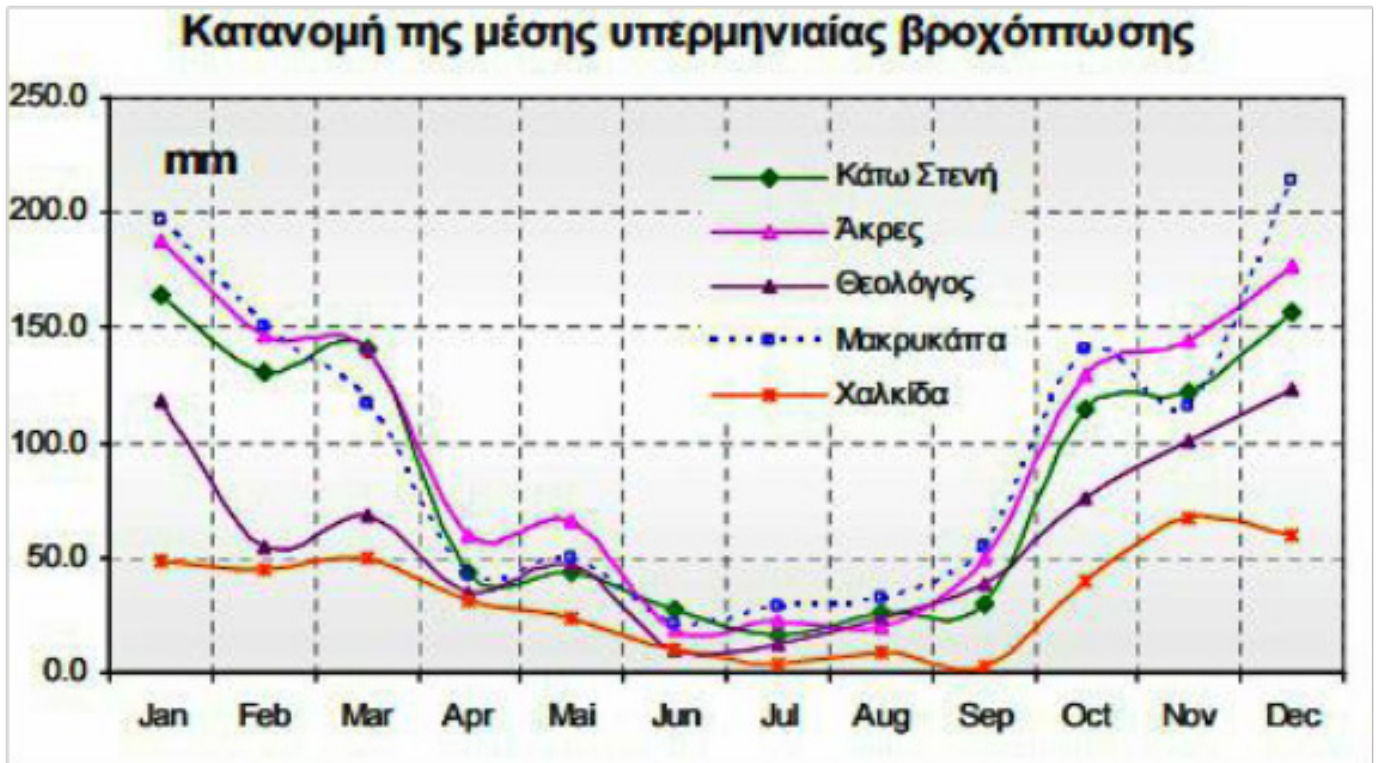
Τους χειμερινούς μήνες συχνά η περιοχή καλύπτεται από χιόνι.

Δ. Πάχνη-Παγετοί:

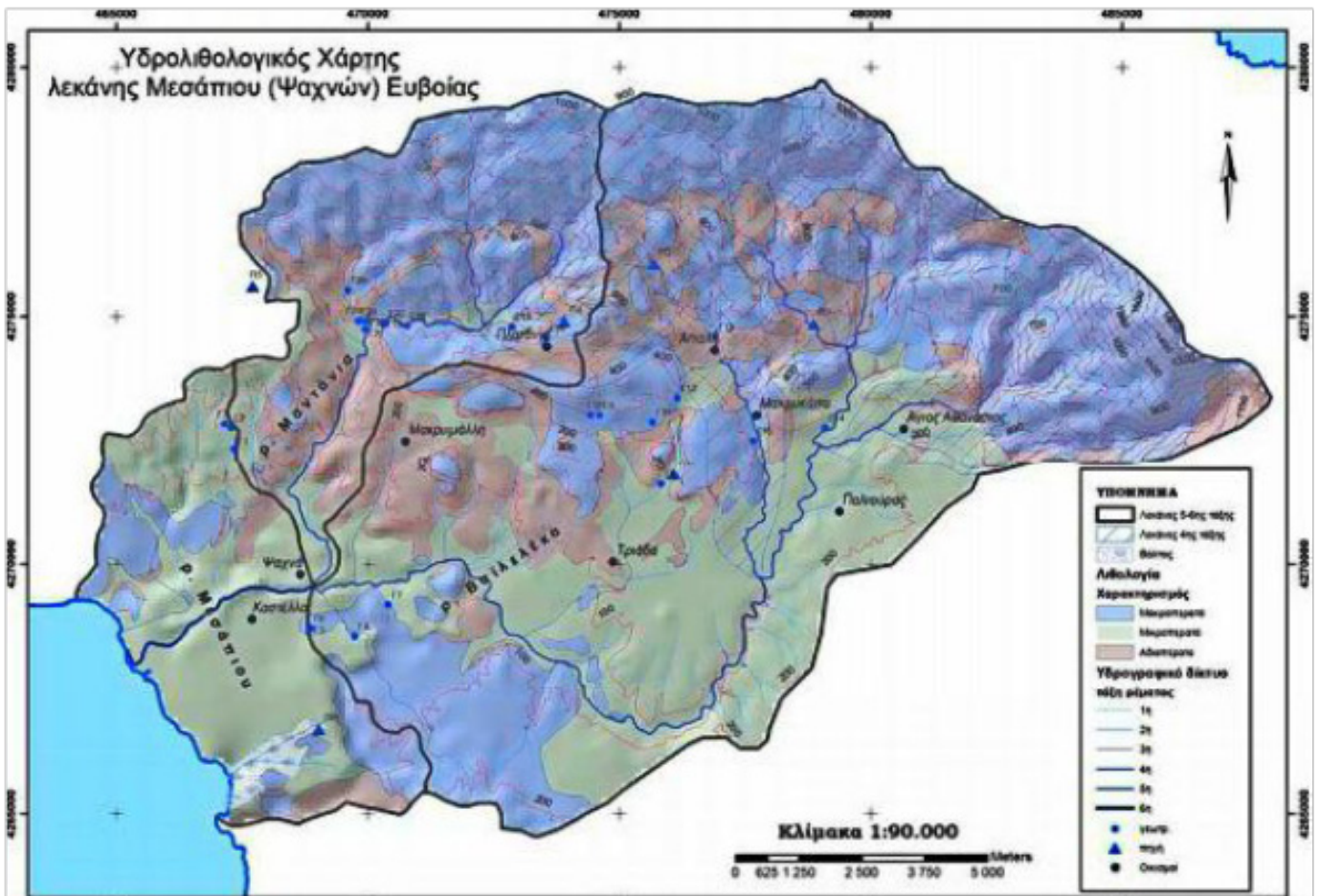
Συχνά σημειώνονται κατά την διάρκεια του χειμώνα.

Ε. Χαλάζι-Καταιγίδες:

Σημειώνονται μάλλον συχνά. Ιδιαίτερα για τις καταιγίδες ενσκήπτουν κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο.



Διάγραμμα 3.1: Κατανομή βροχόπτωσης ανά μήνα στους τοπικούς σταθμούς



Εικόνα 3.4: Υδρολιθολογικός Χάρτης λεκάνης Ψαχνών

Κεφάλαιο 4.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ Γ.Μ.Μ.Α.Ε ΛΑΡΚΟ

Ο ορυκτός πλούτος στηρίζει μεγάλο μέρος της βαριάς βιομηχανίας της Ελλάδας και ως τομέας ανάπτυξης έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αναπτυξιακή της πορεία. Η εταιρεία Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ η οποία αποτελεί μία από τις σημαντικότερες παραγωγικές μονάδες της χώρας μας με δραστηριότητες κυρίως στην περιφέρεια, είναι εκείνη η οποία εκμεταλλεύεται τους ελληνικούς λατερίτες. Είναι γεγονός πως η ΛΑΡΚΟ έχει επί 53 χρόνια μια σημαντική δραστηριότητα με ιδιαίτερη οικονομική βαρύτητα για την Ελληνική Οικονομία, καθώς πρόκειται για μία από τις κυριότερες μεταλλουργικές βιομηχανίες παραγωγής σιδηρονικελίου στην Ευρώπη. Πιο αναλυτικά, αποτελεί τον μεγαλύτερο παραγωγό σιδηρονικελίου στην Ευρώπη και έναν από τους είκοσι μεγαλύτερους σε παγκόσμια κατάταξη. Εκτός από τις εκμεταλλεύσεις των κοιτασμάτων που βρίσκονται σε Εύβοια, Βοιωτία και Καστοριά, η εταιρεία διαθέτει μεταλλουργικές εγκαταστάσεις παραγωγής σιδηρονικελίου που βρίσκονται στην περιοχή της Λάρυμνας στη Φθιώτιδα, από το 1966. Η μονάδα αυτή είναι μία εκ των 57 εγκαταστάσεων μεταλλουργίας νικελίου παγκοσμίως και μία εκ των 22 που επεξεργάζονται λατερίτες. Η ΛΑΡΚΟ διεξάγει εκτεταμένη και λεπτομερή έρευνα που περιλαμβάνει γεωλογική αναγνώριση, χαρτογράφηση και ερευνητικές γεωτρήσεις δειγματοληψίας χρησιμοποιώντας την σύγχρονη τεχνολογία. Η μελέτη και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωλογικής έρευνας γίνεται με σύγχρονα και πιστοποιημένα προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών και έτσι υπολογίζεται ο όγκος και η ποιότητα των αποθεματικών και αποθεμάτων των νικελιούχων μεταλλευμάτων. (www.larco.gr)



Εικόνα 4.1: Η Γ.Μ.Μ.Α.Ε. ΛΑΡΚΟ

4.1 Η ιστορία της ΛΑΡΚΟ

Η Γενική Μεταλλευτική κα Μεταλλουργική Εταιρεία ΛΑΡΚΟ ιδρύθηκε από τον επιχειρηματία Πρόδρομο Αθανασιάδη Μποδοσάκη το 1963. Η εξειδίκευση του προσωπικού συνέβαλλε ώστε η Εταιρεία να ξεπεράσει πολλές δυσκολίες και να γίνει σήμερα ο μεγαλύτερος παραγωγός σιδηρονικελίου στην Ευρώπη. (www.larco.gr)

Ορόσημα

1963 Η ΛΑΡΚΟ ιδρύεται από τον Πρόδρομο Αθανασιάδη Μποδοσάκη

1966 Ίδρυση του εργοστασίου στην περιοχή της Λάρυμνας και πρώτη παραγωγή σιδηρονικελίου.

1968 Έναρξη κατασκευής 2 οικισμών με σχολεία, νηπιαγωγεία, αθλητικές εγκαταστάσεις, εκκλησίες και πολιτιστικά κέντρα για τους εργαζόμενους της Εταιρείας.

1969 Έναρξη λειτουργίας και ανάπτυξης των Μεταλλείων Εύβοιας.

1970-1972 Δύο νέες περιστροφικές κάμινοι προστίθενται στη παραγωγή, αυξάνοντας την παραγωγή στους 15.000 τόνους νικελίου.

1976 Η ΛΑΡΚΟ είναι η πρώτη μεταλλουργική εταιρεία στον κόσμο που εισάγει το κοκκοποιημένο σιδηρονικέλιο στην αγορά.

1977 Εγκατάσταση της μεγαλύτερης μεταφορικής ταινίας (7.5χλμ) μεταλλεύματος στην Ευρώπη στα Μεταλλεία της Εύβοιας, η οποία εξοικονομεί ενέργεια και περιορίζει τους ρύπους μειώνοντας τα δρομολόγια μεταφοράς με φορτηγά.

1989 Μετά την εκκαθάριση της παλαιάς ΛΑΡΚΟ, η νέα ΛΑΡΚΟ ιδρύεται με μετόχους την Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος (ΕΤΕ), τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρικού (ΔΕΗ) και τον Οργανισμό Ανασυγκρότησης Επιχειρήσεων (ΟΑΕ).

1992 Πιστοποίηση της εταιρείας με ISO 9000 για την ποιότητα του προϊόντος.

1992 Έναρξη εκμετάλλευσης κοιτασμάτων της Λεροπηγής στον νομό της Καστορίας και ανάπτυξη των ομώνυμων μεταλλείων.

2000-2001 Υλοποίηση επενδυτικού προγράμματος στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (ΕΠΕ) ύψους 20 εκατ. Ευρώ που αφορούσε την ανακατασκευή και τον εκσυγχρονισμό βασικών μεταλλουργικών μονάδων παραγωγής. Η ΛΑΡΚΟ πετυχαίνει κερδοφορία

2004 Η ΛΑΡΚΟ εισέρχεται πάλι σε περίοδο κερδοφορίας.

2005-2007 Υλοποίηση δεύτερου επενδυτικού προγράμματος στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητας (ΕΠΑΝ) ύψους 40 εκατ. ευρώ που αφορά στην ολοκλήρωση της ανακατασκευής και εκσυγχρονισμού των μονάδων παραγωγής του Μεταλλουργικού Εργοστασίου Λάρυμνας.

2006 Η ΛΑΡΚΟ μεταφέρει τα κεντρικά γραφεία σε νέο μοντέρνο αυτοτελές κτίριο στο Μαρούσι.

2007 Τα μελλοντικά σχέδια περιλαμβάνουν ανακατασκευή και πλήρη εκσυγχρονισμό της μεγαλύτερης Ηλεκτροκαμίνου του Εργοστασίου Λαρυμνης, ο εκσυγχρονισμός της Μονάδας Παραγωγής Οξυγόνου, πλήρη ανακαίνιση του συστήματος Ηλεκτροφίλτρων για την αποτελεσματικότερη δέσμευση της σκόνης που εκλύεται κατά την μεταλλουργική επεξεργασία.

2010 Επαναλειτουργία σε πληρη δυναμικότητα το Β' εξάμνηο. Επιστροφή σε λειτουργική κερδοφορία

4.2 Ετήσια παραγωγή και διάθεση σιδηρονικελίου

Η ετήσια παραγωγή των μεταλλείων της «ΛΑΡΚΟ» κατά την τελευταία δεκαετία κυμαίνεται από 2,0 έως 2,5 εκατ. τριμμένου και ομογενοποιημένου μεταλλεύματος και το ετήσιο πρόγραμμα παραγωγής της για την επόμενη πενταετία είναι της τάξης των 2,5 εκατ. t. Το σύνολο της παραγωγής αυτής διατίθεται για την τροφοδοσία του μεταλλουργικού εργοστασίου παραγωγής σιδηρονικελίου, στη Λάρυμνα Φθιώτιδας με μέση ποιότητα 1,01% Ni. Η μονάδα αυτή είναι μία εκ των 57 εγκαταστάσεων μεταλλουργίας νικελίου παγκοσμίως και μία εκ των 22 που επεξεργάζονται λατερίτες. (<http://www.larco.gr>.)

Η ετήσια παραγωγή μεταλλεύματος στα μεταλλεία της ΛΑΡΚΟ έφτασε τους 2,5 εκατομμύρια τόνους (για το 2018), ενώ η συνολική παραγωγή της εταιρείας από την αρχή της λειτουργίας της ανέρχεται σε 94 εκατομμύρια τόνους. Αντίστοιχα, η παραγωγή νικελίου στο εργοστάσιο της Λάρυμνας κυμαίνεται στα επίπεδα των 15.500 – 16.000 τόνων ετησίως (για το 2018) κι εξαρτάται από τη ζήτηση και την τιμή πώλησης του προϊόντος. Συνολικά από την έναρξη λειτουργίας του έχουν παραχθεί 740.000 τόνοι νικελίου αξίας περίπου 12 δισεκατομμυρίων €. (<https://www.world-mining-data.info>)



Διάγραμμα 4.1: Ετήσια Παραγωγή Νικελίου της ΛΑΡΚΟ τα έτη 2014-2018 (δεδομένα Εργοστασίου ΛΑΡΚΟ)

Ο καθαρά εξαγωγικός χαρακτήρας της δραστηριότητας της εταιρείας αποφέρει τα τελευταία χρόνια καθαρή ετήσια συναλλαγματική εισροή πολλών εκατομμυρίων ευρώ, ανάλογα με το ύψος της παραγωγής της εταιρείας σε νικέλιο, την τιμή του νικελίου στη διεθνή αγορά καθώς και την ισοτιμία €: U.S. dollars. Η εισροή αυτή αποτελεί το 1,6-12,2% των Ελληνικών εξαγωγών και το 0,12-3,1% του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (οι πωλήσεις νικελίου, εξαγωγές και Α.Ε.Π. μεταβάλλονται κάθε έτος). Επίσης, η Λάρκο είναι από τους μεγαλύτερους παραγωγούς σιδηρονικελίου στην Ευρώπη.

Τομείς δραστηριοποίησης της εταιρίας

Κεντρική διοίκηση με έδρα την Αθήνα για τον συντονισμό των ενεργειών όλης της επιχείρησης (περιλαμβάνει διοικητικές υπηρεσίες, νομικό τμήμα ,τμήμα πωλήσεων και εξαγωγών).

Διεύθυνση μεταλλείων και λιγνιτωρυχείων που συντονίζει τα μεταλλεία Αγίου Ιωάννη, Καστοριάς και Εύβοιας καθώς και το λιγνιτωρυχείο Κοζάνης.

Διεύθυνση μεταλλουργίας η οποία συντονίζει και ελέγχει το μεταλλουργικό συγκρότημα της Λάρυμνας.

Εργασίες που λαμβάνουν χώρα στην εταιρία

Γεωλογικές, ορυκτολογικές και κοιτασματολογικές μελέτες κατά τις οποίες εντοπίζεται το κοίτασμα και ερευνώνται τα ποιοτικά και ποσοτικά του χαρακτηριστικά.

Εργασίες εκμετάλλευσης κατά τις οποίες εκλέγεται η κατάλληλη μέθοδος εκμετάλλευσης, καθορίζονται τα έργα προσπελάσεως και υποδομής, το χρονοδιάγραμμα εξέλιξης εργασιών, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και λαμβάνει χώρα η εξόρυξη και η αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Σημαντικό τμήμα του σταδίου αυτού αποτελεί το μείζονος σημασίας θέμα της διακίνησης των στείων υλικών καθώς και του μεταλλεύματος.

Μηχανική επεξεργασία (θραύση –ομογενοποίηση). Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τη θραύση και τηνομογενοποίηση του μεταλλεύματος στις εγκαταστάσεις Βύρας και Πολιτικών.

Εμπλουτισμός. Η μέθοδος εμπλουτισμού η οποία εφαρμόζεται είναι ο διαχωρισμός μεταλλεύματος από στείρα με τη χρήση της μεθόδου των βαρέων διαμέσων.

Φόρτωση επί πλοίου –θαλάσσια μεταφορά στις εγκαταστάσεις μεταλλουργικής επεξεργασίας στη Λάρυμνα, στο νομό Φθιώτιδας, 130 χιλιόμετρα βορειοανατολικά της Αθήνας. (www.larco.gr)



Εικόνα 4.2: Η μεταφορική ταινία του μεταλλεύματος και ο χώρος φόρτωσης των πλοίων

4.3 Μέθοδος εκμετάλλευσης που χρησιμοποιείται από την εταιρία

Η κύρια μέθοδος εκμετάλλευσης της εταιρείας είναι η επιφανειακή και συνδυάζει ανοιχτή και κλειστή εκσκαφή. Το ύψος των βαθμίδων κυμαίνεται μεταξύ 12-15 m, με το πλάτος να εξαρτάται από το αν είναι σε λειτουργία ή είναι κοντά στο όριο της εκσκαφής. Η αποκάλυψη γίνεται με τη χρήση εκρηκτικών ενώ η κοπή του μεταλλεύματος γίνεται με υδραυλική τσάπα ή προωθητή γαιών. Η όρυξη των διατρημάτων γίνεται με ειδικά ντιζελοκίνητα διατρητικά φορεία. Τα διατρήματα ορύσσονται με κλίση 70-75° με μήκη 13-17m. Η διάμετρός τους είναι 4-6,5 ίντσες, ενώ η διεύθυνσή τους παράλληλη με του μετώπου της βαθμίδας. Στη συνέχεια, ακολουθεί η γόμωση (δηλαδή το γέμισμα των διατρημάτων με εκρηκτικά και με τα μέσα πυροδότησής τους), για την οποία χρησιμοποιείται η εκρηκτική ύλη ANFO παράλληλα με τη χρήση αμμωνιτίδας. Η πυροδότηση των διατρημάτων και συνεπώς η ανατίναξη και απόσπαση του μεταλλεύματος γίνεται με καψύλλια (ηλεκτρικά ή μη), τα οποία ανάβουν με ειδικό δυναμοεκρηκτήρα από απόσταση.

Μετά την ανατίναξη γίνεται η φόρτωση του εξορυγμένου υλικού με τη χρήση ελαστικοφόρων φορτωτών σε ειδικά χωματουργικά φορτηγά, τα οποία και μεταφέρουν το υλικό είτε προς απόρριψη αν είναι στείρο ή προς περαιτέρω επεξεργασία αν πρόκειται για μετάλλευμα. Το εξορυγμένο μετάλλευμα μεταφέρεται σε τριβεία για να υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία σε όρους θραύσης και εμπλουτισμού. Το εμπλουτισμένο μετάλλευμα οδηγείται στον αποθέτη και από αυτόν στην πλατεία ομογενοποίησης. Το ομογενοποιημένο μετάλλευμα φορτώνεται και μεταφέρεται στο εργοστάσιο, όπου ζυγίζεται και τροφοδοτείται στις περιστροφικές καμίνους για περαιτέρω επεξεργασία.

Σε περιορισμένη κλίμακα (2%) εφαρμόζεται η υπόγεια εκμετάλλευση και γίνεται με τη μέθοδο της κατακρήμνισης της οροφής. Η προσπέλαση στο κοίτασμα γίνεται με οριζόντιες ασβεστολιθικές στοές και ελικοειδείς ράμπες. Οι κύριες φάσεις είναι η διάτρηση, η γόμωση των διατρημάτων με εκρηκτικά και η πυροδότησή τους, η συλλογή του παραγόμενου μεταλλεύματος και η υποστήριξη των στοών. Το παραγόμενο μετάλλευμα μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω ηλεκτρικού σιδηρόδρομου.

4.4 Επεξεργασία Σιδηρονικελιούχου Μεταλλεύματος

Στο μεταλλουργικό εργοστάσιο γίνεται πυρομεταλλουργική επεξεργασία των σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων με στόχο την παραγωγή νικελίου περιεκτικότητας 18-24% σε νικέλιο που αποτελεί την πρώτη ύλη για τις βιομηχανίες παραγωγής ανοξειδωτων χαλύβων στον ευρωπαϊκό χώρο. Όλοι οι παραγωγοί ανοξειδωτου χάλυβα παγκοσμίως, όπως οι Thyssen-Krupp, Outokumpu, Acerinox, Gencore, Averslarolarit χρησιμοποιούν στα εργοστάσιά τους κοκκοποιημένο σιδηρονικέλιο της ΛΑΡΚΟ.

Η επεξεργασία του λατερίτη στη Λάρυμνα είναι πυρομεταλλουργική (προαναγωγική φρύξη του λατερίτη σε περιστροφική κάμινο με καύσιμο λιγνίτη - αναγωγική τήξη του προϊόντος της περιστροφικής σε ηλεκτρική κάμινο - εξευγενισμός του σιδηρονικελίου σε μεταλλάκτη) με προϊόν το κοκκοποιημένο 26 σιδηρονικέλιο (FeNi 18-24%Ni). Τα παραπροϊόντα της ως άνω μεταλλουργικής επεξεργασίας είναι, κυρίως, η κοκκοποιημένη σκουριά των ηλεκτροκαμίνων και, δευτερευόντως, η σκουριά των μεταλλακτών. Η πρώτη βρίσκει σήμερα περιορισμένη εφαρμογή στην παραγωγή υλικών αμμοβολής και η δεύτερη κυρίως στην παραγωγή σκυροδεμάτων μεγάλου ειδικού βάρους (μέχρι την επιβολή προδιαγραφών χρωμίου στο σκυρόδεμα από την ΕΕ).

Τα εκμεταλλεύσιμα με την πυρομεταλλουργική μέθοδο αποθέματα λατερίτη ανέρχονται σε 36 εκατ. t. Η δυναμικότητα τροφοδοσίας του εργοστασίου είναι 2.500.000 t λατερίτη ετησίως και η μεταλλουργική του απόδοση (ανάκτηση Ni) είναι 82% περίπου. Η δυναμικότητα παραγωγής νικελίου ανέρχεται σε 20.700 t Ni ετησίως, περιεχομένου στο σιδηρονικέλιο. Το σύνολο του προϊόντος εξάγεται σε χώρες παραγωγούς ανοξειδωτου χάλυβα.

Η επεξεργασία του μεταλλεύματος πραγματοποιείται σε τέσσερις κύριες φάσεις οι οποίες θα αναφερθούν περιληπτικά παρακάτω.

Αρχικά, πραγματοποιείται η διακίνηση των πρώτων υλών και η ανάμιξη προκειμένου να προετοιμαστεί το μεταλλουργικό μίγμα. Το λειοτριβημένο σε διαστάσεις -25mm μέταλλευμα και τα στερεά καύσιμα που απαιτούνται, δηλαδή ο γαιάνθρακας και οι λιγνίτες, παραλαμβάνονται είτε οδικώς είτε δια θαλάσσης και αποθηκεύονται στις πλατείες πρώτων υλών. Από εκεί διακινούνται μέσω ταινιοδρόμων εξοπλισμένων με δοσομετρικούς ζυγούς προς τη δεύτερη φάση επεξεργασίας εντός των Περιτροφικών Καμίνων. Το μέταλλευμα, όπως προαναφέρθηκε, προέρχεται από τα Μεταλλεία Καστοριάς, Αγίου Ιωάννη και Ευβοίας.

Ανάλογα με την προέλευση έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά:

i. Το μέταλλευμα της Εύβοιας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο και οξείδιο του πυριτίου.

ii. Το μέταλλευμα της Καστοριάς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε οξείδιο του πυριτίου αλλά μικρή σε οξείδιο του σιδήρου.

iii. Το μέταλλευμα του Αγίου Ιωάννη έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο αλλά μικρή σε οξείδιο του πυριτίου.

Η τυπική σύσταση του μεταλλουργικού μίγματος είναι η εξής: 15% μέταλλευμα από την Καστοριά, 30% μέταλλευμα από τον Αγ. Ιωάννη και 55% μέταλλευμα από την Εύβοια. Τα στερεά καύσιμα, (γαιάνθρακας – λιγνίτες) συναντώνται περίπου στα 200 - 230 kg/tn. φυσικού μεταλλεύματος.

Η παραπάνω αναλογία των μεταλλευμάτων προκύπτει κυρίως από τον όγκο των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων, την περιεκτικότητα των κοιτασμάτων σε νικέλιο, την δυνατότητα και δυναμικότητα των εκμεταλλεύσεων και την εν γένει χημική και ορυκτολογική σύνθεση. Η χρήση ποικιλίας καυσίμων αποσκοπεί στη καλύτερη αξιοποίηση των συστατικών τους για την προθέρμανση και την προαναγωγή του μεταλλεύματος στις Περιτροφικές Καμίνους.

Δεύτερη φάση είναι εκείνη στην οποία γίνεται η επεξεργασία εντός των περιστροφικών καμίνων. Διεξάγεται προθέρμανση και περιαγωγή του μεταλλεύματος σε περιστροφικές καμίνους. Η δυνατότητα παραγωγής φρίγματος είναι περίπου 2,5 εκατ. t ανά έτος, ενώ το μείγμα στην είσοδο της καμίνου εισέρχεται σε θερμοκρασία 400 °C και εξέρχεται στους 800 °C. Το υλικό το οποίο εξέρχεται από τα περιστροφικά, με γεραμούς, τοποθετείται στα καμίνια. Σ ένα επόμενο στάδιο, πραγματοποιείται αναγωγική τήξη σε Ηλεκτρικές Καμίνους (Η/Κ).

Το προϊόν των περιστροφικών καμίνων, ΠΕΚ, τροφοδοτείται εντός πέντε Ηλεκτροκαμίνων εμβαπτισμένου τόξου. Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται, με τη βοήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας, για την τήξη και τον διαχωρισμό των συστατικών του ΠΕΚ είναι της τάξης των 1600 °C. Ταυτόχρονα με την τήξη προωθείται και η αναγωγή των οξειδίων του σιδήρου και του νικελίου προς μεταλλικό νικέλιο και σίδηρο. Η παραγόμενη ως παραπροϊόν σκουριά Ηλεκτροκαμίνων αποτελεί το 85% περίπου της τροφοδοσίας και προκύπτει από αναγωγικές διεργασίες, όπως ήδη προαναφέρθηκε, κατά την έξοδο της από τις Η/Κ κοκκοποιείται με ισχυρό ρεύμα θαλασσινού νερού και απορρίπτεται ή πωλείται στις τσιμεντοβιομηχανίες και τις μονάδες παραγωγής αμμοβολής. Υπάρχουν σημαντικές ποσότητες για διάθεση στην αγορά και για το σκοπό αυτό καταβάλλονται διαρκείς προσπάθειες. Επισημαίνεται ότι η σκουριά είναι προϊόν τήξης και διαχωρισμού λόγω διαφοράς ειδικού βάρους των φυσικών συστατικών του μεταλλεύματος και συνεπώς εντελώς αδρανής. Συνεχείς και συστηματικές μελέτες και έρευνες τόσο από το Ε.Μ.Π. Αθηνών όσο και από το Ε.ΚΘ.Ε. (Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών) καταδεικνύουν την αδρανή συμπεριφορά της σκουριάς προς το περιβάλλον.

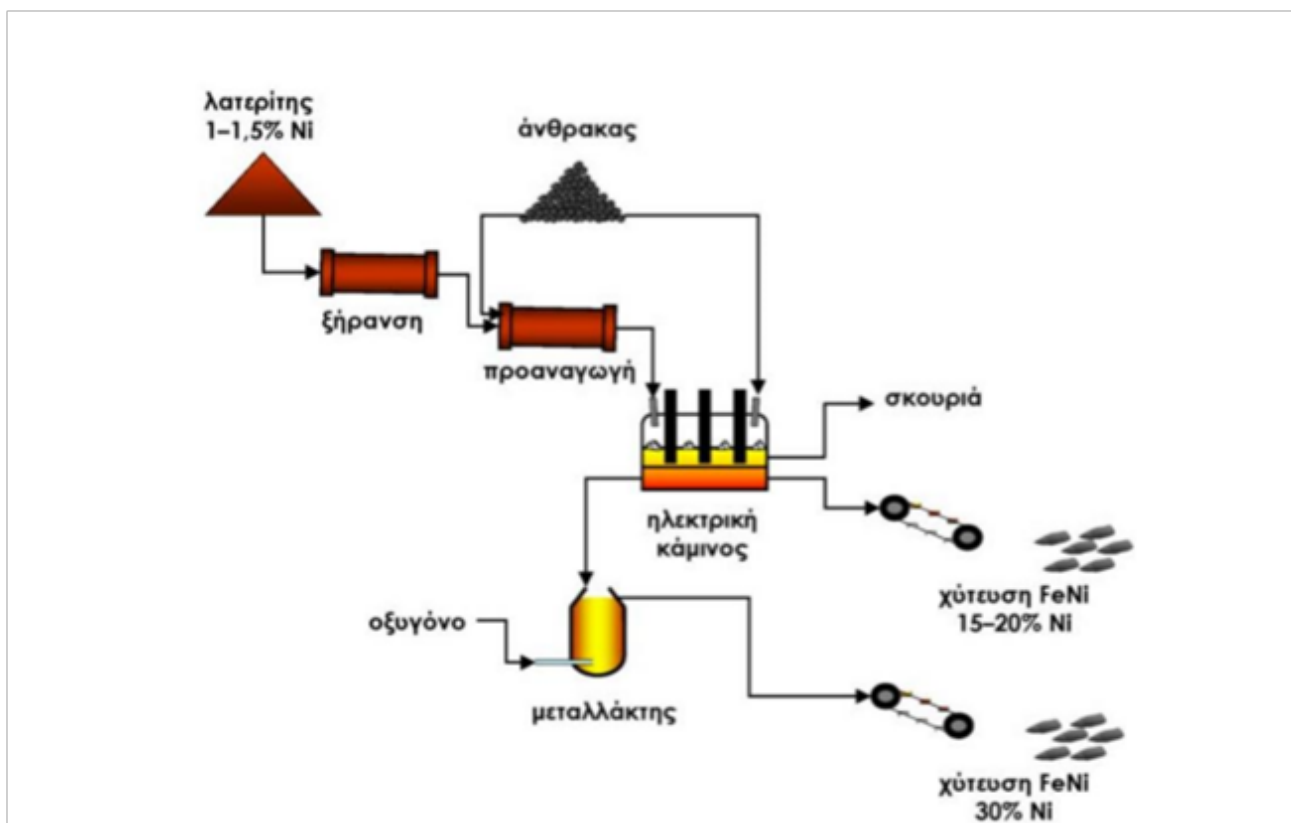
Κατά το τελευταίο στάδιο πραγματοποιείται ο Εμπλουτισμός - Εξευγενισμός σε Μεταλλάκτες (Μ/Τ) ΟΒΜ.

Το προϊόν των Η/Κ (FeNi) με κατάλληλους κάδους χωρητικότητας 50 τόνων και γερανογέφυρα ανυψωτικής ικανότητας 100 τόνων τροφοδοτείται σε μεταλλάκτες τύπου ΟΒΜ, όπου με εμφύσηση

οξυγόνου και προπανίου από τον πυθμένα οξειδώνεται μία ποσότητα σιδήρου και επιτυγχάνεται έτσι ο εμπλουτισμός του σιδηρονικελίου στην επιθυμητή τελική περιεκτικότητα σε Ni (συνήθως 18-23% Ni).

Κατά την επεξεργασία οι θερμοκρασίες είναι της τάξης των 1600 - 1700 °C. Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας το τελικό τήγμα κοκκοποιείται σε διαστάσεις +3 έως 40 mm και αποτελεί το εμπορεύσιμο τελικό προϊόν. Αυτό συγκεντρώνεται σε σωρούς ανάλογα με την περιεκτικότητα σε Ni και από το λιμάνι της Λάρυμνας προωθείται στην αγορά

Η παραγόμενη κατά τον εμπλουτισμό σκουριά αποτελεί παραπροϊόν, που αποθηκεύεται προσωρινά και αφού λειοτριβηθεί σε διαστάσεις -5mm, πωλείται στο σύνολο, σαν βαρύ και αδρανές υλικό για την παραγωγή ειδικού τύπου μπετόν για επικάλυψη αγωγών πετρελαίου ή άλλων παρόμοιων έργων στην Ευρώπη την Βόρειο Αφρική και την Μέση Ανατολή. (www.larco.gr)



Διάγραμμα 4.2: Σχεδιάγραμμα παραγωγής σιδηρονικελίου

4.5 Μηχανικός εξοπλισμός – Εγκαταστάσεις

• Εγκαταστάσεις

Το τριβείο Βύρας περιλαμβάνει σφαιρόμυλο, δονούμενη σχάρα, ανεμιστήρα αποκονίωσης, ταινίες, κόσκινα, αεροσυμπιεστή αποκονίωσης, τροφοδότες. Επίσης, η εταιρία διαθέτει τριβείο στα Πολιτικά, αποθέτη, απολήπτη και μονάδα υδρομηχανικού εμπλουτισμού.



Εικόνα 4.3: Εσωτερική όψη τριβείου Βύρας

• **Φορητός μηχανικός εξοπλισμός**

Εξόρυξης:

Στον εξοπλισμό της εταιρείας περιλαμβάνονται αυτοκινούμενοι ερπυστριοφόροι διατροφικοί φορείς κατασκευής GARDNER – DENVER τύπου GD – 120 για διατρήματα διαμέτρου 12,25 in (τεμάχια 2) ισχύος 650 HP, κατασκευής INGERSOLL RAND τύπου DM – 45 για διατρήματα διαμέτρου 6,75 in (τεμάχια 2) ισχύος 456 HP, κατασκευής ATLAS COPCO τύπου ROC L8 – 64 για διατρήματα 6,5 in (τεμάχιο 1) ισχύος 425 HP και κατασκευής GARDNER – DENVER τύπου HYDRA TRAC SCH – 3500 για διατρήματα διαμέτρου 2 – 3,5 in (τεμάχιο 1) ισχύος 150 HP.

Επιπλέον, διατίθενται για τις δραστηριότητες ερπυστριοφόροι προωθητές κατασκευής CATERPILLAR CAT – D8H ισχύος ανάγκες τις εξορυκτικής 270 HP (τεμάχιο 1), κατασκευής CATERPILLAR CAT – D9H ισχύος 410 HP και κατασκευής CATERPILLAR CAT – D9N ισχύος 370 HP.

Φόρτωσης:

Περιλαμβάνονται ελαστικοφόροι φορτωτές χωρητικότητας κάδου από 6-15,6 και ισχύος από 315 – 808 HP, κατασκευής CATERPILLAR CAT και KOMATSU.

Μεταφοράς στείρων:

Η μεταφορά των στείρων γίνεται με φορτηγά UNIT RING τύπου LECTRA HALL M – 120 – 17 ωφέλιμου φορτίου 120 t και ισχύος 1200HP (τεμάχια 7), φορτηγά CATERPILLAR τύπου CAT – 773B ωφέλιμου φορτίου 45,4 t και ισχύος 650 HP (τεμάχια 6) και φορτηγά KOMATSU τύπου HD 785 – 5 ωφέλιμου φορτίου 91 t και ισχύος 1011HP (τεμάχια 9).

Βοηθητικός εξοπλισμός:

Ισοπεδωτής GRADER κατασκευής KOMATSU τύπου GD-40 HT2 Ακαι ισχύος 165 HP (τεμάχιο 1).

Οδοστρωτήρας κατασκευής RAY-GO τύπου RASCAI500 A ισχύος 119 HP (τεμάχιο 1).

Γερανός κατασκευής P and H τύπου W-250 ισχύος 160 HP (τεμάχιο 1).

Γερανός κατασκευής P and H τύπου OMEGA ισχύος 140 HP (τεμάχιο 1).

Υδραυλικός εκσκαφέας κατασκευής O & K τύπου MH -6 ισχύος 95 HP (τεμάχιο 1).

Φωτιστικά φορεία κατασκευής TRIDENT τύπου 2/30/6/7.0 ισχύος 12 HP (τεμάχια 4).

Όχημα μεταφοράς εκρηκτικών υλών τύπου FORDLT8000 ισχύος 210 HP (τεμάχιο 1).

Όχημα χειρισμού ελαστικών κατασκευής IMTCO τύπου MANTIS15000 ισχύος 286 HP

Φορτηγό αυτοκίνητο κατασκευής MERCEDES τύπου 814 ισχύος 140 HP (τεμάχιο 1).

Ελκυστήρες κατασκευής MERCEDES τύπου UNIMOC406 ισχύος 80 HP (τεμάχιο 1).

Ηλεκτροσυγκολλήσεις (τεμάχια 7).

Επιβατικά τύπου αγροτικού MITSUBISHI ισχύος 72 HP (τεμάχια 2).

Νοσοκομειακό τύπου PEUGEOT ισχύος 77HP (τεμάχιο 1).

Φορτηγό βυτίο κατασκευής MERCEDES τύπου 1717 ισχύος 170 HP (τεμάχιο 1).

Φορτηγό βυτίο κατασκευής MERCEDES τύπου 1619 ισχύος 190 HP (τεμάχιο 1).

Φορτηγά κατασκευής MAN τύπου 41403 VΦωφέλιμου φορτίου 27,5 TON ισχύος 400 HP

Κεφάλαιο 5.

Σχεδιασμός Υπαίθριας Εκμετάλλευσης στη θέση Άκρες με το πρόγραμμα Surpac

5.1 Η Γεωγραφική θέση του Μεταλλείου Άκρες

Η περιοχή βρίσκεται στην ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ ακριβέστερα δε στους ανατολικούς πρόποδες της οροσειράς Κανδήλιον. Ειδικότερα η περιοχή αναφέρεται στο σιδηρονικελιούχο κοίτασμα , το οποίο αναπτύσσεται μεταξύ των Κοινοτήτων Παγώντα, Σταυρού, οικισμού Άκρων, Κυπαρισσίου από τον οποίο απέχει οδικά 2,5 Km. Τέλος , η εξεταζόμενη περιοχή μπορεί να τοποθετηθεί ανατολικά της επαρχιακής οδού ΨΑΧΝΩΝ – ΑΙΔΗΨΟΥ στο ύψος του 30ου χιλιομέτρου στη θέση Άγιος. Η συνολική έκταση που σταδιακά θα αποψιλωθεί ανέρχεται σε 2.662 στρέμματα.

Ορθογώνιες αζιμουθιακές συντεταγμένες

Αναφέρονται στο Εθνικό τριγωνομετρικό δίκτυο με :

ΚΦΧ : Ψαχνά, L : - 00 15' , Φο : 380 45'

Κλίμακα : 1 : 100.000

Και δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.1: Όρια περιοχής επεμβάσεως

Κορυφή	X	Y
1	9.000	-8.900
2	9.500	-8.900
3	9.600	-9100
4	9.800	-9.300
5	10.200	-9.500
6	10.200	-10.100
7	10.000	-10.300
8	9.800	-10.980
9	9.800	-11.060
10	9.400	-11.060
11	9.400	-10.900
12	8.800	-10.900
13	8.800	-10.500
14	8.400	-10.500
15	8.500	-9.900

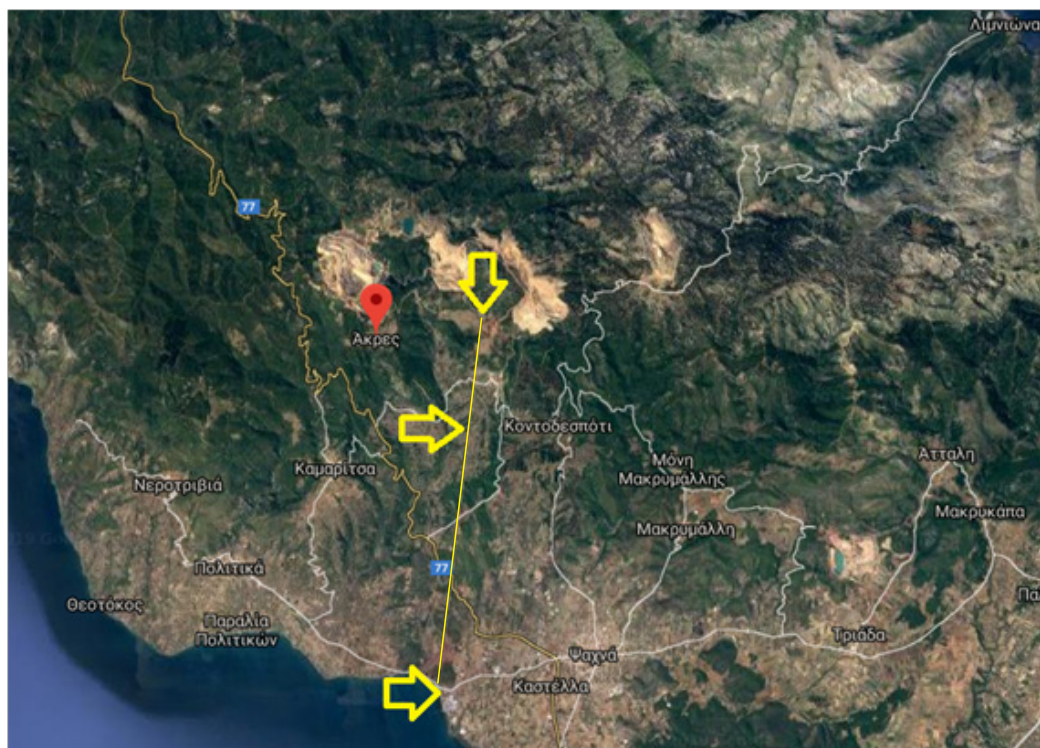
Εμβαδόν: 2.662.000 m²

Θέση περιοχής

Η περιοχή ενδιαφέροντος που περικλείει και το υπό εξέταση μεταλλείο βρίσκεται στους ανατολικούς πρόποδες της οροσειράς Κανδυλίου στη θέση ΣΚΟΠΛΙΑ - ΑΚΡΩΝ. Πρόκειται για Δασική ορεινή περιοχή με μέσο υψόμετρο 450 μέτρα. Η περιοχή απέχει 35 Km από την Χαλκίδα και 15 Km από τα Ψαχνά πλησίον της θέσης Άγιος. Περιβάλλεται από τις Κοινότητες Παγώντα, Σταυρού και Ακρών. Τέλος, η περιοχή δεν είναι προστατευόμενη σύμφωνα με το άρθρο 21 του Ν. 1650/86 ή βάση άλλης νομοθετικής ρύθμισης ή διεθνούς συνθήκης.



Εικόνα 5.1: Δορυφορική εικόνα με τα 4 ενεργά μεταλλεία της ΛΑΡΚΟ στον δήμο Μεσσαπίων (Α. κ' Δ. Κοτρώνι, Κασιόκιζα, Ρεκαβέτσι, Άκρες)



Εικόνα 5.2: Δορυφορική ευρύτερης περιοχής. Με βέλη σημειώνεται η διαδρομή του ταινιόδρομου μεταφοράς από το τριβείο μέχρι το λιμάνι φόρτωσης του νικελίου σε πλοία

5.2 Σχεδιασμός – Μοντελοποίηση με τη χρήση του προγράμματος Surpac

Η μοντελοποίηση ενός κοιτάσματος, η εκτίμηση των αποθεμάτων ενός μεταλλείου και ο τελικός σχεδιασμός μίας υπαίθριας ή υπόγειας εκμετάλλευσης είναι ένα σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του μηχανικού, του οποίου η αναγκαιότητα αποτέλεσε αντικείμενο προβληματισμού και οδήγησε στη δημιουργία διάφορων σχεδιαστικών προγραμμάτων, με σκοπό την αυτοματοποίηση και τη βέλτιστη προσέγγιση αυτών των εργασιών. Η βιομηχανία υπολογιστών μιμούμενη τις αρχές των κλασικών μεθόδων και προσθέτοντας μία σειρά από μαθηματικές τεχνικές δημιούργησε και έως σήμερα εξελίσσει μεταλλευτικά λογισμικά, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα και να αυτοματοποιηθούν όλες οι διαδικασίες σχεδιασμού των υπαίθριων και των υπόγειων εκμεταλλεύσεων. Η χρήση προγραμμάτων CAD (από τα αρχικά των λέξεων Computer Aided Design) στο σχεδιασμό υπαίθριων εξορυκτικών έργων παρέχει ένα πλήθος δυνατοτήτων στο μηχανικό, όπως ταχύτητα, δυνατότητα δημιουργίας και αξιολόγησης εναλλακτικών σχεδίων εκμετάλλευσης, ακρίβεια στις μετρήσεις εμβαδών, όγκων, κ.ά., αλλαγές κλιμάκων σχεδίασης, απεικόνιση σε τρεις διαστάσεις, δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης των εργασιών με τη βοήθεια τοπογραφικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή, κ.λπ.

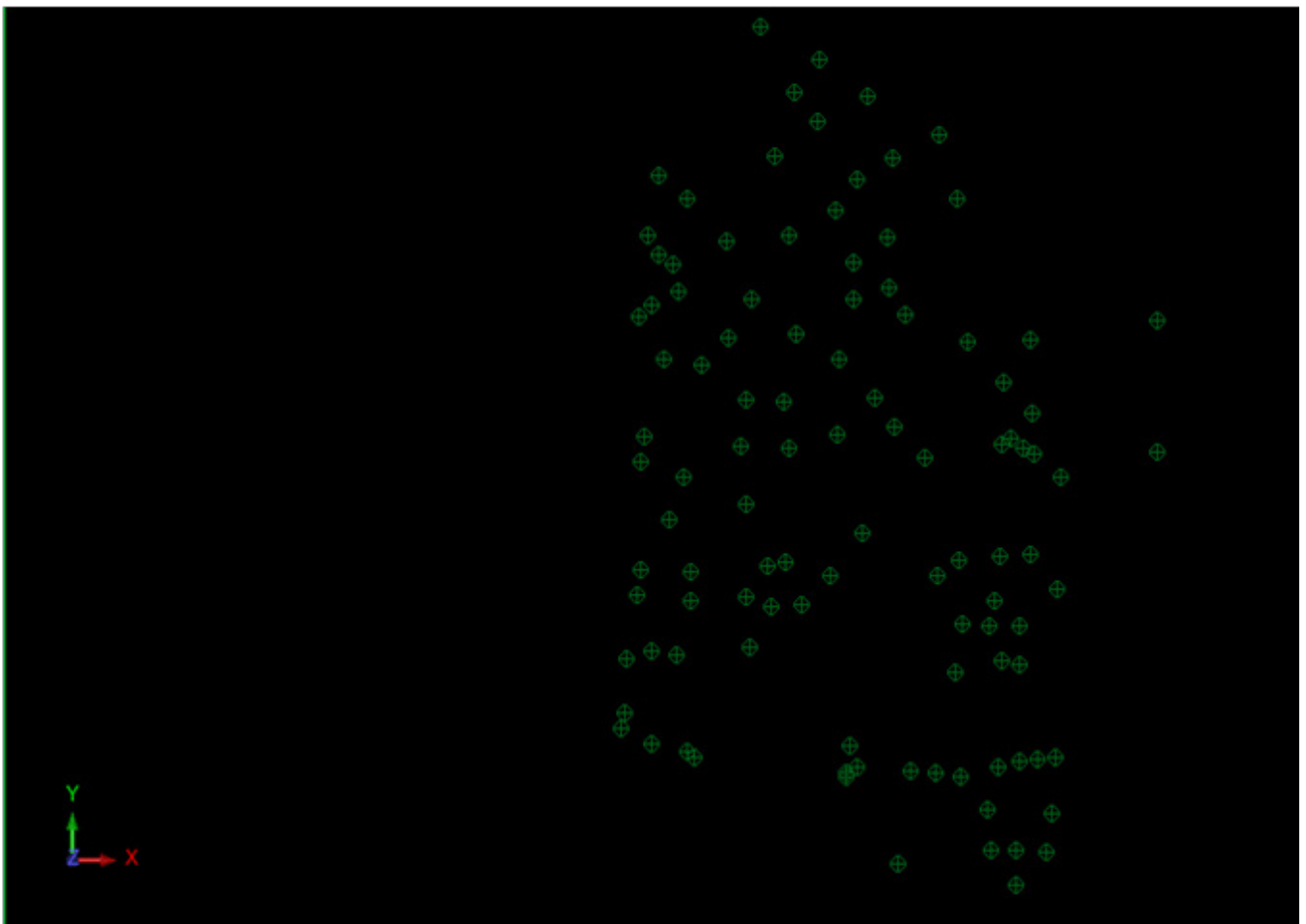
5.2.1 Πρώτα βήματα στο πρόγραμμα

Αρχικά, για την μοντελοποίηση ενός κοιτάσματος στο πρόγραμμα, πρώτη εργασία που πρέπει να πραγματοποιηθεί είναι η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων η οποία περιέχει τα δεδομένα από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που προέκυψαν κατά το στάδιο της έρευνας και εκτίμησης του κοιτάσματος. Εισαγόμενα στοιχεία είναι οι συντεταγμένες των γεωτρήσεων στην επιφάνεια του τοπογραφικού ανάγλυφου, οι περιεκτικότητες σε χρήσιμα συστατικά στα διάφορα βάθη των γεωτρήσεων, τα χαρακτηριστικά της γεώτρησης (βάθος, αζιμούθιο), ο αριθμός-ταυτότητα της κάθε γεώτρησης (hole id) αλλά και οποιοδήποτε άλλο γεωλογικό δεδομένο επιθυμούμε. Στην παρούσα διπλωματική εργασία τα στοιχεία των γεωτρήσεων και τα αρχεία των τοπογραφικών ανάγλυφων παραχωρήθηκαν από τη ΛΑΡΚΟ Α.Ε. και αναφέρονται στο σιδηρονικελιούχο κοιτάσμα στην θέση ΒΑ Άκρες. Αρχικά ταξινομήθηκαν με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel σε πίνακες και στη συνέχεια μετατράπηκαν σε αρχεία .csv ώστε να είναι κατάλληλης μορφής για εισαγωγή στο πρόγραμμα.

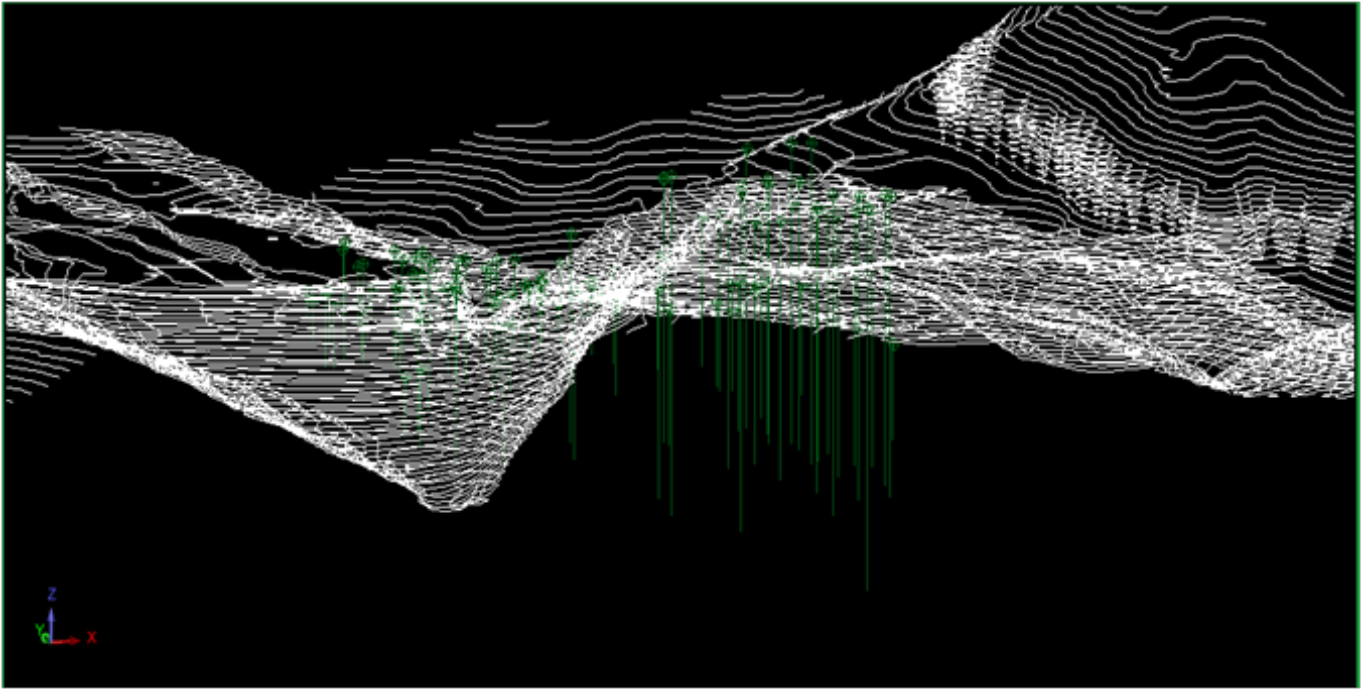
A	B	C	D	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E		
id	depth	dip	azimuth	holeid	y	x	z	msx	depth	hole	patl	hole id	sample id	depth from	depth to	nickel
M0036	36.00	-90	0	2	M0036	13333.92	-9896.98	553.07	36.00	LINEAR	1	M0036	1	0	36.00	0.00
M0048	153.00	-90	0	3	M0048	13230.70	-9959.10	533.10	153.00	LINEAR	2	M0048	2	149.50	153.00	0.90
M0049	39.50	-90	0	4	M0049	13315.82	-9952.78	547.13	39.50	LINEAR	3	M0049	3	34.00	39.50	0.90
M0050	213.00	-90	0	5	M0050	13176.90	-9847.10	540.10	213.00	LINEAR	4	M0050	4	196.00	204.00	1.21
M0054	154.00	-90	0	6	M0054	13119.50	-9710.70	540.00	154.00	LINEAR	5	M0050	5	204.00	208.00	1.19
M0057	260.50	-90	0	7	M0057	13093.92	-10018.53	546.41	260.50	LINEAR	6	M0050	6	208.00	213.00	1.23
M0059	76.50	-90	0	8	M0059	13225.20	-9634.00	545.40	76.50	LINEAR	7	M0054	7	144.50	149.00	0.63
M0061	69.00	-90	0	9	M0061	13317.90	-9784.20	563.50	69.00	LINEAR	8	M0054	8	149.00	150.00	0.65
M0064	70.00	-90	0	10	M0064	13146.20	-9632.50	542.40	70.00	LINEAR	9	M0054	9	150.00	152.70	0.80
M0065	244.00	-90	0	11	M0065	13004.70	-9910.80	539.90	244.00	LINEAR	10	M0054	10	152.70	154.00	0.53
M0067	59.00	-90	0	12	M0067	13095.30	-9617.90	537.70	59.00	LINEAR	11	M0057	11	260.50	260.50	0.00
M0069	272.00	-90	0	13	M0069	12956.40	-10048.90	563.60	272.00	LINEAR	12	M0059	12	34.00	41.50	1.07
M0070	69.00	-90	0	14	M0070	13081.80	-9631.80	538.30	69.00	LINEAR	13	M0059	13	41.50	50.00	0.94
M0071	43.00	-90	0	15	M0071	12923.30	-9570.80	528.10	43.00	LINEAR	14	M0059	14	50.00	55.00	0.81
M0074	125.50	-90	0	16	M0074	12907.20	-9698.80	525.80	125.50	LINEAR	15	M0059	15	55.00	59.50	0.73
M0084	185.00	-90	0	17	M0084	12828.30	-9777.20	544.10	185.00	LINEAR	16	M0059	16	59.50	67.30	0.72
M0085	311.50	-90	0	18	M0085	12874.30	-10088.90	588.50	311.50	LINEAR	17	M0059	17	67.30	76.50	0.65
M0089	222.00	-90	0	19	M0089	12753.40	-9852.20	570.60	222.00	LINEAR	18	M0061	18	41.50	50.00	0.58
M0097	231.00	-90	0	20	M0097	12813.20	-9962.90	575.50	231.00	LINEAR						
M0099	271.50	-90	0	21	M0099	13056.50	-10050.70	549.00	271.50	LINEAR						

Εικόνα 5.3: Πίνακες δεδομένων στο Excel

Στη συνέχεια και μετά την δημιουργία της database και την αντιστοίχιση των στοιχείων παρατηρείται η πρώτη όψη των γεωτρήσεων στο χώρο ενώ με την χρήση και του τοπογραφικού ανάγλυφου φανερώνεται και η τελική ολοκληρωμένη εικόνα.

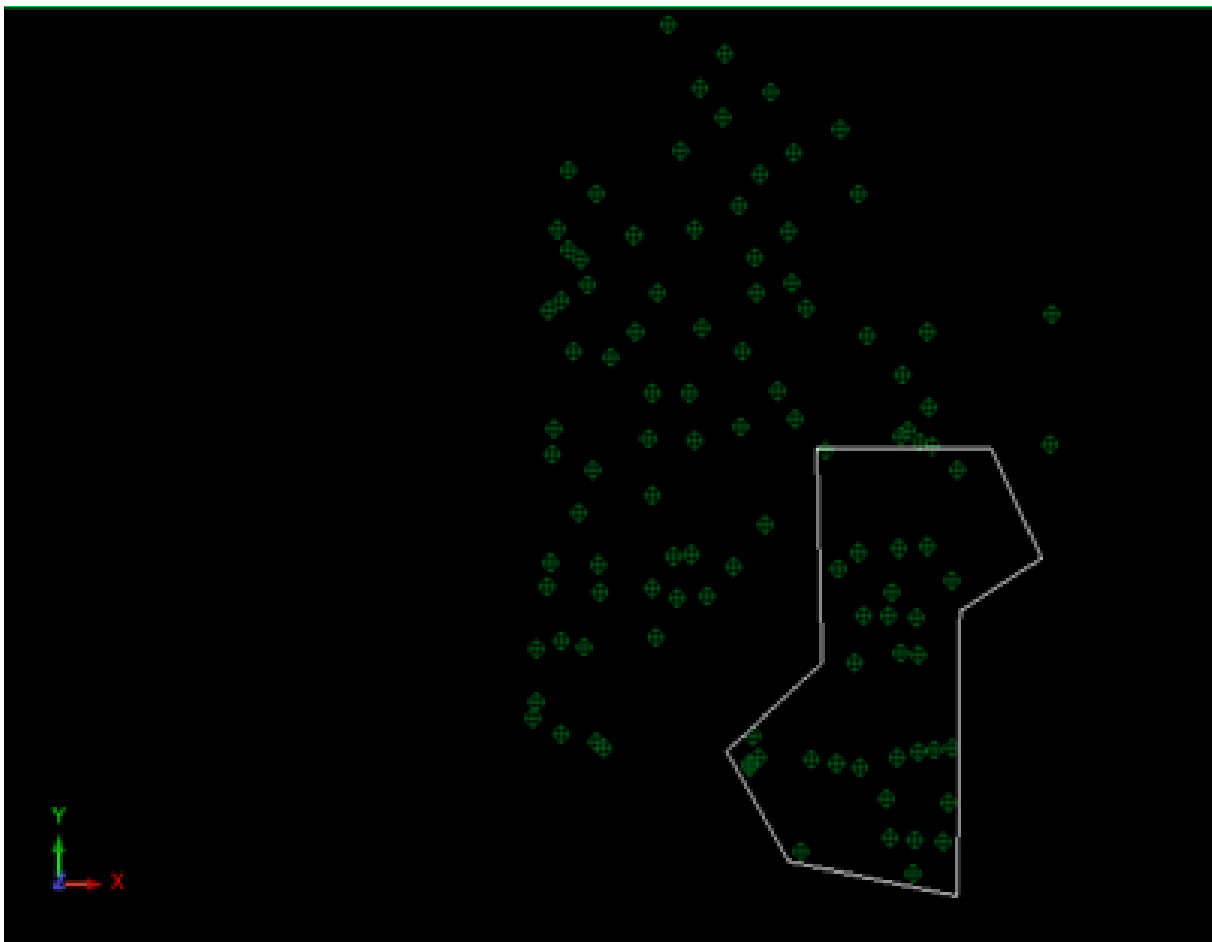


Εικόνα 5.4: Κάτοψη κεφαλών γεωτρήσεων



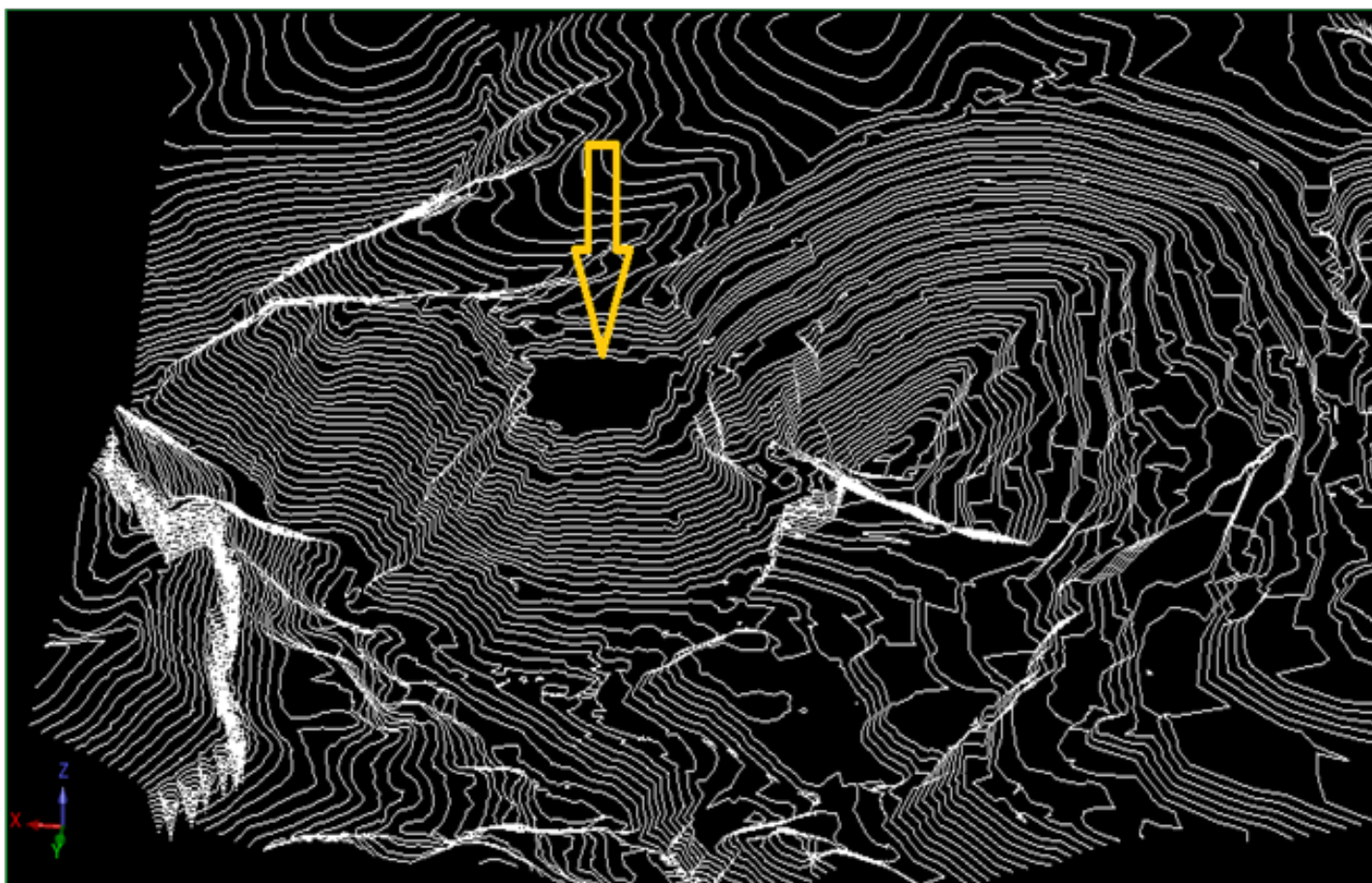
Εικόνα 5.5: Πλάγια όψη γεωτρήσεων (πράσινο) πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο

Στην παρούσα διπλωματική καθώς το ζητούμενο είναι η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού στο υπάρχον μεταλλείο, κατά την έναρξη της διπλωματικής δόθηκε περιβάλλουσα γραμμή- όριο το οποίο περικλείει συγκεκριμένο αριθμό γεωτρήσεων πράγμα το οποίο περιορίζει την περιοχή μέσα στην οποία εκτελούνται τα έργα της εκμετάλλευσης.

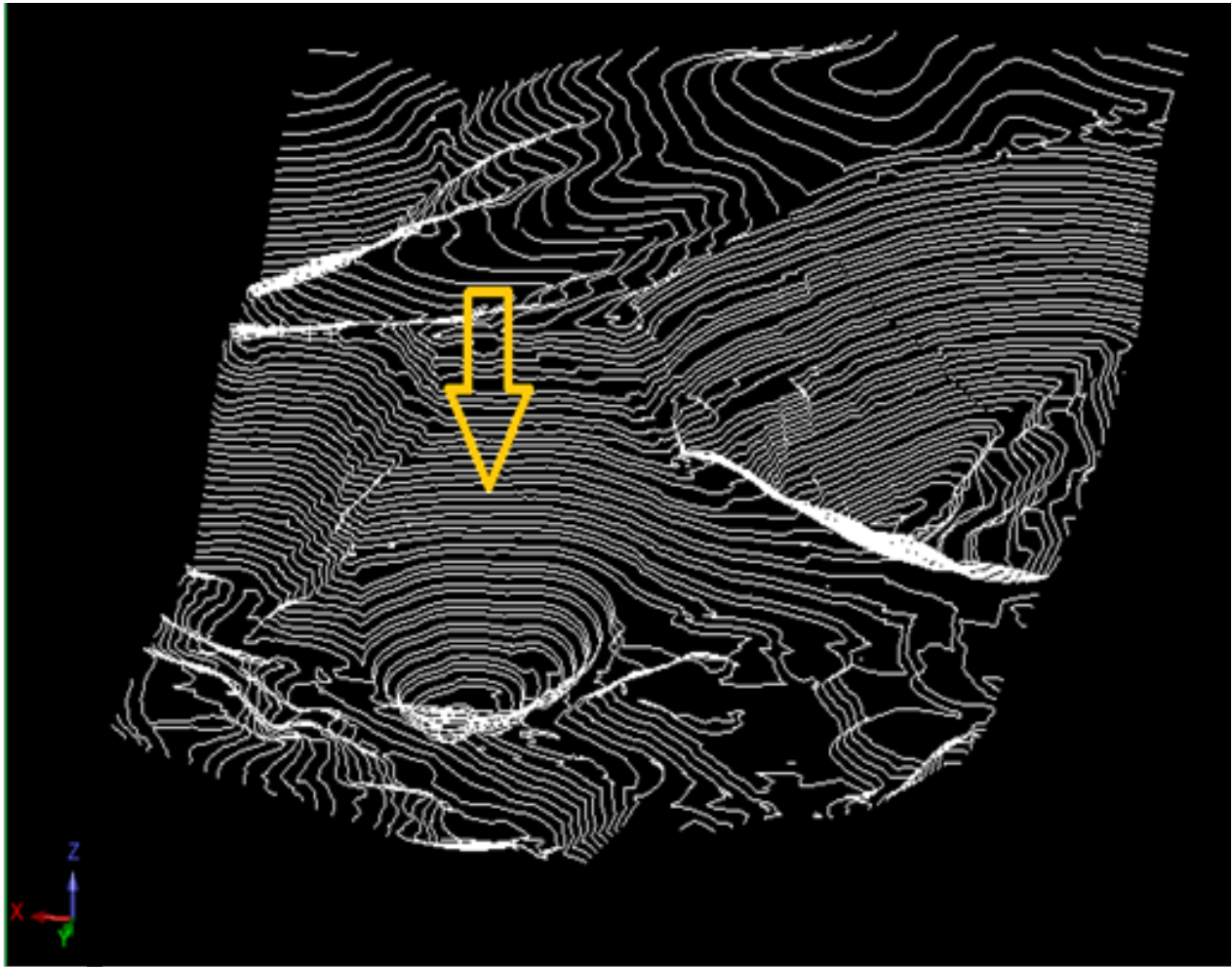


Εικόνα 5.6: Η περιβάλλουσα γραμμή-όριο της περιοχής

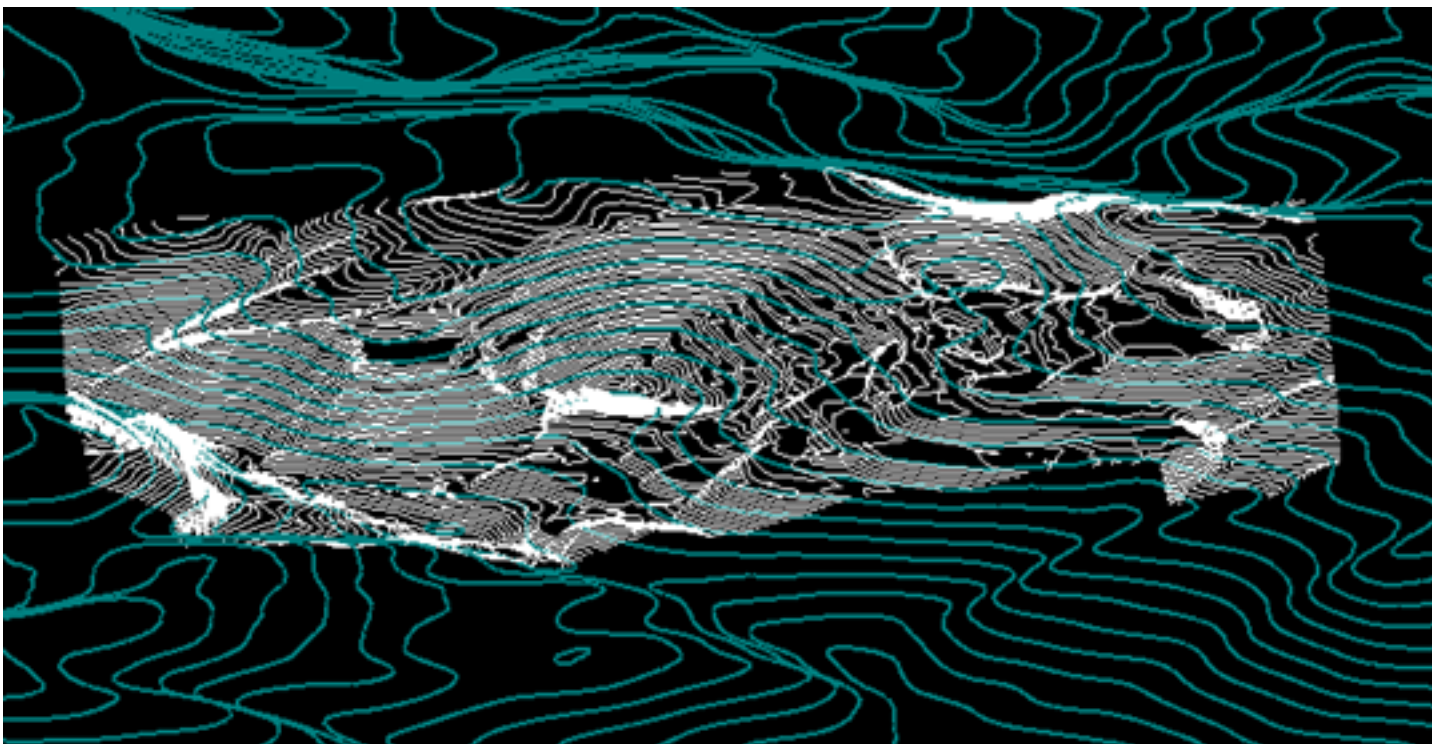
Αρχικά, στην θέση Άκρες έγιναν έργα υπαίθρια εξόρυξης ενός μέρους του κοιτάσματος στο αρχικό τοπογραφικό ανάγλυφο. Μετά το πέρας των εργασιών αυτών η συνέχιση της εξόρυξης του υπολοίπου κοιτάσματος κρίθηκε ασύμφορη και δεν προχώρησε. Αντίθετα, έγιναν έργα επιχωμάτωσης της εκμετάλλευσης με στόχο το ανάγλυφο να επιστρέψει στην αρχική του μορφή. Στην Εικόνα 5.9 με μπλε χρώμα φανερώνεται η όψη του ανάγλυφου πριν οποιαδήποτε εκμετάλλευση και με άσπρο χρώμα οι ισοϋψείς που σχηματίστηκαν ύστερα από την επιχωμάτωση. Είναι φανερό ότι σε μεγάλο βαθμό τα δύο ανάγλυφα ταυτίζονται. Στη συνέχεια και με την πάροδο ετών, το υφιστάμενο κοίτασμα κρίθηκε και πάλι αναγκαίο να εξορυχθεί. Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι να βρεθεί ο βέλτιστος σχεδιασμός της εκμετάλλευσης αυτής με βάση την υφιστάμενη κατάσταση, δηλαδή το επιχωματωμένο τοπογραφικό ανάγλυφο, είτε με εξ' ολοκλήρου υπαίθρια εκμετάλλευση, είτε με συνδυασμό μεθόδων. Παράλληλα, διαμορφώθηκε εναλλακτικό σχέδιο που παρουσιάζει την εκμετάλλευση στην περίπτωση που δεν είχε προηγηθεί η επιχωμάτωση του ανάγλυφου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι κατόψεις των δύο διαφορετικών τοπογραφικών ανάγλυφων. Εμφανής είναι η οπτική διαφορά καθώς στο πρώτο σχέδιο έχει καλυφθεί το κενό στην θέση του κίτρινου βέλους ενώ στο δεύτερο υπάρχει κανονικά η παλιά χοανοειδής εκμετάλλευση. Μετά από μελέτη στο ανάγλυφο με τις επιχωματώσεις παρατηρείται ότι το συγκεκριμένο ανάγλυφο προσομοιάζει σε μεγάλο βαθμό με το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής.



Εικόνα 5.7: Το τοπογραφικό ανάγλυφο με τις επιχωματώσεις



Εικόνα 5.8: Το τοπογραφικό ανάγλυφο μετά την αρχική εκμετάλλευση



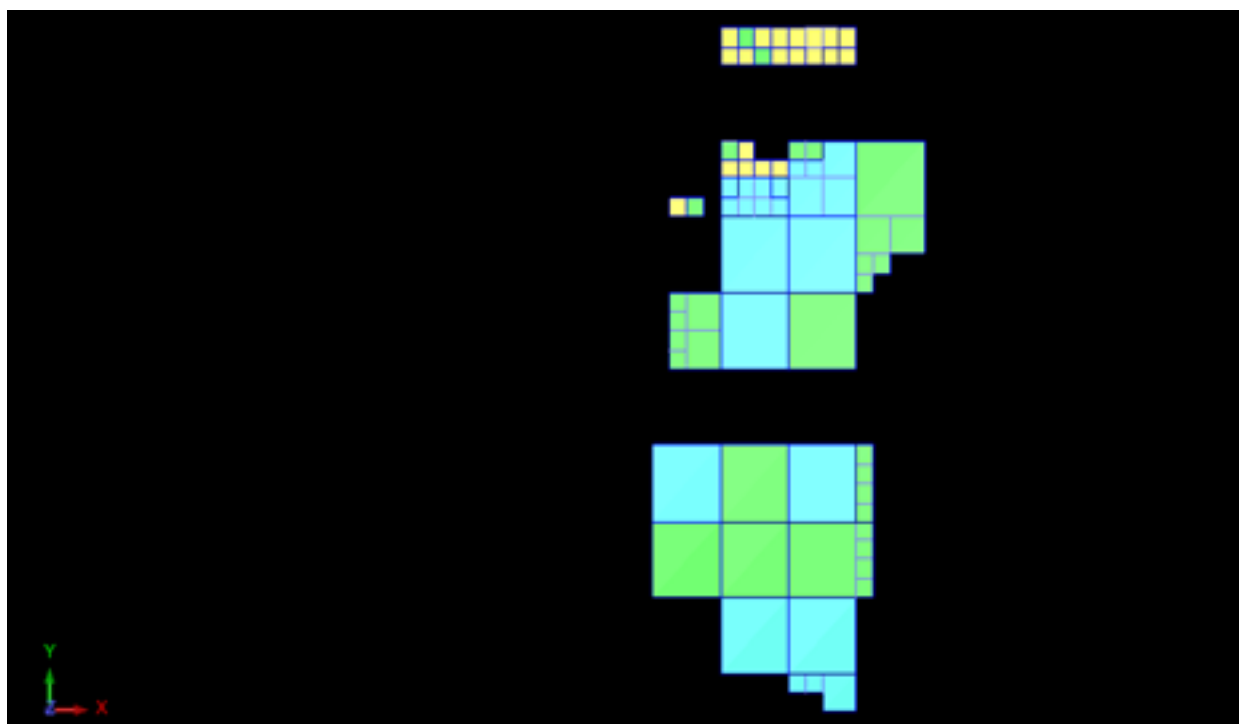
Εικόνα 5.9: Το τοπογραφικό ανάγλυφο πριν οποιαδήποτε παρέμβαση (μπλε) και ύστερα από τις επιχωματώσεις (λευκό)

Στη συνέχεια, από την βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε νωρίτερα δίνονται τα απαραίτητα στοιχεία ώστε να διαμορφωθεί το βέλτιστο μοντέλο του κοιτάσματος. Πρώτο στοιχείο είναι οι συντεταγμένες της περιοχής για την οποία κατασκευάστηκαν τα μοντέλα. Οι συντεταγμένες επιλέχθηκε να οριστούν ανάλογα με τα όρια της εκμετάλλευσης για το λόγο αυτό ορίστηκαν χειροκίνητα, ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθούν αυτόματα από το string file που διαμορφώθηκε στο τελευταίο στάδιο της δημιουργίας της βάσης δεδομένων.

Σε αυτό το σημείο ορίζεται, επίσης, το μέγεθος των blocks, που θα δημιουργηθούν. Το μέγεθος εξαρτάται από την απόσταση των γεωτρήσεων και την πυκνότητα της δειγματοληψίας κατά μήκος της γεώτρησης ενώ σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την ακρίβεια του μοντέλου είναι το Sub blocking που δίνει τη δυνατότητα σε περιοχές του μοντέλου με μεγαλύτερη πυκνότητα πληροφορίας, τα μεγαλύτερα block να υποδιαιρούνται σε μικρότερα με πιο ακριβείς τιμές.

Κατά τη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής δημιουργήθηκαν μια σειρά από block models ώστε να επιλεγεί το πιο ακριβές. Μεταξύ των διαφόρων block models άλλαξαν οι παράμετροι του μεγέθους των blocks και το Sub blocking. Οι τελικές διαστάσεις των block που επιλέχθηκαν είναι 40x40x1 στο μέγιστο και στο ελάχιστο 10x10x1. Παράλληλα άλλα πεδία παραμέτρων στα οποία έγιναν δοκιμές διαφόρων τιμών είναι: τα πεδία min. και max ορίζουν το πλήθος των γειτονικών δειγμάτων, τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον προσδιορισμό της τιμής ενός block. Το πεδίο maximum search radius ορίζει τη μέγιστη ακτίνα, από την οποία θα μπορεί το μοντέλο να πάρει δεδομένα για να διαμορφώσει την τιμή ενός block. Το πεδίο maximum vertical search Distance ορίζει το μέγιστο βάθος από το οποίο θα μπορεί το μοντέλο να πάρει δεδομένα για να διαμορφώσει την τιμή ενός block. Τέλος, το πεδίο anisotropy ratios καθορίζει το σχήμα του ελλειψοειδούς, με βάση το οποίο θα πραγματοποιηθεί η επιλογή των δειγμάτων για τη χωρική παρεμβολή.

Τέλος, ορίστηκαν οι περιορισμοί (constraints) ώστε να απορριφθεί ο αριθμός των blocks που δεν περιέχουν νικέλιο, αυτά τα οποία είναι εκτός της δοθείσας περιβάλλουσας ώστε να αποκαλυφθεί το πραγματικό μοντέλο του κοιτάσματος. Προφανώς όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.10 οι διαφορετικές τιμές του νικελίου φανερώνονται και με διαφορετικό χρώμα σε κάθε block ώστε να υπάρχει άμεση κατανόηση για το που είναι το πλούσιο και το φτωχό σε νικέλιο, μέρος του κοιτάσματος.



Εικόνα 5.10: Το βέλτιστο μοντέλο του κοιτάσματος σε κάτοψη

5.2.2 Το στάδιο των εναλλακτικών σχεδιασμών

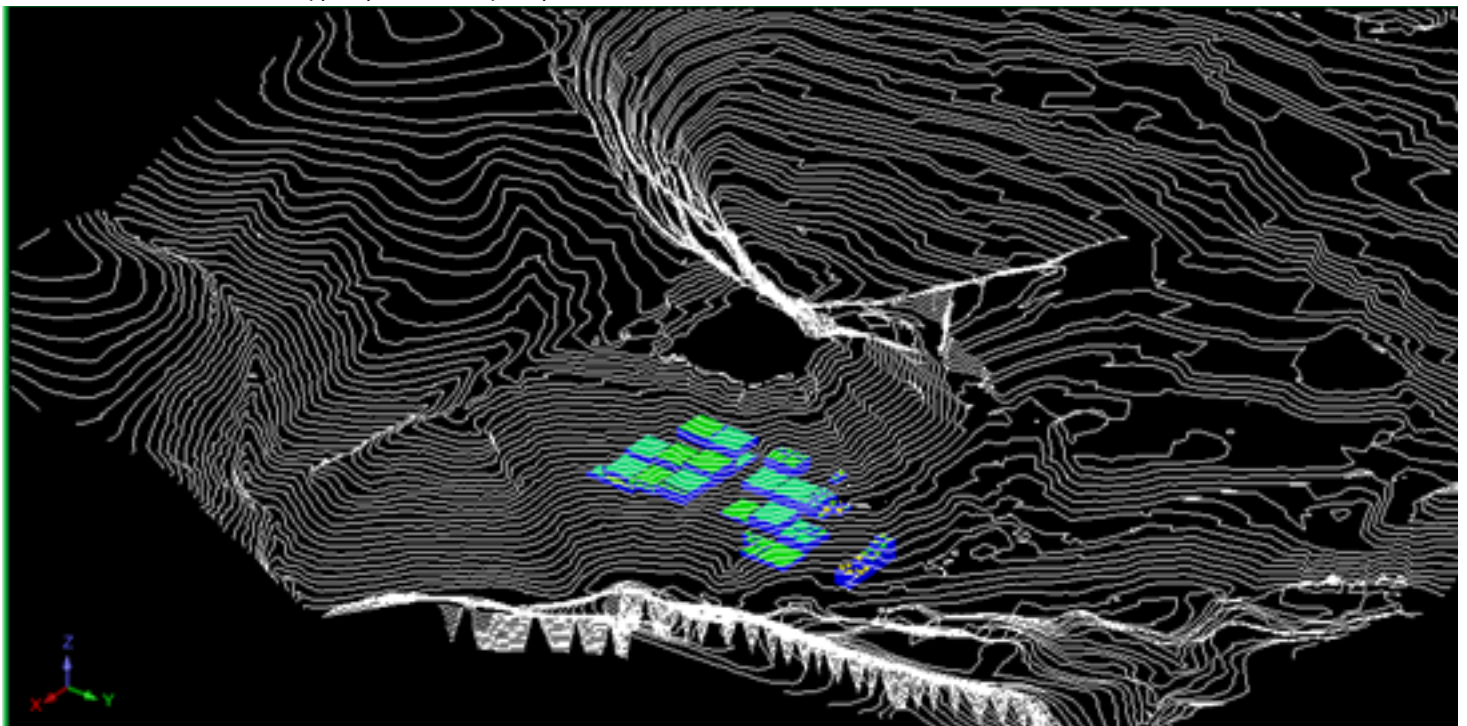
Μετά το τέλος της μοντελοποίησης του κοιτάσματος, το επόμενο στάδιο της εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για το μεταλλείο ΒΑ Άκρες χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά τοπογραφικά ανάγλυφα που παρουσιάζουν την εικόνα του αναγλύφου της περιοχής με τις επιχωματώσεις και την εικόνα του αναγλύφου μετά από την αρχική εκμετάλλευση. Ως εκ τούτου παρακάτω θα παρουσιαστούν τέσσερις εναλλακτικοί σχεδιασμοί, θα αξιολογηθούν με βάση το κόστος τους έκαστος, ώστε να διερευνηθεί η βέλτιστη εκμετάλλευση. Σε κάθε ένα από τα τέσσερα σχέδια οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι ίδιοι καθώς το ύψος της βαθμίδας σύμφωνα με την εταιρεία ορίστηκε στα 15m., το πλάτος της βαθμίδας στα 8m. και η κλίση του πρανούς της βαθμίδας στις 76°.

Γενικά, σε εκμεταλλεύσεις που αναπτύσσονται στις πλαγίες ορεινών όγκων, όπως σε αυτήν την περίπτωση επιλέγεται ο σχεδιασμός να ξεκινάει από το υψηλότερο σημείο της εκμετάλλευσης κι έπειτα να κινείται προς τα χαμηλότερα σημεία, όπως ορίζει και η νομοθεσία (η νομοθεσία επιβάλλει τη διαμόρφωση βαθμίδων από τα υψηλότερα επίπεδα προς τα χαμηλότερα).

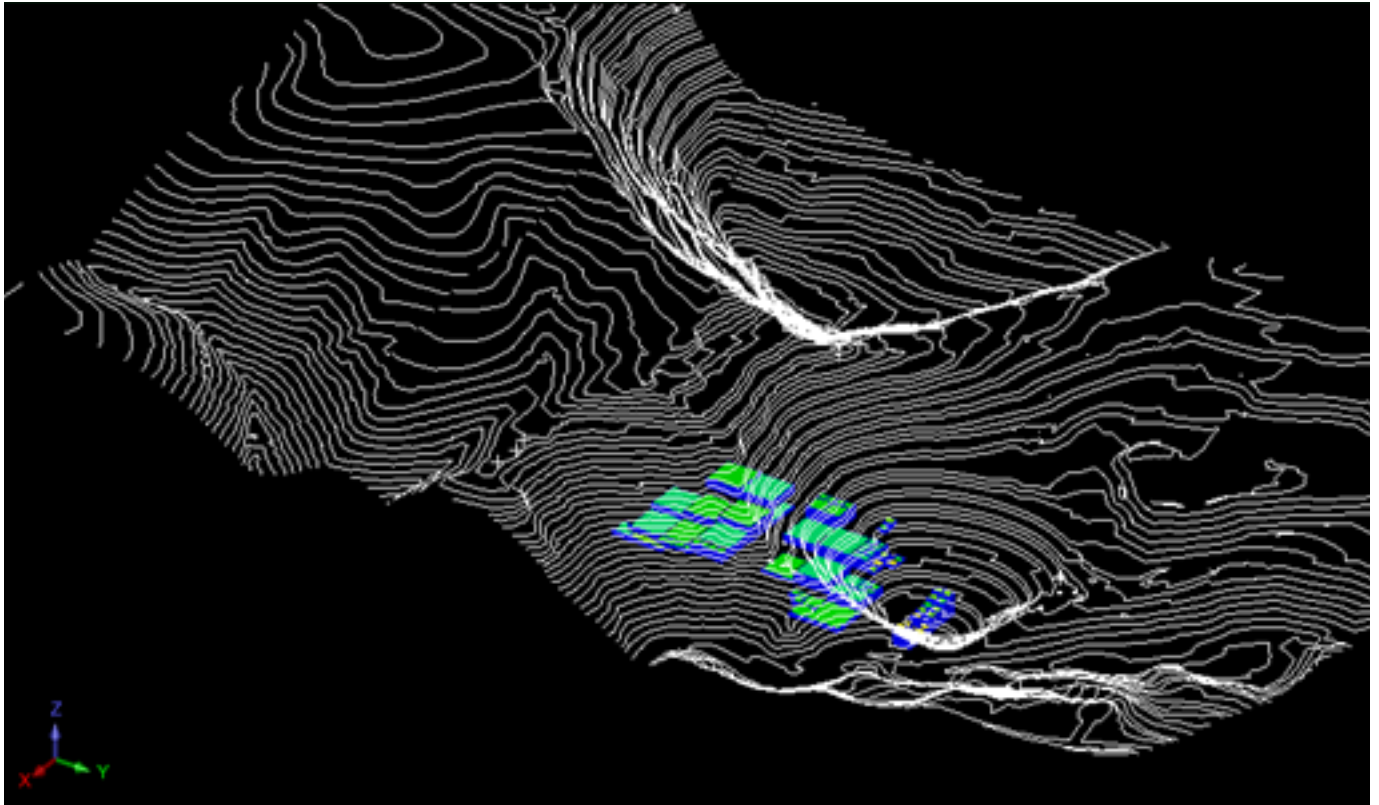
Συνοψίζοντας, οι 4 εναλλακτικοί σχεδιασμοί είναι:

- **Ο σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης με βάση το επιχωματωμένο τοπογραφικό ανάγλυφο.**
- **Ο σχεδιασμός με βάση το επιχωματωμένο τοπογραφικό ανάγλυφο συνδυάζοντας υπαίθρια και υπόγεια εκμετάλλευση.**
- **Ο σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης με βάση το προϋπάρχον ανάγλυφο.**
- **Ο σχεδιασμός με βάση το προϋπάρχον ανάγλυφο και με συνδυασμό υπαίθριας και υπόγειας εκμετάλλευσης.**

Παρακάτω παραθέτονται οι εικόνες 5.11 και 5.12 με την θέση του κοιτάσματος κάτω από τα δυο δοθέντα τοπογραφικά ανάγλυφα.



Εικόνα 5.11: Μοντέλο κοιτάσματος σε ανάγλυφο με επιχωμάτωση

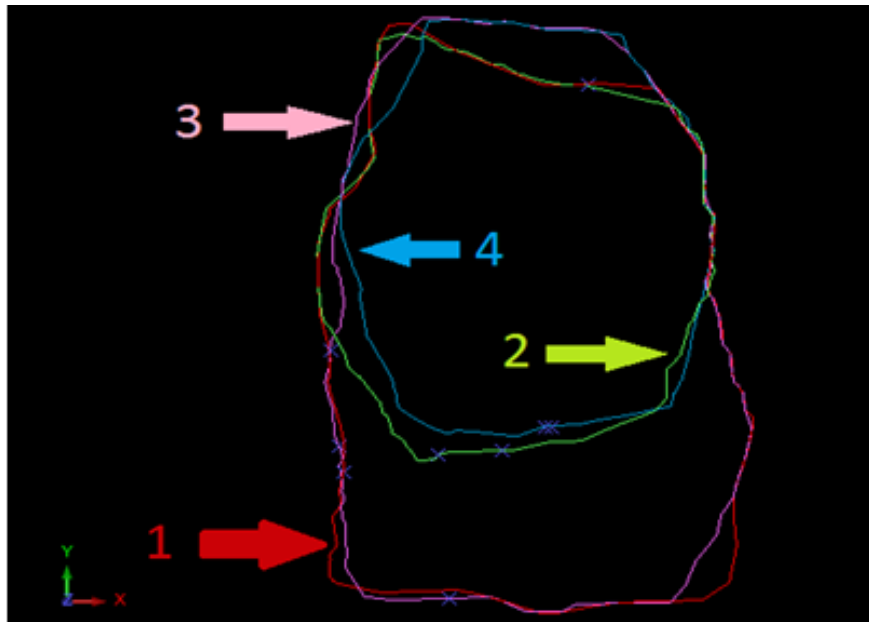


Εικόνα 5.12: Μοντέλο κοιτάσματος σε αρχικό ανάγλυφο

Από τις παραπάνω εικόνες εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

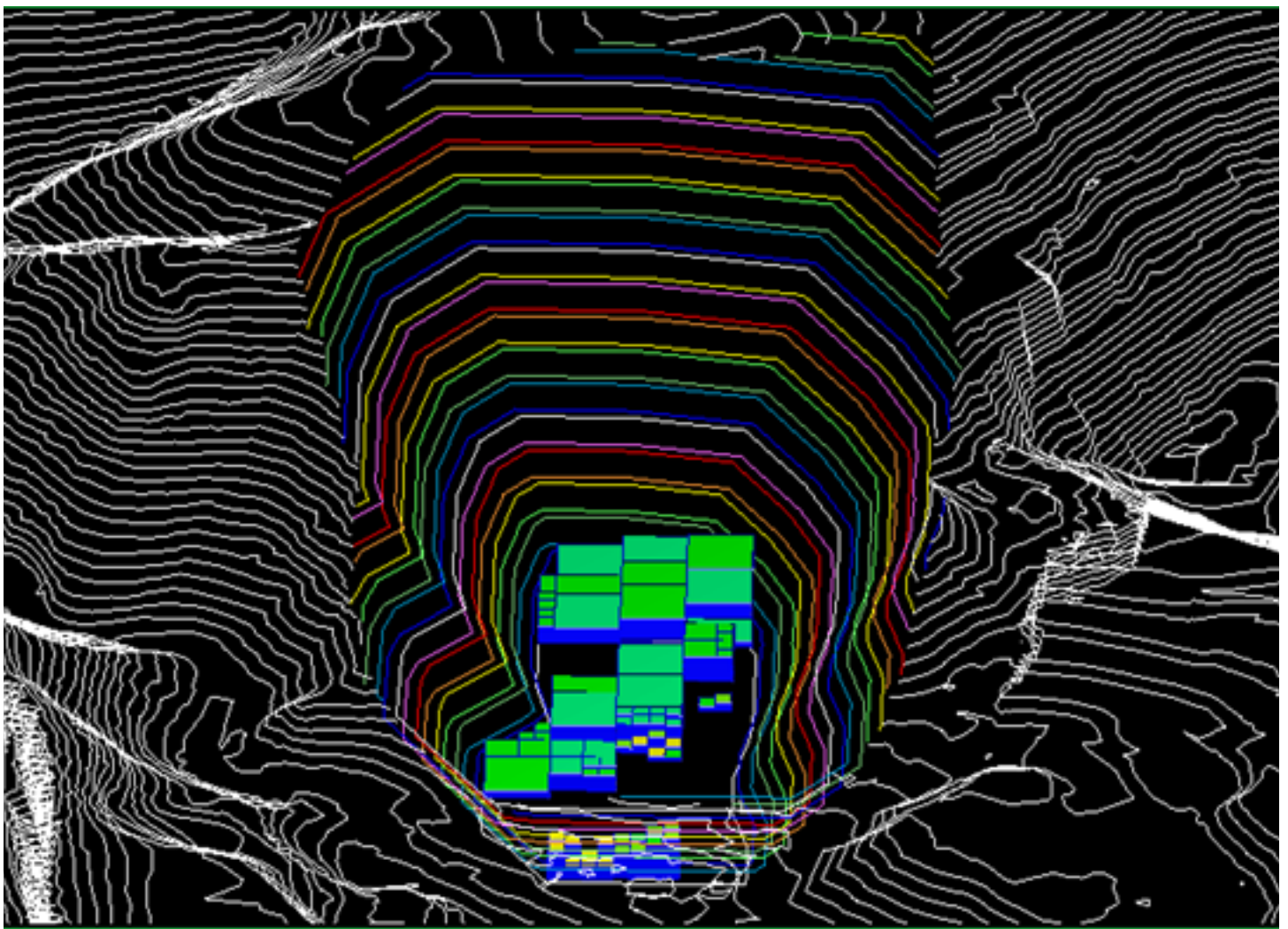
- **Ο όγκος των υπερκειμένων στειρών στο επιχωματωμένο ανάγλυφο είναι αρκετά μεγαλύτερος από τον όγκο των υπερκειμένων στο ανάγλυφο με την προϋπάρχουσα εκμετάλλευση.**
- **Το ανάγλυφο με την επιχωμάτωση, μετά από μελέτη του αναγλύφου της περιοχής πριν λάβει χώρα οποιαδήποτε μεταλλευτική δραστηριότητα, ακολουθεί τα φυσικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου της περιοχής.**
- **Αν και στο δεύτερο ανάγλυφο υπάρχει η πρότερη εκμετάλλευση εν τούτοις το υψόμετρο από το οποία ξεκινάει η υπαίθρια εκμετάλλευση είναι το ίδιο και στις 4 περιπτώσεις που θα ακολουθήσουν.**
- **Το κοιτάσμα δεν είναι ενιαίο αλλά χωρίζεται σε δύο μέρη. Είναι εμφανές ότι το τμήμα αριστερά είναι αυτό το οποίο προτείνεται να εκμεταλλευτεί με υπόγεια μέθοδο.**

Ακολουθούν, οι τέσσερις εναλλακτικοί σχεδιασμοί που διαμορφώθηκαν με τη σειρά που παρατέθηκαν και προηγουμένως. Αρχικά, παρουσιάζεται η διαδικασία οριοθέτησης της συνολικής εκσκαφής η οποία είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία για το σχεδιασμό κάθε υπαίθριας εκμετάλλευσης, καθώς, αρχικά επιτρέπει τον υπολογισμό της σχέσης εκμετάλλευσης την οποία χρησιμοποιούμε και διευκολύνει την διαδικασία του σχεδιασμού. Η διαδικασία δημιουργίας των κώνων εκσκαφής ακολούθησε την εξής πορεία: Στην πρώτη και στην τρίτη περίπτωση συμπεριλήφθηκε το σύνολο του κοιτάσματος ενώ στην δεύτερη και στην τέταρτη μέρος του κοιτάσματος ώστε το υπολοιπόμενο που βρίσκεται κάτω από τεράστιο όγκο υπερκειμένων να εξορυχτεί με υπόγεια μέθοδο. Η συνολική κλίση πρανούς των σχεδιασμών ορίστηκε στις 56°.



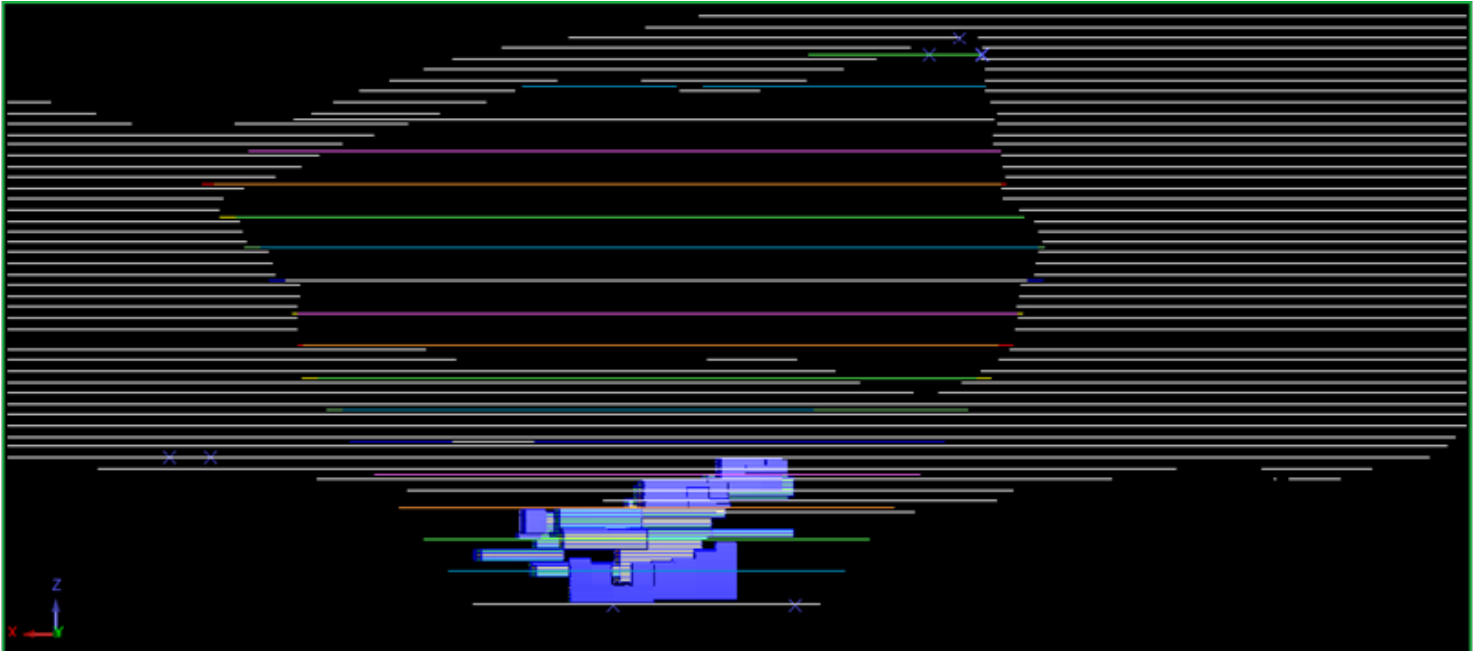
Εικόνα 5.13: Όρια εκμεταλλεύσεων σε κάθε μια από τις τέσσερις περιπτώσεις.

A. Ο σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης με βάση το επιχρωματωμένο τοπογραφικό ανάγλυφο.

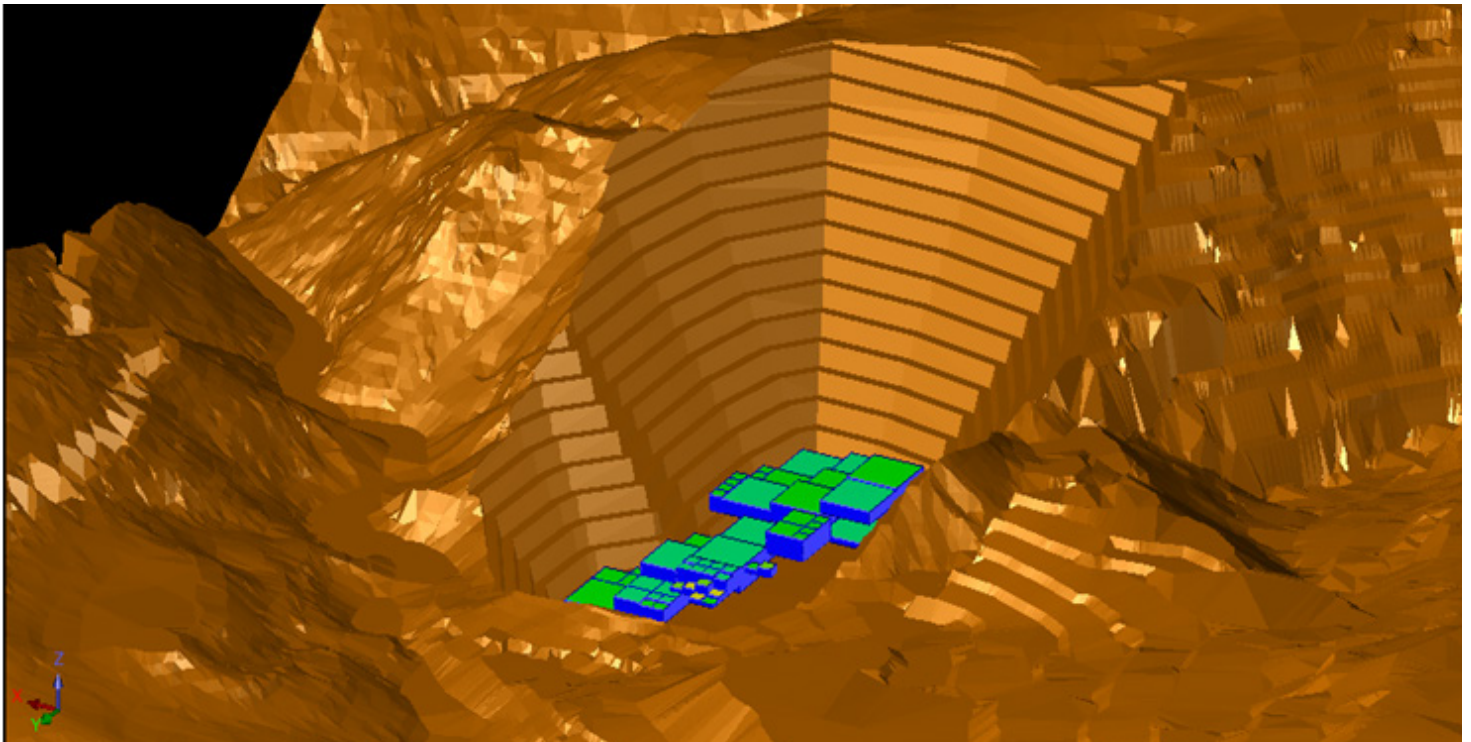


Εικόνα 5.14: Ο πρώτος σχεδιασμός της εκμετάλλευσης.

Ο πρώτος σχεδιασμός αφορά την υφιστάμενη κατάσταση της εκμετάλλευσης των ΒΑ Ακρών κατά την έναρξη των εργασιών. Ως εκ τούτου το τοπογραφικό ανάγλυφο που χρησιμοποιείται είναι αυτό που παρουσιάζει τις επιχωματώσεις και προσομοιάζει στο φυσικό ανάγλυφο της περιοχής πριν τελεστεί οποιαδήποτε εκμετάλλευση όπως σημειώθηκε παραπάνω. Οι παράμετροι σχεδιασμού είναι οι ακόλουθοι. Η εκμετάλλευση ξεκινάει από το υψόμετρο των 542m και ολοκληρώνεται με τον πυθμένα στα 287m. Σχεδιάστηκαν 18 βαθμίδες των 15 m ύψους και 8m πλάτους με κλίση στις 76° . Οι 13 βαθμίδες είναι ανοιχτές και οι 5 είναι κλειστές.



Εικόνα 5.15: Ο πρώτος σχεδιασμός της εκμετάλλευσης από πλάγια όψη. Φανερώνεται το πλάτος στο οποίο εκτείνεται το κούτσυμα το οποίο υπολογίστηκε στα 181m.



Εικόνα 5.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση του πρώτου σχεδιασμού πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο.

Από την διαδικασία ογκομέτρησης εξάγονται τα εξής:

Α' περίπτωση

Συνολικός όγκος εκσκαφών: 12.757.300 m³

Όγκος αγόνων: 12.418.900 m³

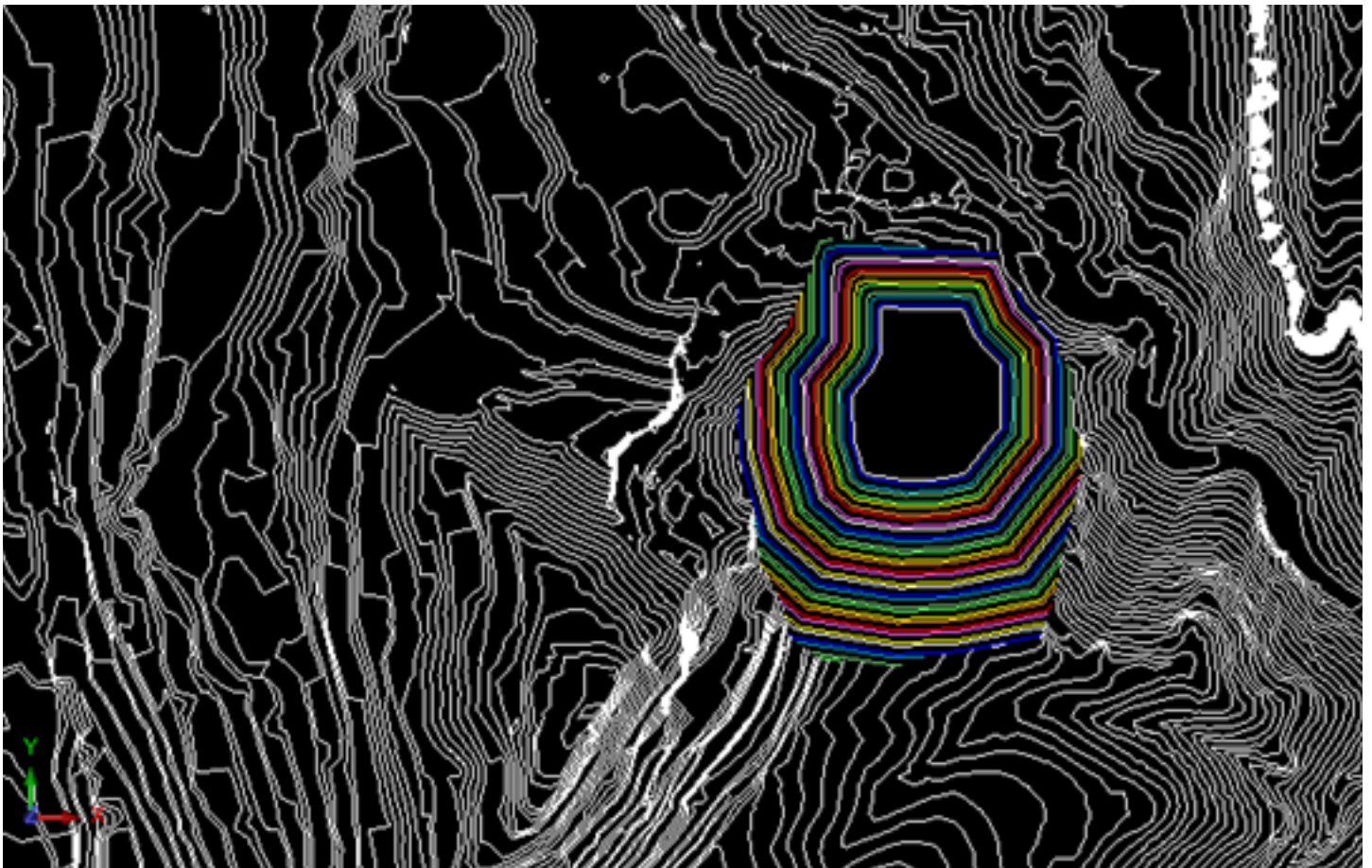
Όγκος μεταλλεύματος: 338.400 m³

Τόνοι αγόνων: 29.805.360 tn

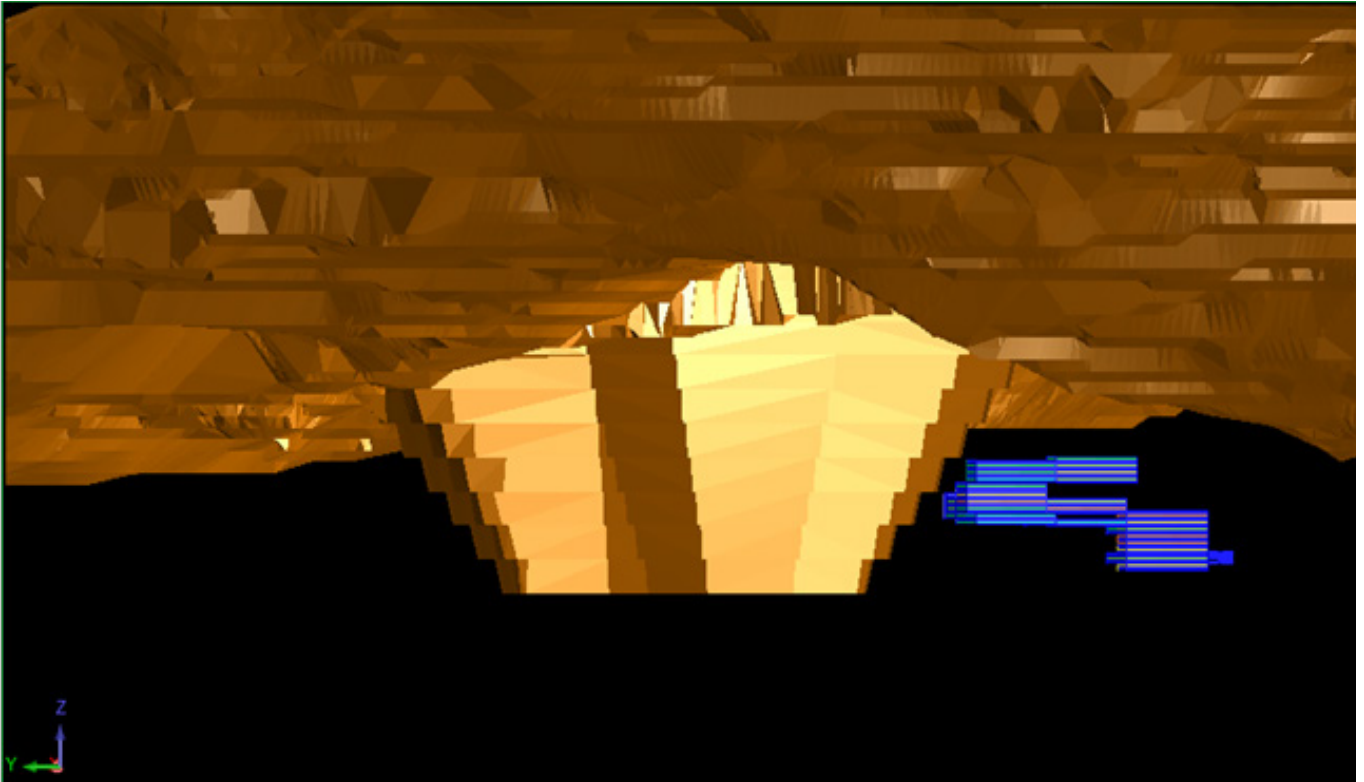
Τόνοι μεταλλεύματος: 1.116.720 tn

Β. Ο σχεδιασμός με βάση το επικωματωμένο τοπογραφικό ανάγλυφο συνδυάζοντας υπαίθρια και υπόγεια εκμετάλλευση.

Στον δεύτερο σχεδιασμό που αποτυπώνεται πάνω στο επικωματωμένο ανάγλυφο και εκμεταλλεύεται μέρος του κοιτάσματος, παρουσιάζεται και η ποσότητα του νικελίου που προτείνεται να εξορυχτεί με υπόγεια εκμετάλλευση. Η εκμετάλλευση ξεκινάει και πάλι από το υψόμετρο των 542m και ολοκληρώνεται με τον πυθμένα στα 287m. Σχεδιάστηκαν 18 βαθμίδες των 15 m ύψους και 8m πλάτους με κλίση στις 76° ενώ αποτυπώνεται δεξιά το μέρος του κοιτάσματος που απομένει για να εξορυχτεί με υπόγεια μέθοδο. Και πάλι σχεδιάστηκαν 13 ανοιχτές βαθμίδες και 5 κλειστές. Παρακάτω παρουσιάζεται ο σχεδιασμός σε κάτοψη.



Εικόνα 5.17: Ο δεύτερος εναλλακτικός σχεδιασμός.



Εικόνα 5.18: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του δεύτερου σχεδιασμού και το μέρος του κοιτάσματος που θα εξορυχτεί υπογείως

Από την διαδικασία ογκομέτρησης εξάγονται τα εξής:

B' περίπτωση

Συνολικός όγκος εκσκαφών: $8.886.675 \text{ m}^3$

Όγκος αγόνων: $8.725.875 \text{ m}^3$

Όγκος μεταλλεύματος υπαίθρια: 160.800 m^3

Τόνοι αγόνων: $20.942.100 \text{ tn}$

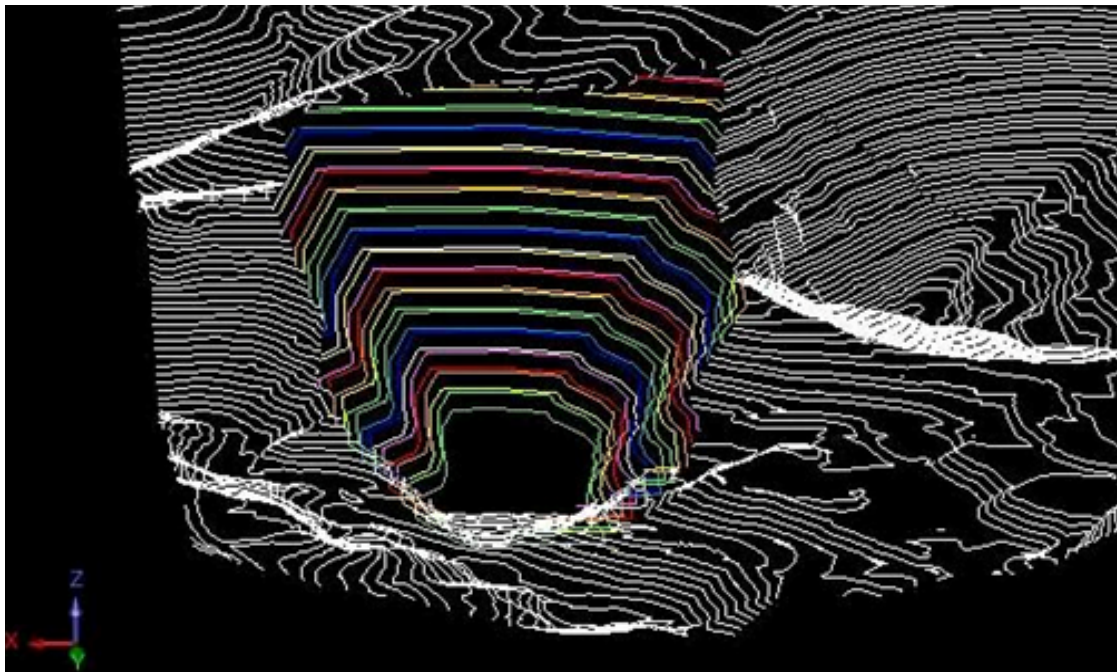
Τόνοι μεταλλεύματος υπαίθρια: 530.640 tn

Όγκος μεταλλεύματος υπόγεια: 188.600 m^3

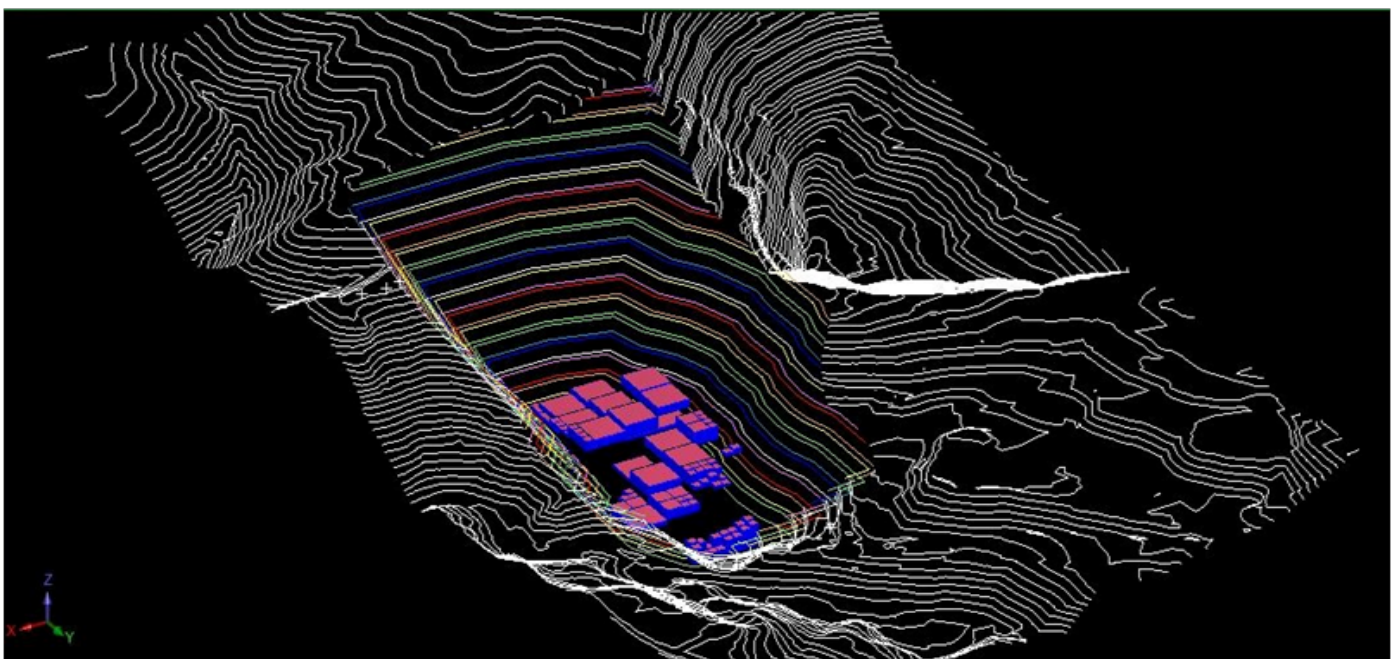
Τόνοι μεταλλεύματος υπόγεια: 622.380 tn

Γ. Ο σχεδιασμός υπαίθριας εκμετάλλευσης με βάση το προϋπάρχον ανάγλυφο.

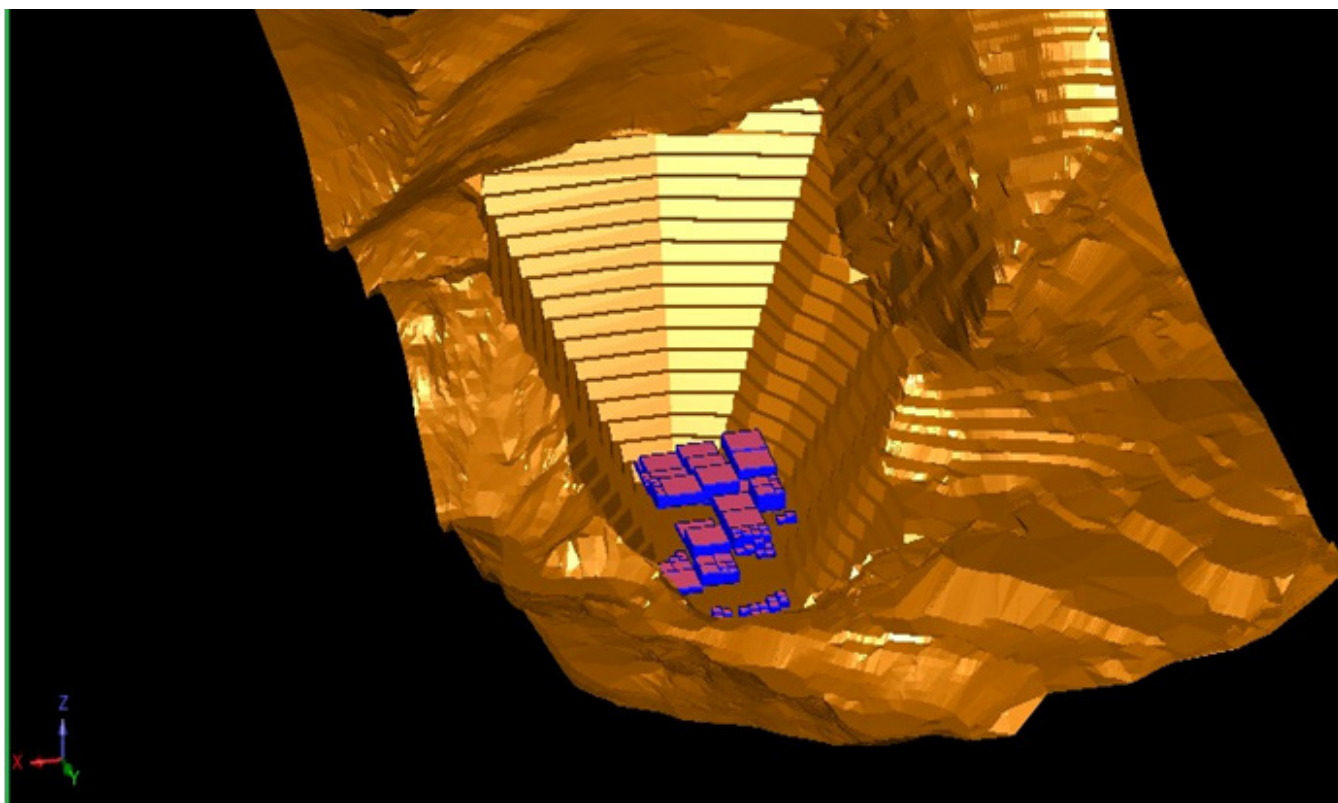
Αρχικά, σχεδιάστηκε ο πυθμένας της εκμετάλλευσης στο κατώτερο σημείο που συναντώνται blocks νικελίου, στα 287m υψόμετρο. Στη συνέχεια σχεδιάστηκαν διαδοχικά οι βαθμίδες της εκμετάλλευσης. Η πρώτη βαθμίδα που βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της εκμετάλλευσης εκτείνεται στα 542 m. Όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες του σχεδιασμού, ο κώνος εκσκαφής που διαμορφώθηκε περικλείει το σύνολο του block model και κατά συνέπεια όλο το κοίτασμα. Στην περίπτωση αυτή ο όγκος των εξορυχθέντων αγόνων θα είναι αρκετά μικρότερος καθώς δεν συναντάται η επιχωμάτωση των δύο προηγούμενων σχεδίων. Συνολικά σχηματίστηκαν 18 βαθμίδες των 15m ύψους, με πλάτος 8m και κλίση στις 76°. Και πάλι σχεδιάστηκαν 13 ανοιχτές βαθμίδες και 5 κλειστές.



Εικόνα 5.19: Ο πρώτος σχεδιασμός με πλήρη εξόρυξη του κοιτάσματος



Εικόνα 5.20: Πλάγια όψη του σχεδιασμού. Ο πυθμένας συμπίπτει με το κατώτερο γνωστό σημείο που συναντάται νικέλιο.



Εικόνα 5.21: Τρισδιάστατη απεικόνιση των βαθμίδων, του block model πάνω στο ανάγλυφο της περιοχής.

Οι βαθμίδες αυτές κλείνοντας δημιούργησαν μία χοανοειδή εκσκαφή, ξεκινώντας από το υψόμετρο των 542m και φτάνοντας μέχρι το όριο του πυθμένα στα 287m, δηλαδή υπάρχει μια υψομετρική διαφορά 255m. Η περιοχή όπου συναντάται μετάλλευμα κατά την εξόρυξη οριοθετείται ανάμεσα στα 355m και τα 288m που σημαίνει ότι τα πρώτα 187 m σε βάθος αποτελούν έργα απομάκρυνσης στείρων.

Από την διαδικασία ογκομέτρησης εξάγονται τα εξής:

Γ' περίπτωση

Συνολικός όγκος εκσκαφών: 9.360.800 m³

Όγκος αγόνων: 8.992.500 m³

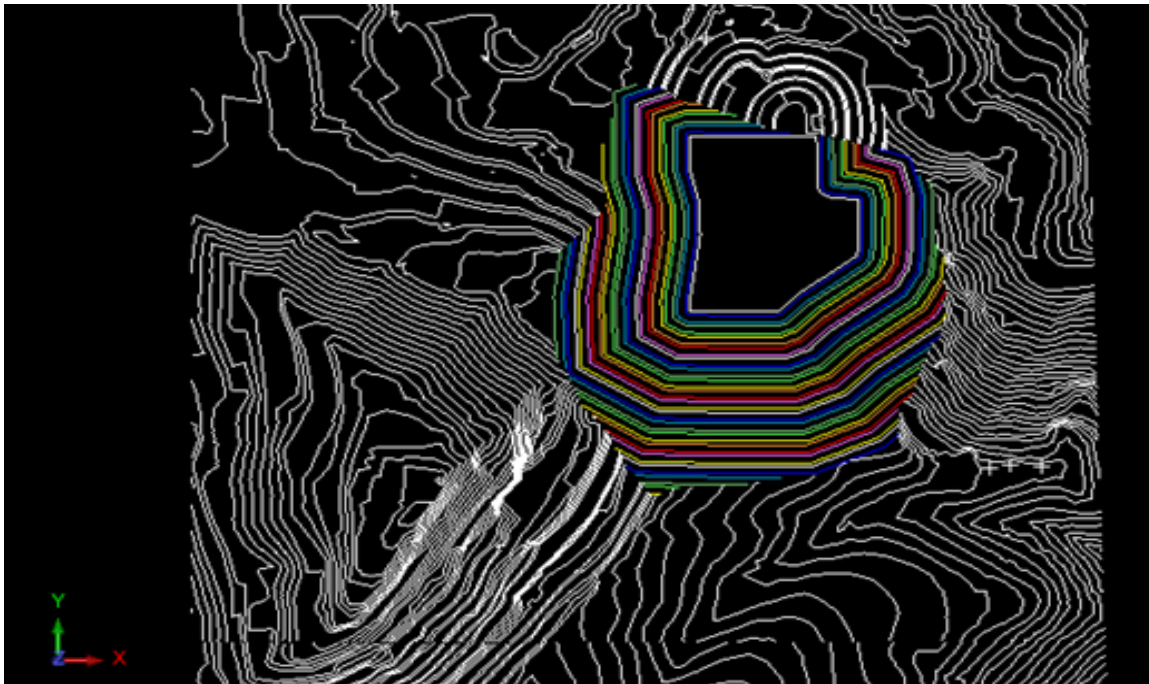
Όγκος μεταλλεύματος: 368.300 m³

Τόνοι αγόνων: 21.582.000 tn

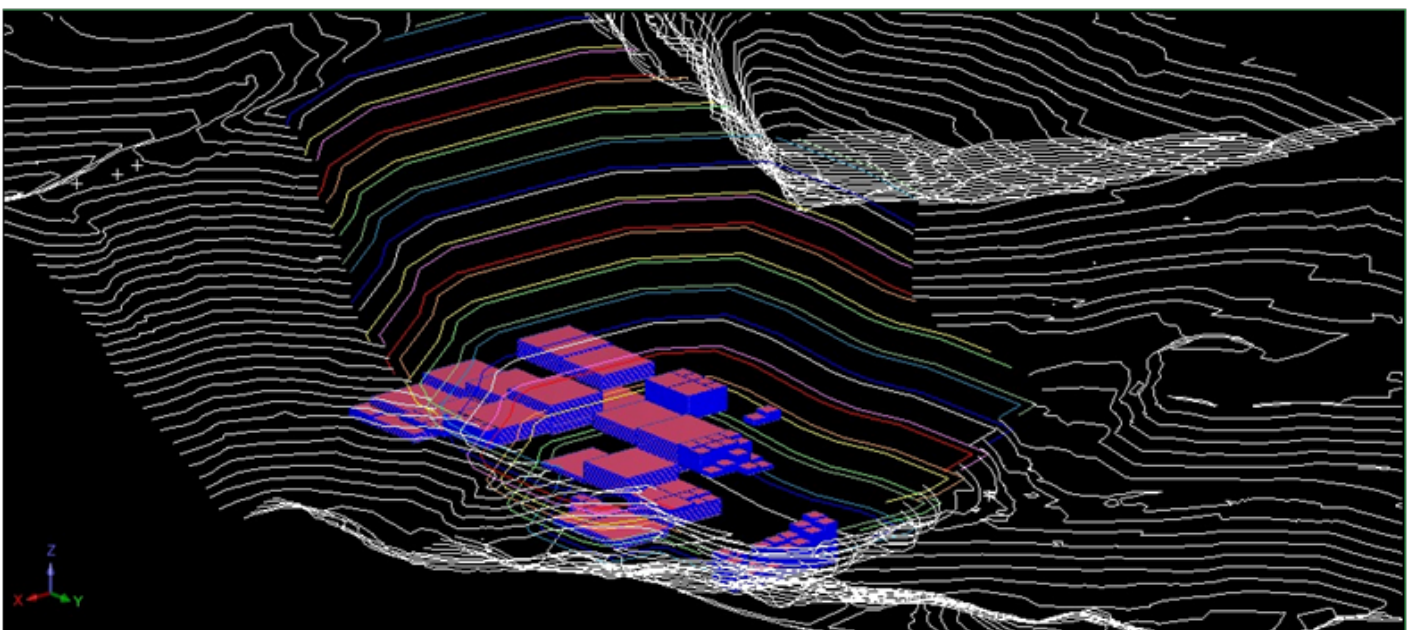
Τόνοι μεταλλεύματος: 1.215.390 tn

Δ. Ο σχεδιασμός με βάση το προϋπάρχον ανάγλυφο και με συνδυασμό υπαίθριας και υπόγεια εκμετάλλευσης.

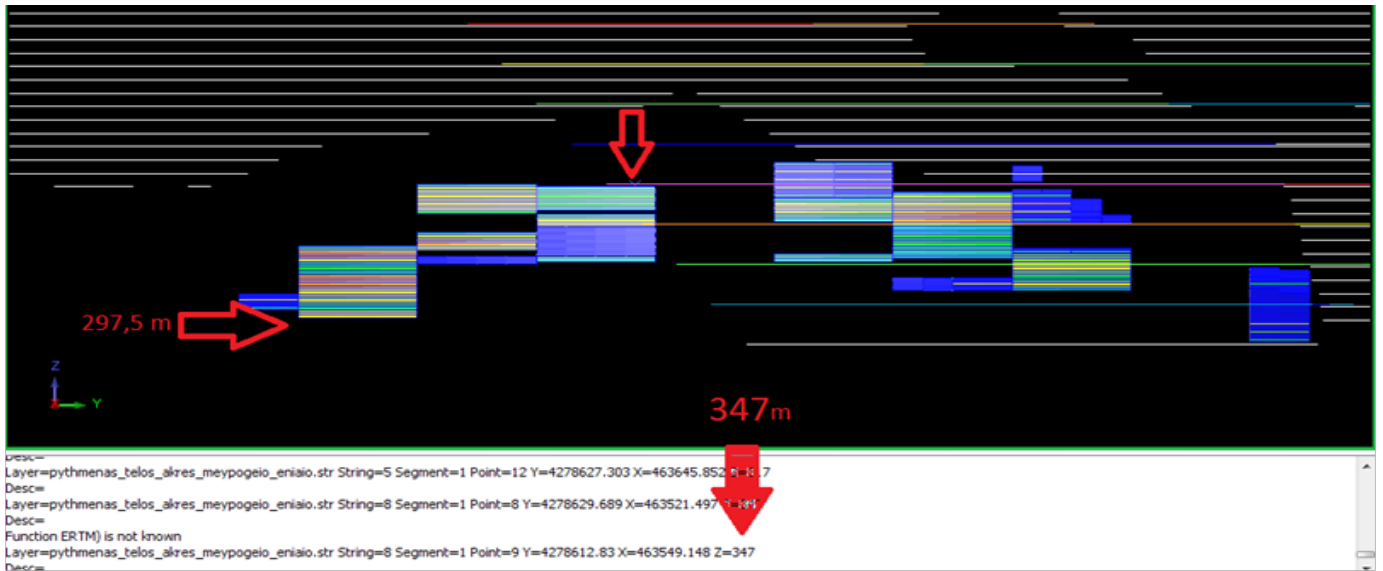
Το τελευταίο σχέδιο που κατασκευάστηκε αφορά την μερική υπαίθρια εκμετάλλευση του κοιτάσματος καθώς το υπολειπόμενο νικέλιο προτείνεται να εξορυχτεί με υπόγεια μέθοδο εκμετάλλευσης. Προφανώς, ο σχεδιασμός αυτός αποτελεί έναν πολύ μικρότερο από τον προηγούμενο καθώς αφορά αρκετά μικρότερο μέρος του κοιτάσματος όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες. Στη συνέχεια σχεδιάστηκαν διαδοχικά οι βαθμίδες της εκμετάλλευσης. Η πρώτη βαθμίδα που βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της εκμετάλλευσης εκτείνεται στα 542 m. Συνολικά σχηματίστηκαν 18 βαθμίδες των 15m ύψους, με πλάτος 8m και κλίση στις 76°. Και πάλι σχεδιάστηκαν 13 ανοιχτές βαθμίδες και 5 κλειστές.



Εικόνα 5.22: Ο δεύτερος σχεδιασμός με μερική εξόρυξη του κοιτάσματος

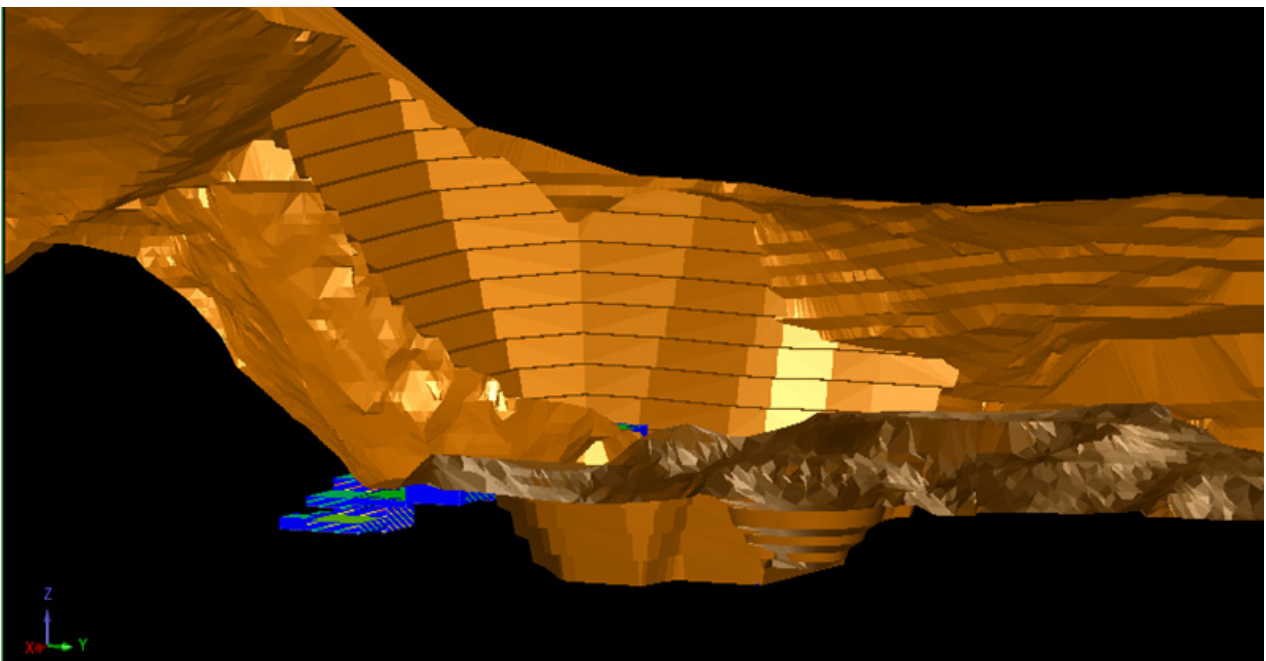


Εικόνα 5.23: Πλάγια όψη της εκμετάλλευσης. Αριστερά φαίνεται το μέρος του κοιτάσματος που προτείνεται για υπόγεια εξόρυξη σε δεύτερη φάση.



Εικόνα 5.24: Πλάγια όψη της εκμετάλλευσης. Στα 347m ως τα 297,5m εκτείνεται το υπολειπόμενο κοίτασμα

Στα 347m παρατηρείται ότι υπάρχει το υπολειπόμενο κοίτασμα που μένει ανεκμετάλλευτο από την υπαίθρια εκμετάλλευση και πρέπει να εξορυχτεί υπογείως όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.24.



Εικόνα 5.25: Τρισδιάστατη απεικόνιση των βαθμίδων και του κοιτάσματος που δεν περιλαμβάνεται από τον κώνο εκσκαφής.

Από την διαδικασία ογκομέτρησης εξάγονται τα εξής:

Συνολικός όγκος εκσκαφών: 6.327.525 m³

Όγκος αγόνων: 6.131.625 m³

Όγκος μεταλλεύματος: 195.900 m³

Τόνοι αγόνων: 14.715.900 tn

Τόνοι μεταλλεύματος: 646.470 tn

Όγκος μεταλλεύματος υπόγεια: 186.750 m³

Τόνοι μεταλλεύματος υπόγεια: 616.275 tn

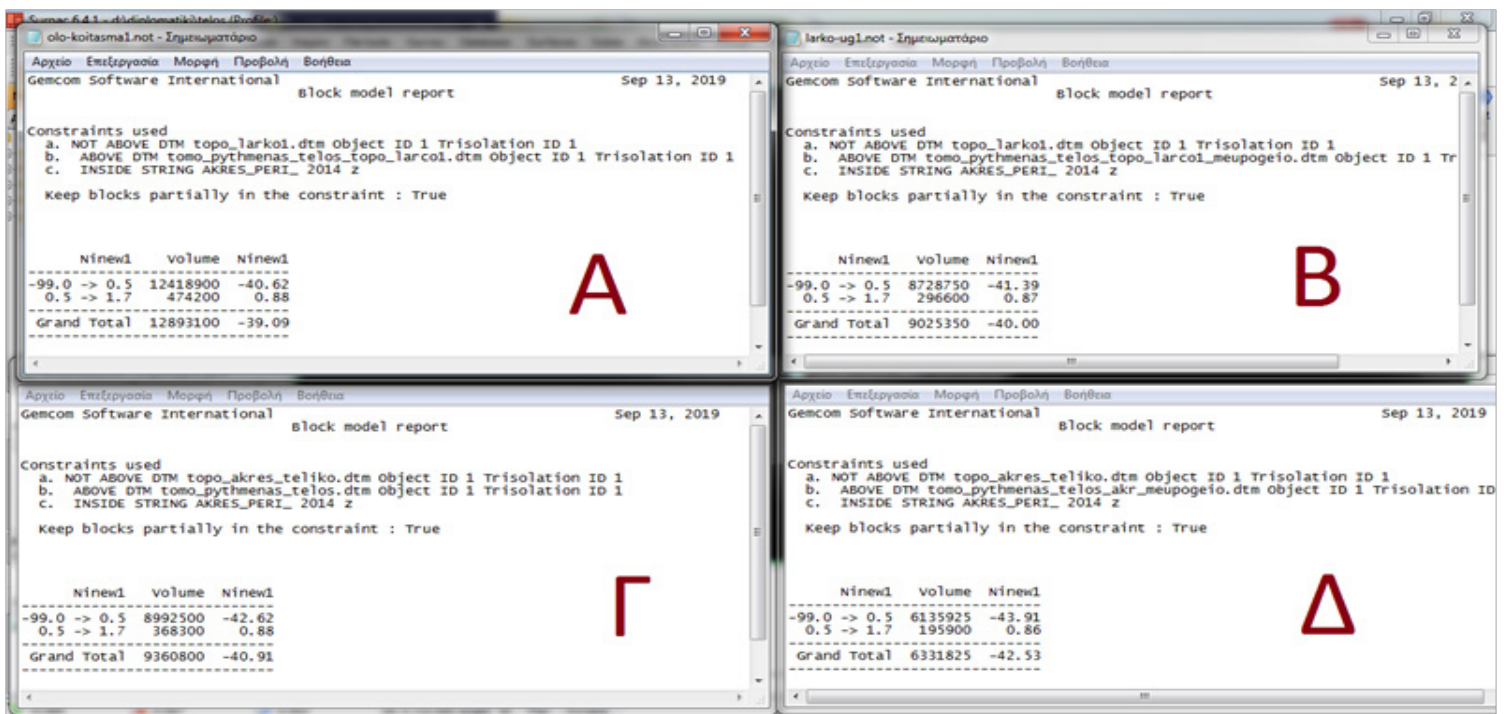
5.2.3 Σύγκριση εναλλακτικών σχεδιασμών

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε ο υπολογισμός των όγκων εκσκαφών για κάθε μία από τις τέσσερις περιπτώσεις σχεδιασμού με τη χρήση των ενοποιημένων τοπογραφικών αναγλύφων και εξάχθηκαν reports ογκομέτρησης από το μεταλλευτικό πρόγραμμα SURPAC.

Μέσα από μαθηματικές σχέσεις ορίζονται και οι αναλογίες χρήσιμου συστατικού, δηλαδή νικελίου, και αγόνων που στην προκειμένη περίπτωση είναι οφιόλιθος με ειδικό βάρος 2,4 και ασβεστόλιθος με ειδικό βάρος 2,75.

Από τα στοιχεία που είναι γνωστά από την εταιρία Larco, σαν χρήσιμο συστατικό (μετάλλευμα) θεωρείται η εξορυχθείσα μάζα με περιεκτικότητα σε νικέλιο μεγαλύτερη ή ίση με 0,5%. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην συγκεκριμένη εκμετάλλευση το μεγαλύτερο ποσοστό σε νικέλιο δεν ξεπερνούσε το 1,7%.

Παρακάτω φαίνονται συνοπτικά οι όγκοι που αναφέρθηκαν από πάνω, από τις αναφορές του προγράμματος Surpac.



Εικόνα 5.26: Report των ογκομετρήσεων από το Surpac

Σημειώνεται ότι η μέση περιεκτικότητα του κοιτάσματος σε νικέλιο, που πρόκειται να εκμεταλλευτεί υπόγεια και του κοιτάσματος που εκμεταλλεύεται υπαίθρια είναι πανομοιότυπες και πλησιάζουν το 0,88. Συμπερασματικά, το κοίτασμα είναι ομοιογενές ως προς την περιεκτικότητα σε νικέλιο σε όλη την έκταση του.

Για την διαδικασία σύγκρισης των εναλλακτικών σχεδιασμών θα υπολογιστεί η σχέση εκμετάλλευσης για κάθε μία περίπτωση και αφορά το στάδιο της υπαίθριας εκμετάλλευσης σε κάθε εναλλακτικό σχεδιασμό.

Στη Α' περίπτωση έχουμε σχέση εκμετάλλευσης: $11,12 \text{ m}^3/\text{tn}$

Στη Β' περίπτωση έχουμε σχέση εκμετάλλευσης: $16,44 \text{ m}^3/\text{tn}$

Στη Γ' περίπτωση έχουμε σχέση εκμετάλλευσης: $7,40 \text{ m}^3/\text{tn}$

Στη Δ' περίπτωση έχουμε σχέση εκμετάλλευσης: $9,48 \text{ m}^3/\text{tn}$

Η σχέση εκμετάλλευσης αποτελεί έναν πρώτο δείκτη για το ποια είναι η πιο συμφέρουσα εκμετάλλευση καθώς αποδεικνύει τον όγκο αγόνων ο οποίος χρειάζεται να απομακρυνθεί για να εξορυχθεί 1 τόνος μεταλλεύματος. Ως εκ τούτου όσο μικρότερη η σχέση αυτή τόσο πιο συμφέρουσα η εκμετάλλευση.

Κεφάλαιο 6.

Εκτιμήσεις κόστους

6.1 Εισαγωγή

Η διαδικασία εκτίμησης κόστους διενεργείται για την εύρεση του ποσού κοστολόγησης ενός εγχειρήματος και αποδίδει την συνολική αξία του. Πραγματοποιείται για την εύρεση του προϋπολογισμού αλλά και των οικονομικών περιορισμών στο κόστους του έργου. Παράλληλα, αξιολογείται η σκοπιμότητα του έργου και διευκολύνεται η διαχείρισή του.

Στην παρούσα διπλωματική, η εκτίμηση κόστους για κάθε έναν από τους τέσσερις εναλλακτικούς σχεδιασμούς που προτάθηκαν στο κεφάλαιο 5 χρησιμοποιείται για την εύρεση του οικονομικά βέλτιστου σχεδίου για την πλήρη εξόρυξη του κοιτάσματος. Αρχικά συγκρίνονται οι δύο πρώτοι σχεδιασμοί (Α' και Β') με βάση την υπάρχουσα κατάσταση. Στη συνέχεια διερευνείται το κόστος της εκμετάλλευσης εάν το τοπογραφικό ανάγλυφο δεν είχε υποστεί τις επιχωματώσεις (σχεδιασμοί Γ' και Δ'). Τέλος εκτιμάται το κόστος της εκμετάλλευσης εφόσον εξ' αρχής είχε πραγματοποιηθεί με υπόγεια μέθοδο μόνο.

6.2 Κόστος Υπαίθριας Εκμετάλλευσης

Για τον υπολογισμό του κόστους της υπαίθριας εκμετάλλευσης, θα χρησιμοποιηθεί ένα ενδεικτικό κοστολόγιο της εταιρείας Larco με βάση το οποίο το κόστος για αποκάλυψη είναι 2,20 €/m³ και το κόστος για εξόρυξη μεταλλεύματος είναι 1,10 €/tn.

6.3 Κόστος Υπόγειας Εκμετάλλευσης

Το κόστος της υπόγειας εκμετάλλευσης υπολογίζεται ως το άθροισμα του κόστους επένδυσης (Capital Cost) και του κόστους λειτουργίας (Operational Cost). Σημειώνεται όμως ότι αυτό γίνεται κυρίως ώστε να συμπεριληφθεί στην αξιολόγηση το κόστος των προσπελαστικών έργων τα οποία θεωρούνται ως κόστη επένδυσης και όχι τα κόστη που αφορούν στην αγορά εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί στην εκμετάλλευση.

Ως κόστος λειτουργίας ορίζεται το σύνολο των εξόδων της παραγωγικής διαδικασίας ήτοι δηλαδή τα έξοδα όρυξης της στοάς, λειτουργίας και συντήρησης μηχανημάτων, μισθοδοσίας εργαζομένων και μεταφοράς μεταλλεύματος από το εσωτερικό της στοάς μέχρι την πλατεία απόθεσης. Το λειτουργικό κόστος εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010). Συνήθως οι τιμές του κόστους για υπόγεια εκμετάλλευση κυμαίνονται από 14-25 €/tn.

Σύμφωνα με στοιχεία από διπλωματικές εργασίες και μελέτες για το υπό εξέταση κοίτασμα (Δ.Ε. Σαντοριναίου, Μάρτιος 2017) το ποσοστό αποληψιμότητας του σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος μέσω υπόγειας εκμετάλλευσης ορίζεται στο 85%.

Παράλληλα, λαμβάνονται υπ' όψη, κοστολογικές εκτιμήσεις οι οποίες προκύπτουν από οικονομικά στοιχεία πραγματικών εκμεταλλεύσεων σε προϋπάρχουσες διπλωματικές εργασίες. Πιο συγκεκριμένα, για βωξιτικά κοιτάσματα, εκμεταλλευόμενα με τη μέθοδο των θαλάμων και στύλων και κατακρήμνιση της οροφής με διαδοχικούς υποορόφους στην μεν πρώτη περίπτωση το κόστος υπολογίζεται σε 17 €/tn ενώ στη δεύτερη σε 10 €/tn. Τα παραπάνω ποσά λαμβάνουν προσαύξηση ώστε να ληφθούν υπ' όψη το εργολαβικό όφελος, τα πιθανά κόστη για την αντιμετώπιση απρόβλεπτων καταστάσεων. Προκύπτει λοιπόν κόστος εκμετάλλευσης ίσο με:

- 22 €/tn στην περίπτωση εκμετάλλευσης με θαλάμους και στύλους
- 15 €/tn στην περίπτωση εκμετάλλευσης με κατακρήμνιση οροφής με διαδοχικούς υποορόφους.

6.4 Κόστος παρούσας εκμετάλλευσης

Στο διάγραμμα 2.3 που παρουσιάστηκε στο δεύτερο κεφάλαιο της διπλωματικής, φαίνεται η συγκριτική μεταβολή του κόστους εκμετάλλευσης με υπαίθρια και υπόγεια μέθοδο συναρτήσει του βάθους.

Το κόστος υπαίθριας εκμετάλλευσης ενδέχεται να είναι αρχικά χαμηλότερο από αυτό της υπόγειας για κοιτάσματα που βρίσκονται σε μικρό βάθος, παρόλα αυτά με την αύξηση του βάθους αυξάνεται. Από την άλλη πλευρά, αν και το κόστος της υπόγειας εκμετάλλευσης ενδέχεται να είναι αρχικά αυξημένο για κοιτάσματα σε μικρό βάθος, η περαιτέρω σταδιακή αύξηση του βάθους δεν επιφέρει ιδιαίτερα σημαντική αύξηση του κόστους.

Το σημείο στο οποίο τέμνονται οι δύο καμπύλες είναι αυτό το οποίο καθορίζει μέχρι ποιο βάθος είναι οικονομικά συμφέρουσα η υπαίθρια εκμετάλλευση. Πέρα από αυτό το σημείο οικονομικά συμφέρουσα είναι και η εξ' ολοκλήρου υπόγεια εκμετάλλευση του κοιτάσματος.

Από τη διαδικασία ογκομέτρησης των εκσκαφών του κεφαλαίου 5 εξάγεται ο ακόλουθος πίνακας που διαχωρίζει τις εκσκαφές σε δύο φάσεις (υπαίθριας κ' υπόγειας εκμετάλλευσης) και φανερώνονται οι όγκοι αγόνων και μεταλλεύματος.

Παρατηρείται, ότι οι όγκοι μεταλλεύματος δεν ταυτίζονται στις τέσσερις περιπτώσεις. Η διαφορά που υπάρχουν είναι αποτέλεσμα των υπολογισμών του προγράμματος Surpac για τα αποθέματα κατά την προσομοίωση. Εφόσον οι διαφορές κυμαίνονται σε μικρά ποσοστά (>10%) και συνάδουν με τα πραγματικά στοιχεία που δόθηκαν από την εταιρεία, η διαδικασία θεωρείται επιτυχής. Σε κάθε άλλη περίπτωση θα πρέπει να γίνει επανασχεδιασμός του μοντέλου και κατάλληλα παραμετροποίηση ώστε να παρουσιαστεί η πραγματική εικόνα.

Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας Ογκομετρήσεων

Υπαίθρια εκμετάλλευση	A	B	C	D
όγκος εκσκαφών(m ³)	12.757.300	8.886.675	9.360.800	6.327.525
όγκος κοιτάσματος(m ³)	338.400	160.800	368.300	195.900
όγκος αγόνων(m ³)	12.418.900	8.725.875	8.992.500	6.131.625
τόνοι αγόνων(tn)	29.805.360	20.942.100	21.582.000	14.715.900
τόνοι κοιτάσματος(tn)	1.116.720	530.640	1.215.390	646.470
Υπόγεια εκμετάλλευση				
	A	B	C	D
όγκος κοιτάσματος(m ³)		188.600		186.750
τόνοι κοιτάσματος(tn)		622.380		616.275
τόνοι κοιτάσματος(tn) (85%απόληψη)		529.023		523.834
Συνολικοί τόνοι κοιτάσματος(tn)				
	1.116.720	1.059.663	1.215.390	1.170.304

6.4.1 Σύγκριση κόστους Α' και Β' Σχεδιασμών

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία του Πίνακα 6.1 αλλά και τις τιμές κόστους αποκάλυψης και εξόρυξης που παρατέθηκαν πιο πάνω δημιουργήθηκε ο πίνακας κοστολόγησης και σύγκρισης των εναλλακτικών σχεδιασμών Α' και Β'.

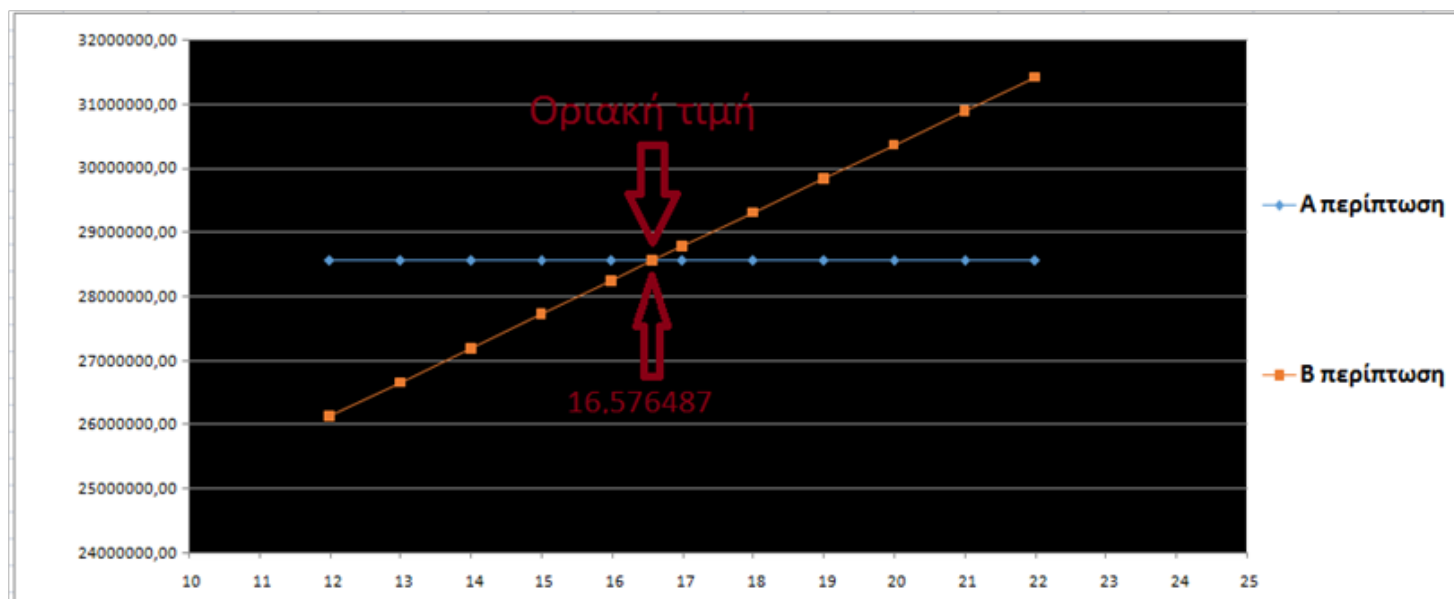
Πίνακας 6.2: Πίνακας κοστολόγησης και σύγκρισης σχεδιασμών Α',Β.

ΚΟΣΤΟΣ	Α' περίπτωση		Β' περίπτωση		
	Υπαίθρια Εκμετάλλευση	Κόστος αποκάλυψης	27.321.580,00 €	19.196.925,00 €	
Κόστος εξόρυξης		1.228.392,00 €	583.704,00 €		
Υπόγεια Εκμετάλλευση			Θάλαμοι και στύλοι	Κατακρήμνιση οροφής	
			11.638.506,00 €	7.935.345,00 €	
Συνολικό Κόστος	Σύνολο Α'	28.549.972,00 €	Σύνολο Β'	31.419.135,00 €	27.715.974,00 €

Το συνολικό κόστος στην Α' περίπτωση ανέρχεται στα 28,5 εκ. €. Στη Β' με τον συνδυασμό υπαίθριας και υπόγειας μεθόδου στην περίπτωση σχεδιασμού με θαλάμους και στύλους ανέρχεται στα 31,4 εκ. € ενώ με κατακρήμνιση στα 27,7 εκ. €.

Οι όγκοι και τα κόστη που παρουσιάστηκαν παραπάνω με τη χρήση των μαθηματικών σχέσεων του επιτρεπόμενου συντελεστή αποκάλυψης αλλά και της συνολικής σχέσης αποκάλυψης της ενότητας 2.2.3 αποδίδουν την οριακή τιμή του κόστους υπόγειας εκμετάλλευσης κατά την οποία οριοθετείται μέχρι ποιο σημείο η χρήση και υπόγειας μεθόδου είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση του επιχωματωμένου τοπογραφικού αναγλύφου καθώς οι υπερκείμενοι σχηματισμοί του κοιτάσματος είναι χαλαροί η περίπτωση συνέχισης της εκμετάλλευσης υπόγεια απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.



Διάγραμμα 6.1: Διάγραμμα σύγκρισης κόστους Α' και Β' περίπτωσης

Παρατηρείται ότι για τιμές υπόγειας εκμετάλλευσης μικρότερες της οριακής τιμής 16,57 €/tn ο συνδυασμός υπαίθριας και υπόγειας μεθόδου είναι οικονομικότερος. Για τιμές μεγαλύτερες της οριακής, το συνολικό κόστος αυξάνεται υπερβολικά και προκρίνεται η περίπτωση Α' της υπαίθριας εκμετάλλευσης εξ' ολοκλήρου. Καθώς η χρήση κατακρήμνισης δεν προτείνεται όπως εξηγήθηκε προηγουμένως, και η τιμή της μεθόδου με θαλάμους και στύλους είναι στα 22 €/tn συνολικά η περίπτωση Α' είναι η συμφέρουσα.

6.4.2 Σύγκριση κόστους Γ' και Δ' Σχεδιασμών

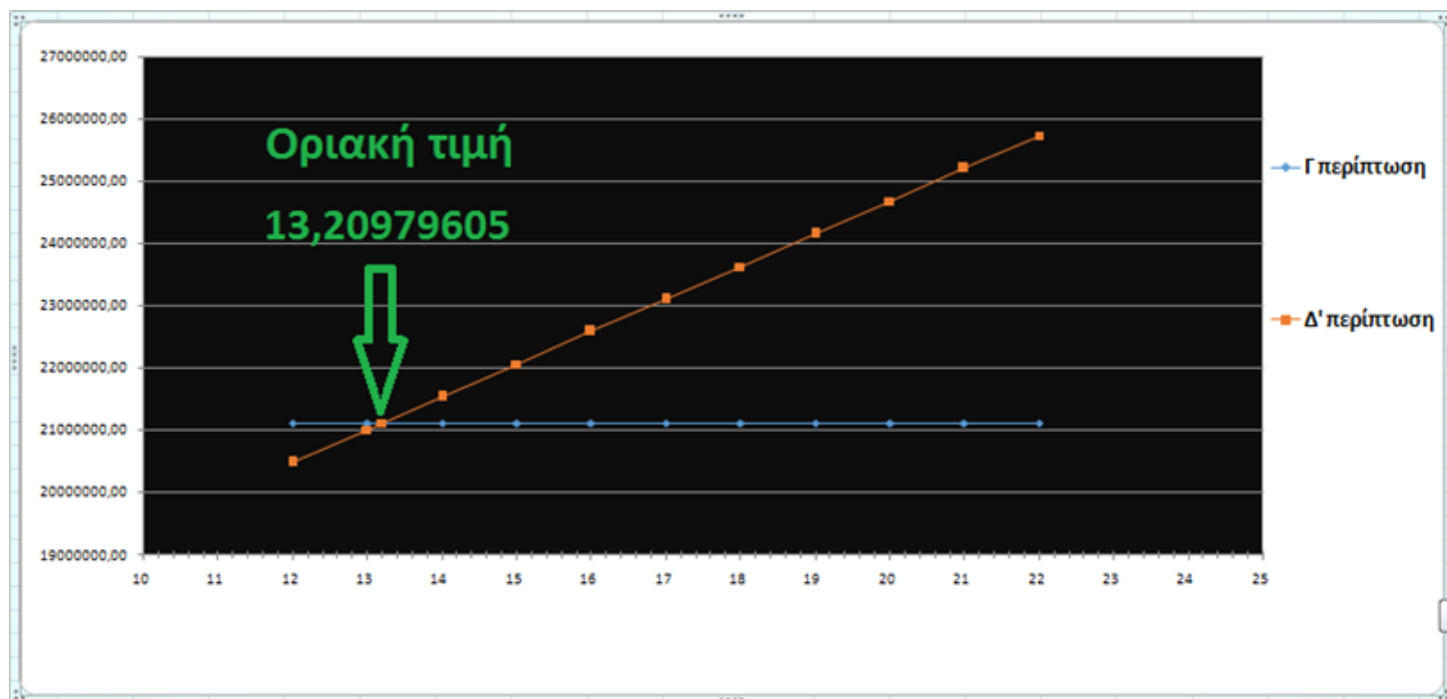
Όπως προαναφέρθηκε, στην παρούσα διπλωματική, παρουσιάζονται και οι εναλλακτικοί σχεδιασμοί Γ' και Δ' που αφορούν την εκμετάλλευση με υπαίθρια έργα είτε με συνδυασμό μεθόδων αντίστοιχα, με βάση το τοπογραφικό ανάγλυφο όπως διαμορφώθηκε μετά την πρώτη εκμετάλλευση. Με τα παραπάνω στοιχεία του Πίνακα 6.1 αλλά και τις τιμές κόστους αποκάλυψης και εξόρυξης που παρατέθηκαν πιο πάνω δημιουργήθηκε ο πίνακας κοστολόγησης και σύγκρισης και των εναλλακτικών σχεδιασμών Γ' και Δ' ομοίως με τον πίνακα 6.2.

Πίνακας 6.3: Πίνακας κοστολόγησης και σύγκρισης σχεδιασμών Γ',Δ.

ΚΟΣΤΟΣ	Γ' περίπτωση		Δ' περίπτωση		
	Υπαίθρια Εκμετάλλευση	Κόστος αποκάλυψης	19.783.500,00 €	13.489.575,00 €	
Κόστος εξόρυξης		1.336.929,00 €	711.117,00 €		
Υπόγεια Εκμετάλλευση			Θάλαμοι και στύλοι	Κατακρήμνιση οροφής	
			11.524.342,50 €	7.857.506,25 €	
Συνολικό Κόστος	Σύνολο Γ'	21.120.429,00 €	Σύνολο Δ'	25.725.034,50 €	22.058.198,25 €

Το συνολικό κόστος στην Γ' περίπτωση ανέρχεται στα 21,1 εκ. €. Στη Δ' με τον συνδυασμό υπαίθριας και υπόγειας μεθόδου στην περίπτωση σχεδιασμού με θαλάμους και στύλους ανέρχεται στα 25,7 εκ. € ενώ με κατακρήμνιση στα 22,05 εκ. €. Αξίζει να σημειωθεί ότι καθώς ο όγκος αγόνων είναι αρκετά μικρότερος σε σχέση με τους άλλους δυο εναλλακτικούς σχεδιασμούς αφού δεν έχει γίνει επιχωμάτωση, το κόστος είναι συνολικά μικρότερο και για την περίπτωση Γ' και για την Δ'.

Παράλληλα, από τη διερεύνηση της οριακής τιμής κατά την οποία οριοθετείται μέχρι ποιο σημείο η χρήση και υπόγειας μεθόδου είναι οικονομικά συμφέρουσα εξάχθηκε το εξής συμπέρασμα. Η οριακή τιμή υπολογίστηκε στα 13,2 €/tn, χαμηλότερη σε σχέση με πριν κατά 3,37 €/tn.



Διάγραμμα 6.2: Διάγραμμα σύγκρισης κόστους Γ' και Δ' περίπτωσης

6.4.3 Διερεύνηση κόστους υπόγεια εκμετάλλευσης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η περίπτωση της εκμετάλλευσης του σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος των ΒΑ Ακρών με υπόγεια μέθοδο εξ' αρχής. Οι τιμές για τις μεθόδους που προτείνονται είναι οι υπάρχουσες ενώ παραθέτονται εκτιμήσεις κόστους για την εκμετάλλευση με βάση την υπάρχουσα κατάσταση της επικωμάτωσης αλλά και με βάση το ανάγλυφο με την προϋπάρχουσα εκμετάλλευση.

Αξιοποιώντας τον τύπο για τον επιτρεπόμενο συντελεστή αποκάλυψης (ASR) (Bakhtavar, et al, 2008) υπολογίζεται ότι:

$$ASR = \frac{22 - 1,10}{2,20} = 9,5 \quad \text{Για μέθοδο θαλάμων και στύλων}$$

$$ASR = \frac{15 - 1,10}{2,20} = 6,3 \quad \text{Για μέθοδο κατακρήμνισης οροφής}$$

Για την περίπτωση του επικωματωμένου τοπογραφικού ανάγλυφου από την ενότητα 5.2.4 για την υπαίθρια εκμετάλλευση υπολογίστηκε Σ.Ε. 11,12 m³/tn. Αντίστοιχα για την περίπτωση του δεύτερου αναγλύφου η Σ.Ε. υπολογίστηκε στα 7,4 m³/tn.

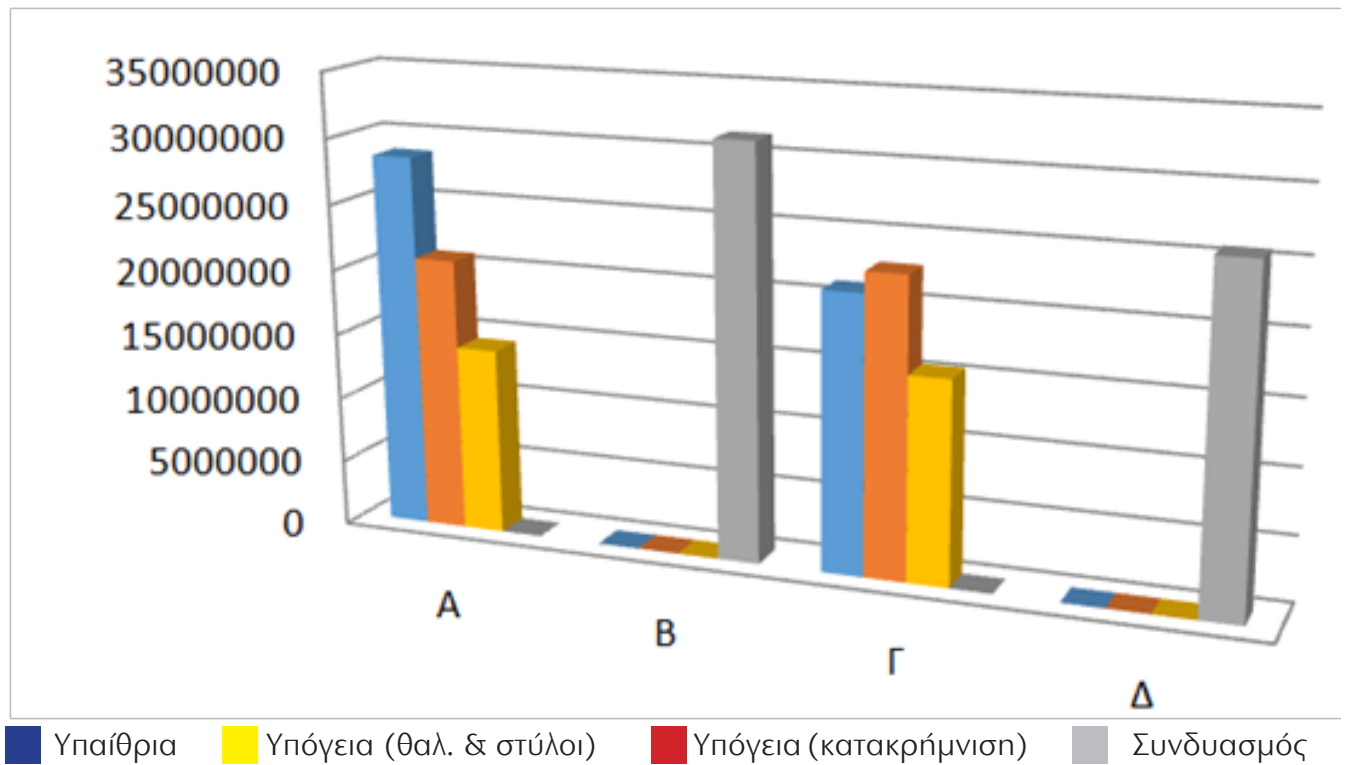
Παρατηρείται ότι για την πρώτη περίπτωση η Σ.Ε. και για τις δύο μεθόδους υπόγεια εκμετάλλευσης είναι μικρότερες από την αντίστοιχη Σ.Ε. για την υπαίθρια. Ως εκ τούτου η υπόγεια εκμετάλλευση είναι συγκριτικά συμφέρουσα.

Βέβαια, με δεδομένο ότι οι υπερκείμενοι σχηματισμοί του κοιτάσματος είναι χαλαροί η περίπτωση συνέχισης της εκμετάλλευσης υπόγεια απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.

Από την άλλη πλευρά, στην δεύτερη περίπτωση με το ανάγλυφο της προϋπάρχουσας εκμετάλλευσης, η Σ.Ε. για την υπαίθρια μέθοδο είναι 7,4 m³/tn. Η μέθοδος θαλάμων και στύλων παρουσιάζει μεγαλύτερη Σ.Ε. οπότε είναι λιγότερο συμφέρουσα. Αντίθετα, η μέθοδος την κατακρήμνισης οροφής με διαδοχικούς υποορόφους παρουσιάζει Σ.Ε. 6,32 m³/tn. και προτείνεται έναντι της υπαίθριας εκμετάλλευσης.

Πίνακας 6.4: Πίνακας κοστολόγησης υπογείων μεθόδων

	Κόστος/tn	Τόνοι κοιτάσματος	Τόνοι κοιτάσματος με απόληψη 85%	Κόστος υπόγεια εκμετάλλευσης
Θάλαμοι και στύλοι	(22 €/tn)	1.116.720 tn	949.212,00 tn	20.882.664,00 €
Κατακρήμνιση οροφής	(15 €/tn)			14.238.180,00 €



Διάγραμμα 6.3: Ιστόγραμμα σύγκρισης κόστους υπόγειας εκμετάλλευσης και εναλλακτικών σχεδιασμών

Σημειώνεται ότι στις περιπτώσεις A, εφόσον γίνει υπόγεια εκμετάλλευση, και B, επειδή τα υπερκείμενα άγωνα είναι επιχωματώσεις άρα και χαλαροί σχηματισμοί η μέθοδος της κατακρήμισης οροφής δεν προτείνεται λόγω πιθανών καθιζήσεων, παρόλο που είναι οικονομικότερη.

Συμπεραίνεται ότι η υπόγεια εκμετάλλευση λόγω της απουσίας απομάκρυνσης του τεράστιου όγκου υπερκείμενων αγόνων θα ήταν οικονομικά συμφέρουσα αν είχε εφαρμοστεί αρχικά για το σύνολο του κοιτάσματος.

Από το ιστόγραμμα 6.3 επιβεβαιώνονται και τα αποτελέσματα των παραπάνω συγκρίσεων των Σ.Ε. καθώς η υπόγεια εκμετάλλευση και ιδιαίτερα με την μέθοδο κατακρήμισης οροφής είναι και στην περίπτωση A' και στην Γ' η οικονομικότερη.

Κεφάλαιο 7.

Συμπεράσματα

Η ΛΑΡΚΟ Γ.Μ.Μ.Α.Ε. είναι μια εταιρεία που εξειδικεύεται στην εξόρυξη και μεταλλουργική κατεργασία σιδηρονικελίου από το 1963. Για το σύνολο των κοιτασμάτων που έχουν εξορυχτεί μέχρι σήμερα, έχει προτιμηθεί η υπαίθρια μέθοδος. Μια από τις στρατηγικές αποφάσεις που καλείται να λάβει η εταιρεία είναι να διαφοροποιηθεί και να εκτιμήσει αν ο συνδυασμός υπαίθριας και υπόγειας μεθόδου ή η εξ' ολοκλήρου υπόγεια εκμετάλλευση μπορεί να υιοθετηθεί. Η έρευνα αυτή είναι απαραίτητο να γίνει καθώς τα εναπομείναντα κοιτάσματα εντοπίζονται σε ολοένα και αυξανόμενο βάθος και η υπαίθρια εκμετάλλευση κρίνεται οικονομικά ασύμφορη. Παράλληλα, εναπομείναντα κοιτάσματα μικρότερης περιεκτικότητας σε νικέλιο κρίνεται πλέον αναγκαίο να εξορυχτούν σε σχέση με παλαιότερα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διαμορφώθηκαν εναλλακτικά σχέδια για το κοιτάσμα των ΒΑ Ακρών τόσο με υπαίθρια όσο και με υπόγεια εκμετάλλευση για το υπάρχον τοπογραφικό ανάγλυφο στο οποίο έχουν πραγματοποιηθεί επιχωματώσεις και εκτιμήθηκε το κόστος ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση.

Διαμορφώθηκαν επίσης εναλλακτικά σχέδια εκμετάλλευσης για την περίπτωση όπου δεν είχε πραγματοποιηθεί επιχωμάτωση, ενώ εξετάσθηκε και η περίπτωση πραγματοποίησης της εκμετάλλευσης μόνο υπόγεια είτε με τη μέθοδο θαλάμων και στύλων είτε με τη μέθοδο της κατακρήμνισης οροφής.

Για το πρώτο στάδιο των σχεδιασμών Α' και Β' οι εκτιμήσεις κόστους έδειξαν ότι η οικονομικότερη μέθοδος είναι αυτή του συνδυασμού υπαίθριας εκμετάλλευσης και υπόγειας με κατακρήμνιση οροφής. Βέβαια, η λύση αυτή απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση λόγω της φύσης των υπερκείμενων αγόνων καθώς πρόκειται για επιχωματώσεις και επομένως χαλαρούς σχηματισμούς.

Για το δεύτερο στάδιο που αφορά τους σχεδιασμούς Γ' και Δ' οι εκτιμήσεις κόστους έδειξαν ότι η οικονομικότερη μέθοδος είναι η υπαίθρια. Αυτό συμβαίνει διότι ο όγκος αγόνων προς εξόρυξη είναι αρκετά μικρότερος αφού απουσιάζουν οι επιχωματώσεις.

Στο τρίτο στάδιο που μελετήθηκε η υπόγεια εκμετάλλευση του κοιτάσματος εξάχθηκε το εξής συμπέρασμα. Η υπόγεια μέθοδος εξόρυξης είναι οικονομικά συμφέρουσα για το επιχωματωμένο τοπογραφικό ανάγλυφο για οποιαδήποτε από τις δύο υπόγειες μεθόδους επιλεχθεί. Τονίζεται ότι λόγω, των χαλαρών σχηματισμών των υπερκείμενων αγόνων η περίπτωση της υπόγειας εκμετάλλευσης θα πρέπει να εξετασθεί διεξοδικά.

Στο στάδιο σύγκρισης των σχεδιασμών υπολογίστηκαν και οι οριακές τιμές κόστους υπόγειας εκμετάλλευσης κατά την φάση του συνδυασμού μεθόδων, οι οποίες υποδεικνύουν την τιμή μετά την οποία η υπαίθρια εκμετάλλευση είναι πιο συμφέρουσα από τον συνδυασμό μεθόδων.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν θεωρητική προσέγγιση του ζητήματος της εκμετάλλευσης στην περιοχή των ΒΑ Ακρών. Συνεπώς για μεγαλύτερη ακρίβεια χρειάζεται η εταιρεία να διερευνήσει τις πιθανές μεθόδους με βάση και τα γεωτεχνικά στοιχεία αλλά και να πραγματοποιήσει πλήρεις οικονομοτεχνικές αναλύσεις με βάση το κόστος των έργων αλλά και τις τιμές πώλησης νικελίου διεθνώς ώστε να καταλήξει αν είναι οικονομικά συμφέρον να υιοθετηθούν και υπόγειες μέθοδοι εκμετάλλευσης.

Είναι βέβαιο ότι η επιλογή της επιχωμάτωσης της παλαιότερης εκμετάλλευσης, πιθανά γιατί το εναπομείναν απόθεμα θεωρήθηκε τη δεδομένη χρονική στιγμή μη εκμεταλλεύσιμο, δημιουργεί πρόσθετα προβλήματα αυξάνοντας σημαντικά το κόστος. Τέτοιες πρακτικές θα πρέπει να αποφεύγονται και οι λύσεις που προτείνονται θα πρέπει να βασίζονται και σε μοντέλα πρόβλεψης τιμών ώστε να διερευνείται η πιθανότητα εκμετάλλευσης «κοιτασμάτων» με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χρήσιμο συστατικό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αποστολίκας, Α. (2010) Κοιτασματολογία Νικελίου, Καστοριά, Εκδόσεις Εφύρα.

Ζαφειρούλη – Βρετού Φ., Πουλοπούλου Ι. (2016) Εκτίμηση αποθεμάτων και σχεδιασμός εκμετάλλευσης κοιτάσματος σιδηρονικελίου στα μεταλλεία Εύβοιας, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μενεγάκη, Μ. (2010) Σημειώσεις του Μαθήματος, Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων, Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. (http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1065/document/notes_surface_mining.pdf)

Bakhtavar, E, Shahriar, K & Oraee, K, 2007. Effective Factorde Investigation In Choice Between Surface and Underground Mining. Sofia, Bulgaria: VII-th International Scientific Conference SGEM2007.

Bakhtavar, E., Shahriar, K. & Oraee, K., 2008. An approach towards ascertaining open-pit to underground transition depth.

Σαντοριναίου Μ. Ν., (2017) Διερεύνηση βέλτιστης απόφασης για την υπαίθρια ή την υπόγεια εκμετάλλευση κοιτασμάτων.

Μπενάρδος Α. & Καλιαμπάκος Δ., (2010). Υπόγεια Έργα. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μπενάρδος Α., (2014). Σχεδιασμός Υπογείων Εκμεταλλεύσεων (http://www.metal.ntua.gr/index.pl/notes7d1d23d9_gr)

Ζευγώλης, Ε. (2014) Μεταλλουργία Σιδήρου, Θεωρία και Τεχνολογία, Αθήνα, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.

Μπακράτσος Δ., (2019) Διερεύνηση παραμέτρων και σχεδιασμός εκμετάλλευσης Σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος στο Ρεκαβέτσι Βασιλείου Ε., Ιούλιος 2013

Κίλιας, Α., Μουντράκης, Δ. (1989): Το τεκτονικό κάλυμμα της Πελαγονικής. Τεκτονική, μεταμόρφωση και μαγματισμός, τ.23,

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.larco.gr/el.index.php> προσπέλαση 1/9/2019

<https://www.orykta.gr> προσπέλαση 1/9/2019

<https://www.nickelinstitute.org/> προσπέλαση 1/9/2019

<https://www.lme.com> προσπέλαση 1/9/2019

<https://www.mining.com/> προσπέλαση 1/9/2019

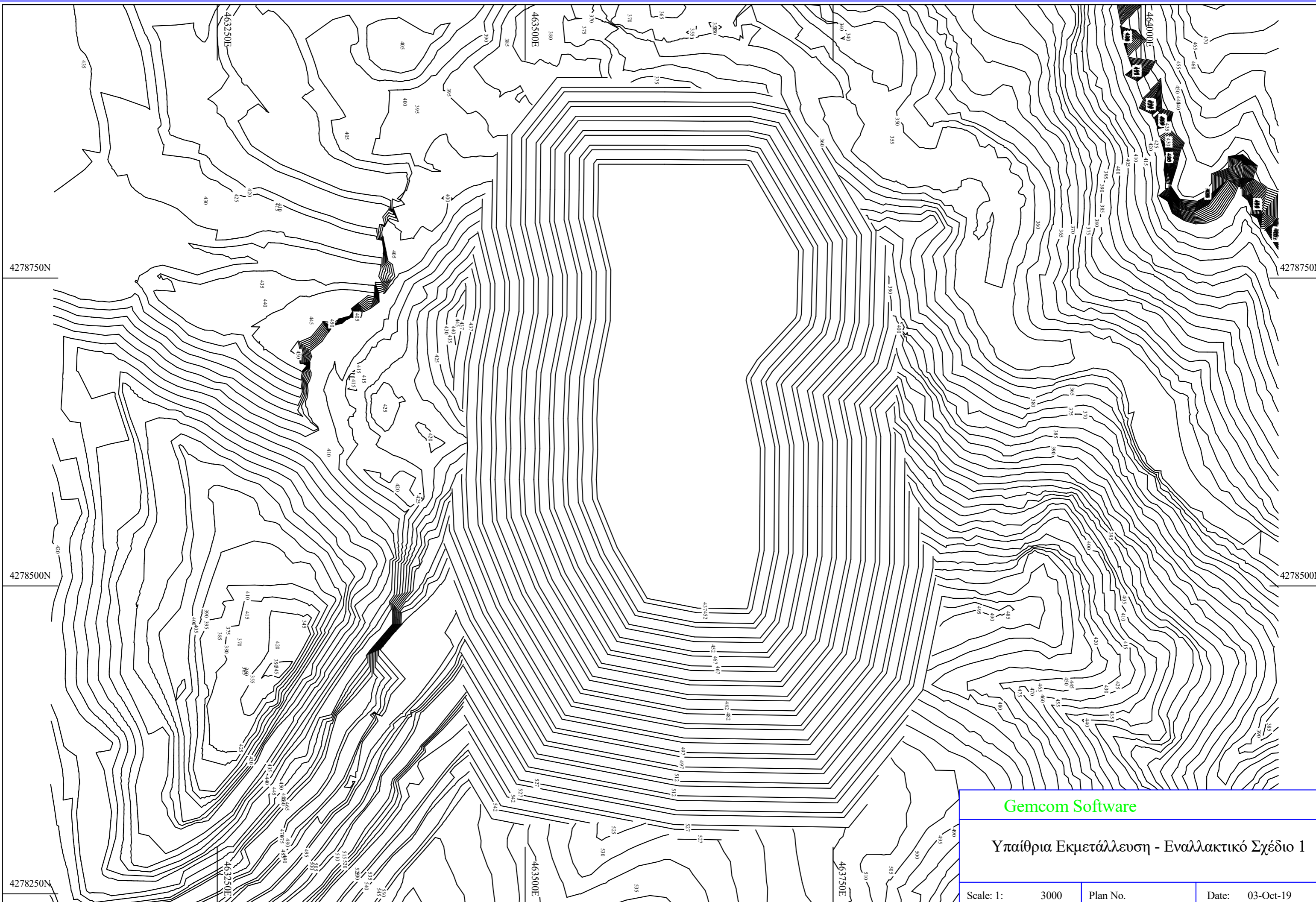
<https://www.usgs.gov/> προσπέλαση 1/9/2019

<https://www.mapsofworld.com/> προσπέλαση 1/9/2019

<https://www.world-mining-data.info> προσπέλαση 1/9/2019

<http://www.naturagraeca.com/ws/> προσπέλαση 1/9/2019

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

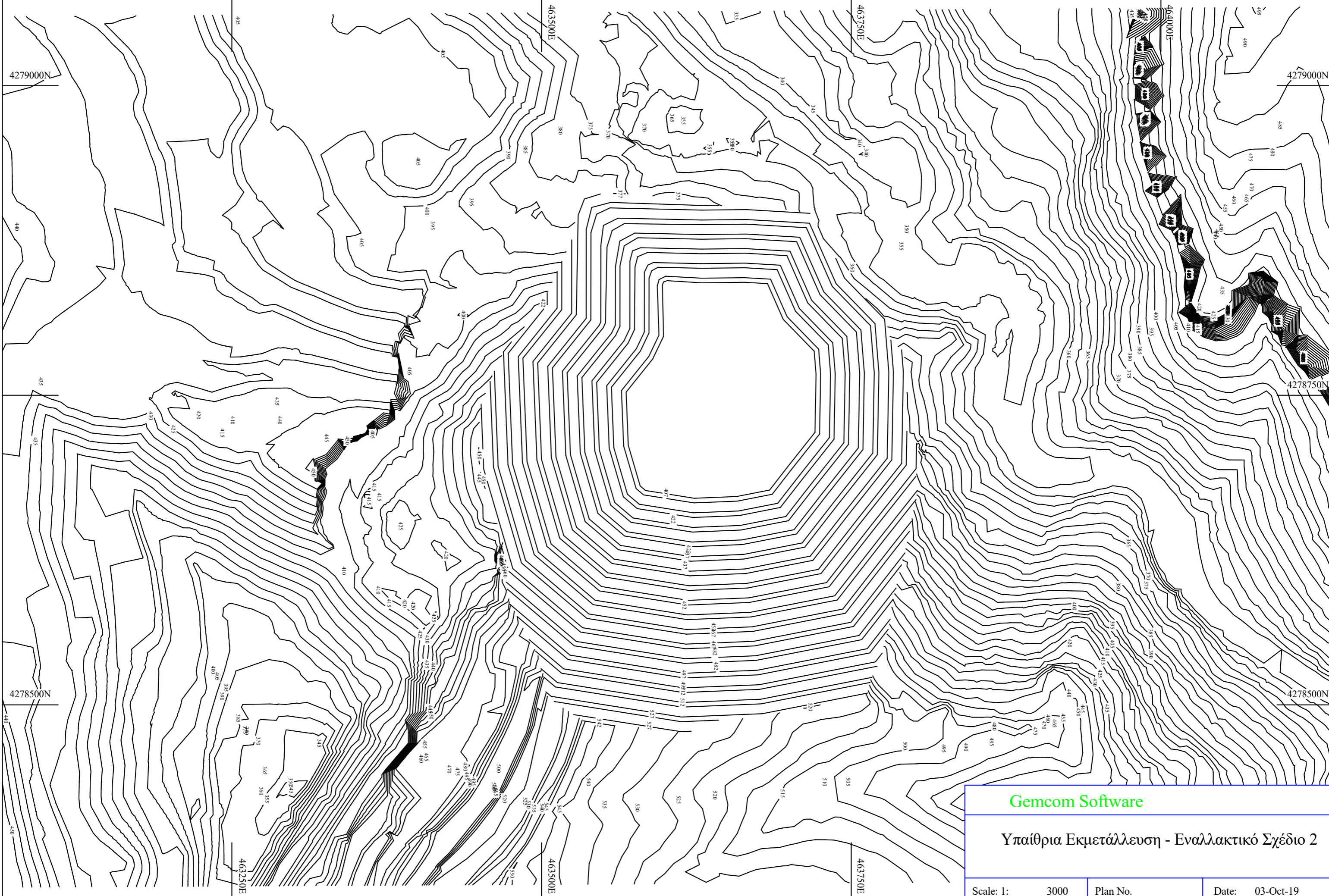


Gemcom Software

Υπαίθρια Εκμετάλλευση - Εναλλακτικό Σχέδιο 1

Scale: 1:	3000	Plan No.	Date: 03-Oct-19
-----------	------	----------	-----------------

10_topindex

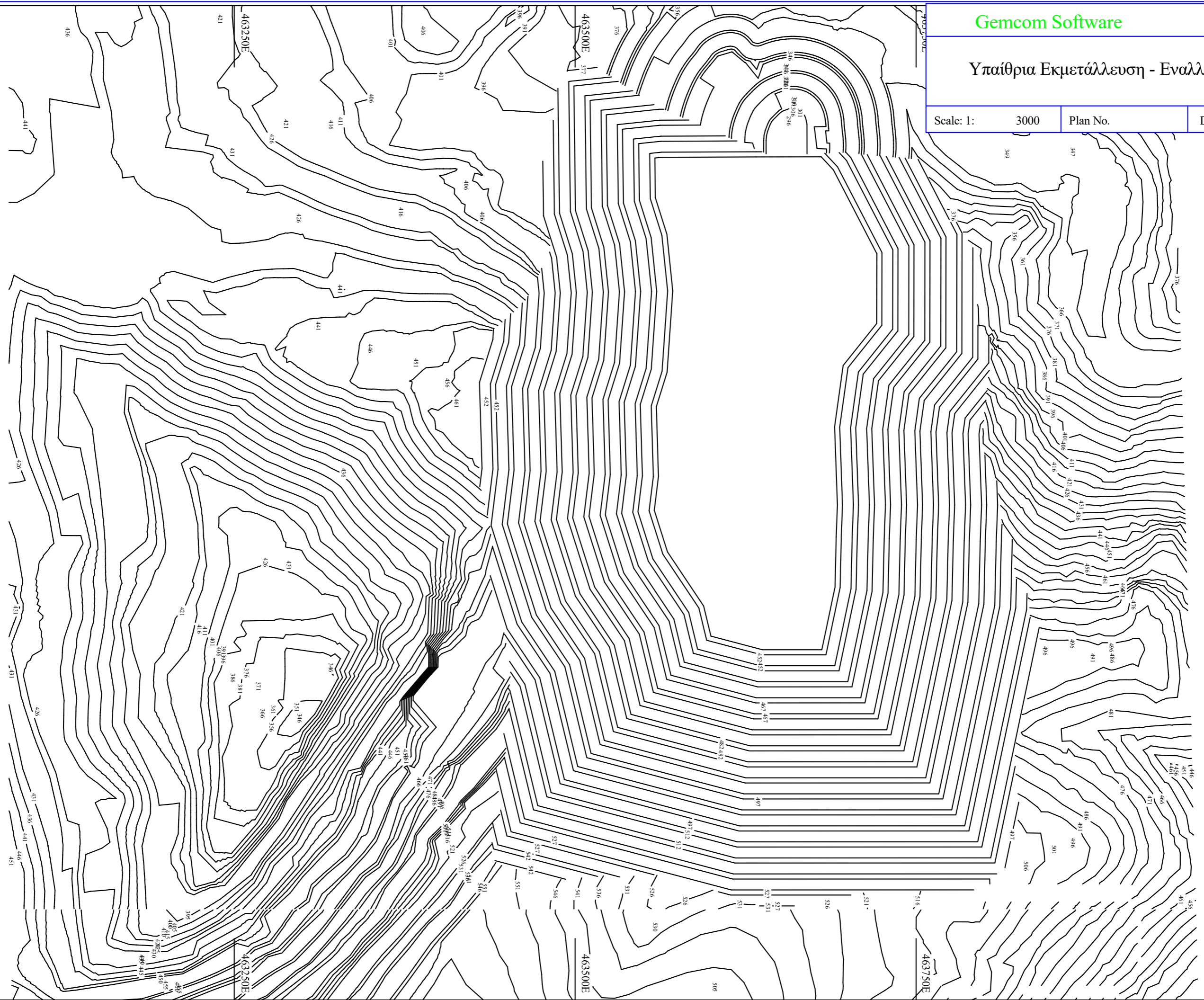


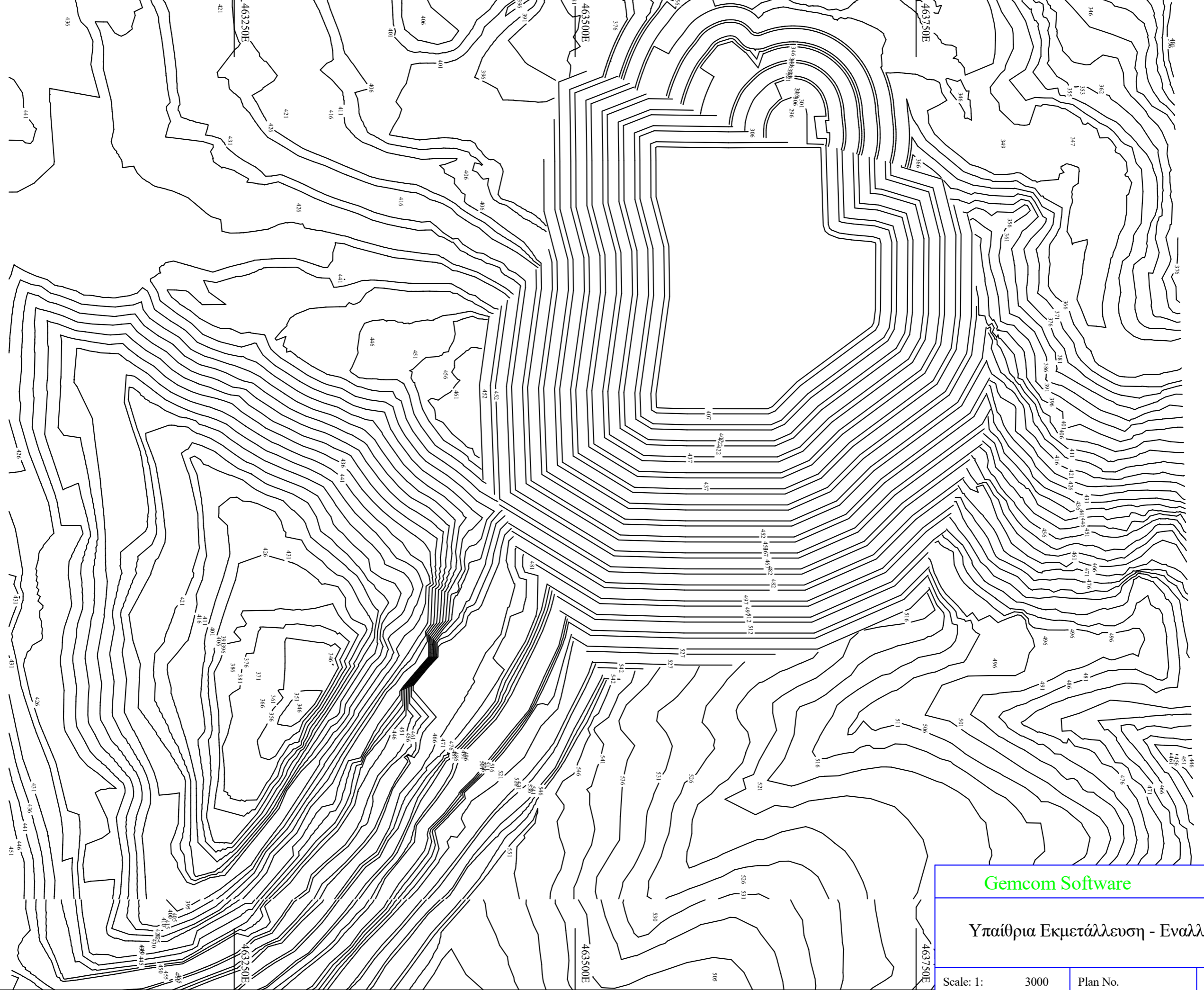
Gemcom Software

Υπαίθρια Εκμετάλλευση - Εναλλακτικό Σχέδιο 2

Scale: 1:	3000	Plan No.	Date: 03-Oct-19
-----------	------	----------	-----------------

Scale: 1:	3000	Plan No.	Date: 03-Oct-19
-----------	------	----------	-----------------





Gemcom Software

Υπαίθρια Εκμετάλλευση - Εναλλακτικό Σχέδιο 4

Scale: 1:	3000	Plan No.	Date: 03-Oct-19
-----------	------	----------	-----------------

