



Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Τμήμα Περιβάλλοντος  
Σχολή Περιβάλλοντος



Πτυχιακή Εργασία  
Αποκατάσταση μεταλλείων

Ριζόπουλος Ιωάννης

Επιβλέπων Καθηγητής:  
Μιχαήλ Αγγελίδης

## TABLE OF CONTENTS

---

---

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	2
2. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ .....	5
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ .....	9
4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΙΚΕΛΙΟΥ .....	14
5. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ .....	19
6. ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΝΙΚΕΛΙΟΥ .....	32
7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΙΔΗΡΟΝΙΚΕΛΙΟΥ ΤΗΣ ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ 34	
8. ΕΥΧΑΡΙΣΤΕΙΕΣ.....	41
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	42

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Η μεταλλουργία είναι ένας κλάδος της επιστήμης των υλικών σχετικός με την παρασκευή μετάλλων και κραμάτων από μεταλλεύματα ή άλλες πρώτες ύλες, καθώς και την κατεργασία των μετάλλων και των κραμάτων για την τροποποίηση των ιδιοτήτων αυτών των υλικών. Αναλόγως, ο κλάδος της μεταλλουργίας διακρίνεται σε εξαγωγική μεταλλουργία και μεταλλογνωσία ή φυσική μεταλλουργία.

Τα μεταλλεύματα τα οποία εξορύσσονται και τα οποία είναι χρήσιμα στην καθημερινότητα μας είναι ο βωξίτης, τα μεταλλεύματα χαλκού, τα σιδηρομεταλλεύματα, τα μεταλλεύματα μόλυβδου όμως επίσης υπάρχουν πολλά ακόμα μεταλλεύματα που μπορεί να τα εξορύξει ο άνθρωπος και να τα χρησιμοποιήσει για να κάνει πιο εύκολη την καθημερινότητα του παραδείγματος χάριν σπάνιων γαιών δηλαδή το λίθιο το γερμάνιο κ.τ.λ. μέσα σε αυτά είναι και τα νικελιούχα μεταλλεύματα όπου και θα αναφερθούμε στη συγκεκριμένη εργασία. (Τζεφέρης, Π. 2015. Εξόρυξη κι επεξεργασία μεταλλευμάτων (II) [online]. Available from: [http://www.oryktosploutos.net/2015/03/blog-post\\_21.html](http://www.oryktosploutos.net/2015/03/blog-post_21.html)).

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι είχαν ανακαλύψει την τέχνη της μεταλλουργίας καθώς και τα μεταλλεύματα τα οποία τα επεξεργάζονταν και δημιουργούσαν χρήσιμα αντικείμενα. Η τέχνη της μεταλλουργίας ξεκίνησε από την προϊστορική εποχή και συγκεκριμένα από την εποχή χαλκού (2600 π.Χ. μέχρι το 1100 π.Χ.). Σε αυτήν την περίοδο ο άνθρωπος άρχισε να χρησιμοποιεί τα μέταλλα και συγκεκριμένα των χαλκού για τις ανάγκες του. Ο Χαλκός θεωρείται ότι είναι το πρώτο μέταλλο που εξορύχθηκε και επεξεργάστηκε από τον άνθρωπο συνεχίζει να χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα σε πολλές εφαρμογές και προϊόντα. Από την εποχή του Χαλκού ο άνθρωπος άρχισε να εξοικειώνεται με τον κόσμο των μετάλλων και με αυτήν την εξοικείωση ξεκίνησε και η παράλληλη αύξηση της τεχνολογίας και οδήγησε την ανθρωπότητα προς την παραγωγή όπλων, εργαλείων και άλλων αντικείμενων με βάση τον χαλκό, επίσης βοήθησε και στην ανάπτυξη της τέχνης με τη δημιουργία αγγείων και κοσμημάτων. Η εύρεση και η εξόρυξη του χαλκού την τότε εποχή με την φτωχή τεχνολογία που είχε αναπτυχθεί και που διέθεταν οι κοινωνίες θεωρούνταν εύκολη και απλή ενώ όσο αυξανόντουσαν οι τεχνολογικές εφευρέσεις ανακάλυπταν και άλλα μέταλλα παρόμοια με τον χαλκό τα οποία όμως παρουσίαζαν μεγαλύτερη σκληρότητα και θεωρούνταν ότι ήταν πιο δύσκολα στην εύρεση και στην απόκτηση τους. (ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΕΘΝΟΥΣ 1974).

Έπειτα από την εποχή του χαλκού η ανθρωπότητα περνά στην επόμενη περίοδο την εποχή του σιδήρου που ήταν περίπου το 1600 π.Χ. μέχρι το 600 π.Χ. Η συγκεκριμένη εποχή είναι γνωστή για την περίοδο όπου η άνθρωποι ανακάλυψαν και χρησιμοποιούσαν τον σίδηρο για την κατασκευή εργαλείων και όπλων. Λόγω του υψηλού σημείου τήξεως του σιδήρου σε σχέση με αυτό του χαλκού ήταν πολύ δύσκολη η σφυρηλάτηση του την τότε εποχή σε αντίθεση με την ευκολία που είχε ο χαλκός, και αυτός είναι ο λόγος που άργησε να χρησιμοποιηθεί ως πρώτο μεταλλευτικό προϊόν για την κατασκευή χρησιμων προϊόντων. Όμως αργότερα αξιοποιήθηκε περισσότερο λόγω του ότι τα όπλα και τα εργαλεία παρουσίαζαν μεγαλύτερη σκληρότητα και γι' αυτό αυτή η εποχή ονομάστηκε «Εποχή του σιδήρου». (ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΕΘΝΟΥΣ 1974).

Η τέχνη της μεταλλουργίας περνώντας από μέσα από χιλιετίες ανάπτυξης φτάνει και στην δικιά μας εποχή δηλαδή τον 21<sup>ο</sup> αιώνα με την τεράστια αύξηση της τεχνολογίας και την αύξηση των γνώσεων οι οποίες μας επιτρέπουν να επεξεργαζόμαστε πλέον πιο δύσκολα και με μεγαλύτερη σκληρότητα μεταλλεύματα με αποτέλεσμα να δημιουργούμαι καλύτερα πιο αποτελεσματικά και πιο χρήσιμα καθημερινά αντικείμενα. Ανάμεσα στις πολλές χώρες που το υπέδαφος τους είναι προικισμένο με

άφθονα μεταλλεύματά είναι και η Ελλάδα. Σύμφωνα με κάποια στοιχεία της US Geological Survey οι οποία είναι η αμερικανική υπηρεσία γεωλογίας προκύπτει ότι:

- Η Ελλάδα είναι 1<sup>η</sup> στην ΕΕ και στον κόσμο σε παραγωγή περλίτη, (40% της παγκόσμιας παραγωγής)
  - Ο περλίτης είναι φυσική ύαλος με συγκεντρικές ρωγμές. Σχηματίζεται από την ταχεία ψύξη ιξώδους λάβας ή μάγματος. Μερικοί περλίτες προέρχονται από διεισδύσεις μάγματος ενώ άλλοι συνιστούν πολύ μεγάλα τμήματα λάβας. Ο περλίτης πριν το 1950 δεν ήταν γνωστός όμως αργότερα βρέθηκαν μεγάλα κοιτάσματα στο:
    - Νέο Μεξικό
    - Την Νεβάδα
    - Στη Καλιφόρνια καθώς και σε άλλες δυτικές πολιτείες των ΗΠΑ
    - Καθώς και στην ΕλλάδαΟ περλίτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως:
    - Θερμομονωτικό υλικό και ηχομονωτικό υλικό
    - Στη βιομηχανία ελαφρών κεραμικών προϊόντων, φίλτρωνΣτην Ελλάδα τα μεγάλα κοιτάσματα περλίτη βρίσκονται στην:
    - Μήλο όπου είναι και η μόνη επιφανειακή εξόρυξη
    - Στην Κω
    - Στην Νίσυρο
    - Και στην Λέσβο (ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA 2006).
- Η Ελλάδα είναι 1<sup>η</sup> στην ΕΕ και 3<sup>η</sup> στον κόσμο σε παραγωγή μπεντονίτη (9% της παγκόσμιας παραγωγής)
  - Ο μπεντονίτης είναι άργιλος ο οποίος σχηματίζεται από την εξαλλοίωση μικροσκοπικών τεμαχιδίων υάλου τα οποία προέρχονται από ηφαιστειακή τέφρα. Το όνομα του προήλθε από το Φορτ Μπέντος της Μοντάνα. Αναγνωρίζονται 2 τύποι μπεντονίτη:
    - Οι νατριούχοι μπεντονίτες οι οποίοι προσροφούν μεγάλες ποσότητες νερού και χρησιμοποιούνται στη:
      - Βιομηχανία πυρίμαχων υλικών και ορυκτών ινών
      - Στη στεγανοποίηση φραγμάτων
      - Εντομοκτόνα
    - Οι ασβεστούχοι μπεντονίτες οι οποίοι δεν διογκώνονται αλλά θρυμματίζονται σε ένα λεπτό κοκκώδες συσσωμάτωμα όπου χρησιμοποιείται ως απορροφητική άργιλος.Κοιτάσματα μπεντονίτη υπάρχουν:
    - Στην Ελλάδα
    - Στην ΗΠΑ
    - Στην Ιαπωνία όπως και σε άλλες χώρεςΣτην Ελλάδα η παραγωγή μπεντονίτη βασίζεται στα νησιά Μήλος και Κίμωλος. (ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA 2006).
- Η Ελλάδα είναι 1<sup>η</sup> στην ΕΕ και 11<sup>η</sup> στον κόσμο σε παραγωγή βωξίτη.
  - Όταν ο βωξίτης υφίσταται κατάλληλη επεξεργασία παράγεται αλουμίνιο. Το όνομα του βωξίτη προήλθε από την Γαλλική πόλη Μπω όπου την χρονιά του 1921 ανακαλύφθηκαν μεγάλες ποσότητες κοιτασμάτων. Σχηματίζονται κυρίως από:
    - Τα υπολείμματα των είδη υπαρχόντων αργιλοπυριτικών εκρηξιγενών πετρωμάτων επίσης και από την
    - Αποσάθρωση και διάχυση ασβεστόλιθων.Εξορύξεις έχουν γίνει στη Γαλλία, Σερβία, Ιταλία και σε άλλες περιοχές όπως και στην Ελλάδα η οποία θεωρείται ότι είναι 1<sup>η</sup> στην ΕΕ και 11<sup>η</sup> στον κόσμο σε παραγωγή βωξίτη.

Στην Ελλάδα θεωρείται ότι υπάρχουν αξιόλογα κοιτάσματα ξεπερνώντας τα δύο δισεκατομμύρια κάποιες από τις περιοχές όπου υπάρχει βωξίτης είναι:

- Ο Παρνασσός – Γκιώνα
- Η μάνδρα Ελευσίνας
- Και μερικές περιοχές της Βόρειας Εύβοιας

Οι χρήσεις του βωξίτη βασίζονται κυρίως:

- Στην βιομηχανία παραγωγής αλουμινίου
- Στην δημιουργία ειδικών τσιμέντων ταχείας πήξης. (ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA 2006).

Η Ελλάδα παρουσιάζει έντονο μεταλλευτικό πλούτο και ανάλογο μεταλλευτικό ενδιαφέρον περιέχει πολλά μεταλλεύματα τα οποία υπόκεινται σε εντατική και συστηματική εκμετάλλευση ενώ υπάρχουν πολλά ακόμα στα οποία δεν έχει ερευνηθεί για το πόσο εκμεταλλεύσιμα είναι Τα πλουσιότερα μεταλλεύματα με μεγάλη οικονομική αξία για την Ελλάδα είναι:

- Οι βωξίτες
- Τα μεταλλεύματα σιδηρονικελίου
- Οι χρωμίτες
- Μεικτά θειούχα μεταλλεύματα από τα οποία παράγεται χρυσός αργυρός και ψευδάργυρος με κύριο μεταλλείο το Λαύριο από όπου οι αρχαίοι Αθηναίοι εξόρυξαν χρυσό και στα οποία οφείλεται εν μέρει η ισχύς της Αθηναϊκής Δημοκρατίας
- Τα μεταλλεύματα του μαγνησίου
- Τα μεταλλεύματα του μαγγανίου
- Τα πολυμεταλλικά κοιτάσματα
- Τα ελληνικά σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα τα οποία επεξεργάζονται στην εταιρία ΛΑΡΚΟ Γ.Μ.Μ.Α.Ε για την αποκατάσταση των μεταλλείων της οποίας θα διαπραγματευθούμε σε αυτήν την εταιρεία συμπεριλαμβάνοντάς γενικές πληροφορίες για την λειτουργία της δίνοντάς έμφαση στα περιβαλλοντικά θέματα. (Τζεφέρης, Π. 2015. Εξόρυξη κι επεξεργασία μεταλλευμάτων (II) [online]. Available from: [http://www.oryktosploutos.net/2015/03/blog-post\\_21.html](http://www.oryktosploutos.net/2015/03/blog-post_21.html)).

## 2. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

---

Για να παρθεί μια άδεια που θα επιτρέψει στην μεταλλευτική εταιρεία να εκμεταλλευτεί έναν χώρο για την εξόρυξη μεταλλευμάτων, η συγκεκριμένη εταιρεία θα χρειαστεί να ακολουθεί τον νόμο που προβλέπει τα πάντα σχετικά με την μεταλλευτική διαδικασία, το σύνολο αυτών των νόμων απαρτίζει το μεταλλευτικό δίκαιο .

Την περίοδο του 1861 εκδόθηκε ο πρώτος νόμος <<περί μεταλλείων>> που ονομάστηκε νόμος X ο οποίος ανέφερε τους βασικούς κανόνες για την σωστή διαχείριση των μεταλλείων, έπειτα από το 1861 ο νόμος αυτός βελτιώθηκε σημαντικά το 1910 με τον νόμο ΓΦΚΔ και το 1973 με τον νόμο ν.δ.210 που συνεχίζει να ισχύει μέχρι την σημερινή περίοδο ο οποίος είναι αναγνωρίσιμος ως ο μεταλλευτικός κώδικας της χώρας μας. Το 1964 εκδόθηκε το ν.δ.4433 που είχε τίτλο <<Περί μεταλλευτικών ερευνών του δημοσίου και άλλων τινών μεταλλευτικών διατάξεων>> με τον οποίο η μεταλλευτική έρευνα του δημοσίου ρυθμίζεται μέχρι και σήμερα. Ακόμα το 1976 εκδίδονται τρία βασικά νομοθετήματα τα οποία είναι:

- Ο ν.272 με τίτλο <<Περί ιδρύσεως του ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών Και Μεταλλευτικών Ερευνών)>>
- Ο ν.273 με τίτλο <<Περί τροποποίησης του ν.δ.4433/1964>>
- Και ο ν.274 με τίτλο <<Περί Τροποποιήσεως Του Μεταλλευτικού Κώδικας>>.

Τέλος το 2012 εφαρμόστηκε ο ν.4042 για πρώτη φορά στην Ελλάδα ο οποίος υποχρέωνε τους ιδιώτες διαχειριστές μεταλλείων που έχουν λάβει παραχώρηση μεταλλευτικών δικαιωμάτων από το κράτος, στην καταβολή τέλους μεταλλευμάτων (royalties)

Ακόμα υπήρξαν κάποιοι νόμοι σχετικά με του κανόνες υγιεινής και ασφάλειας των έργων, εργαζόμενων και περιοίκων ο πρώτος δημοσιεύτηκε το 1984 όπου αναφέρει τους κανονισμούς των μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών ενώ το 2011 ξανά δημοσιεύτηκε βελτιωμένος και αποτελεί το βασικότερο εγχειρίδιο των εργαζομένων στα εξορυκτικά έργα, ο οποίος όπως ανέφερα πιο πάνω περιείχε όλους του βασικούς κανόνες περί υγιεινής και ασφάλειας των έργων, των εργαζομένων και των περιοίκων. Ανακεφαλαιώνοντας από το τότε μέχρι σήμερα η χώρα μας ακολουθεί τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφορικά με την περιβαλλοντική νομοθεσία στα εξορυκτικά έργα. Από το ν.1650/86 και την ΚΥΑ69269/90 υπήρξε η υποχρέωση των εταιρειών για περιβαλλοντική αδειοδότηση προκειμένου να επιτραπεί η εκμετάλλευση ενός μεταλλείου έως το ν.4014/11 κατά τον οποίο έγιναν βασικές αλλαγές σχετικά με την περιβαλλοντική αδειοδότηση των εταιρειών αλλά παράλληλα έγιναν και κάποιες αλλαγές και στην περιβαλλοντική αποκατάσταση και για τα εξορυκτικά έργα. Για την ενεργοποίηση ενός έργου εξόρυξης το μεταλλευτικό δίκαιο περιλαμβάνει και ειδικά θέματα που αφορούν:

- Την προστασία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς
- Την προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος δηλαδή να είναι εξασφαλισμένη η προστασία της χλωρίδας και της πανίδας
- Την προστασία του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος
- Την ομαλή συνύπαρξη με γειτονικές οικονομικές δραστηριότητες.

Με τον όρο έννοια μεταλλευτικό δίκαιο εννοούμε το σύνολο των κανόνων που ρυθμίζουν τα θέματα διαχείρισης και αξιοποίησης των μεταλλευμάτων. Το μεταλλευτικό δίκαιο αποτελείται από τις διατάξεις

- Περί μεταλλευτικών ερευνών
- Περί μεταλλειοκτησίας
- Περί σχέσεων της μεταλλειοκτησίας προς την αντίστοιχη εδαφική ιδιοκτησία
- Περί μεταλλευτικών δικαιωμάτων του δημοσίου
- Περί ελέγχου και εποπτείας της εκμετάλλευσης των μεταλλείων και των αρμοδίων οργάνων

Ο βασικότερος σχετικός νόμος θεωρείται ότι είναι το ν.δ.210/73 όπως βελτιώθηκε με τα χρόνια και ισχύει ως σήμερα ως ΜΚ (Μεταλλευτικός Κώδικας). Το μεταλλευτικό δίκαιο βασίζεται σε κάποιες αρχές:

- Της μεταλλευτικής ελευθερίας η οποία ισχύει από το 1861 που θεσπίστηκε για πρώτη φορά, κατά την οποία η έρευνα μεταλλευμάτων ανατίθεται στην ιδιωτική πρωτοβουλία
- Της προτεραιότητας, που ισχύει από το 1910 που θεσπίστηκε για πρώτη φορά, κατά την οποία η παραχώρηση του μεταλλείου χορηγείται στον πρώτο αιτούντα.
- Της δημόσιας ωφέλειας, κατά την οποία η εκμετάλλευση των μεταλλευτικών ορυκτών έχει προτεραιότητα έναντι της εκμετάλλευσης άλλων ορυκτών και όχι μόνο. Και συγκεκριμένα το άρθρο 102 του ΜΚ αναφέρει «*Η εκμετάλλευση των μεταλλείων χαρακτηρίζεται δια την εφαρμογήν των διατάξεων του παρόντος ως δημοσίας ωφελείας.*».

Ακόμα το μεταλλευτικό δίκαιο περιλαμβάνει και κάποια δομικά στοιχεία:

- Νομική κατηγοριοποίηση των ορυκτών.
- Αποχωρισμό των μεταλλευτικών ορυκτών από την εδαφική ιδιοκτησία.
- Καθορισμό των νομικών σχέσεων εδαφικής ιδιοκτησίας και μεταλλειοκτησίας.
- Εκπόνηση οικονομοτεχνικής μελέτης, ως απαραίτητης προϋπόθεσης, για την απόκτηση μεταλλευτικού δικαιώματος.
- Καθορισμός της χρονικής διάρκειας ισχύος της Παραχώρησης Μεταλλείου σε 50 έτη, με δικαίωμα παράτασης για δύο επιπλέον 25ετίες και όχι στο διηνεκές, όπως ίσχυε μέχρι το 1976.
- Θεσμοθέτηση του νομικού όρου «Κατάργηση Μεταλλειοκτησίας», οπότε επέρχεται ελευθέρωση του χώρου, που πλέον είναι δεκτικός και νέας δήλωσης, χωρίς να περιέρχεται υποχρεωτικά στην κυριότητα του Δημοσίου, όπως συνέβαινε με το προηγούμενο Μεταλλευτικό Δίκαιο.
- Καθορισμός συγκεκριμένου ανώτατου ορίου θεμιτού μισθώματος για τις εκμισθώσεις των μεταλλευτικών δικαιωμάτων, ανεξαρτήτως του μεταλλειοκτήτη (άρθρο 84 ΜΚ), εκτός των μεταλλευτικών δικαιωμάτων που αφορούν ορυκτά που έχουν εξαιρεθεί υπέρ του Δημοσίου (άρθρο 143 ΜΚ), για τα οποία το μίσθωμα είναι ελεύθερο.
- Καθορισμός διαδικασίας και κριτηρίων για την αξιοποίηση των μεταλλευτικών δικαιωμάτων.

Έτσι σύμφωνα με τα προαναφερόμενα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το μεταλλευτικό δίκαιο είναι ειδικό, τα μεταλλεύματα αποτελούν τον εθνικό μας πλούτο, τα μεταλλευτικά δικαιώματα δεν πωλούνται και δεν εκποιούνται από το Κράτος, παρά μόνο αξιοποιούνται και τα μεταλλευτικά ορυκτά ανήκουν στον Ελληνικό λαό και το κράτος διαχειρίζεται την αξιοποίησή τους.

Σύμφωνα με τον μεταλλευτικό κώδικα ο ορυκτός πλούτος του πλανήτη μας διαχωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Τα μεταλλευτικά ορυκτά η αλλιώς μεταλλεύματα με τα οποία θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία

- Και τα λατομικά ορυκτά.

Τα μεταλλευτικά ορυκτά υπάγονται:

- Τα μέταλλα σε Μεταλλική(αυτοφυή) κατάσταση (χαλκός (εικόνα 1), χρυσός (εικόνα 2))



Εικόνα 1 – Κομμάτι Χαλκού



Εικόνα 2 – Κομμάτι Χρυσού

- Οι χημικές ενώσεις των μετάλλων (άργυρος (εικόνα 3), κοβάλτιο (εικόνα 4))





Εικόνα 3 – Κομμάτι Αργύρου



Εικόνα 4 – Κομμάτι Κοβαλτίου

- Τα ορυκτά των σπάνιων γαιών
- Τα ορυκτά ραδιενεργών στοιχείων κ.τ.λ.

Όπως προαναφέρθηκε για να ξεκινήσει την λειτουργία του ένα μεταλλείο χρειάζεται μια άδεια μεταλλευτικών ερευνών έτσι ώστε η εταιρεία να μπει στην διαδικασία εύρεσης κοιτασμάτων του μεταλλεύματος που ενδιαφέρεται. Με τον όρο αυτόν εννοούμε το δικαίωμα που έχει μια εταιρεία να ξεκινήσει μεταλλευτικές έρευνες σε έναν χώρο που αποτελείται από συγκεκριμένα όρια η συγκεκριμένη άδεια αποτελεί το πρώτο βήμα για την εκμετάλλευση ενός τόπου ως μεταλλείο. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι ο αδειούχος μεταλλευτικών ερευνών έχει δικαίωμα αναζήτησης και έρευνας όλων των εντός του χώρου της άδειας ευρισκομένων μεταλλευτικών ορυκτών ο οποίος χώρος απαρτίζεται από κάποια συγκεκριμένα όρια τα οποία η εταιρεία δεν μπορεί να τα ξεπεράσει ώστε να κάνει έρευνες εκτός των συντεταγμένων που της έχουν παραχωρηθεί. (Εφημερίδα της κυβερνήσεως της Ελληνικής δημοκρατίας).

## 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ

### 3.1. Άδεια Και Εξερεύνηση

Για να ξεκινήσει την λειτουργία του ένα μεταλλείο θα χρειαστεί αρχικά να έχει μια άδεια για να κάνει έρευνα στην περιοχή όπου μετέπειτα, αν υπάρξει η απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα του κοιτάσματος που θέλει να εξορύξει η εταιρεία, θα χρησιμοποιηθεί ως μεταλλείο. Όταν παρθεί η συγκεκριμένη άδεια θα γίνουν στην αρχή κάποιες ερευνητικές γεωτρήσεις με ένα μηχάνημα που ονομάζεται γεωτρύπανο (εικόνα 5). Τα διατρήματα του γεωτρύπανου (καρότα-εικόνα 6) εξετάζονται οπτικά και χημικά με τρόπο ώστε να προσδιοριστεί ένας τρισδιάστατος κάρναβος της κατανομής του μεταλλεύματος στο υπέδαφος αν διαπιστωθεί ότι υπάρχει ικανοποιητική ποιότητα και ποσότητα του μετάλλευμα. Τότε μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία αδειοδότηση του μεταλλείου η οποία λαμβάνεται εφόσον η εταιρεία ικανοποιεί κάποια κριτήρια.



Εικόνα 5 – Γεωτρύπανο Λήψης Δειγμάτων



Εικόνα 6 – Διατρήματα Γεωτρύπανου (Καρότα)

Το επόμενο βήμα για να ξεκινήσει η λειτουργία του μεταλλείου και να μπορεί η εταιρεία να εκμεταλλευτεί την συγκεκριμένη περιοχή είναι να έχει τα απαραίτητα κριτήρια έτσι ώστε να μπορέσει να αδειοδοτηθεί με στόχο να της επιτραπεί η εκμετάλλευση του συγκεκριμένου χώρου για ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα. Βέβαια για να παρθεί η συγκεκριμένη άδεια χρειάζεται η εταιρεία:

1. Να έχει εντοπίσει μια μεγάλη ποσότητα του συγκεκριμένου κοιτάσματος
2. Να διαθέτει μεταλλευτικά δικαιώματα κατά τα οποία θα δίνεται η δυνατότητα στην εταιρεία να κάνει εξορύξεις στην συγκεκριμένη περιοχή
3. Να σχεδιαστεί το έργο και να υπάρχει μια μελέτη η οποία θα αναφέρει τα πάντα
  - Από την ποσότητα του κοιτάσματος
  - Τον σχεδιασμό της εξόρυξης
  - Το προσωπικό και τα μηχανήματα που θα απασχοληθούν στην συγκεκριμένη διαδικασία
  - Και το κόστος που θα έχει η εξορύξεις καθώς και η αποκατάσταση του περιβάλλοντος όταν ολοκληρωθούν όλες η διαδικασίες

Αν η περιοχή που προσπαθεί να πάρει η εταιρεία βρίσκεται σε δασική έκταση τότε χρειάζεται άδεια από τα τοπικά δασαρχεία και τέλος για την απόκτηση της τελικής άδειας χρειάζεται να υποβληθεί μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που θα παρουσιάζει τη λειτουργία του μεταλλείου καθώς και τις επιπτώσεις θα έχει στο περιβάλλον στην χλωρίδα, στην πανίδα, στα έργα υποδομής και κατά πόσον η εκμετάλλευση θα επιβαρύνει με ακουστικό φορτίο (ηχορύπανση) το περιβάλλον.

### 3.2. Τρόποι Εξόρυξης

Υπάρχουν 3 τρόποι εξόρυξης ώστε να πάρουμε τα μεταλλεύματα που θέλουμε από την συγκεκριμένη περιοχή.

- Αρχικά ο τρόπος ανοικτού ορύγματος μια από τις συνηθέστερες μεθόδους που χρησιμοποιείται για εξόρυξη. Στο συγκεκριμένο είδος η εξόρυξη ξεκινάει πάνω στην επιφάνεια του εδάφους και συνεχίζει με τρόπο ώστε να εκμεταλλευτεί όλο το υφιστάμενο κοίτασμα. Για να επιτευχθεί αυτό το είδος εξόρυξης θα πρέπει να γίνουν κάποια απαραίτητα βήματα με σκοπό να γίνει πλήρης απόληψη του μεταλλεύματος και να εξασφαλιστεί η ασφάλεια των εργαζόμενων. Επίσης μεταξύ των σταδίων λειτουργίας περιλαμβάνεται και η δημιουργία δρόμων όπου κατευθύνονται και απομακρύνονται από τον τόπο εξόρυξης, οι οποίοι έχουν την χαρακτηριστική ονομασία αναβαθμίδες (εικόνα 7) και χρησιμεύουν για τη μετακίνηση των οχημάτων που μεταφέρουν τα στείρα (μη αξιοποιήσιμο υπερκείμενο συνήθως υλικό) και το μέταλλευμα (αξιοποιήσιμο υλικό). Τα στείρα υλικά μετά την ολοκλήρωση της μεταλλευτικής εκμετάλλευσης αξιοποιούνται για την περιβαλλοντική αποκατάσταση με σκοπό την διαμόρφωση ενός νέου περιβάλλοντος που θα προσομοιάζει κατά το δυνατόν το προϋπάρχον φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 7 – Αναβαθμίδες

Η μέθοδος του ανοικτού ορύγματος είναι πιο αποτελεσματική όταν τα κοιτάσματα τα οποία θέλουμε να εξορύξουμε είναι μεγάλα και μπορούν να εντοπιστούν πιο κοντά στην επιφάνεια και το μέτωπο του μεταλλεύματος είναι σχετικά ενιαίο.

Η μέθοδος του ανοικτού ορύγματος έχει πλεονεκτήματα διότι είναι:

- Ασφαλέστερη
- Οικονομικότερη
- Ευκολότερη

Όμως έχει και κάποια μειονεκτήματα

- Μεγαλύτερη επιβάρυνση στο περιβάλλον
- Μεταφορά πολλών στείρων
- Ηχορύπανση
- Δημιουργία σκονισμού στο περιβάλλον
- Δυσκολότερη αποκατάσταση

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συχνότερα ανά τον κόσμο ιδίως για μεγάλα κοιτάσματα (Angloamerican. Digging deeper: Mining methods explained [online]. Available from: <https://www.angloamerican.com/futuresmart/our-industry/mining-explained/digging-deeper-mining-methods-explained>).

- Ο αμέσως επόμενος τρόπος εξόρυξης είναι η υπόγεια εξόρυξη. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για την εξόρυξη μεταλλευμάτων τα οποία βρίσκονται βαθιά κάτω από την επιφάνεια της Γης η το κοιτάσμα είναι διάσπαρτο χωρίς να αποτελεί ενιαίο μέτωπο με παράλληλη προσπάθεια για την ασφάλεια, όσο το δυνατόν οικονομικότερα και όσο το δυνατόν λιγότερα απόβλητα. Ο τρόπος ώστε να εισέλθει κάποιος από την επιφάνεια μέσα σε ένα υπόγειο ορυχείο γίνεται μέσω μια οριζόντιας η κάθετης σήραγγας (εικόνα 8)



Εικόνα 8 – Οριζόντιας Σήραγγας

Για να παρθεί η απόφαση και να γίνει μια υπόγεια εξόρυξη θα πρέπει:

- Το μέταλλευμα που επιδιώκει η εταιρεία να εξορύξει να είναι πολύ βαθύ ώστε να παρθεί κερδοφόρα από την επιφάνεια με τον τρόπο ανοικτού ορύγματος
- Οι βαθμοί και η ποιότητα του μεταλλεύματος να είναι αρκετά υψηλά με σκοπό να καλύψουν το κόστος της εξόρυξης

Η μέθοδος της υπόγειας εξόρυξης γίνεται με 3 τρόπους:

- Την εξόρυξη χώρων και πυλώνων όπου η σήραγγες οδηγούνται σε ένα σχέδιο με τετράγωνου πυλώνες όπου και κόβονται καθώς προχωρά η εργασία. Αυτός είναι ένας τρόπος που χρησιμοποιείται στην εξόρυξη άνθρακα
- Την στενή φλεβική φραγή ο συγκεκριμένος τρόπος εκτελείται σε υπόγεια ανασκαφή. Αυτός είναι ένας τρόπος που χρησιμοποιείται στην εξόρυξη άνθρακα
- Και τέλος οι μεγάλες μηχανικές μεθόδους εξόρυξης όπου διακρίνονται:
  - ✓ Στην εξόρυξη μακρών τοίχων όπου ένα μεγάλος τοίχος άνθρακα εξορύσσεται με μια μόνο φέτα
  - ✓ Την υποβρύχια σπηλιά όπου το μέταλλευμα εξορύσσεται με εκρηκτικά

Αυτά τα τρία είδη χρησιμοποιούνται στις υπόγειες εξορύξεις για άνθρακα, διαμάντια και χαλκό

#### Πλεονεκτήματα υπόγειας εκμετάλλευσης

- Εξορύξεις με μικρότερη ποσότητα στείρων
- Μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος
- Ευκολότερη αποκατάσταση

#### Μειονεκτήματα

- Αντίξοες και επικίνδυνες συνθήκες εργασίας
  - Ανάγκη αερισμού των στοών
  - Ανάγκη χρησιμοποίησης ειδικών οχημάτων για την αποφυγή ρύπανσης της ατμοσφαιράς του μεταλλείου από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης των οχημάτων.
  - Μεγάλο κόστος συντήρησης των στοών για αποφυγή ατυχημάτων
  - Μετά την ολοκλήρωση της εκμετάλλευσης πρέπει να εξασφαλιστεί ότι δεν θα καταρρεύσουν οι στοές δημιουργώντας κίνδυνο στους περίοικους. (Angloamerican. Digging deeper: Mining methods explained [online]. Available from: <https://www.angloamerican.com/futuresmart/our-industry/mining-explained/digging-deeper-mining-methods-explained>).
- Και τέλος υπάρχει και η μέθοδος της υποβρύχιας εξόρυξης. Ο συγκεκριμένος τρόπος είναι απαραίτητος όταν το μέταλλευμα που θέλουμε να εξορύξουμε βρίσκεται κάτω από υδάτινο περιβάλλον όπως είναι η θάλασσα αποτελεί έναν από τους πιο δύσκολους τρόπους εξόρυξης χρησιμοποιείται κυρίως για υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και πολύ σπάνια υλικά. (Angloamerican. Digging deeper: Mining methods explained [online]. Available from: <https://www.angloamerican.com/futuresmart/our-industry/mining-explained/digging-deeper-mining-methods-explained>).

## 4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΙΚΕΛΙΟΥ

---

### 1.1. Ιστορία Του Νικελίου

Το χημικό στοιχείο Νικέλιο είναι ένα μέταλλο το οποίο ανήκει στην όγδοη ομάδα του περιοδικού μας πίνακα συμβολίζεται με Ni, έχει ατομικό αριθμό 28 και ατομικό βάρος 58.

Το όνομα του, νικέλιο προήλθε από κάποιους μεταλλωρύχους στην Σαξονίας και ονομάστηκε έτσι το 1754, στην αρχή πριν το ονομάσουν με το χαρακτηριστικό όνομα νικέλιο η μεταλλωρύχοι το θεωρούσαν ως ένα κοκκινωπό χρώμα που περιείχε μέσα χαλκό παρόλο που το χαρακτηριστικό χρώμα που έχει το νικέλιο είναι λευκό έως γκρι λευκό και την τότε περίοδο του είχαν δώσει το προσωνύμιο <<kupfernickel>> το οποίο σημαίνει ο χαλκός του διαβόλου.



Εικόνα 9 – Κράμα Σιδηρονικελίου



Εικόνα 10 – Κακοί Σιδηρονικελίου

Το νικέλιο έχει μεγάλη χημική συγγένεια με το κοβάλτιο και το σίδηρο για το λόγο αυτό συνυπάρχουν σε πολλούς τύπους κοιτασμάτων και ακόμα μπορούν να αντικαθιστούν το ένα το άλλο σε πολύ μεγάλο βαθμό. Έχει μεγάλη μαγνητική συμπεριφορά και αντέχει σε μεγάλες πιέσεις. Στη φύση δεν βρίσκεται σε μεταλλική (αυτοφυή) μορφή αλλά το βρίσκουμε σε μορφή οξειδίων ή αλάτων και είναι αδιάλυτο στο νερό. Το νικέλιο έχει αντοχή στην οξείδωση και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στην κατασκευή κραμάτων ανοξείδωτου χάλυβα με εξαιρετικά καλές ιδιότητες αναφορικά με την διάβρωση. Για αυτό χρησιμοποιείται για κατασκευή εγκαταστάσεων με ιδιαίτερα καλές ιδιότητες.

## 4.2. Τοξικότητα Νικελίου Στον Άνθρωπο

Η τοξικότητα του Νικελίου περιγράφεται στο Material Safety Data Sheet (MSDS) το οποίο δημιουργεί πιστοποιητικά δεδομένων ασφάλειας υλικού και είναι ένα σημαντικό έγγραφο για την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων και του προσωπικού καθώς και του καταναλωτή. Επίσης η Fisher Scientific έχει δημιουργήσει ένα πιστοποιητικό για το νικέλιο στο οποίο περιγράφονται οι ιδιότητες του η τοξικότητα καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισης του από τυχόν ατυχήματα ή για την αποφυγή ατυχήματος.

Σύμφωνα με την συμπεριφορά του σε σχέση με την τοξικότητα, η Fisher Scientific αναφέρει ότι ένα από τα προβλήματα που εμφανίζονται στον άνθρωπο μέσω του νικελίου είναι ότι μπορεί να προκληθεί ευαισθητοποίηση του δέρματος η οποία είναι μια αλλεργική αντίδραση όταν ένα άτομο βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το συγκεκριμένο μέταλλο. Η επαφή με το νικέλιο ενδέχεται επίσης να προκαλέσει σοβαρούς ερεθισμούς και πιθανά εγκαύματα, καθώς να προκληθεί δερματίτιδα που είναι μια σοβαρή αλλεργική αντίδραση του δέρματος. Επίσης το νικέλιο μπορεί να δημιουργήσει στον άνθρωπο ερεθισμό της αναπνευστικής οδού, ερεθισμό των ματιών και ηπατική και νεφρική βλάβη, καθώς και καρκίνο. Το καρβονύλιο του νικελίου είναι μια χημική ένωση που αποδεδειγμένα προκαλεί καρκίνο και θεωρείται μια από τις πιο τοξικές χημικές ενώσεις που θεωρείται ότι είναι αιτία καρκίνου για τις αναπνευστικές οδούς και για τους πνεύμονες. Ακόμα οι ατμοί του καρβονυλίου του νικελίου μπορεί να προκαλέσουν ακόμα και θάνατο. Το καρβονύλιο του νικελίου που εισέρχεται στον οργανισμό του ανθρώπου μέσω της αναπνοής, δεσμεύεται ισχυρά στην αιμοσφαιρίνη με αποτέλεσμα να εμποδίζει τη μεταφορά οξυγόνου δημιουργούνται προβλήματα στην οξυγόνωση του οργανισμού. Τα όργανα που επηρεάζονται συνήθως από το νικέλιο είναι:

- Νεφρά
- Συκώτι
- Αναπνευστικό σύστημα

Επιπροσθέτως η κατάποση του νικελίου μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερικό ερεθισμό με αποτέλεσμα ναυτία, έμετο και διάρροια.

- Πυρετός
- Βήχας
- Αδυναμία



- Πόνος στο στήθος
- Μυϊκός πόνος.

Αν ο άνθρωπος εκτεθεί σε μια μικρή ποσότητα (ίχνη) νικελίου το γεγονός δεν θεωρείται απειλητικό για τον οργανισμό. Αντιθέτως έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις νικελίου μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα τοξικότητας, εφόσον το στοιχείο βρίσκεται σε μορφή ατομικού νικελίου ή νικελίου σε μορφή ατμών. Απεναντίας, το νικέλιο σε μορφή κραμάτων προσδίδει σημαντικές ιδιότητες και το κάνει κατάλληλο για οικιακές χρήσεις όπως οικιακά σκευή, μαχαιροπίρουνα, οικιακές ηλεκτρικές συσκευές κ.τ.λ. Επισημαίνεται ότι η χρήση κραμάτων ανοξείδωτου χάλυβα που περιέχει νικέλιο βελτίωσαν σημαντικά την υγιεινή και την ασφάλεια των τροφίμων σε σχέση με το παρελθόν όπου χρησιμοποιούσαν χάλκινα επικασσιτερωμένα εξαρτήματα όταν σε κάποιον ανοξείδωτο εξάρτημα π.χ. πιρούνι (εικόνα 11) παραδείγματος χάριν βλέπουμε γραμμένο 18/10 το οποίο σημαίνει ότι περιέχει εκτός από σίδηρο 18% χρώμιο και 10% νικέλιο. (Material Safety Data Sheet: Nickel [online]. Available from: <https://www.espimetals.com/index.php/msds/221-Nickel>).



Εικόνα 11 – Ανοξείδωτο Οικιακό Σκεύος

Εικόνα 12 – Ένδειξη Περιεκτικότητας Νικελίου Στο Σκεύος

### 4.3. Τοξικότητα Στην Χλωρίδα

Σύμφωνα με την Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) το νικέλιο απελευθερώνεται στο περιβάλλον μέσω της παραγωγής κραμάτων ή από μονάδες παραγωγής ενέργειας και ένα μεγάλο ποσοστό του καταλήγει στο έδαφος ή στα ιζήματα. Έχει αποδειχθεί ότι το νικέλιο είναι ένα βασικό μικροθρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη των φυτών, αλλά επίσης τοξικό για τα φυτά όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

- Ο πιο συνηθισμένος τρόπος τοξικότητας του νικελίου προς τα φυτά είναι:
  - Η διακοπή της ανάπτυξης τους
  - Η επαγωγή της χλωρόζης
  - Η νέκρωση
  - Η εξάντληση
  
- Επίσης το νικέλιο επηρεάζει και την μεταβολική αντίδραση στα φυτά
- Ακόμα το νικέλιο είναι τοξικό για τα φυτά όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλώντας πρόβλημα:
  - Στην διαδικασία της κυτταρικής διαίρεσης
  - Και στην ανάπτυξη των φυτών
  
- Επίσης σύμφωνα με αρκετές μελέτες εκτιμάται ότι αυξημένες συγκεντρώσεις νικελίου δημιουργούν αρνητικά αποτελέσματα στη:
  - Φωτοσύνθεση και
  - Στην αναπνοή. (Kabata, A & Mukherjee, A., 2007)

### 1.4. Φυτά υπερσυσσωρευτές

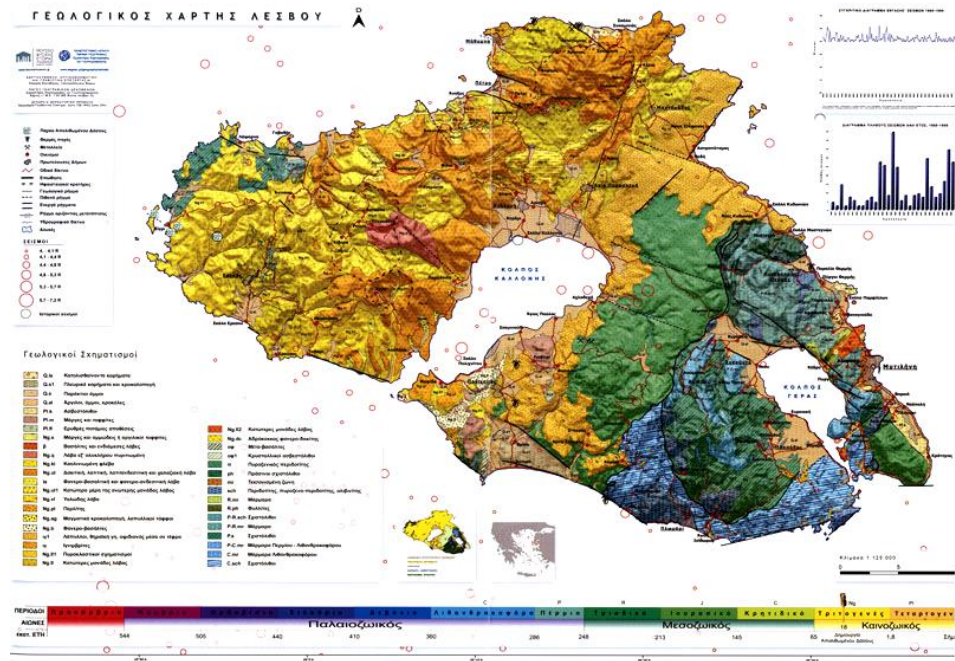
Τα φυτά υπερσυσσωρευτές λέγονται έτσι λόγω του ότι περιέχουν κάποια ποσότητα νικελίου όπου την προσλαμβάνουν από το έδαφος και αυτό συμβαίνει λόγω του ότι παρουσιάζει σημαντικό ρόλο στην αποφυγή συσσώρευσης ουρίας. Βέβαια η ποσότητα που θεωρείται απαραίτητη για τα φυτά είναι αρκετά μικρή σε σχέση με την ποσότητα που υπάρχει στο έδαφος και κυρίως στα σερπεντινικά εδάφη, σε αυτά τα εδάφη τα φυτά μπορούν να συγκεντρώνουν ποσότητα της τάξεως των 6000 mg Ni kg<sup>-1</sup>. Συγκεντρώσεις της τάξεως των 0,1 mg kg<sup>-1</sup> θεωρούνται αρκετές για την ανάπτυξη των φυτών. Σε αντίθεση με μεγαλύτερες ποσότητες όπου και είναι βλαβερές για τα φυτά στα οποία μπορεί να προκληθεί χλώρωση ακόμη και νέκρωση όπως προανέφερα. Τα φυτά όπου αναπτύσσονται στα σερπεντινικά εδάφη έχουν κάποια μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως

- Διαθέτουν ξηρομορφικό φύλλωμα με σκληρά φύλλα μειωμένου μεγέθους

- Το μέγεθος των φυτών είναι αρκετά μικρότερο και το ριζικό σύστημα αρκετά αναπτυγμένο

Η ποσότητες όπου παρατηρείται τοξικότητα πάνω στα φυτά είναι για τους ευαίσθητους οργανισμούς  $>10 \text{ mg Ni kg}^{-1}$  ξηρής μάζας φυτού και για πιο ανθεκτικούς τα  $50 \text{ mg Ni kg}^{-1}$  ξηρής μάζας. Το νικέλιο μπορεί να συσσωρευτεί στα φυτά είτε από τα φύλλα είτε από τους σπόρους. Βέβαια ο τρόπος της υπερσυσσώρευσης δεν είναι απόλυτα κατανοητός και η υπερσυσσώρευση νικελίου μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί ένα σπάνιο φαινόμενο λόγω του ότι δεν υπάρχουν πολλά είδη που να θεωρούνται υπερσυσσωρευτές. Από τους πιο συνηθισμένους συσσωρευτές είναι και οι *Alyssum lesbiacum* όπου και συναντάται στις σερπεντινικές περιοχές της Λέσβου (Εικόνα 13). Το *Alyssum lesbiacum* θεωρείται ένας πολύ καλός υπερσυσσωρευτής νικελίου και η μέγιστή τιμή που έχει βρεθεί στα φύλλα του είναι το 2.4% του ξηρού τους βάρους. Κάποια είδη φυτών είναι γνωστά για την ανεκτικότητα που έχουν στο νικέλιο και κυρίως είναι τα φυτά που ανήκουν στις οικογένειες Boraginaceae, Cruciferae, Myrtaceae, Leguminosae και Caryophyllaceae. Τέλος η διαδικασία της συσσώρευσης εξαρτάται:

- Από την βιοδιαθεσιμότητα του μετάλλου
- Από την αφθονία των ευκίνητων μορφών του μετάλλου (Kabata, A & Mukherjee, A., 2007) & (Μάστορας, Π., 2019).



Εικόνα 13 – Γεωλογικός χάρτης Λέσβου

# 5. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ

---

## 5.1. Πρακτική Άσκηση σε Μεταλλείο Σιδηρονικελίου

Κατά την καλοκαιρινή περίοδο του 2018 έκανα την πρακτική μου άσκηση στα μεταλλεία Ευβοίας της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ και παρακολούθησα της διαδικασίες εξόρυξης που πραγματοποιήθηκαν τους δύο αυτούς μήνες της πρακτικής μου εργασίας στα μεταλλεία:

- Δυτικού Κοτρωνίου
- Ανατολικού Κοτρωνίου
- Ρακαβετσίου
- Σουρτζίου
- Κατσίκιζας

Παράλληλα λόγω του ενδιαφέροντος μου για το συγκεκριμένο θέμα και εξαιτίας του ενδιαφέροντος των σπουδών μου θεώρησα σημαντικό να ενημερωθώ σε βάθος για όλο το πλαίσιο της νομοθεσίας και των διαδικασιών που αφορούν την αποκατάσταση του περιβάλλοντος σε ένα ορυχείο ανοιχτού ορύγματος όπως τα ορυχεία που εκμεταλλεύεται η εταιρεία ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ.

Επίσης θα παρουσιαστούν οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για την περιβαλλοντική αποκατάσταση που εφαρμόζεται από την ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ στα μεταλλεία που ανέφερα πιο πάνω από τον σχεδιασμό κλεισίματος μέχρι και τις εργασίες για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος στις περιοχές των μεταλλείων.

## 5.2. Δραστηριότητες Κλεισίματος Και Περιβαλλοντικοί Νόμοι

Η δραστηριότητες για το κλείσιμο και τις διαδικασίες αποκατάστασης ενός μεταλλείου υποδιαιρούνται στις παρακάτω τρεις κύριες κατηγορίες:

- Σταδιακό κλείσιμο υπαίθριων μεταλλείων
  - Δυτικού Κοτρωνίου
  - Ανατολικού Κοτρωνίου
  - Ρακαβετσίου
  - Σουρτζίου
  - Κατσίκιζας
- Σταδιακό κλείσιμο χώρων απόθεσης στείρων μεταλλείων
- Σταδιακή περιβαλλοντική αποκατάσταση συνολικής περιοχής επέμβασης

Όπως έχει προαναφερθεί αφού ολοκληρωθεί η εκμετάλλευση ενός μεταλλείου από μια εταιρία και το έδαφος του μεταλλείου έχει στερέψει από το μέταλλο (στην περίπτωση της ΛΑΡΚΟ το νικέλιο), τότε θα ξεκινήσει και η περιβαλλοντική αποκατάσταση του μεταλλείου. Η άδεια για την αποκατάσταση του μεταλλείου θα παρθεί βάσει των νόμων:

- **N. 1650/86 <<Προστασία Του Περιβάλλοντος>>** → Ο σκοπός του οποίου είναι η θέσπιση θεμελιωδών κανόνων και η καθιέρωση κριτηρίων και μηχανισμών που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος έτσι με αυτόν τον τρόπο ο άνθρωπος να ζει σ' ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον μέσα στο οποίο να προστατεύεται η υγεία του και να ευνοείται η ανάπτυξή του.
- **N. 998/79 <<Περί Προστασίας Δασών Και Των Δασικών Εν Γένει Εκτάσεων Της Χώρας** → Ο σκοπός του οποίου είναι ο καθορισμός των συγκεκριμένων μέτρων προστασίας για τη διατήρηση, ανάπτυξη και βελτίωση των δασών, των δασικών εκτάσεων και των δημοσίων χορτολιβαδικών και βραχωδών εκτάσεων, σύμφωνα με την αρχή της αειφορίας και σε συνάρτηση με το ιδιαίτερο νομικό καθεστώς που διέπει την ιδιοκτησία και την εκμετάλλευση αυτών (Σχέδιο κλεισίματος έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασής της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ)

### 5.3. Κριτήρια Για Κλείσιμο Μεταλλείου Και Προκαταρκτικός Σχεδιασμός

Αυτός ο μακροπρόθεσμος στόχος για τον σχεδιασμό κλεισίματος του μεταλλείου καθώς και για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος του, αποτελεί την απόδοση της περιοχής άμεσης επέμβασης του έργου σε μια κατάσταση περιβαλλοντικά συμβατή, η οποία θα χρειαστεί την σχετικά ελάχιστη συντήρηση και παρακολούθηση του έργου για την περίοδο που η εργασίες κλεισίματος θα έχουν ολοκληρωθεί. Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός, οι ενέργειες που θα εκτελεστούν για το κλείσιμο του μεταλλείου θα γίνουν σύμφωνα με τα τέσσερα θεμελιώδη κριτήρια:

- **Πρώτο είναι το κριτήριο που αφορά την προστασία της δημόσιας υγείας και της ασφάλειας** → Στο οποίο αναφέρεται ότι οι δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν για το έργο μια συγκεκριμένη περίοδο να μην προκαλέσουν κινδύνους στην ασφάλεια και την υγεία των ανθρώπων, να μην προκληθούν προβλήματα στην χλωρίδα και στην πανίδα και γενικά στην ασφάλεια του περιβάλλοντος.
- **Το δεύτερο κριτήριο αφορά την γεωτεχνική σταθερότητα** → Στο οποίο αναφέρεται ότι όλες οι παραμένουσες κατασκευές περιλαμβανόμενων των παρεμβάσεων, που έχουν γίνει στο φυσικό ανάγλυφο της περιοχής του έργου, δεν πρέπει να παρουσιάζουν από πλευράς γεωτεχνικής σταθερότητας κίνδυνο για την δημόσια υγεία, την ασφάλεια ή το άμεσο περιβάλλον.
- **Το τρίτο κριτήριο αφορά την χημική σταθερότητα** → Στο οποίο αναφέρεται ότι όλα τα υλικά που θα παραμείνουν στην περιοχή κλεισίματος του έργου να μην παρουσιάσουν κίνδυνο για τους χρήστες που θα χρησιμοποιήσουν την περιοχή μελλοντικά, για την δημόσια υγεία ή για το άμεσο περιβάλλον.
- **Το τέταρτο και τελευταίο κριτήριο αφορά την βιολογική σταθερότητα** → Στο οποίο αναφέρεται ότι η αποκατάσταση του περιβάλλοντος θα πρέπει να οδηγεί προς την κατεύθυνση

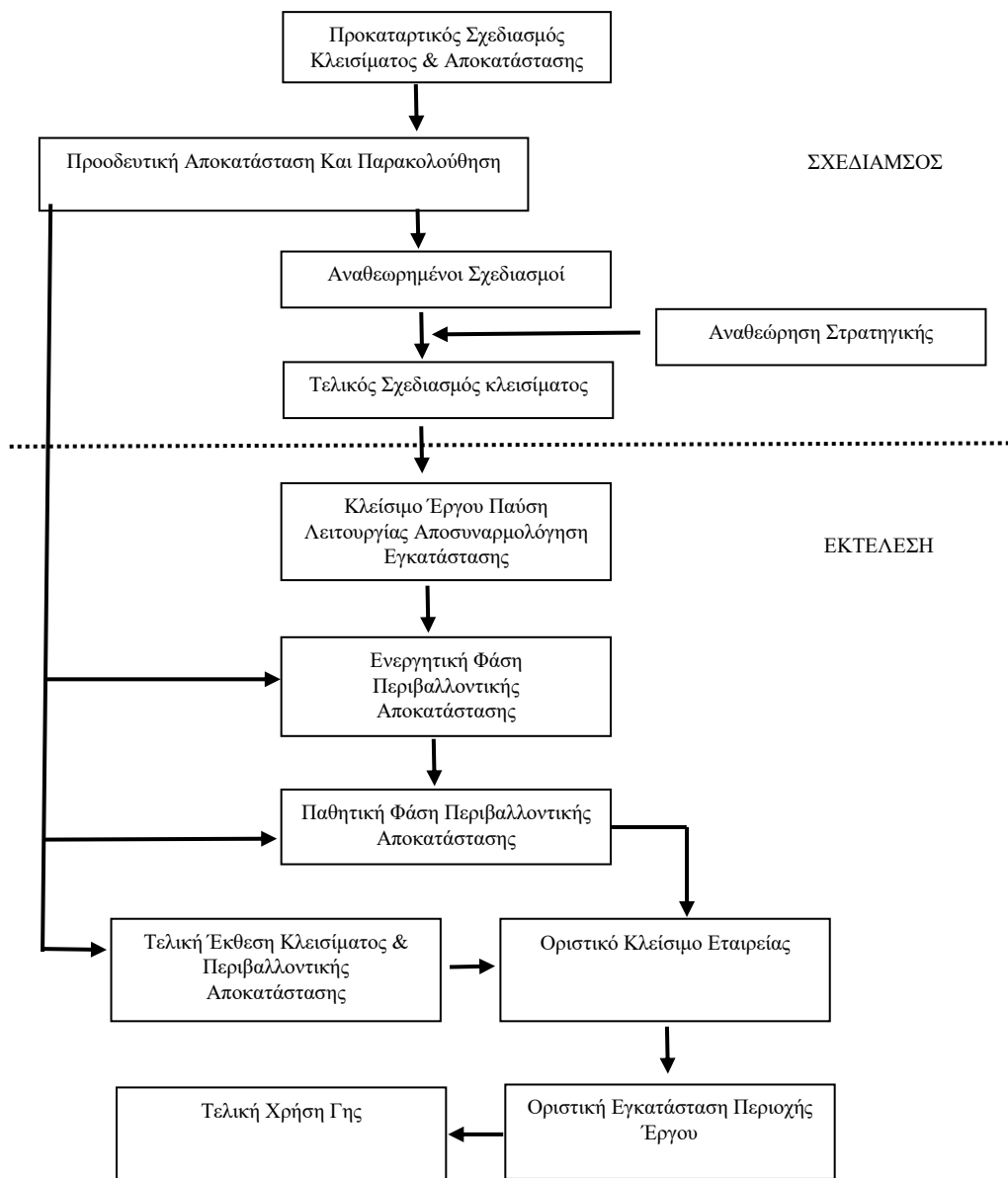
ενός αυτοσυντηρούμενου τυπικού για την περιοχή οικοσυστήματος. Ο σκοπός του προγράμματος της αποκατάστασης πρέπει να ανταποκρίνεται στις περιπτώσεις που η περιοχή που αποκαθίσταται θα χρησιμοποιηθεί ξανά στο μέλλον και η αποκατάσταση πρέπει να στοχεύει στην επαναδημιουργία ασφαλών και σταθερών βιολογικά συνθηκών που θα ενθαρρύνουν την φυσική αναγέννηση και την ανάπτυξη της βιοποικιλότητας του περιβάλλοντος.

Για την σωστή ολοκλήρωση του σχεδιασμού κλεισίματος και της περιβαλλοντικής αποκατάστασης των περιοχών επέμβασης ενός έργου πρέπει να ξεκινά την εκπόνηση μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε) στη φάση του προκαταρκτικού σχεδιασμού (εικόνα 14). Ο συγκεκριμένος σχεδιασμός κατά την περίοδο που το έργο θα λειτουργεί θα εξελίσσεται δυναμικά με την εκπόνηση των αναθεωρημένων προσεγγίσεων του (αναθεωρημένοι σχεδιασμοί κλεισίματος), παράλληλα με τις πληροφορίες και τις γνώσεις που θα αποκτώνται κατά την διάρκεια λειτουργίας. Ο τελικός στόχος θα πρέπει να είναι ο καθορισμός του σχεδίου κλεισίματος με την εκπόνηση του λεπτομερούς σχεδιασμού του δύο χρόνια πριν από την ολοκλήρωση της παραγωγικής λειτουργίας.

Η διάρκεια της λειτουργίας της αδειοδότησης των μεταλλείων μέχρι την εξάντληση των κοιτασμάτων υπολογίζεται σε 21 χρόνια. Η εργασίες για το κλείσιμο των μεταλλείων θα λάβουν χώρα αμέσως μόλις ολοκληρωθούν η μεταλλευτικές δραστηριότητες σε αυτά και η διάρκεια τους για το κάθε μεταλλείο θα είναι 6 μήνες. Η ενέργειες για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος των μεταλλείων θα αρχίσουν από το πρώτο έτος λειτουργίας του μεταλλείου και θα ολοκληρωθούν σε 24 χρόνια από την έναρξη της λειτουργίας του μεταλλείου. Ταυτόχρονα θα γίνουν όλες οι σημαντικές ενέργειες έτσι ώστε να:

- Ενισχυθούν οι ήδη αναδασωμένες περιοχές.
- Προγραμματισθεί η ανάπτυξη και διαμόρφωση των χώρων εσωτερικής και εξωτερικής απόθεσης μεταλλευτικών στείρων κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης του μεταλλείου με τρόπο που να είναι επιτρεπτή η σταδιακή δενδροφύτευση και κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης.

Συνεπώς σύμφωνα με τον προγραμματισμό και με βάση τα μέχρι σήμερα δεδομένα οι περιοχές των συγκεκριμένων μεταλλείων υπολογίζεται να δασωθούν μετά από την ολοκλήρωση της μεταλλευτικής δραστηριότητας δηλαδή μετά την διαδικασίες εκμετάλλευσης τους δηλαδή μέχρι το 24ο έτος από την περίοδο της προγραμματισμένης λειτουργίας του. (Σχέδιο κλεισίματος έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασης της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ)



**Εικόνα 14 – Σχηματικό Διάγραμμα  
Ενεργειών Σχεδιασμού Κλεισίματος Και  
Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης Περιοχών  
Επέμβασης Μεταλλείων**

## 5.4. Ειδικά Θέματα Σχετικά Με Το Κλείσιμο Των Στείρων

Από τις εργασίες που θα γίνουν για την εύρεση των κοιτασμάτων των μεταλλείων θα παραχθούν στείρα εκμετάλλευσης τα οποία θα αποτίθενται εσωτερικά ή εξωτερικά αναλόγως του σχεδιασμού του κάθε μεταλλείου στις επιφανειακές εκσκαφές των εξαντλημένων κοιτασμάτων. Οι σωροί στείρων που ανέφερα πιο πάνω καθώς και οι σωροί που έχουν προκύψει από την αρχή της μεταλλευτικής δραστηριότητας έως την περίοδο του κλεισίματος του μεταλλείου θα αναπλάσθουν και θα δενδροφυτευτούν σύμφωνα με το πρόγραμμα του κλεισίματος και της αποκατάστασης του χώρου. Τα ειδικά θέματα σχετικά με το κλείσιμο των στείρων είναι τα εξής:

- **Αποτροπή πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα** → Είναι απαραίτητη η απαγόρευση της πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η επιτυχία της περιβαλλοντικής αποκατάστασης του έργου, εξασφαλίζεται η προστασία των μηχανημάτων - εργαλείων και τέλος εξασφαλίζεται η προστασία των φυτεύσεων.
- **Ασφαλής απομάκρυνση μεταλλευτικού εξοπλισμού** → Ένας από τους βασικότερους στόχους της εταιρείας είναι να απομακρύνει από την περιοχή της αποκατάστασης τον εξοπλισμό που δεν θα χρειαστεί στην περιβαλλοντική αποκατάσταση του μεταλλείου
- **Ευστάθεια, διαμόρφωση και σταθερότητα πρανών αποθέσεων** → Τα μεταλλευτικά στείρα που προέρχονται από την εξόρυξη του:
  - Ανωκρητιδικού ασβεστόλιθου της οροφής και
  - Ιουρασικού ασβεστόλιθου του δαπέδουθα αποτίθενται στους χώρους απόθεσης με την βοήθεια βαρέως τύπου εξοπλισμού
- **Τελικές χρήσεις Γης** → Δεδομένου ότι οι περιοχές εσωτερικής και εξωτερικής απόθεσης μεταλλευτικών στείρων ανήκουν σε δασικές εκτάσεις, δεν μπορεί να γίνει κάποια αλλαγή χρήσεις. Επομένως θα αναφυτευθούν κατάλληλα ώστε να αποδοθούν ως δασικές εκτάσεις και να εναρμονισθούν ξανά με το φυσικό περιβάλλον.
- **Διαχείριση επιφανειακών απορροών** → Δεν υπάρχει πρόβλημα δημιουργίας όξινης απορροής από την διέλευση των νερών της βροχής λόγω των μεταλλευτικών στείρων, επειδή τα μεταλλευτικά στείρα χαρακτηρίζονται από αλκαλικότητα λόγω του ότι προέρχονται από την εξόρυξη ασβεστολιθικών σχηματισμών, επομένως το συγκεκριμένο μετάλλευμα δεν περιέχει θειούχα ορυκτά. Κατά συνέπεια δεν θα υπάρξει πρόβλημα αλλοίωσης της ποιότητας των υδατικών πόρων της περιοχής
- **Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος** → Το επιτυχές κλείσιμο και η ολοκλήρωση της μεταλλευτικής δραστηριότητας θα αξιολογηθούν με βάση:
  - Τον έλεγχο της φυσικής ευστάθειας των πρανών και της διάβρωσης του εδάφους
  - Τα αποτελέσματα του προγράμματος αναδάσωσης της περιοχής.

Έπειτα από τον σχεδιασμό κλεισίματος των μεταλλείων ακολουθεί η περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής που είχε χρησιμοποιηθεί αρχικά ως μεταλλείο. (Σχέδιο κλεισίματος έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασης της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ)



## 5.5. Βασικοί Στόχοι Και Σκοπός Της Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης

Βασικός στόχος των εργασιών για την περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής του έργου είναι η δημιουργία ασφαλών και σταθερών συνθηκών καθώς και η επαναφορά του φυσικού περιβάλλοντος σε παρόμοια πλαίσια με αυτήν που επικρατούσαν πριν την εκμετάλλευση. Πιο συγκεκριμένα κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης θα υπολογιστεί:

- Η βλαστητική φυσιогνωμία της περιοχής
- Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών της περιοχής
- Οι κλιματολογικές και υδρολογικές συνθήκες της περιοχής
- Η διαδικασία της οικολογικής διαδοχής

Η περιβαλλοντική αποκατάσταση και η επανόρθωση του τοπίου της περιοχής πρέπει να γίνουν με σκοπό

- Τα τεχνητά οικοσυστήματα που θα προκύψουν να ενσωματωθούν στο φυσικό περιβάλλον
- Τα τεχνητά οικοσυστήματα να είναι υγιή και σταθερά
- Να ελαχιστοποιηθούν η επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής

Στις εργασίες προηγείται η διάστρωση εδαφικού υλικού και έπειτα η διάστρωση της φυτικής γης, αυτές οι εργασίες διάστρωσης θα γίνουν με την χρήση του προωθητήρια γαιών (εικόνα 15) με σκοπό να αποφευχθεί η συμπίεση των διαστρωμένων υλικών και βελτιωθούν τα αποτελέσματα της επαναφύτευσης. (Σχέδιο κλεισίματος έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασης της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ)



Εικόνα 15 – Μηχάνημα Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης προωθητήρας γαιών

## 5.6. Επιλογή Κατάλληλων Φυτικών Ειδών Για Την Αποκατάσταση

Σύμφωνα με την επιλογή των ειδών για την αποκατάσταση ακολουθούνται κάποια κριτήρια έτσι ώστε να βρεθεί το κατάλληλο είδος για την συγκεκριμένη περιοχή:

- Χρησιμοποίηση αυτοχθόνων φυτικών ειδών
- Τα είδη που θα επιλεγθούν πρέπει να είναι φωτόφυτα
- Η αποκατάσταση του εδάφους θα πρέπει να είναι προστατευτική και βελτιωτική

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω στα μεταλλεία τα οποία βρίσκονται στην Εύβοια θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω είδη

- **Κωνοφόρα** → κυρίως το κυπαρίσσι και η κουκουναριά
- **Πλατύφυλλα είδη** → κυρίως το σπάρτο και η ψευδακακία (Σχέδιο κλεισίματος έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασης της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ)

## 5.7. Πρακτική Στον Άγιο Δομίνικο σε εργοστάσιο παραγωγής νικελίου

Το 2017 έκανα την πρώτη πρακτική άσκηση σε μια εταιρία στον Άγιο Δομίνικο, της Καραϊβικής, η οποία έχει μεταλλεία εξόρυξης νικελίου και εργοστάσιο επεξεργασία μεταλλεύματος και παραγωγή νικελίου το οποίο βρίσκεται στον Άγιο Δομίνικο. Τα μεταλλεία της εταιρίας βρίσκονται σε περιοχές με τροπικό κλίμα, όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικές διαδικασίες αποκατάστασης, οι οποίες θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

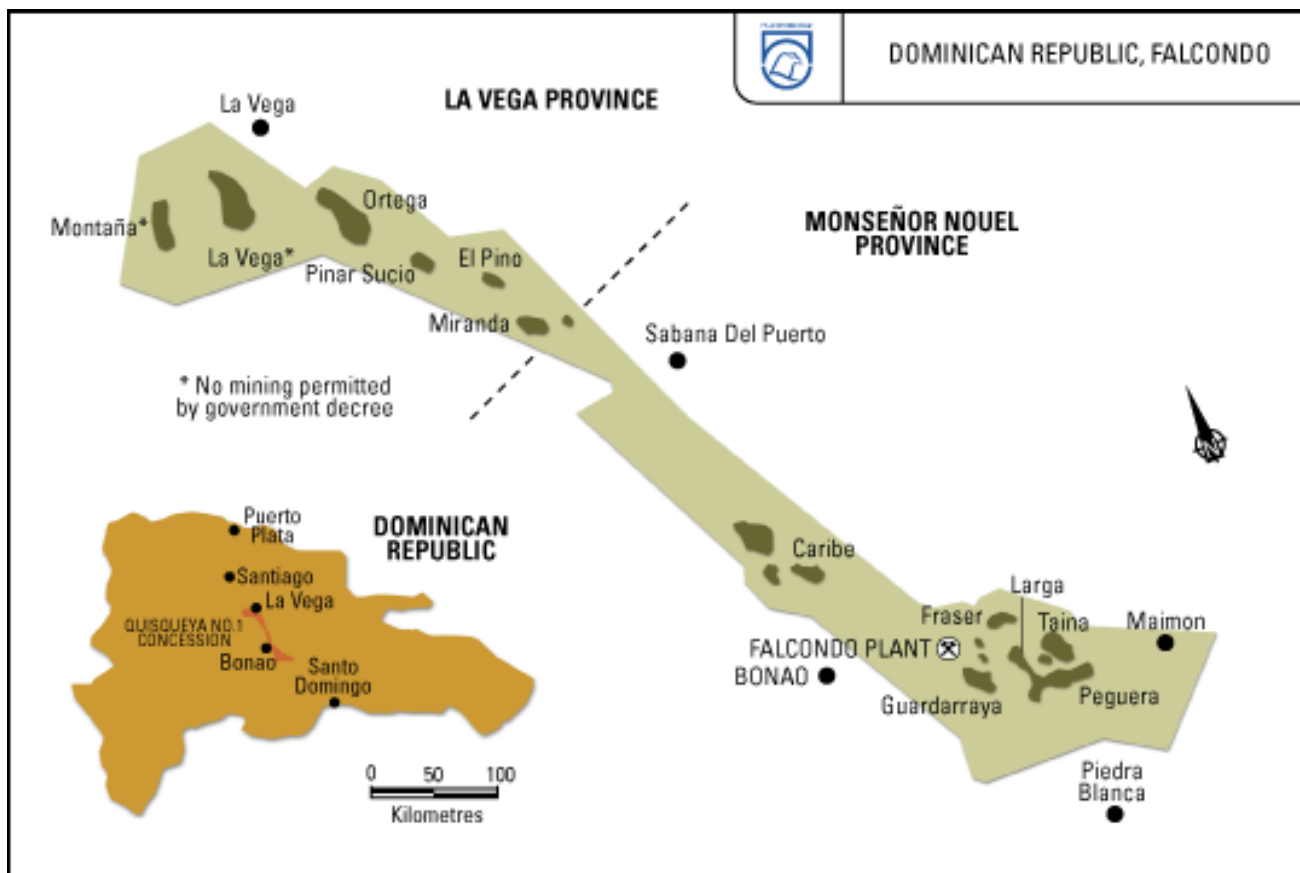
## 5.8. Λίγα Λόγια Για Την Falcondo

Το εργοστάσιο του νικελιού όπου έκανα την πρακτική μου άσκηση ονομάζεται Falcondo το οποίο βρίσκεται στην κεντρική Αμερική στο νησί Ισπανιόλα μέρος του οποίου αποτελεί τη Δομινικανή Δημοκρατία.



Εικόνα 14 – Χάρτης Με Το σημείο όπου Βρίσκεται Το Εργοστάσιο Νικελίου Falcondo

Το εργοστάσιο βρίσκεται στο κέντρο του νησιού σε ορεινή περιοχή κοντά στην πόλη BONAJO. Η εταιρία έχει μεταλλευτικές παραχωρήσεις κοντά στην περιοχή του BONAJO όπου βρίσκεται το μεταλλουργικό εργοστάσιο.



Εικόνα 15 – Χάρτης Με Τους Νομούς Όπου Βρίσκονται Τα Μεταλλεία

Τα μεταλλεία βρίσκονται σε δυο νομούς γειτονικούς στο Μονσενορ Νουελ και στο La Vega. Τα κυριότερα μεταλλεία είναι τα

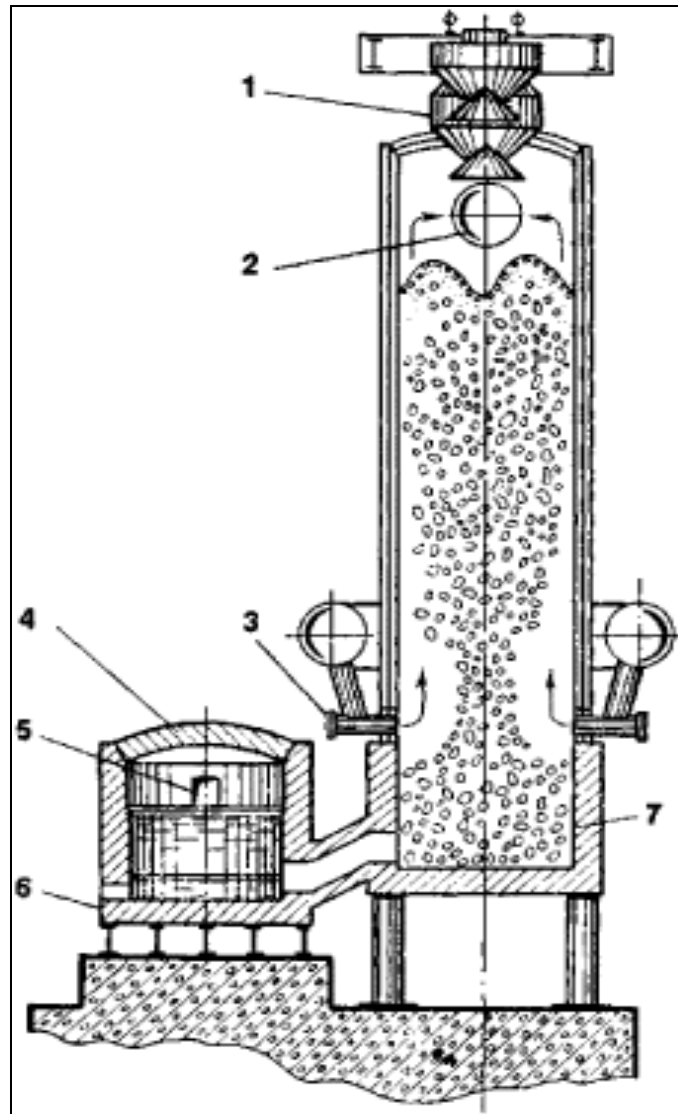
- Taina
- Guardaraya
- Caribe
- Ortega
- Miranda

## 5.9. Παραγωγική Διαδικασία του Εργοστασίου Falcondo

Από τα μεταλλεία εξορύσσεται μέταλλευμα με περιεκτικότητα σε νικέλιο 1.5-1.8 %. Το μέταλλευμα μεταφέρεται οδικώς με φορτηγά στο εργοστάσιο.

Το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας είναι ο εμπλουτισμός του μεταλλεύματος ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητα του σε νικέλιο. Το αποτέλεσμα είναι ένα προϊόν με περιεκτικότητα νικελίου ~1.8%.

Το προϊόν αυτό στη συνέχεια ξηραίνεται σε ξηραντήρια ώστε να έχουμε ένα προϊόν με συγκεκριμένη κοκκομετρία και υγρασία. Στη συνέχεια το υλικό συμπιέζεται σε μπρικέτες και εισέρχεται σε μια φρεατώδη κάμινο



Εικόνα 16 – Σχηματική εικόνα φρεατώδους καμίνου

Και έπειτα από μια διαδικασία της επεξεργασίας του μεταλλεύματος παίρνουμε το τελικό προϊόν (εικόνα 17) το οποίο χυτεύεται είτε σε καλούπια η σε μηχανή κοκκοποίησης.



Εικόνα 17 – Τελικό Προϊόν

### **5.10. Περιβαλλοντική Αποκατάσταση Μεταλλείου Στον Άγιο Δομίνικο**

Όπως προανέφερα τα βουνά της Δομινικανής Δημοκρατίας όπου βρίσκονται εγκατεστημένα τα μεταλλεία της FALCONDO είναι καλυμμένα από τροπικό δάσος. Το δάσος αυτό δημιουργήθηκε κάτω από την επίδραση του τροπικού κλίματος με τις σχεδόν καθημερινές βροχές και τα μεγάλα ποταμιά να φέρνουν φερτές ύλες και να δημιουργούν ένα εύφορο έδαφος όπου αναπτύσσονται τροπικά φυτά.

Σε αυτήν την περίπτωση η αποκατάσταση αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση, γιατί καλείται η εταιρία σε σύντομο χρονικό διάστημα να υποκαταστήσει φυσικές μακροχρόνιες διαδικασίες.

Η μορφή ενός μεταλλείου κατά την εξόρυξη είναι όπως η ακόλουθη εικόνα (εικόνα 18).



**Εικόνα 18 – Μεταλλείο με ενεργή δραστηριότητα**

Όταν ολοκληρωθεί η εξόρυξη το έδαφος δεν έχει στοιχεία πλούσια σε θρεπτικές ουσίες ώστε να αναπτυχθεί βλάστηση.

Αρά σε πρώτη φάση θα πρέπει να προστεθεί υλικό από τις αποκαλύψεις(στείρα) του μεταλλείου που θα ευνοεί την ανάπτυξη χλωρίδας.

Το κλίμα όμως της περιοχής με τις συχνές καταρρακτώδεις βροχοπτώσεις δεν ευνοεί την απόθεση χάλκων στοιχείων στο έδαφος και κινδυνεύει να παρασυρθεί όλο το γόνιμο έδαφος που προστίθεται. Για να αποφύγουμε την ταχεία διάβρωση ακολουθείται η μέθοδος της υδροσποράς.

Με ειδικό όχημα που διαθέτει αντλίες υψηλής πίεσης εκτοξεύεται στην επιφάνεια του εδάφους ένα μείγμα κατάλληλων σπόρων φυτών(όμοιων με αυτά που αποτελούν την χαμηλή βλάστηση στην περιοχή) λιπασμάτων και συγκολλητικής ουσίας

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ο πρώτος στόχος, η δημιουργία γόνιμου εδάφους για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

Η εταιρία έχει δημιουργήσει μεγάλα φυτώρια για την προετοιμασία των φυτών που θα χρησιμοποιηθούν στην διαδικασία αποκατάστασης του μεταλλείου. Τα φυτά που μετά από μελέτες σε συνεργασία με πανεπιστήμια και τοπικούς φορείς έχουν επιλεγεί χωρίζονται σε δύο ομάδες.

Ένα είδος ακακίας που οι ανάγκες της σε χώμα αφ' ενός μεν είναι μικρές αλλά παράλληλα η συχνή πτώση των φύλλων εμπλουτίζει το έδαφος με θρεπτικές ουσίες που θα αποτελέσουν τροφή για τη επόμενη φάση αποκατάστασης.



**Εικόνα 19 – Βαθμίδες Μεταλλείου Μετά Από Υδροσποράς Και Φύτευση Είδους Ακακίας**

Τα άλλα φυτά που παράγονται στο φυτώριο είναι είδη όμοια με αυτά που ευδοκιμούν στο τροπικό δάσος.

Όταν η καλλιέργεια της ακακίας μεγαλώσει αρκετά και το έδαφος είναι πλέον κατάλληλο γίνεται η δεύτερη φάση αναδάσωσης. Δηλαδή φυτεύονται τροπικά φυτά.

Αυτά μεγαλώνουν γρηγορά λόγω του πλουσίου εδάφους και των ευνοϊκών κλιματικών συνθήκων, και σταδιακά καλύπτουν και εξαφανίζουν τις ακακίες. Με τον τρόπο αυτό έχουμε πλήρη αποκατάσταση της χλωρίδας στην περιοχή.

Σε μερικές περιπτώσεις για να βοηθηθούν οι τοπικές κοινότητες, φυτεύονται δέντρα που παράγουν χρήσιμα τοπικά προϊόντα και αναπτύσσεται παράλληλα η οικονομία της περιοχής.



## 6. ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΝΙΚΕΛΙΟΥ

---

### 6.1. Γαρνιερίτης (Εικόνα 27)



Εικόνα 27 – Γαρνιερίτης

Ο γαρνιερίτης αποτελεί ένα από τα ορυκτά του νικελίου, έχει ένα πρασινωπό χρώμα λόγω της υψηλής συγκέντρωσης οξειδίων του νικελίου

### 6.2. Λατερίτης (Εικόνα 28)



Εικόνα 28 – Λατερίτης

Ακόμα ένα από τα μεταλλεύματα του νικελίου αποτελεί και ο λατερίτης ο οποίος εμφανίζεται σε ένα κοκκινωπό χρώμα λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε οξείδια του σιδήρου

Εκτός από τον γαρνιερίτη και τον λατερίτη υπάρχουν και άλλα ορυκτά του νικελίου όπως:

- Πεντλανδιτης
- Μαγνητοπυρίτης
- Σουλφίδια
- Αρσενίδια
- Νικελιούχος λειμωνίτης

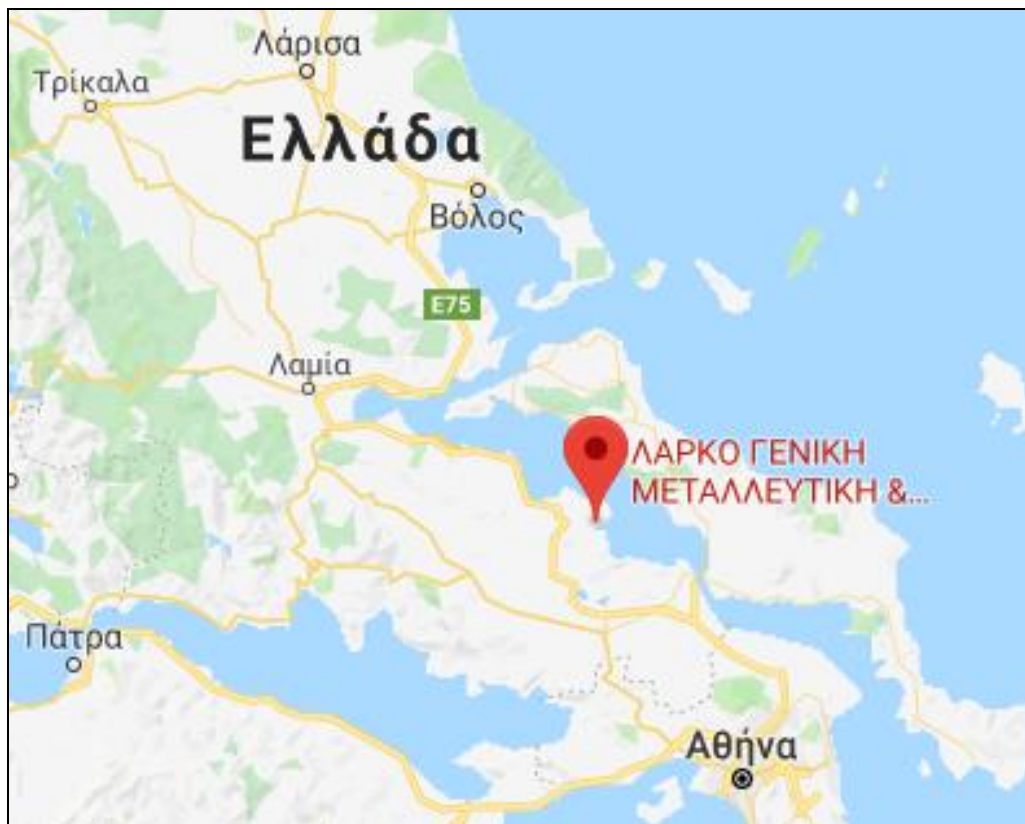
# 7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΙΔΗΡΟΝΙΚΕΛΙΟΥ ΤΗΣ ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ

---

## 7.1. Λίγα Λόγια Για Την Εταιρεία ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ

Η εταιρία ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ μια από τις μεγαλύτερες ελληνικές εταιρίες που συνέβαλλε σημαντικά στην ανάπτυξη της οικονομία της χώρας και διαθέτει εγκαταστάσεις σε 5 νομούς της Ελλάδας.

Την Φθιώτιδα όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις του μεταλλουργικού εργοστασίου (εικόνα 20).



Εικόνα 20 - Χάρτης Της Ελλάδας Με Την Τοποθεσία Του  
Μεταλλουργικού Εργοστασίου Στην Φθιώτιδα

Την Εύβοια όπου βρίσκονται τα μεταλλεία η αποκατάσταση περιβάλλοντος των οποίων αποτελεί το κύριο θέμα της εργασίας μου.

Τους νομούς Βοιωτίας και Καστοριάς όπου επίσης υπάρχουν μεταλλεία νικελίου.

Και τον νομό Κοζάνης όπου υπάρχει ένα λιγνιτωρυχείο που παράγει λιγνίτη που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγική διαδικασία.

Η εξόρυξη των πρώτων υλών, δηλαδή μεταλλευμάτων και λιγνίτη, γίνεται στα ορυχεία της εταιρίας.

Τα μεταλλεύματα μεταφέρονται στο εργοστάσιο οδικώς με φορτηγά, η με ειδικά διαμορφωμένα πλοία, που ξεφορτώνουν στο λιμάνι του εργοστασίου στη Λάρυμνα Φθιώτιδας.

## 7.2. Τρόπος Λειτουργίας Εργοστασίου ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ

Μετά την παραλαβή το μέταλλευμα με ταινιόδρομους μεταφέρεται στον χώρο απόθεσης πρώτων υλών.

Αν δεν είναι τριμμένο σε σωστή κοκκομετρία οδηγείται στο τριβείο όπου μια σειρά θραυστήρων μύλων και κόσκινων διαμορφώνουν το μέταλλευμα σε μια κοκκομετρία κατάλληλη για τα επόμενα βήματα της παραγωγικής διαδικασίας.

Το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας για την παραγωγή του σιδηρονικελίου είναι η ομογενοποίηση των μεταλλευμάτων και η ανάμειξη τους με την χρησιμοποίηση ζυγών με άνθρακα ώστε να σχηματιστεί ένα μείγμα που ονομάζεται μεταλλουργικό μείγμα. Η αναλογία των υλικών στο μείγμα είναι πολύ κρίσιμη και επηρεάζει άμεσα την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Στη συνέχεια με μεταφορικές ταινίες το μείγμα οδηγείται στις περιστροφικές κάμινους οι οποίες είναι κυλινδρικές κάμινοι με διάμετρο 5-6 m και μήκος 100-120 m.

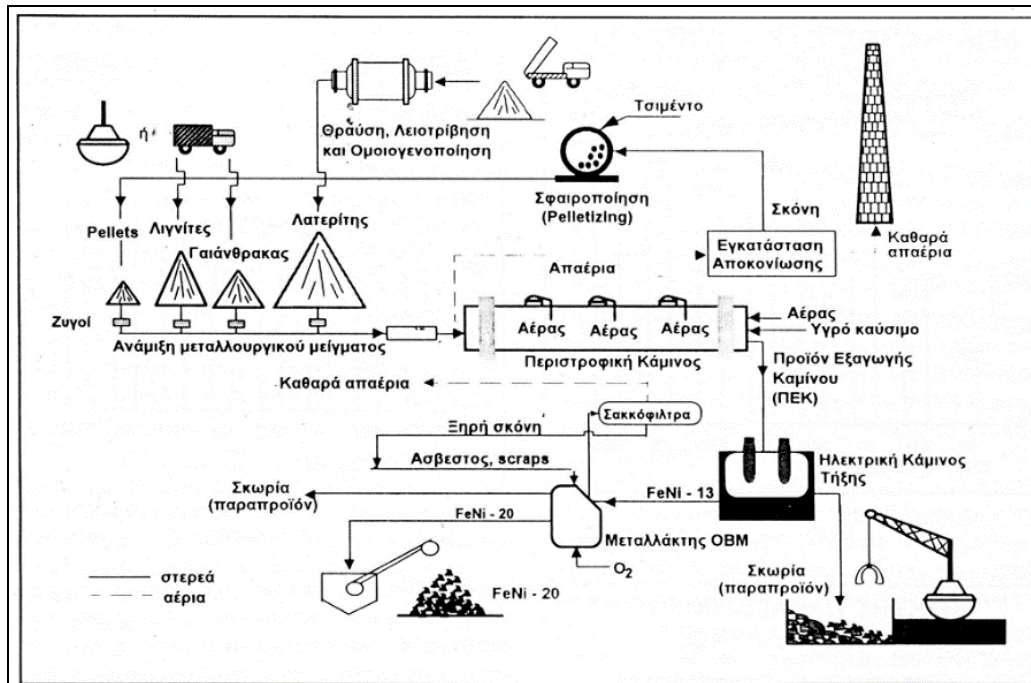


Εικόνα 21 – Περιστροφικές Κάμινοι

Στην μια πλευρά τους έχουν καυστήρα που παρέχει ενέργεια και βοηθάει στην ανάφλεξη του άνθρακα που περιέχεται στο μείγμα και στην ξήρανση του υλικού.

Ταυτόχρονα τα οξείδια των μετάλλων υφίστανται μια προ αναγωγή δηλαδή επειδή ο άνθρακας μέσα στο μείγμα απορρόφα το οξυγόνο, γίνονται οξείδια με χαμηλότερη αναλογία μετάλλου οξυγόνου.

Στην έξοδο της περιστροφικής καμίνου έχουμε ένα υλικό που έχει θερμοκρασία 800<sup>0</sup> C και είναι το προϊόν τροφοδοσίας του επόμενου παραγωγικού σταδίου.



Εικόνα 22 – Σχηματικό Διάγραμμα Παραγωγικής Διαδικασίας

Τα καπναέρια των περιστροφικών καμίνων καθαρίζονται με ηλεκτροστατικά φίλτρα.

Το επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας είναι οι ηλεκτρικές κάμινοι (εικόνα 23). Εδώ το προϊόν των περιστροφικών καμίνων μεταφέρεται με ειδικούς γεραμούς.



Εικόνα 23 – Θόλος Ηλεκτρικής Κάμινος

Η ηλεκτρική κάμινος τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια μεγάλης έντασης 50000-70000 Α. Η ηλεκτρική ενέργεια λειώνει το μείγμα.

Παράλληλα μέρος του άνθρακα που εναπόμεινε από το προηγούμενο στάδιο ανάγει τα οξειδία και έχουμε στο ρευστό πλέον μείγμα μεταλλική μορφή των στοιχείων.

Μέσα στο μείγμα εκτός των μετάλλων υπάρχουν και άλλα στοιχεία που περιέχονται στο μετάλλευμα. Αυτά είναι κυρίως ενώσεις πυριτίου αργίλιο κλπ.

Το μέταλλο λόγω μεγαλύτερου ειδικού βάρους καθιζάνει μέσα στην ηλεκτρική κάμινο ενώ τα άλλα στοιχεία επιπλέουν.

Τα μη μεταλλικά στοιχεία ονομάζονται σκωρία και αφαιρούνται από την ηλεκτρική κάμινο σε ρευστή μορφή.

Το ρευστό υλικό θερμοκρασίας 1400<sup>0</sup> C ψύχεται σε ένα τζετ νερού και παίρνει μια μορφή παρόμοια με άμμο.

Το μέταλλο αφαιρείται από μια οπή που βρίσκεται χαμηλότερα στο ηλεκτρικό καμίνι (οπή απομετάλλωσης) τοποθετείται σε μεγάλους κάδους και οδηγείται στο επόμενο στάδιο.

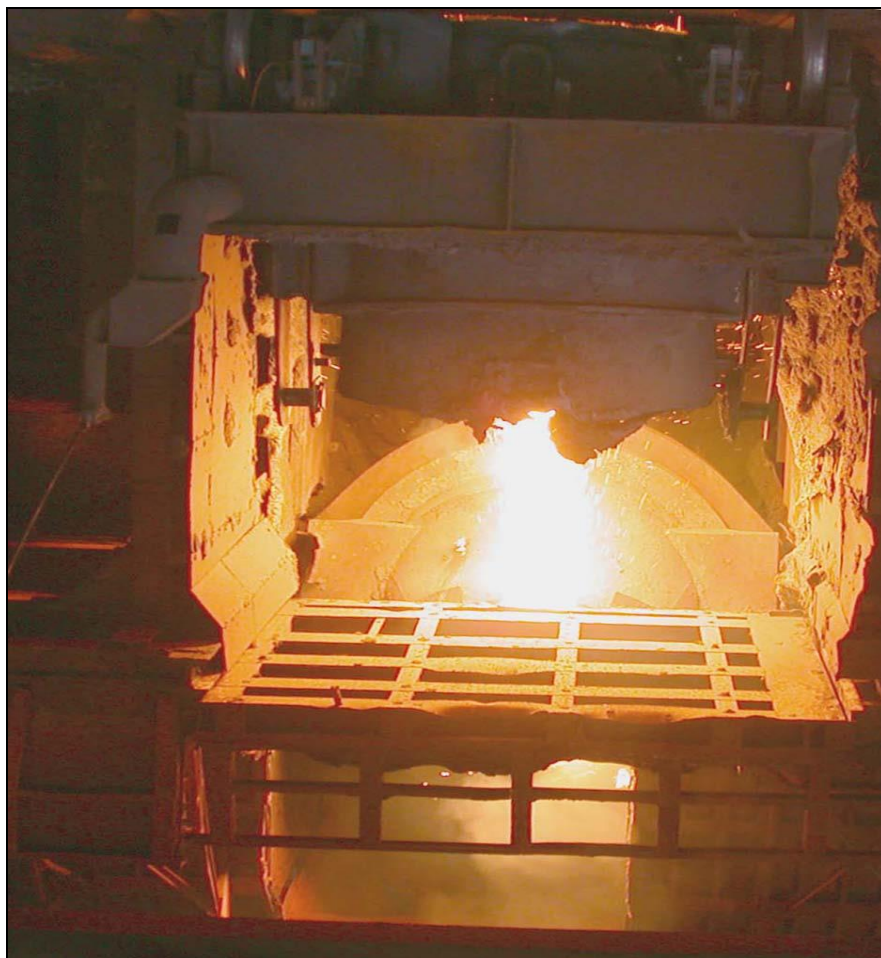
Η θερμοκρασία του μετάλλου όταν βγαίνει από την ηλεκτρική κάμινο (εικόνα 24) είναι 1500-1600<sup>0</sup> C και έχει μια περιεκτικότητα νικελίου 14-15 % με το υπόλοιπο να είναι σίδηρος.



Εικόνα 24 – Λήψη Μετάλλου Ηλεκτροκαμίνου

Το κράμα αυτό δεν είναι κατάλληλο για να διοχετευθεί στην αγορά, αφ' ενός λόγω χαμηλής περιεκτικότητας νικελίου, και αφ' εταίρου λόγω του ότι περιέχει κάποια στοιχεία όπως θείο S και φωσφόρο P που επηρεάζουν την ποιότητα του προϊόντος.

Για να αποκτήσει το προϊόν τις ιδιότητες που επιθυμούν οι πελάτες το προϊόν πηγαίνει στην επόμενη φάση της παραγωγικής διαδικασίας τους μεταλλάκτες OBM (εικόνα 25)



Εικόνα 25 – Μεταλλάκτης OBM

### 12.3. Κυριότερες Χρήσεις Νικελίου

Οι κυριότερες χρήσεις του νικελίου (εικόνα 26) είναι η:

- κατασκευή ανοξείδωτων κραμάτων
- επιμετάλλωση
- κατασκευή συσσωρευτών κλπ.





Εικόνα 26 – Χρήσεις Του Νικελίου

## 8. ΕΥΧΑΡΙΣΤΕΙΕΣ

---

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Αγγελίδη για τις χρήσιμες συμβουλές και την βοήθεια του προς την διαμόρφωση αυτής της εργασίας ακόμα και τον κύριο Στασινάκης και την κυρία Αλλούπη για την συμβολή τους στην προετοιμασία και την επίβλεψη της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Fernando Cabrera μηχανικό περιβάλλοντος στην εταιρεία Falcondo καθώς και το υπόλοιπο προσωπικό για την βοήθεια τους και τις χρήσιμες πληροφορίες που μου έδωσαν σε όλη την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης εκεί. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Χουντή υπεύθυνη περιβάλλοντος και σημερινή διευθύντρια στην εταιρεία Γ.Μ.Μ.ΑΕ ΛΑΡΚΟ καθώς και όλο το υπόλοιπο προσωπικό που με βοήθησαν στην πρακτική μου άσκηση και μου έδωσα τα απαραίτητα στοιχεία για την υλοποίηση αυτής της εργασίας

## 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA (2006), , Αθήνα, Εκδοτικός Οργανισμός Πάπυρος, 13, σελ. 52-53
- ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA (2006), , Αθήνα, Εκδοτικός Οργανισμός Πάπυρος, 37, σελ. 321-322
- ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA (2006), , Αθήνα, Εκδοτικός Οργανισμός Πάπυρος, 42, σελ. 210-211
- ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΕΘΝΟΥΣ (1974), , Αθήνα, Εκδοτική Αθηνών, Α, σελ. 40
- Μάστορας, Π., (2019). Σερπεντινικές περιοχές της Λέσβου: Οικολογία και Γεωχημεία (Α δημοσίευτη Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιληνη.
- Kabata, A & Mukherjee, A., 2007. Trace Elements from Soil to Human. Springer, 237-248
- Τζεφέρης Π., (2010). Η ταυτότητα του ελληνικού ορυκτού πλούτου. Λατομείο, 40-45
- Τεχνική Έκθεση της ΛΑΡΚΟ (2009)
- Εφημερίδα της κυβερνήσεως της Ελληνικής δημοκρατίας
- Μπαλωμενος. Κ., (2016) Μεταλλεύματα νικελίου στην Ελλάδα και ΛΑΡΚΟ. Ανασύρθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2016 από: <http://amfictyon.blogspot.com/2016/02/blog-post.html>
- Τζεφέρης. Π., (2015) Εξόρυξη κι επεξεργασία μεταλλευμάτων (II). Ανασύρθηκε στις 23 Μαρτίου 2015 από: [http://www.oryktosploutos.net/2015/03/blog-post\\_21.html](http://www.oryktosploutos.net/2015/03/blog-post_21.html)
- Angolamerican. Digging deeper: Mining methods explained. Από: <https://www.angloamerican.com/futuresmart/our-industry/mining-explained/digging-deeper-mining-methods-explained>