

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, 2021



«ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΙΕΤΡΑΣ»

Επιμέλεια πτυχιακής εργασίας: Ανδρεδάκης Ιωάννης Α.Μ 6532

Επιβλέπων καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ5

ABSTRACT 6

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 7

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΙΕΤΡΩΜΑΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

8

1.1. Η Πελοπόννησος 9

1.2. Κορινθία και Αργολίδα 9

1.3. Κορινθία 12

1.4. Ο Κορινθιακός Κόλπος 12

1.5. Ο Ισθμός της Κορίνθου 13

1.6. Αρχαία Κόρινθος 15

1.7. Ακροκόρινθος 17

1.8. Κεχριές 18

1.9. Λουτράκι 19

1.10. Περαχώρα 19

1.11. Η Αργολίδα 20

1.12. Η Αργεία Πεδιάδα και η λίμνη Λέρνα 21

1.13. Μυκήνες 23

1.14. Τίρυνθα 24

1.15. Άργος 26

1.16. Κεφαλάρι και άλλες πηγές 28

|  |    |
|--|----|
| 1.17. Ναύπλιο  | 29 |
| 1.18. Επίδαυρος  | 30 |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Ο ΒΩΞΙΤΗΣ 32</b>                                       |    |
| 2.1. Εισαγωγή  | 32 |
| 2.2. Τα ελληνικά αποθέματα Βωξίτη                                      | 32 |
| 2.3. Ιστορικό της περιοχής   | 34 |
| 2.4. Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας  | 35 |
| 2.5. Περιοχή εξόρυξης βωξίτη Γερολέκα στην Ελλάδα                      | 35 |
| 2.6. Γεωλογικά χαρακτηριστικά  | 37 |
| 2.7. Γενετικά μοντέλα  | 39 |
| 2.8. Μεταλλευτικές πληροφορίες   | 41 |
| 2.8.1. Βωξίτες που σχετίζονται με τα καρστικά Μεσογείου                | 41 |
| 2.8.2. Τρέχουσα κατανόηση των βωξιτών Παρνασσού – Γκιώνας              | 42 |
| 2.8.3. Παρατηρήσεις από τους βωξίτες της Οίτης και της Βόρειας Γκιώνας | 44 |
| 2.8.4. Πλαγιόκλαση   | 46 |
| 2.8.5. Λατεριτικός βωξίτης και καρστικός βωξίτης                       | 47 |
| 2.8.6. Καρστικοί βωξίτες   | 48 |
| 2.9. Οικονομοτεχνικά δεδομένα  | 49 |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΛΑΤΟΜΕΙΟ 51</b>  |    |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ 53</b>    |    |
| 4.1. Εισαγωγή  | 57 |
| 4.2. Ορισμός   | 58 |
| 4.3. Ιστορικό υπόβαθρο   | 60 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 4.4.   | Κίνδυνοι στο χώρο εργασίας   | 61  |
| 4.5.   | Κίνδυνοι και ασφάλεια με βάση τον τομέα εργασίας                       | 63  |
| 4.5.1.   | Κατασκευές   | 63  |
| 4.5.2.   | Ορυχεία  | 65  |
| 4.5.2.   | Υγειονομική περίθαλψη και κοινωνική βοήθεια                            | 70  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ              |  | 71  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ     |  | 85  |
| 6.1.   | Κύριες κατηγορίες πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται για την λήψη αδρανών | 86  |
| 6.1.1.   | Μαγματικά πετρώματα  | 87  |
| 6.1.2.   | Ιζηματογενή πετρώματα  | 88  |
| 6.1.3.   | Μεταμορφωμένα πετρώματα  | 89  |
| 6.2.   | Κατηγορίες Αδρανών   | 89  |
| 6.2.1.   | Προέλευση  | 90  |
| 6.2.2.   | Πηγή λήψης   | 93  |
| 6.2.3.   | Μέγεθος κόκκων   | 97  |
| 6.2.4.   | Ειδικό Βάρος   | 98  |
| 6.3.   | Εφαρμογές - Χρήσεις αδρανών υλικών                                     | 99  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ |  | 101 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ                                   |  | 110 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ                                   |  | 111 |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε το λατομείο, τα μηχανήματα και ο γενικότερος εξοπλισμός που χρησιμοποιούνται σε αυτό, καθώς και οι εφαρμογές των προϊόντων του. Ένα λατομείο είναι ένας τύπος ορυχείου ανοιχτού λάκκου στο οποίο εξορύσσονται από το έδαφος πέτρα, βράχος, αδρανή κατασκευών, άμμος, χαλίκι ή σχιστόλιθος. Η λειτουργία των λατομείων ρυθμίζεται σε ορισμένες δικαιοδοσίες για τη μείωση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων.

Στα πλαίσια της πτυχιακής αυτής εργασίας, πραγματοποιήθηκε ανάλυση του θέματος, σε συνολικά επτά κεφάλαια, εκ των οποίων στο πρώτο πραγματοποιείται ανάλυση της γεωλογίας και του πετρώματος της νοτίου Ελλάδας, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ένα πολύ βασικό πέτρωμα που εξορύσσεται στην Ελλάδα, δηλαδή ο βωξίτης, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το λατομείο και τι εργασίες πραγματοποιεί καθώς και τι περιλαμβάνει, στο τέταρτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στην υγιεινή και στην ασφάλεια σε εργοταξιακούς χώρους, στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στα μηχανήματα και στον εξοπλισμό του λατομείου, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τις εφαρμογές προϊόντων του λατομείου και τις κατηγορίες πετρωμάτων και αδρανών, ενώ τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ελληνικά αλλά και διεθνή πρότυπα που εφαρμόζονται για την διαδικασία παραγωγής των λατομείων αλλά και στα τελικά προϊόντα.

## **ABSTRACT**

The subject of this dissertation was the quarry, the machinery and the general equipment used in it, as well as the applications of its products. A quarry is a type of open pit mine in which stone, rock, aggregate, sand, gravel or slate are mined from the ground. The operation of the quarries is regulated in certain jurisdictions to reduce their environmental impact.

In the context of this dissertation, an analysis of the subject was carried out, in a total of seven chapters, of which the first analyzes the geology and rock of southern Greece, the second chapter presents a very basic rock mined in Greece, namely bauxite, in the third chapter the quarry is presented and what works it carries out as well as what it includes, in the fourth chapter we refer to hygiene and safety at construction sites, in the fifth chapter reference is made to the machinery and equipment of the quarry, in the sixth chapter we present the applications of the quarry products and the categories of rocks and aggregates, while finally, the seventh chapter presents the Greek and international standards that apply to the production process of quarries and final products.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με βάση τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του πετρώματος η εξόρυξη πραγματοποιείται με την χρήση εκρηκτικών υλών (διάτρηση – γόμωση – ανατίναξη). Το μοντέλο εξόρυξης που θα ακολουθείται κατά τις εργασίες εξόρυξης περιγράφεται στην τεχνική μελέτη του λατομείου μας αναλυτικά παρακάτω. Αυτό το μοντέλο έχει υιοθετηθεί με σκοπό να δημιουργούνται ελεγχόμενες καταστάσεις εξόρυξης και ως εκ τούτου απολύτως ασφαλείς εργασίες, έτσι ώστε να διασφαλίζονται οι εργαζόμενοι και οι τυχόν περίοικοι του χώρου επέμβασης.

Ο τρόπος διάτρησης και οι διατάξεις των διατρημάτων επιλέγονται κατάλληλα ώστε σε συνδυασμό με την κατάλληλη εκρηκτική ύλη και γόμωση να επιτυγχάνονται τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα, ήτοι:

Αύξηση της αποτελεσματικότητας της εκρηκτικής ύλης.

Μείωση της εκτόξευσης τεμαχίων του πετρώματος σε μεγάλες αποστάσεις

Μείωση του θορύβου της έκρηξης (μένει ή φεύγει;)

Παραγωγή κατάλληλου εξορυχθέντος προϊόντος προς επεξεργασία

Για την παραγωγή εμπορεύσιμων προϊόντων κατάλληλης κοκκομετρίας, το εξορυσσόμενο υλικό υφίσταται επεξεργασία στο συγκρότημα θραύσης και κοκκομετρικής ταξινόμησης που έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί στο χώρο του λατομείου. Το συγκρότημα παραγωγής προϊόντων αποτελείται από μηχανήματα πρωτογενούς και δευτερογενούς θραύσης, κόσκινα και μεταφορικές ταινίες. Το συγκρότημα είναι συνολικής ισχύος 1735.95HP και η παραγωγική του ικανότητα είναι της τάξης των 2000 m<sup>3</sup> παραγόμενων προϊόντων ημερησίως λειτουργώντας σε μια οκτάωρη βάρδια.

Η φόρτωση του εξορυγμένου υλικού από το μέτωπο γίνεται με ένα φορτωτή τύπου CAT 988F.

Για την μεταφορά των εξορυγμένων υλικών από τα μέτωπα στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για την παραγωγή σκύρων, χρησιμοποιούνται φορτηγά Dumper.

Η μέση απόσταση όπως προκύπτει από τα σχεδιαγράμματα, υπολογίζεται σε 300 μέτρα με μέγιστη τα 800 μέτρα.

Καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγής λειτουργεί σύστημα καταιονισμού ώστε να μην δημιουργείται σκόνη στο χώρο του λατομείου είτε στους δρόμους είτε στα μηχανήματα θραύσης.

Τα εξορυσσόμενα υλικά διαχωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

α) Στα υλικά που προωθούνται για πρωτογενή και δευτερογενή θραύση προς παραγωγή αδρανών υλικών διαφόρων κατηγοριών ανάλογα με τη χρήση που προορίζονται

Από τα υλικά που προέρχονται από την παραγωγή θραύσης διαχωρίζονται λίθοι μεγέθους 80 έως 160 mm που προωθούνται για πλήρωση συρματοκιβωτίων

Μέρος των θραυστών υλικών που δεν απορροφώνται από την αγορά προωθούνται και πάλι σε τριτογενή θραύση μέσω κατάλληλου συγκροτήματος (TORNADO) προς παραγωγή άμμου με χαμηλό ποσοστό παιπάλης κατάλληλου για παραγωγή ασφαλτομίγματος και σκυροδέματος.

β) Σε ογκόλιθους που θα χρησιμοποιηθούν αυτούσια ή μετά από θραύση με ειδική μηχανική σφύρα σε μικρότερα μεγέθη ώστε να προωθηθούν στην αγορά είτε για την κατασκευή λιμενικών έργων είτε για την προστασία των πρανών χειμάρρων και ποταμών.

γ) Επειδή ο συγκεκριμένος ασβεστόλιθος έχει κριθεί από το εργοστάσιο ζάχαρης ως άριστης ποιότητας για την παραγωγή ασβέστη απαραίτητου στην παραγωγική διαδικασία της ζάχαρης ειδική κοκκομετρία μεγέθους από 80-120mm λίθων προωθείται για την παραγωγή ασβέστη.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ**



## 1.1. Η Πελοπόννησος

Το όνομα Πελοπόννησος σημαίνει «το νησί του Πέλοπα», του μυθικού βασιλιά αυτής της περιοχής. Αν και είναι νησί γεωλογικά, δεν έχει απομονωθεί από την ηπειρωτική χώρα στην ανθρώπινη μνήμη, προσκολλημένο σε αυτή από τον στενό Ισθμό της Κορίνθου. Ωστόσο, από μια άποψη, η Πελοπόννησος έγινε νησί το 1893 με την ολοκλήρωση του καναλιού της Κορίνθου. Όπως και όλη η Ελλάδα, της οποίας είναι η επιτομή, η Πελοπόννησος είναι πολύ ορεινή: τα βουνά περικυκλώνουν την κεντρική περιοχή της Αρκαδίας, όπου φτάνουν σε ύψος περίπου 2.300 μ. και προχωρούν προς τα έξω μέχρι να φτάσουν στη θάλασσα σχεδόν σε όλες τις κατευθύνσεις. Οι αρχαίοι συνέκριναν το σχήμα της με αυτό του φύλλου ενός πλατάνου. Ίσως μια καλύτερη σύγκριση θα ήταν με ένα απλωμένο χέρι, με ένα δάχτυλο να λείπει.

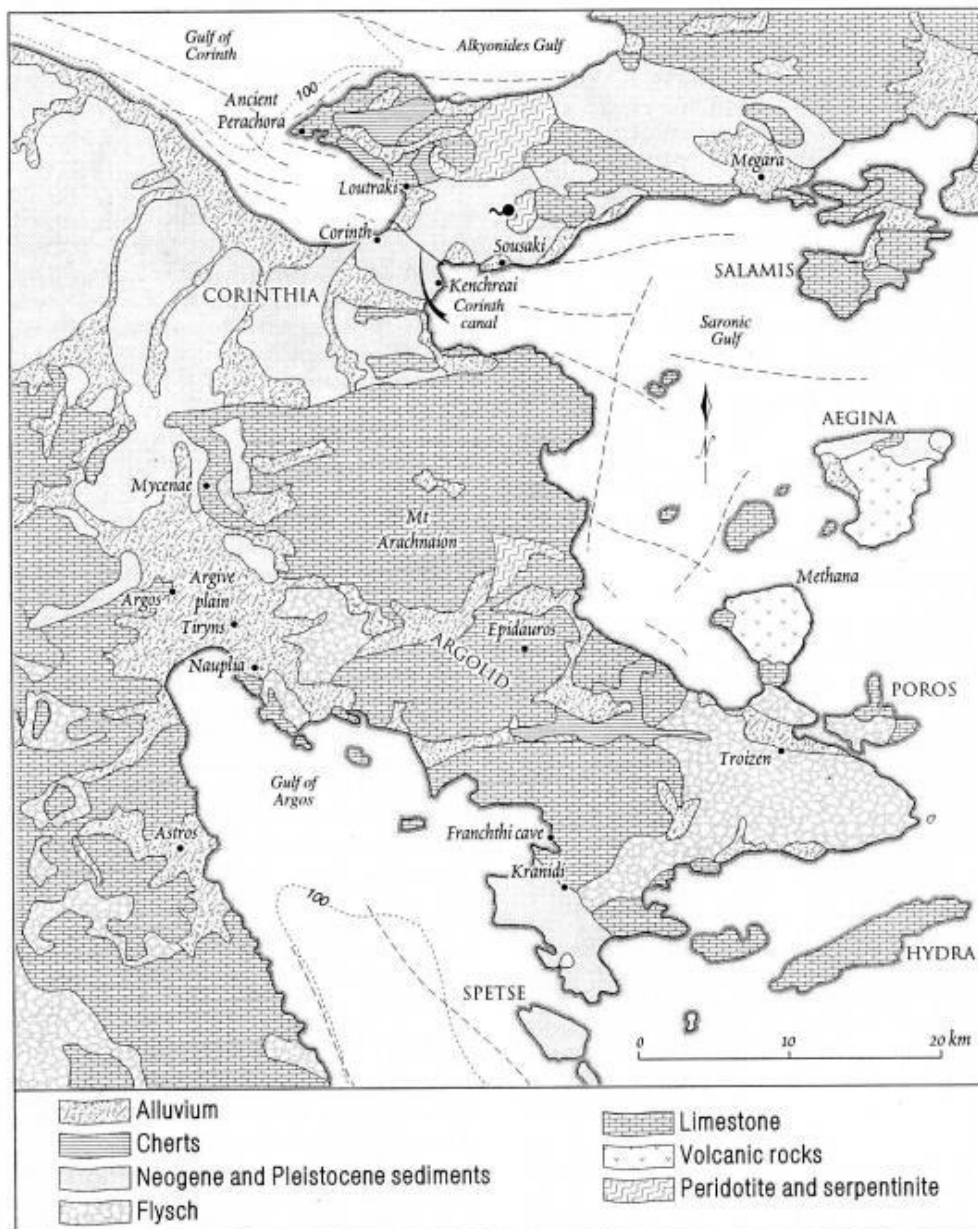
Ο αντίχειρας είναι η Αργολίδα και τα τρία δάχτυλα βρίσκονται στη Λακωνία και τη Μεσσηνία. Τα επτά σύγχρονα τμήματα της Πελοποννήσου αντιστοιχούν σε μεγάλο βαθμό με τους αρχαίους πολιτικούς διαχωρισμούς. Περιλαμβάνουν την Κορινθία και την Αργολίδα, την Λακωνία και την Μεσσηνία, και την Ηλεία, την Αχαΐα και την Αρκαδία (Κουκουβέλας, et al. 2009).

## 1.2. Κορινθία και Αργολίδα

Το γεωλογικό υπέδαφος της Κορινθίας και της Αργολίδας κυριαρχείται από βράχους από δύο ισοπικές ζώνες. Το μεγαλύτερο μέρος της Κορινθίας και το ανατολικό τμήμα της Αργολίδας έχουν υπέδαφος από βράχους της υποπελαγονικής ζώνης, μιας ζώνης βράχων που ήταν αρχικά μέρος ενός παλαιού ηπειρωτικού περιθωρίου. Αυτή η ζώνη χαρακτηρίζεται από βράχους οφιολίτη και συναφή ιζήματα όπως γκρι

ασβεστόλιθους Τριασικής έως Ιουράσσιας περιόδου. Δυτικά του Κόλπου του Άργους και της πεδιάδας του, η ζώνη της Πίνδου αντιπροσωπεύεται από λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους και ιζήματα φλύσχη. Αυτά τα πετρώματα εναποτέθηκαν σε μια μικρή λεκάνη του ωκεανού. Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης των Άλπεων, η υπο-Πελαγονική ζώνη ωθήθηκε δυτικά πάνω από τη ζώνη της Πίνδου (Τσάφου & Χατζηχαριστού, 2007).

Η τοπογραφία και η γεωλογία αυτής της περιοχής έχουν επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από την επέκταση του Νεογενή φλοιού στην περιοχή του Αιγαίου. Αυτό το τέντωμα έχει δημιουργήσει πολλές ρηξιγενείς ζώνες, μεταξύ των οποίων Κορινθιακός Κόλπος, μαζί με τα πεδινά προς τα νότια και η επέκτασή του στα ανατολικά του Σαρωνικού κόλπου, να αποτελούν ένα κλασικό παράδειγμα (Ζεληλίδης, et al. 1988).



Η Αργολίδα είναι μια άλλη ρηξιγενής ζώνη, που τώρα είναι ξεχωριστό τμήμα, αλλά συνδέεται αρχικά με την πρώιμη κορινθιακή ρηξιγενή ζώνη. Μια μικρή ηφαιστειακή δραστηριότητα, μέρος του ηφαιστειακού τόξου του Νοτίου Αιγαίου, παρήγαγε λάβα δακίτη και μικρές εισβολές ανατολικά του καναλιού της Κορίνθου, κυρίως κοντά στο Σουσάκι πριν από 4-2,7 εκατομμύρια χρόνια, καθώς και τα ηφαίστεια της Αίγινας και των Μεθάνων. Οι θερμές πηγές που συνδέονται με τις λάβες του Σουσακίου δεν θερμαίνονται από την συγκεκριμένη ηφαιστειακή δραστηριότητα, καθώς είναι πολύ παλιά, αλλά πιθανότατα οδηγήθηκαν προς τα πάνω στα ίδια ρήγματα που χρησιμοποιήθηκαν από το μάγμα (Παγώνας, 2009).

### 1.3. Κορινθία

Βρίσκεται στον ισθμό που φέρει το όνομά του, η Αρχαία Κόρινθος διαθέτει δύο εξαιρετικά λιμάνια: τις Κεχριές στον Σαρωνικό και το Λέχαιο στον Κόλπο της Κορίνθου. Με αυτό τον τρόπο, μια ισχυρή Κόρινθος θα μπορούσε να ελέγχει όχι μόνο τη χερσαία κυκλοφορία Βορρά/ Νότου, αλλά και την θαλάσσια κίνηση Ανατολής/ Δύσης. Και γι' αυτό, παρόλο που το έδαφος είναι πολύ φτωχό και οι σεισμοί είναι πολύ συνηθισμένοι, η περιοχή οικίστηκε για τα τελευταία 7.000 χρόνια.

Οι πρώτοι καταγεγραμμένοι κάτοικοι ήταν Δωριείς Έλληνες που ένωσαν στην επικράτειά τους τα δύο λιμάνια και την ακρόπολη του Ακροκόρινθου. Τον έκτο και τον έβδομο αιώνα π.Χ. η πόλη αποκτά σημασία και το 550 π.Χ. χτίστηκε ο μεγάλος Ναός του Απόλλωνα. Η Κόρινθος συνέχισε να δεσπόζει ως καλλιτεχνικό και εμπορικό κέντρο μέχρι το 146 π.Χ. όταν οι Ρωμαίοι κατέστρεψαν την πόλη. Επιδιορθώθηκε το 44 π.Χ. και σύντομα ανέκτησε το προηγούμενο κύρος της, οπότε και μετατράπηκε σε κέντρο κοσμικότητας. Ωστόσο, η Κόρινθος έγινε το κέντρο της νέας θρησκείας του Χριστιανισμού στην Ελλάδα όταν την επισκέφτηκε ο Απόστολος Παύλος. Τον έκτο αιώνα μ.Χ. η Κόρινθος καταστράφηκε από δύο τρομερούς σεισμούς. Τελικά προέκυψε μια νέα πόλη, για να γίνει το κέντρο της ελληνικής βιομηχανίας μεταξιού. Όταν αυτή η πόλη καταστράφηκε από σεισμό το 1858, η Νέα Κόρινθος πήρε τη θέση της και η Παλιά Κόρινθος ουσιαστικά έπαψε να υπάρχει (Κουκουβέλας, et al. 2009).

### 1.4. Ο Κορινθιακός Κόλπος

Ο Κορινθιακός Κόλπος είναι μια ρηξιγενής ζώνη που αναπτύχθηκε σταδιακά τα τελευταία 5-10 εκατομμύρια χρόνια. Είναι μια πολύπλοκη δομή, καθώς η κίνηση δεν περιορίζεται σε δύο ρήγματα, αλλά έχει σχηματιστεί σε μια ολόκληρη σειρά παράλληλων ρηγμάτων, δημιουργώντας μια σειρά τεράστιων βημάτων παράλληλα με τον κόλπο.

Επιπλέον, η εγκατάσταση του κεντρικού τμήματος ήταν ασύμμετρη, με πολύ περισσότερη καθίζηση προς το νότο, μάλλον σαν πόρτα παγίδας. Το αρχικό ρήγμα περιορίστηκε στην περιοχή νότια της Κορίνθου, επεκτείνοντας μέχρι το Αργολίδα και αναπτύχθηκε εκεί μια ρηχή θάλασσα ή λίμνη. Τα ιζήματα που αποτίθενται εκεί, εκτίθενται τώρα στα τείχη του Ισθμού της Κορίνθου, σε προεξοχές του κοίλου βράχου στην αρχαία Κόρινθο και στους χαμηλούς λόφους που χωρίζουν την Κορινθία και την Αργολίδα. Αργότερα η ρηγμάτωση μετακινήθηκε στον σημερινό Κόλπο της Κορίνθου, και η νότια περιοχή ανυψώθηκε πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η συνολική καθίζηση της βάσης του ρήγματος κατά τα τελευταία 5-10 εκατομμύρια χρόνια είναι περίπου 3 χλμ. και συνεχίζει να αυξάνεται (Τάταρης & Κούνης, 1966).

Πριν από 250.000 χρόνια, οι Κόλποι της Κορίνθου και της Πάτρας αποτελούσαν μια λίμνη, σφραγισμένη από τη θάλασσα από ένα φράγμα που περιλάμβανε τα νησιά Κεφαλληνία και Ζάκυνθο. Τα ποτάμια που εξέβαλαν σε αυτήν τη λίμνη, σχημάτιζαν μεγάλα δέλτα που τώρα επιβιώνουν ως κοιάδες, όπως εκείνη στην οποία βρίσκεται η Αρχαία Κόρινθος. Παρόμοιες κοιλάδες υπάρχουν γύρω από την Πάτρα. Οι κινήσεις της γης άνοιξαν αυτήν την περιοχή στη θάλασσα, αν και περιοδικά τα στενά του Ρίου βόρεια της Πάτρας λειτουργούσαν ως φράγμα και ο Κόλπος της Κορίνθου έγινε λίμνη.

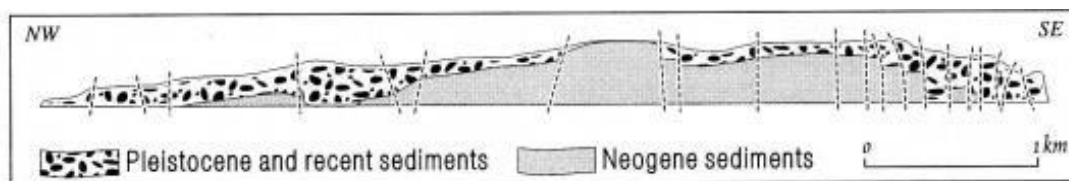
Τρεις μεγάλοι σεισμοί εμφανίστηκαν το 1981. Είχαν επίκεντρο σε ένα σημαντικό ρήγμα που εκτείνεται κάτω από τον κόλπο των Αλκυονίδων, αλλά και κινήσεις σημειώθηκαν επίσης σε ρήγματα στην ξηρά και στις δύο πλευρές του κόλπου. Σεισμοί αυτού του μεγέθους πιθανώς συμβαίνουν κάθε 300 χρόνια σε αυτήν την περιοχή. Ο Κόλπος της Κορίνθου είναι επίσης πολύ ευαίσθητος σε τσουνάμι που παράγονται από σεισμούς (Κουκουβέλας, et al. 2009).

### 1.5. Ο Ισθμός της Κορίνθου

Ο Ισθμός της Κορίνθου, που χωρίζει την ηπειρωτική Ελλάδα από την Πελοπόννησο, έχει πλάτος μόλις 6 χλμ. Στην αρχαιότητα έγιναν αρκετές προσπάθειες να εκσκαφθεί ένα κανάλι, που θα εξοικονομούσε σε ένα ταξίδι γύρω από την Πελοπόννησο περίπου 300 χλμ. Στην τελευταία περίπτωση, το 67 μ.Χ., ο αυτοκράτορας Νέρων άρχισε επιχειρήσεις

εκσφακής, χρησιμοποιώντας 6.000 Εβραίους αιχμαλώτους πολέμου, αλλά επέστρεψε πίσω λόγω προβλημάτων στη Ρώμη και το έργο σταμάτησε μετά το θάνατό του τον επόμενο χρόνο. Ως δεύτερη καλύτερη περίπτωση, τον 6ο αιώνα π.Χ. οι Κορίνθιοι είχαν κατασκευάσει το Διόλκο, μια διόδο μεταφοράς μέσα από το βράχο, για τη μεταφορά πολεμικών πλοίων, και φορτίων των εμπορικών πλοίων, κατά μήκος του Ισθμού με τροχοφόρους μεταφορείς. Μετά από ένα διάστημα σχεδόν 2.000 ετών, ο Ισθμός ολοκληρώθηκε τελικά το 1893 (Τσάγκας, 2011).

Μια σειρά από ρηγματικά πλέγματα Πλειόκαινου - Πλειστόκαινου, ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή πετρώματα εκτίθεται όμορφα στις πλευρές του καναλιού. Αυτά τα πετρώματα σχηματίστηκαν νωρίς στην ιστορία του Κορινθιακού Κόλπου, όταν το νότιο τμήμα ήταν κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αναβαθμίστηκαν σχετικά πρόσφατα. Τα παλαιότερα πετρώματα εκτίθενται καλύτερα στο μέσο του καναλιού. Είναι μια σειρά από ανοιχτόχρωμους μάργες, μικρούς καφέ ψαμμίτες και συσσωματώματα, και είναι Ύστερης Πλειόκαινου Περιόδου. Αυτά τα πετρώματα ανυψώθηκαν, διαβρώθηκαν και μετά επέστρεψαν κάτω από τη στάθμη της θάλασσας για την εναπόθεση της επόμενης σειράς, των «Τυρρηνικών αποθέσεων» της Πλειστόκαινου. Αυτά είναι συσσωματώματα, ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι και μικρές μάργες. Οι ασβεστόλιθοι παράγουν καλά οικοδομικά υλικά και χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή της αρχαίας Κορίνθου (Τσάγκας, 2011).



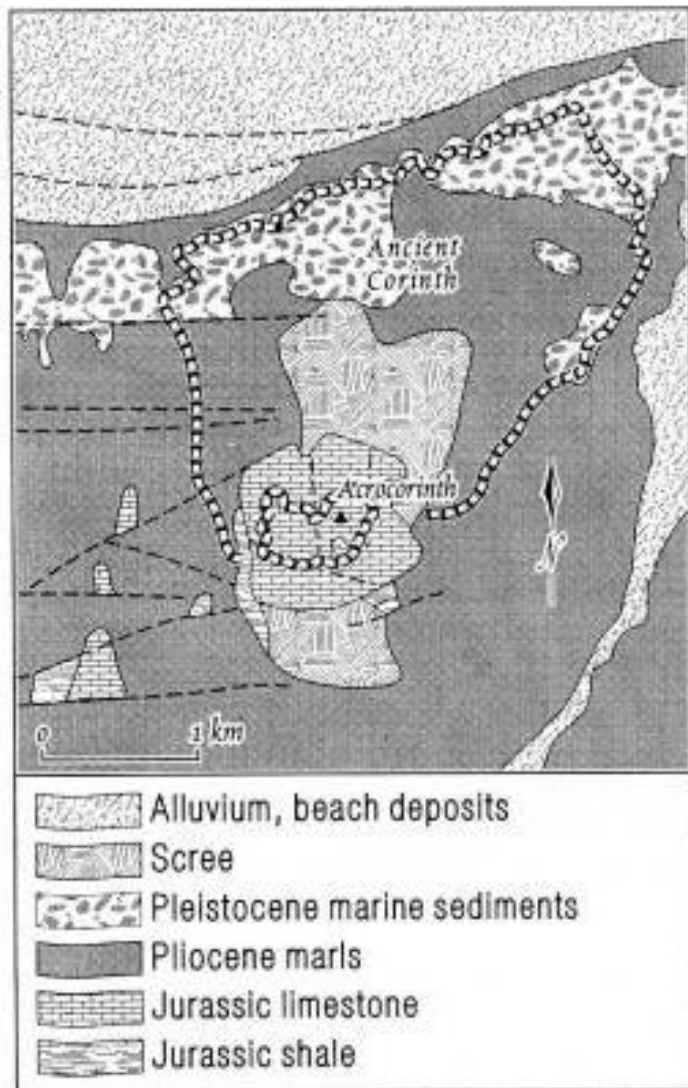
Τέλος, ολόκληρο το σύνολο ανυψώθηκε πάνω από τη στάθμη της θάλασσας κατά μήκος μιας σειράς ανατολικών/ δυτικών ρηγμάτων. Αυτά τα απότομα κεκλιμένα φυσιολογικά ρήγματα εμφανίζονται κάθε μερικές εκατοντάδες μέτρα κατά μήκος του Ισθμού. Η κίνηση σε αυτά τα ρήγματα είναι συμμετρική στο μέσο του καναλιού, που περιέχει τα παλαιότερα πετρώματα. Επομένως, ο ισθμός εδώ έχει τη μορφή μιας ράχης, όπως θα περίμενε κανείς. Η κίνηση σε κάθε ρήγμα είναι σχετικά μικρή, λίγα μέτρα στις περισσότερες περιπτώσεις, και θα μπορούσε να είχε επιτευχθεί σε έναν μόνο, μεγάλο σεισμό (Λαλέχος, 1974).

Το δυτικό άκρο του Διόλκου εκτίθεται κοντά στην είσοδο του Ισθμού (Πλάκα 6Α). Είναι μερικώς καλυμμένο με έως 30 εκατοστά παραθαλάσσιου πετρώματος, το οποίο έχει συσσωρευτεί κάποια στιγμή τα τελευταία 2.500 χρόνια, δείχνοντας πόσο γρήγορα αυτά τα πετρώματα μπορούν να σχηματιστούν. Το παραθαλάσσιο πέτρωμα σχηματίστηκε μετά την κατασκευή του Διόλκου, όταν η περιοχή βυθίστηκε κατά 80 εκ., πιθανότατα μετά από σεισμό. Στη συνέχεια, η περιοχή ανυψώθηκε μέχρι το αρχικό της επίπεδο, αποκαλύπτοντας το παραθαλάσσιο πέτρωμα που βλέπουμε σήμερα (Τσόφλιας, 1969).

### 1.6. Αρχαία Κόρινθος

Η αρχαία πόλη της Κορίνθου βρίσκεται σε μια κοιλάδα παράλληλα με τον Κορινθιακό Κόλπο. Η προέλευση αυτής της κοιλάδας είναι προβληματική, αλλά είναι πιθανώς μια παραλία στην κορυφή ενός δέλτα που σχηματίστηκε στη λίμνη του Κόλπου της Κορίνθου πριν από περίπου 250.000 χρόνια. Η πόλη χτίστηκε σε μεγάλο βαθμό πάνω σε αμμώδεις ασβεστόλιθους Πλειστόκαινου, παρόμοιους με εκείνους που εκτέθηκαν στα ανώτερα τμήματα των τειχών του Ισθμού Κορίνθου και στα δύο άκρα. Οι προεξοχές αυτών των πετρωμάτων στον αρχαίο χώρο έχουν καλά αναπτυγμένες στρώσεις που έχουν τη μορφή αρχαίων αμμόλοφων. Ένα καλό παράδειγμα μπορεί να δει κανείς από την πλευρά της Κρήνης του Γλαύκου (Τάταρης & Κούνης, 1966).

Αν και το τοπικό πέτρωμα είναι αρκετά αδύναμο, δεν έχει πολλές αρθρώσεις, καθώς δεν έχει ποτέ θαφτεί βαθιά, και ως εκ τούτου θα μπορούσε να εξαχθεί σε τεράστια μπλοκ. Τέτοια τεμάχια, με γυσοκονίαμα, χρησιμοποιήθηκαν για τις επτάμετρες στήλες του Ναού του Απόλλωνα. Το λατομείο για την κατασκευή αυτών των στηλών ήταν δίπλα στον ναό και στη συνέχεια κατασκευάστηκε η πόλη. Μικρότερες στήλες και προσόψεις κατασκευάστηκαν από εισαγόμενες πέτρες, όπως το Cipollino (από την Εύβοια), λευκό / γκρι μάρμαρο και ένα ροζ λατυποπαγή ασβεστολιθικό, που μπορεί να είναι από το λόφο του Ακροκόρινθου πάνω από την πόλη (Κουκουβέλας, et al. 2009).



Υπάρχει μια πηγή μέσα στην αρχαία πόλη, η Κρήνη Κάτω Πειρήνης. Έχει αναμορφωθεί εκτενώς και οι δεξαμενές έχουν ανασκαφεί πίσω, αλλά είναι μια φυσική πηγή και παρέχει νερό για τη σύγχρονη κοινότητα γύρω από την περιοχή. Το όνομα της συνδέεται με τη Κρήνη Άνω Πειρήνης στον Ακροκόρινθο. Και οι δύο τελικά αντλούν το νερό τους από βροχή που πέφτει στον λόφο του Ακροκόρινθου. Το νερό κατεβαίνει μέσα στο λόφο και ρέει προς τα νότια προς την πηγή μέσα στις κοιλάδες. Τέλος, το πέρασμά του εμποδίζεται από ένα ρήγμα που έχει προκαλέσει κατάρρευση στις αδιάβροχες μάζες μάργας Πλειστόκαινου. Το νερό στη συνέχεια ανεβαίνει κατά μήκος αυτού του ρήγματος στην επιφάνεια (Τάταρης & Κούνης, 1966).

Η Αρχαία Κόρινθος ήταν ένα σημαντικό κέντρο παραγωγής κεραμικών. Η συνοικία κεραμικών βρισκόταν περίπου 3 χλμ δυτικά της πόλης, στην



άκρη της κοιλάδας της Αρχαίας Κορίνθου. Ένας πηλός χαμηλής καύσης για λεπτά κεραμικά μπορεί να είχε εξαχθεί από κάποια περιοχή κοντά κάτω από ένα στρώμα συσσωματώσεων που καλύπτει την κοιλάδα. Ο πηλός που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων αμφορέων μεταφοράς πρέπει να προέρχεται από άλλη πηγή. Η ανάλυση δείχνει ότι μπορεί να προήλθε από ένα αποθετήριο λιγνίτη, όπως στο Νικολέτο και στο Σόλωνο, 3 χλμ. Νοτιοδυτικά και νοτιοανατολικά της Αρχαίας Κορίνθου αντίστοιχα. Ωστόσο, δεν έχουν αναγνωρισθεί λατομεία. Μια άλλη πιθανή πηγή αργίλου ήταν το έδαφος terra rossa, που παράγεται από τη διάβρωση του σκληρού ασβεστόλιθου. Ο πηλός που εξάγεται με πλύσιμο αυτού του εδάφους δίνει ροζ κεραμικά (Κουκουβέλας, et al. 2009).

### 1.7. Ακροκόρινθος

Το φρούριο του Ακροκόρινθου βρίσκεται σε έναν άγονο, απότομο λόφο (575 μ.) Νότια της Αρχαίας Κορίνθου. Τα ερείπια καλύπτουν πολλές χρονολογίες και διαφορετικές μορφές κατασκευής: αρχαϊκά, ελληνιστικά, βυζαντινά, φραγκικά και ενετικά. Ο λόφος είναι φτιαγμένος από ασβεστόλιθο Μέσης Ιουράσικης και δευτερεύον σχιστόλιθο, ένα διαβρωμένο κατάλοιπο από ένα στρώμα ασβεστόλιθου που τώρα φαίνεται κυρίως στους λόφους προς τα νότια. Κατά τη διάρκεια της Πλειοκαινού, ο Ακροκόρινθος ξεχώριζε ως νησί στον Κορινθιακό κόλπο, καθώς τότε ήταν πολύ ευρύτερος. Αυτή τη στιγμή οι μάργες που βρίσκονται τώρα γύρω από το λόφο είχαν εναποτεθεί στα ρηχά νερά (Τάταρης & Κούνης, 1966).

Οι φυσικές προεξοχές στο λόφο δίνουν την εντύπωση ότι αποτελείται εντελώς από ασβεστόλιθο, αλλά οι τεχνητές εκθέσεις, όπως περικοπές δρόμων, δείχνουν ότι υπάρχει επίσης πράσινος και κόκκινος σχιστόλιθος. Αυτοί οι σχιστόλιθοι διαβρώνονται πολύ πιο εύκολα από τον ασβεστόλιθο, και ως εκ τούτου δημιουργούν ένα χρώμα που κρύβει το αρχικό πέτρωμα. Το χρώμα του σχιστόλιθου αντικατοπτρίζει τη χημική κατάσταση του σιδήρου στα ορυκτά του πετρώματος: ο κόκκινος σχιστόλιθος περιέχει οξειδωμένο αιματίτη, αλλά στο πράσινο σχιστόλιθο ο σίδηρος εμφανίζεται ως μαύρος μαγνητίτης και το πράσινο των άλλων

ορυκτών εμφανίζεται από μέσα. Μερικές από τις προσχώσεις δεν έχουν σχηματίσει μεμονωμένες στρώσεις, αλλά έχουν τσιμεντοποιήσει λατυποπαγή ασβεστόλιθο που σχηματίστηκε από την κατάρρευση των σπηλαίων (Τσάφου & Χατζηχαριστού, 2007).

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό αυτού του φρουρίου ήταν η παρουσία μιας πηγής νερού μέσα στα τείχη. Η κρήνη Άνω Πειρήνης βρίσκεται περίπου 5 μέτρα κάτω από το σημερινό επίπεδο του εδάφους σε ένα μικρό «σαμάρι» προς τα νοτιοανατολικά της κορυφής. Τροφοδοτείται από βρόχινο νερό που διαρρέει στον ασβεστόλιθο του υψηλότερου εδάφους και στις δύο πλευρές. Από εκεί διαρρέει προς τα κάτω μέχρι το πέραςμα του να μπλοκαριστεί από ένα στρώμα σχιστόλιθου. Το νερό επιστρέφει προς την επιφάνεια κατά μήκος του ρήγματος Βορρά-Νότου που διχοτομεί το λόφο. Η διάβρωση των πετρωμάτων δίπλα σε αυτό το ρήγμα έχει δημιουργήσει το «σαμάρι» αυτό (Παγώνας, 2009).

### 1.8. Κεχριές

Κατά την αρχαιότητα, οι Κεχριές ήταν το ανατολικό λιμάνι της Κορίνθου, στο Σαρωνικό Κόλπο. Στην κλασική εποχή ήταν πολύ ενεργό, αλλά εγκαταλείφθηκε γύρω στον 6ο αιώνα μ.Χ., πιθανώς λόγω της καθίζησης της γης. Αυτή η καθίζηση φαίνεται να έχει συμβεί για μια περίοδο τουλάχιστον 1.000 ετών. Ένα ιερό κλασικής εποχής, βρίσκεται τώρα 150 μέτρα πέρα από την ακτή στα 2 μέτρα από το νερό, ενώ ένα ελληνιστικό κτήριο και μια παλαιοχριστιανική εκκλησία είναι ελαφρώς βυθισμένα (Παγώνας, 2009).

### 1.9. Λουτράκι

Ο γκρεμός πίσω από την πόλη του Λουτρακίου είναι εν μέρει, τουλάχιστον, ένα πρόσφατο σπάσιμο λόγω του ρήγματος, και γι' αυτό είναι τόσο απότομο. Το ρήγμα εκτίθεται στη βάση του βράχου και κλίνει απότομα προς το νερό. Είναι αυτό το ρήγμα που διοχέτευσε τα ζεστά, βαθιά κυκλοφορούντα νερά της βροχής προς την επιφάνεια και παρήγαγε τις διάσημες θερμές πηγές αυτής της πόλης. Η κύρια πηγή είναι ελαφρώς αλατούχα και θεική και έχει θερμοκρασία περίπου 29 έως 32 ° C. Η περιοχή της πηγής έχει αλλάξει εκτενώς, αλλά υπάρχουν ίχνη τραβερτίνης στην περιοχή, αν και η πηγή δεν εναποθέτει πλέον αυτό το πέτρωμα. Πολλές άλλες, μικρότερες θερμές πηγές φαίνονται να εξαερίζονται κατευθείαν στη θάλασσα δίπλα στην πηγή (Ζεληλίδης, et al. 1988).

### 1.10. Περαχώρα

Η χερσόνησος βόρεια της Κορίνθου καταλήγει σε σημείο κοντά στον αρχαίο χώρο της Περαχώρας. Εδώ, το ιερό της Ήρας κατεβαίνει σε έναν πολύ μικρό, γοητευτικό κόλπο. Μια σειρά από αρχαίες βάσεις στην στάθμη της θάλασσας παρατηρούνται στα βράχια γύρω από τη χερσόνησο της Περαχώρας. Η παλαιότερη είναι 3,1 μέτρα πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας και σχηματίστηκε πριν από το 4000 π.Χ. Η νεότερη βάση στην στάθμη της θάλασσας, σε ύψος 1,1 μ., σχηματίστηκε σε μια περίοδο μερικών χιλιάδων ετών έως περίπου 300-400 μ.Χ. όταν η περιοχή ανυψώθηκε στο σημερινό της επίπεδο. Αυτές οι δραματικές διακυμάνσεις στο επίπεδο της θάλασσας αντικατοπτρίζουν την εξαιρετικά ενεργή φύση του Κόλπου της Κορίνθου (Κουκουβέλας, et al. 2009).

### 1.11. Η Αργολίδα

Η Αργολίδα είναι το βορειοανατολικότερο από τα ακρωτήρια της Πελοποννήσου. Οριοθετείται στα βόρεια από τα βουνά που την χωρίζουν από την Κορινθία, στα ανατολικά από τον Σαρωνικό, στα νότια από τον κόλπο του Άργους και στα δυτικά από τα βουνά της Αρκαδίας. Το Αραχναίο όρος διαιρεί την Αργολίδα σε δύο τμήματα: πρώτον, την κορυφή του ακρωτηρίου, με τις αρχαίες πόλεις της Επιδαύρου, της Τροιζηνίας και της Ερμιόνης. Δεύτερον, η τριγωνική Αργιακή Πεδιάδα. Το πλούσιο πρωσχοσιγενές έδαφος είναι πολύ εύφορο και νερό διατίθεται από πηγάδια. Εκτός από τις συνήθειες καλλιέργειες από ελιές, σύκα και αμπέλια, καλλιεργούνται δημητριακά και εσπεριδοειδή. Τα λιμάνια είναι λιγοστά. Το μόνο πραγματικά ασφαλές είναι στο Ναύπλιο (Τάταρης & Κούνης, 1966).

Χάρη στη γονιμότητά της, η Αργολίδα αποικήθηκε πολύ νωρίς. Το Σπήλαιο Φράγχθι κατοικήθηκε από την Ύστερη Παλαιολιθική Εποχή, περίπου 8000 π.Χ., στη Νεολιθική. Στη Λέρνα εκπροσωπούνται καλά τόσο η Νεολιθική όσο και η Πρώιμη Εποχή του Χαλκού (3000-2000 π.Χ.). Αυτός ο κόσμος έφτασε στο βίαιο τέλος του 2000 π.Χ. με την άφιξη λιγότερο πολιτισμένων νεοεισερχόμενων, πιθανώς των προγόνων των Ελλήνων. Σταδιακά αποίκησαν την περιοχή και το 1700 π.Χ. ήταν σε θέση να διαπραγματευτούν με τη Μινωική Κρήτη, καθώς και με την Αίγυπτο, τη Συρία και τη Μικρά Ασία. Έτσι προέκυψε ο εντυπωσιακός πολιτισμός, βασισμένος στις Μυκήνες, που ονομάζουμε Μυκηναϊκό. Αυτή η εποχή, η οποία κυμάνθηκε από το 1600 έως το 1100 π.Χ., ήταν η έμπνευση για τους θρύλους της Κλασικής Ελλάδας και των ομηρικών ποιημάτων.

Όταν έφτασε στο βίαιο τέλος του 1100 π.Χ., η Αργολίδα σταδιακά κατακλύστηκε από τους Δωριείς Έλληνες, οι οποίοι την κυβέρνησαν από το Άργος. Η Σπάρτη, όμως, είχε πάντα το βλέμμα της σε αυτήν την γη, και τον 6ο αιώνα π.Χ. οι Σπαρτιάτες νίκησαν τους Αργείους με τέτοιο πάταγο, που η περιοχή βυθίστηκε σε μια αφάνεια από την οποία δεν αναδείχθηκε ξανά ποτέ (Κουκουβέλας, et al. 2009).

## 1.12. Η Αργεία Πεδιάδα και η λίμνη Λέρνα

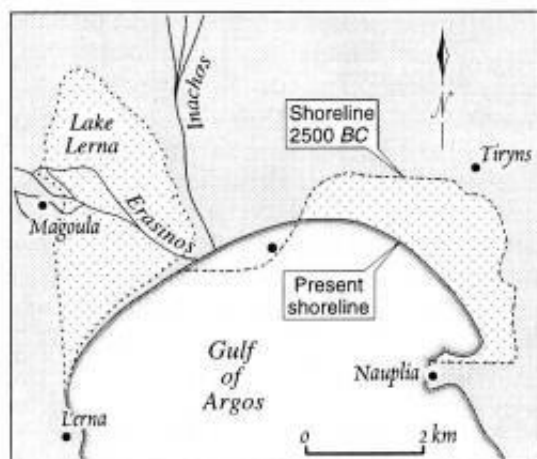
Η Αργεία Πεδιάδα είναι Νεογενής. Οι λόφοι στα δυτικά είναι κυρίως κατασκευασμένοι από ύστερους κρητιδικούς ασβεστόλιθοι και κυριαρχούν οι βορειοανατολικοί τριασικοί και ιουρασικοί ασβεστόλιθοι. Αυτά τα πετρώματα είναι ανθεκτικά στη διάβρωση και παράγουν τους ψηλούς, στρογγυλεμένους λόφους. Οι ακανόνιστοι λόφοι στα ανατολικά κυριαρχούνται από ιζήματα φλύσχη.

Πριν από περίπου 20.000 χρόνια, όταν η Εποχή του Πάγου ήταν στο μέγιστο της, η στάθμη της θάλασσας ήταν περίπου 120 μέτρα κάτω από το σημερινό επίπεδο και η αρχαία ακτογραμμή ήταν περίπου 10 χλμ. Νότια. Οι Νεολιθικοί άνθρωποι ζούσαν πιθανώς σε αυτήν την παράκτια πεδιάδα, αλλά τα ερείπια τους έχουν ταφεί από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την καθίζηση. Η τήξη του συσσωρευμένου πάγου προκάλεσε την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και η ακτογραμμή προχώρησε βόρεια, έως ότου σταθεροποιήθηκε κατά την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού σε ύψος κοντά στο σημερινό της επίπεδο. Εκείνη την εποχή, η θάλασσα ήταν μόλις 250 μέτρα από την Τίρυνθα, και οι οικισμοί Τεμένιον, Μαγούλα και Λέρνα ήταν δίπλα στο νερό (Παγώνας, 2009).

Ενώ το ανατολικό τμήμα του κόλπου του Άργους ήταν ένας κόλπος σε σχήμα δρεπανιού, το δυτικό μισό αποτελούταν από ένα παραλιακό φράγμα με μια λιμνοθάλασσα γλυκού νερού πίσω από αυτό. Αυτή ήταν η Λίμνη Λέρνα που εμφανίζεται στην ελληνική μυθολογία: εδώ ήταν που ο Ηρακλής πολέμησε την Ύδρα. Το μέγιστο μέγεθος αυτής της λιμνοθάλασσας ήταν περίπου 2 επί 5 χλμ. και θεωρήθηκε στην αρχαιότητα ως απύθμενη. Ωστόσο, στην πραγματικότητα ήταν αρκετά ρηχά, περίπου 6 μέτρα, όπως πολλές άλλες «απύθμενες», κατά την εποχή, λίμνες.

Περίπου το 2500 π.Χ. η ακτογραμμή άλλαξε από μια μορφή που κυριαρχούταν από διάβρωση σε μία απόθεση ιζημάτων. Δεν είναι σαφές γιατί συνέβη αυτό, αλλά θα μπορούσε να οφείλεται σε μετατόπιση του τόπου όπου τα ιζήματα εναποτέθηκαν από το βαθύτερο μέρος του ωκεανού σε την πεδιάδα, λόγω κλιματολογικών αλλαγών και τις προκύπτουσες αλλαγές στη βλάστηση ή λόγω ανθρώπινης παρέμβασης. Αυτή τη περίοδο το άροτρο εισήχθη στην Ελλάδα και η αύξηση της

γεωργικής παραγωγικότητας οδήγησε σε αύξηση του πληθυσμού. Αυτές οι εξελίξεις θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αύξηση της διάβρωσης του εδάφους. Παρόμοιες φάσεις διάβρωσης του εδάφους σημειώθηκαν επίσης περίπου μεταξύ 300 π.Χ. έως 50 μ.Χ. και 1000 μ.Χ. (Τσάγκας, 2011).



Ιζήματα που εναποτέθηκαν από τα ποτάμια που ήταν γεμάτα στον ρηχό κόλπο, εξανάγκασαν την ακτογραμμή να μετακινηθεί προς τα νότια έως ότου πλησίαζε την παρούσα θέση της περίπου το 1100 π.Χ. Ωστόσο, δεν ήταν στεγνή όλη η γη πίσω από τους παράκτιους αμμόλοφους: παραδόξως η λίμνη Λέρνα στα δυτικά αυξήθηκε σε μέγεθος στα ελληνιστικά έως τα ρωμαϊκά χρόνια, αλλά στη συνέχεια έγινε ελώδης. Στα ανατολικά υπήρχαν επίσης έλη μεταξύ της Τίρυνθας και της ακτής που έμειναν μέχρι πρόσφατα όταν στραγγίστηκαν τεχνητά.

Το σχήμα της γης στην Αργείας Πεδιάδας ελέγχεται τώρα από την εναπόθεση ιζημάτων από τα ρυάκια και από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Ο ποταμός Ίναχος στα δυτικά και ο ποταμός Μέγαλο Ρέμα βόρεια της Ναυπλίας είναι συνήθως ξηροί, αλλά τείνουν να πλημμυρίζουν κάθε 15-25 χρόνια. Αυτές οι πλημμύρες μπορούν να μετακινήσουν τεράστιες ποσότητες ιζημάτων και έχουν δημιουργήσει κορυφογραμμές και στις δύο πλευρές της κοίτης του ρέματος. Αντίθετα, ο Ερασινός ποταμός είναι πολυετής και ένα από τα μεγαλύτερα ρέματα στην Πελοπόννησο, αλλά δεν εναποθέτει καθιζήσεις, επειδή τροφοδοτείται από πηγές (Κουκουβέλας, et al. 2009).

### 1.13. Μυκήνες

Οι Μυκήνες, η πόλη που έχει δώσει το όνομά της στον περίφημο ελληνικό πολιτισμό της Ύστερης Εποχής του Χαλκού, βρίσκεται σε χαμηλό ύψωμα, προστατευμένη από λόφους προς τα βόρεια και τα νότια. Αυτή η κατάσταση ελέγχει τη διέλευση που συνδέει τον Κόλπο της Κορίνθου με τον Κόλπο του Άργους. Ήταν η μεγαλύτερη και πλουσιότερη πόλη στο Αργολίδα από το 1600 έως το 1100 π.Χ., καθώς ονομάστηκε από τον Όμηρο «Πλούσια σε Χρυσό», και το κέντρο πολλών από τους πιο γνωστούς ελληνικούς θρύλους. Ήταν από εδώ που ο Αγαμέμνονας αναχώρησε για την Αυλίδα για να οδηγήσει την αποστολή εναντίον της Τροίας για να ανακτήσει την Ωραία Ελένη, και εδώ δολοφονήθηκε κατά την επιστροφή του από την Κλυταιμνήστρα. Οι Μυκήνες κήκαν το 1200 π.Χ. και πάλι το 1100 π.Χ. Δεν ήταν ποτέ ξανά σημαντικές.

Οι Μυκήνες βρίσκονται στους λόφους που αποτελούν το ανατολικό τείχος του Άργους. Ο κόμβος πάνω στον οποίο είναι χτισμένες είναι φτιαγμένος από ασβεστόλιθους Ύστερης Τριασικής έως Μέσης Ιουράσικης Περιόδου, παρόμοιους με αυτούς που βρίσκονται κάτω από τους μικρούς απότομους λόφους προς τα βόρεια και νότια και την οροσειρά στα ανατολικά. Τα τείχη της πόλης χτίστηκαν από αυτόν τον ασβεστόλιθο από λατομεία που βρίσκονταν στους γειτονικούς λόφους (Ζεληλίδης, et al. 1988).

Το μεγαλύτερο μέρος της κοιλάδας μεταξύ των λόφων και της κορυφογραμμής που εκτείνεται από τα δυτικά της ακρόπολης προς το νότο είναι φτιαγμένο από πολύ διαφορετικό πέτρωμα: μάργη και συσσωματώματα συγκεντρώθηκαν εδώ από ποτάμια και ρυάκια που ρέουν στο τεκτονικό βύθισμα κατά τη διάρκεια της Ύστερης Πλειόκαινου έως την Πλειστόκαινο περίοδο. Τα άνω μέρη αυτής της κορυφογραμμής περιέχουν ένα πολύ καλά τσιμεντοποιημένο συσσωμάτωμα που χρησιμοποιήθηκε εκτενώς στην ακρόπολη και στους καλύτερους από τους τάφους. Αυτό το συσσωμάτωμα έχει αρμούς πολύ ευρύτερους σε απόσταση από τους ασβεστόλιθους, καθώς δεν έχει ποτέ θαφτεί βαθιά, και ως εκ τούτου ήταν διαθέσιμο σε πολύ μεγαλύτερα τεμάχια (Τάταρης & Κούνης, 1966).

Χρησιμοποιήθηκαν για υπέρθυρα και πόρτες, όπου ο ασβεστόλιθος δεν μπορούσε να παρέχει αρκετά μεγάλα τεμάχια. Μερικά από τα μεγαλύτερα μπλοκ, όπως αυτά που εμφανίζονται στο Θησαυροφυλάκειο του Ατρέα, μπορεί να είναι κοντά στο αρχικό πάχος των στρωμάτων. Οι βαθιές χαράδρες γύρω από την ακρόπολη ανασκάφηκαν ως αποτέλεσμα της ταχείας καθίζησης του τεκτονικού βυθίσματος: η απότομη κλίση του νερού στο ρεύμα επέτρεψε την ταχεία διάβρωση. Πιθανότατα ακολουθούν μικρά ρήγματα.

Υπάρχει μια πηγή 200 μ ανατολικά της ακρόπολης, στη βάση του Αγίου Ηλία. Τροφοδοτείται από νερό που πέφτει στο λόφο και κατεβαίνει υπόγεια. Το πέρασμα του εμποδίζεται από την μάργη Πλειστόκαινου που γεμίζει τον πυθμένα της κοιλάδας και φτάνει στην επιφάνεια αν και τα αρχαία κοιτάσματα έπεφταν από το λόφο. Στα Μυκηναϊκά χρόνια διοχετεύθηκε υπόγεια στην «Μυστική Κρήνη» στο ανατολικό άκρο της ακρόπολης δίπλα στα τείχη. Από τότε προμηθεύει τις Μυκήνες (Τσάφου & Χατζηχαριστού, 2007).

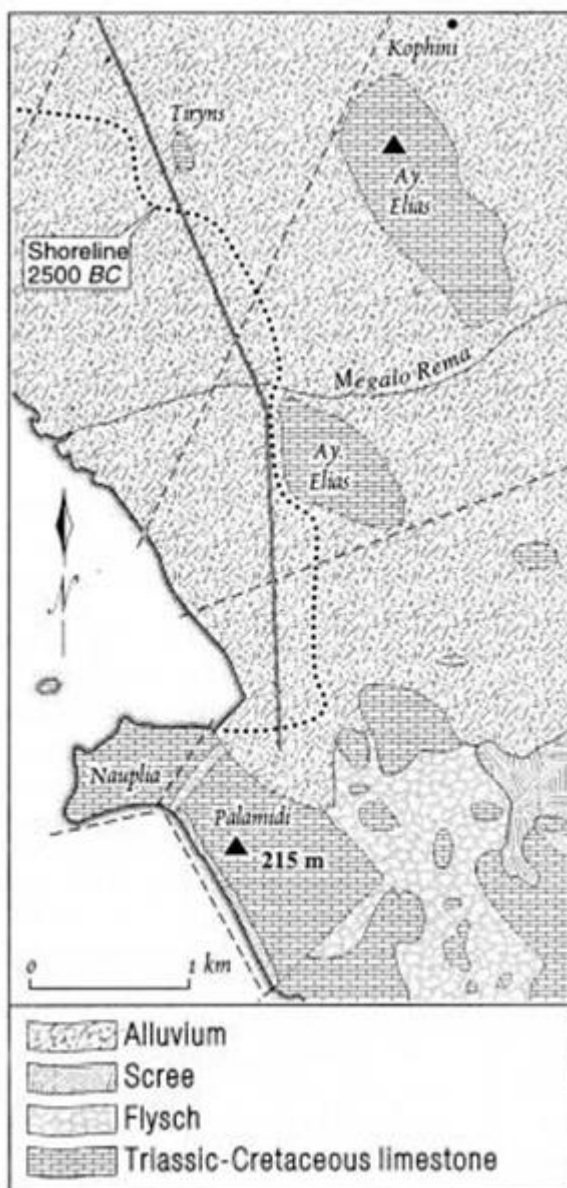
#### 1.14. Τίρυνθα

Αν και δεν είναι τόσο πλούσια σε θρύλους όσο οι Μυκήνες, η ακρόπολη της Τίρυνθας παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερη προοπτική σήμερα. Έχει προταθεί ότι στην Εποχή του Χαλκού η Τίρυνθα δεν ήταν ανεξάρτητο βασίλειο, αλλά ήταν το λιμάνι των Μυκηνών, το οποίο δεν βρίσκεται πολύ μακριά. Κατοικήθηκε από τη Νεολιθική εποχή, αλλά αυτό που βλέπουμε σήμερα ανήκει σχεδόν χωρίς εξαίρεση στη μυκηναϊκή περίοδο, 1600-1100 π.Χ. Ακόμη περισσότερο και από τις Μυκήνες, αποτελεί ένα είδος εγχειριδίου μυκηναϊκής αρχιτεκτονικής, με την εξωτερική πύλη, την τελετουργική είσοδο, το προαύλιο και το παλάτι. Η ακρόπολη καταστράφηκε περίπου το 1200 π.Χ. και πάλι έναν αιώνα αργότερα (Ζεληλίδης, et al. 1988).

Η ακρόπολη βρίσκεται σε έναν μικρό κόμβο πρώιμου κρητιδικού ασβεστόλιθου που προεξέχει από τις γεωλογικά πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις της πεδιάδας. Οι λόφοι λίγα χιλιόμετρα ανατολικά και νοτιοανατολικά, οι οποίοι και οι δύο ονομάζονται Άγιος Ηλίας, είναι



γεωλογικά παρόμοιοι και χρησιμοποιήθηκε λατομείο από τους κατασκευαστές της Τίρυνθας για υλικό για τους τοίχους. Αυτοί οι γκρίζοι ασβεστόλιθοι περιέχουν στρώματα μάργγης και μικρές τσιμεντοποιήσεις λατυποπαγούς μάργγης. Συσσωματώματα χρησιμοποιήθηκαν για τις πόρτες και τα υπέρθυρα καθώς έχουν λίγους αρμούς και ως εκ τούτου ήταν διαθέσιμα σε μεγάλα μπλοκ. Λατομήθηκαν από στρώματα των πάνω μερών του ασβεστόλιθου του Αγίου Ηλία ή από ιζήματα φλύσχη στους χαμηλούς λόφους πιο ανατολικά (Τσάφου & Χατζηχαριστού, 2007).

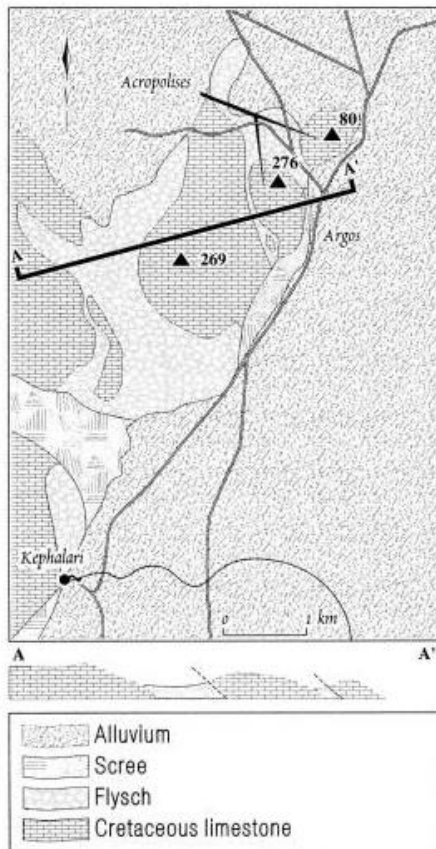


Όπως οι Μυκήνες, έτσι και η Τίρυνθα είχε μια μυστική παροχή νερού για χρήση σε περιόδους πολιορκίας. Δύο πέτρινες στοές περνούν κάτω από τους τοίχους και τρέχουν προς τα κάτω και σχεδόν παράλληλα προς τη δυτική κατεύθυνση για περίπου 30 μέτρα. Τα άκρα των στοών κατεβαίνουν κάτω από την υδάτινη εναπόθεση, επομένως οι πηγές νερού είναι πηγάδια.

Η θέση της ακτογραμμής έχει αλλάξει από την αρχαιότητα. Η πιο χερσαία θέση της ήταν περίπου 2500 π.Χ., κατά την εποχή του Χαλκού, όταν η θάλασσα ήταν μόλις 250 μέτρα από την Τίρυνθα. Μέχρι το 1100 π.Χ. η ακτογραμμή έμοιαζε με τη σημερινή της εμφάνιση. Ένα άλλο γεγονός συνέβη επίσης αυτή τη περίοδο: η καταστροφική πλημμύρα ενός ρέματος κοντά στην Τίρυνθα είχε ως αποτέλεσμα την ταχεία εναπόθεση περίπου 5 μέτρων ιζημάτων. Αυτό το καταστροφικό γεγονός μπορεί να είχε οδηγήσει στην κατασκευή φράγματος λίγα χιλιόμετρα ανατολικά κοντά στην Κοφίνη (Νέα Τίρυνθα) για να αποφευχθούν περαιτέρω πλημμύρες (Κουκουβέλας, et al. 2009).

### 1.15. Άργος

Το Άργος βρίσκεται 5 χλμ. από τη θάλασσα, στους πρόποδες δύο λόφων, και οι δύο χρησιμοποιήθηκαν ως ακροπόλεις: η Λάρισα (276 μ.) και η Ασπίς (80 μ.). Έχει καλές προμήθειες νερού. Αν και παραδοσιακά είναι η παλαιότερη πόλη της Ελλάδας, το Άργος προφανώς δεν ήταν πρωτεύουσα σημασίας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στη Μυκηναϊκή περίοδο ήταν σίγουρα κατώτερη από τις Μυκήνες και την Τίρυνθα. Υπό τους Δωριείς, που έφτασαν περίπου το 1000 π.Χ., το Άργος ήταν η πρώτη πόλη της Αργολίδας για πάνω από 400 χρόνια (Τσάγκας, 2011).



Η πόλη βρίσκεται στο δυτικό άκρο του τεκτονικού βυθίσματος του Άργους, ακριβώς ανατολικά ενός ακρωτηρίου που προβάλλει στην Αργεία πεδιάδα. Αυτό το κομμάτι πετρώματος οριοθετείται προς τα βόρεια από ένα ρήγμα που εκτείνεται στα βορειοδυτικά κατά μήκος της κοιλάδας του χείμαρρου Ίναχου και προς τα νότια από ένα ρήγμα που ακολουθεί την άκρη της πεδιάδας νοτιοδυτικά μετά το Κεφαλάρι. Και τα δύο ρήγματα σχετίζονται με το τεκτονικό βύθισμα του Άργους. Στα δυτικά υψώνονται οι λόφοι ύστερου κρητιδικού ασβεστόλιθου και το φλύσχη, και πίσω από αυτά βρίσκονται οι πεδιάδες της Αρκαδίας.

Τα χαμηλά τμήματα του ακρωτηρίου έχουν έδαφος από παλαιωμένο φλύσχη, αλλά τα υψηλότερα σημεία αποτελούνται από τριασικό και κρητιδικό ασβεστόλιθο. Οι δύο ακροπόλεις έχουν και οι δύο βάσεις ανθεκτικού μέσου κρητιδικού ασβεστόλιθου που έχει ωθηθεί πάνω από νεότερα ιζήματα φλύσχη και έχουν απομονωθεί από διάβρωση (Ζεληλίδης, et al. 1988).

## 1.16. Κεφαλάρι και άλλες πηγές

Η πηγή του πολυετούς Ερασινού ποταμού βρίσκεται στο Κεφαλάρι νότια του Άργους. Σημαντικές πηγές μπροστά από δύο σπηλιές εκβάλλουν στον ποταμό προς το σύντομο ταξίδι στη θάλασσα, 6 χλμ. μακριά. Τα σπήλαια έχουν μακρά ιστορία χρήσης, ξεκινώντας από τη Νεολιθική εποχή. Αργότερα ήταν ιερά για τον Πάνα και τον Διόνυσο και τώρα χρησιμοποιούνται ως παρεκκλήσια (Κουκουβέλας, et al. 2009).

Τα νερά πηγής παραδοσιακά πιστεύεται ότι προέρχονται από τη λίμνη Στυμφαλό, 51 χιλιόμετρα βορειοδυτικά, αλλά τα πειράματα ανίχνευσης νερού δείχνουν ότι στην πραγματικότητα προέρχεται από υδατολεκάνες που αποστραγγίζουν στην Αλέα και τη Σκοτίνη, ακριβώς νότια της λίμνης. Το νερό ρέει υπόγεια μέσα από μια σειρά σχισμών και σπηλαιίων μέχρι να φτάσει στο Κεφαλάρι. Εδώ η ροή του νερού εμποδίζεται από ένα στρώμα από λιγότερο διαπερατά ιζήματα φλύσχη που εκτίθενται στο βορρά, αλλά και από την πεδιάδα, και εξαναγκάζεται να βγει στην επιφάνεια κατά μήκος του ρήγματος που εδώ ορίζει την άκρη του τεκτονικού βυθίσματος του Άργους. Η ροή αυτής της πηγής είναι πολύ μεταβλητή και είναι γνωστό ότι στεγνώνει εντελώς.

Υπάρχουν πολλές άλλες μεγάλες πηγές κατά μήκος της δυτικής ακτής του Κόλπου του Άργους. Το νερό αυτών των πηγών προέρχεται επίσης από τις υδατολεκάνες της Αλέας και της Σκοτεινής, καθώς και από την τρύπα της υδατολεκάνης που αποστραγγίζει τη Λίμνη Στύμφαλο. Υπάρχει επίσης μια σημαντική συνεισφορά από τις υδατολεκάνες που αποστραγγίζουν το βόρειο άκρο της Τρίπολης, όπως η Κάψια, η Μηλιά, ο Κανατάς και η Νεστάνη. Μερικές από τις πηγές είναι υφάλμυρες, από παρασυρόμενο θαλασσινό νερό (Παγώνας, 2009).

Ορισμένες πηγές ξεπερνούν τα νερά του κόλπου του Άργους. Το συγκρότημα πηγών Κιβερίου, υψώνεται 15-50 μ. πέρα από την ακτή, αλλά έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε αλάτι. Ένας τοίχος συγκράτησης έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε αυτά τα νερά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση. Περαιτέρω, νότια μια μεγάλη πηγή εκτείνεται περίπου 300 μέτρα πέρα από την ακτή του Ανάβαλου. Η ροή είναι τόσο ισχυρή που υψώνεται ελαφρώς πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, σχηματίζοντας δύο κύκλους, γνωστούς τοπικά ως το «Μάτι

του Λιλή». Η πηγή τροφοδοτείται μοναδικά από την τρύπα της υδατολεκάνης στην πρώην λίμνη Τάκα, νότια της Τρίπολης (Τσάγκας, 2011).

### 1.17. Ναύπλιο

Το Ναύπλιο είναι το ασφαλέστερο λιμάνι στο Αργολίδα. Καταλήφθηκε από πολύ νωρίς και χρησίμευσε ως λιμάνι των Μυκηναϊκών χρόνων. Ο ομηρικός ήρωας Παλαμήδης συσχετίστηκε με τον θρύλο του με το Ναύπλιο και έδωσε το όνομά του στον ψηλότερο από τους δύο λόφους που βλέπουν στο λιμάνι, το Παλαμήδι (215 μ.). Ο άλλος λόφος, η Ακροναυπλία, προτιμήθηκε στην αρχαιότητα ως ακρόπολη, επειδή ήταν ευκολότερη η πρόσβαση. Το 628 π.Χ. το Ναύπλιο έγινε το επίσημο λιμάνι του Άργους, αλλά σύντομα εξασθένησε ως μικρότερης σημασίας. Αναπτύχθηκε και πάλι υπό τους Ενετούς (1388 έως το 1540 μ.Χ.) και ήταν για μικρό διάστημα η πρωτεύουσα της πρόσφατα απελευθερωμένης Ελλάδας (Τσάγκας, 2011).

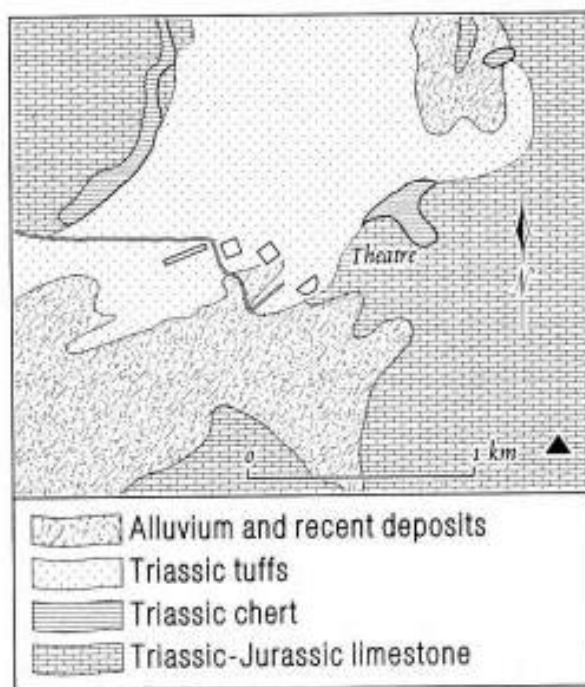
Το Ναύπλιο βρίσκεται στο βόρειο άκρο ενός τεκτονικού μπλοκ 10 x 4 χ.μ. που προεξέχει στο τεκτονικό βύθισμα του Άργους. Το κύριο ρήγμα εκτείνεται βορειοδυτικά / νοτιοανατολικά, περίπου 4 χιλιόμετρα ανατολικά της πόλης. Αυτό το μπλοκ έχει ανυψωθεί, σε σχέση με το έδαφος, κατά μήκος μιας σειράς ρηγμάτων που είναι θαμμένα στην πεδιάδα ακριβώς στα βόρεια της πόλης. Αυτό το μπλοκ κυριαρχείται από τριασικούς ως κρητιδικούς ασβεστόλιθους.

Τόσο η Ακροναυπλία όσο και ο λόφος του Παλαμηδίου είναι φτιαγμένα από ασβεστόλιθο πρώιμου κρητιδικού πετρώματος, ρηγματωμένο σχεδόν σε όλες τις πλευρές. Το απότομο ανάγλυφο κατά μήκος της ακτής οφείλεται σε κινήσεις κατά μήκος αυτών των ρηγμάτων, καθώς και στη διαφορική διάβρωση των βράχων και στις δύο πλευρές. Το «σαμάρι» που χωρίζει τους δύο λόφους δημιουργήθηκε από τη διάβρωση ενός στρώματος φλύσχη και θρυμματισμένου βράχου κατά μήκος ενός ρήγματος. Το οχυρωμένο νησί Μπούρτζι στα βόρεια είναι ένα ακόμη ασβεστολιθικό μπλοκ Πρώιμης Κρητιδικής Περιόδου, και πάλι πιθανότατα ρηγματωμένο (Τσάφου & Χατζηχαριστού, 2007).

### 1.18. Επίδαυρος

Το Ασκληπιείο στην Επίδαυρο βρίσκεται σε μια ευρεία κοιλάδα στο βόρειο τμήμα του Αργολίδας. Ο Απόλλων λατρευόταν εκεί περίπου το 800 π.Χ., αλλά περίπου το 400 π.Χ. ο Ασκληπιός τον αντικατέστησε. Το Ιερό έγινε πλέον ένα κέντρο θεραπείας και ήταν στολισμένο με κατάλληλα κτίρια. Αφού πραγματοποιούσαν θυσίες και έκαναν τελετουργικό μπάνιο, οι προσκυνητές κοιμόντουσαν στο Ιερό με την προσδοκία να ξυπνήσουν θεραπευμένοι. Κάθε τέσσερα χρόνια διοργανωνόταν μια δραματική και αθλητική γιορτή προς τιμήν του Ασκληπιού. Το θέατρο για τους δραματικούς διαγωνισμούς βρίσκεται σε αξιοσημείωτη κατάσταση συντήρησης.

Μεγάλο μέρος του χώρου της Επιδαύρου έχει υπέδαφος από πράσινη ηφαιστειακή τέφρα Τριασικής Περιόδου, εκ των οποίων προεξοχές φαίνονται τόσο πάνω όσο και κάτω από το θέατρο. Αυτός το πέτρωμα έχει κοντινούς αρμούς και παλαιώνεται εύκολα για να παράγει τις απαλές πλαγιές του χώρου. Οι λόφοι πίσω από το θέατρο είναι κατασκευασμένοι από τριασικό κιτρινωπό ασβεστόλιθο, ο οποίος επικαλύπτει την τέφρα και είναι πιο ανθεκτικός στις καιρικές συνθήκες. Η θέα προς τα βορειοδυτικά κυριαρχείται από τους μακρινούς λόφους ανθεκτικού τριασικού έως ιουρασικού ασβεστόλιθου (Κουκουβέλας, et al. 2009).



Το Ασκληπιείο εφοδιαζόταν με νερό από διάφορα πηγάδια και πηγές. Οι πηγές τροφοδοτούνταν από βροχή που τρέχει στους γύρω ασβεστολιθικούς λόφους και εξαφανίζεται υπόγεια σε σπηλιές και σχισμές. Αυτά τα νερά κατεβαίνουν μέχρι να φθάσουν στην τέφρα, η οποία είναι λιγότερο διαπερατή λόγω της περιεκτικότητάς της σε πηλό. Στη συνέχεια διοχετεύονται οριζόντια έως ότου αναδυθούν κοντά στην άνω επιφάνεια της τέφρας ως πηγές. Είναι ξηρές το καλοκαίρι, πιθανώς ως αποτέλεσμα αλλαγών στη χρήση γης που έχουν αυξήσει την απορροή των όμβριων υδάτων και πιθανώς λόγω της αλλαγής του κλίματος.

Τα θεμέλια πολλών από τα κτίρια ήταν φτιαγμένα από ελλιπώς ασβεστοποιημένο ασβεστόλιθο. Αυτό το πέτρωμα δεν αντέχει τα υψηλά επίπεδα υγρασίας στα θεμέλια και συχνά διαλύεται, προκαλώντας την κατάρρευση του κτιρίου. Τα πάνω μέρη των κτιρίων και του θεάτρου ήταν φτιαγμένα από γκρι και κόκκινο ασβεστόλιθο. Τα τιμητικά έδρανα στο θέατρο ήταν φτιαγμένα από λατυποπαγή ασβεστόλιθο, με κλάστες από κόκκινο και γκρι ασβεστόλιθο. Αυτό το λατυποπαγές πέτρωμα πιθανότατα σχηματίστηκε σε σπηλιές από την κατάρρευση της οροφής και την τσιμεντοποίηση των συντριμμιών (Παγώνας, 2009).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Ο ΒΩΞΙΤΗΣ

### 2.1. Εισαγωγή

Ο βωξίτης είναι ένας σχηματισμός εδάφους ή πετρωμάτων πλούσιο σε αλουμίνιο, ο οποίος σχηματίζεται ως εναπομένουσα εναπόθεση συγκεντρωμένη στην επιφάνεια του εδάφους, ως αποτέλεσμα έντονης τροπικής διάβρωσης ενός κατάλληλου γονικού πετρώματος. Ως εκ τούτου, βρίσκεται κυρίως σε τροπικές και υπο-τροπικές περιοχές όπως η Καραϊβική, η Αφρική, η Νότια Αμερική, η Αυστραλία και η περιοχή της Μεσογείου, όπου οι υψηλές ετήσιες βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες προωθούν την εκτεταμένη χημική διάβρωση του εκτεθειμένου βράχου (BGS 2009). Ανακαλύφθηκε και περιγράφηκε από τον Berthier το 1821, στην επαρχία Les Baux της νοτιοανατολικής Γαλλίας, από την οποία προήλθε το όνομα βωξίτης. «Βωξίτες που σχετίζονται με καρστ» είναι εκείνες οι εναποθέσεις βωξίτη που εμφανίζονται πάνω ή εντός καρστικών δομών, που σχηματίζονται μέσω της μερικής διάλυσης των στρωμάτων ανθρακικών πετρωμάτων.

### 2.2. Τα ελληνικά αποθέματα Βωξίτη

Η Ελλάδα υπήρξε εδώ και καιρό ένας σημαντικός παραγωγός βωξίτη στις παγκόσμιες αγορές, τοποθετώντας την ως μία από τις λίγες πηγές βωξίτη για μη μεταλλουργικές αγορές. Η πρόσφατη ετήσια παραγωγή ήταν περίπου 2,2 - 2,3 εκατομμύρια, καθιστώντας την τον κορυφαίο παραγωγό βωξίτη στην ΕΕ και τον 12ο μεγαλύτερο παραγωγό παγκοσμίως το 2012 (Newman 2012). Τα περισσότερα σημαντικά αποθέματα βωξίτη στην Ελλάδα βρίσκονται εντός της γεωτεκτονικής ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας, μια σχετικά μικρή γεωγραφική περιοχή που βρίσκεται εντός της Κεντρικής Ελλάδας, βόρεια του Κορινθιακού Κόλπου. Οι εκτιμήσεις της ελληνικής χωρητικότητας βωξίτη ποικίλλουν, με αναφερόμενες τιμές 300Mt (Papastavrou 1986), 415Mt (Bardossy 1982) και 600Mt (USGS 2013), ωστόσο τα αποδεδειγμένα αποθέματα



είναι σήμερα περίπου 100Mt (Newman 2012), τα οποία με τους τρέχοντες ρυθμούς παραγωγής έχουν ζωή περίπου 50 ετών. Η Ελλάδα κατέχει το δεύτερο μεγαλύτερο απόθεμα (η Τζαμάικα έχει το μεγαλύτερο). Είναι βοημιτικού και διασποριακού τύπου βωξίτης και έχει μέση περιεκτικότητα σε  $Al_2O_3$  55% (Valeton et al., 1987). Ο βωξίτης εμφανίζεται συνήθως εντός τριών στρωμάτων που παρεμβάλλονται μεταξύ των μεσοζωικών ανθρακικών πετρωμάτων της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας. Από τα τρία στρώματα, είναι τα μεσαία και άνω στρώματα που είναι οικονομικά προς εξαγωγή.

Ο βαθμός μεταλλεύματος των ελληνικών βωξιτών μπορεί να ποικίλει σε σχετικά μικρές αποστάσεις, ως αποτέλεσμα της αλλαγής μεταλλευμάτων και γεωχημείας μεταλλεύματος. Η συγγενετική και επιγενετική αλλοίωση του βωξίτη, που παρατηρείται ευρέως στα σώματα μεταλλεύματος Παρνασσού - Γκιώνας, μπορεί να προκαλέσει τόσο ευεργετικές όσο και επιβλαβείς επιπτώσεις στην ποιότητα του μεταλλεύματος. Η ευεργετική αλλοίωση περιλαμβάνει την απομετάλλωση, η οποία είναι η απομάκρυνση του σιδήρου από τις εναποθέσεις μεταλλεύματος, αφήνοντας τον βωξίτη που είναι σχετικά εμπλουτισμένος σε αλουμίνα έως και 70% βαθμούς περίπου  $Al_2O_3$ . Οι επιζήμιες επιδράσεις περιλαμβάνουν το σχηματισμό ορυκτών θειούχου σιδήρου εις βάρος των ορυκτών οξειδίου του σιδήρου εντός του βωξίτη. Τα σουλφίδια μπορούν να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα κατά την καύση του βωξίτη σε υψικάμινους και έτσι η παρουσία τους στον βωξίτη μπορεί να μειώσει σημαντικά την αξία του ως εμπόρευμα. Οι διαφορετικοί τύποι μεταβολών που παρατηρούνται μέσα στο μέταλλευμα βωξίτη δεν κατανέμονται ομοιόμορφα στην τρέχουσα περιοχή και είναι γνωστό ότι ορισμένες διαδικασίες έχουν επηρεάσει μόνο ορισμένες περιοχές. Η κατανόηση των αιτιών της διακύμανσης και της τροποποίησης του μεταλλεύματος, και ο βαθμός στον οποίο επηρεάζεται το μέταλλευμα σε διαφορετικές περιοχές θα έχει σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις στην εξερεύνηση και την εξαγωγή για τις εγκαταστάσεις της ΕΛΜΙΝ Α.Ε. και την ευρύτερη περιοχή του βωξίτη. Θα είχε επίσης επιστημονική σημασία για την εξήγηση και την κατανόηση της γενετικής ιστορίας αυτών των αποθεμάτων βωξίτη.

### 2.3. Ιστορικό της περιοχής

Η Ελλάδα, όπως και η πλειονότητα της Μεσογείου, έχει μια περίπλοκη γεωλογική δομή που προκύπτει κυρίως από τη σύγκλιση των ευρασιατικών και αφρικανικών ηπειρωτικών πλακών κατά την πρόιμη Παλαιογένη, γνωστή πιο συχνά ως ορογένεια των Άλπεων. Ως εκ τούτου, η ελληνική ξηρά αποτελεί μέρος μιας από τις σημαντικότερες οροσειρές του αλπικού συστήματος. Οι Ελληνίδες, που εκτείνονται για 1100 χιλιόμετρα από την άκρη των Δαναρίδων στο Βορρά μέχρι τις Ταυρίδες στη νότια Τουρκία. Όπως και το μεγαλύτερο μέρος του συστήματος των Άλπεων, οι Ελληνίδες έχουν χωριστεί σε ισοπικές ζώνες και υποζώνες που είναι ευρέως διαδεδομένες ομάδες βράχων που έχουν κοινό ιστορικό σχηματισμού ή / και παραμόρφωσης.

Αυτά ήταν αρχικά ηπειρωτικά όρια και ηπειρωτικά θραύσματα, χωρισμένα με βαθιές κοιλότητες ή ωκεάνιες λεκάνες, τα οποία μπορεί να έχουν μήκος εκατοντάδων χιλιομέτρων και πάχος αρκετών χιλιομέτρων (Higgins, 1996). Οι ισοπικές ζώνες μπορούν γενικά να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες: τις εσωτερικές ζώνες και τις εξωτερικές ζώνες, με τη διαφορά ότι οι εσωτερικές ζώνες έχουν επηρεαστεί από τον αλπικό περιφερειακό μεταμορφισμό, ενώ οι εξωτερικές ζώνες δεν το έχουν κάνει (Smith & Moores, 1974). Οι εσωτερικές ζώνες ήταν κυρίως ηπειρωτικά θραύσματα της ευρασιατικής πλάκας. Χωρίζονται από την ωκεάνια λιθόσφαιρα της ζώνης Vardar (ζώνη Αξιού). Τώρα η εσωτερική ζώνη αποτελείται κυρίως από γνεύσιο και μικρά μάρμαρα με ιζηματογενές και ηφαιστειακό κάλυμμα μετά-Μάαστριχτ (Lambrakis & Marinos, 2003).

Οι εξωτερικές ζώνες αναπτύχθηκαν στο όριο της μικρο-ηπείρου της Απουλίας, μια εκτεταμένη πλατφόρμα ανθρακικών μεσοζωικών, ρηχών ως βαθέων νερών, η οποία υποδιαιρέθηκε με ρηγμάτωση στα τέλη της Ιουρασικής, σε βαθιές λεκάνες και ρηχές ανθρακικές κορυφογραμμές. Αυτά τα διαιρεμένα τμήματα έγιναν οι ισοπικές ζώνες των Εξωτερικών Ελληνίδων. Στα ανατολικά του ορίου της Απουλίας βρισκόταν ένα παθητικό ηπειρωτικό όριο που συνορεύει με τον ωκεανό της Πίνδου,

γνωστό τώρα συλλογικά ως ζώνη της Πίνδου, που διαχωρίζει τα όρια της Απουλίας και της Ευρασίας (Lambrakis & Marinou, 2003). Ήταν το κλείσιμο του ωκεανού της Πίνδου που οδήγησε στη σύγκρουση αυτών των δύο ορίων, τα υπολείμματα των οποίων βρίσκονται κατά μήκος της ζώνης ραφής των εσωτερικών και εξωτερικών Ελληνίδων (Doutsos et al., 2006).

#### 2.4. Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας

Η γεωτεκτονική ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας διαφέρει από τις άλλες ζώνες των εξωτερικών Ελληνίδων καθώς καλύπτει μόνο ένα σχετικά μικρό τμήμα της κεντρικής Ελλάδας, μεταξύ της Πελαγονικής ζώνης στα ανατολικά και της ζώνης της Πίνδου στα δυτικά (Smith & Moores, 1974, Mettos et al., 2009). Στα βόρεια η ζώνη οριοθετείται από την κοιλάδα Sperchios Graben, και από την τεκτονική τάφρου του Κορινθιακού Κόλπου στο νότο. Η ζώνη σχηματίζει μια τοπογραφική κορυφογραμμή εντός των Ελληνίδων και έχει τεκτονική επαφή με τις παρακείμενες μονάδες. Η εξαφάνισή της στις βόρειες περιοχές της Ελλάδας μπορεί να οφείλεται σε τεκτονική επικάλυψη από τις παρακείμενες ζώνες (Moores & Fairbridge, 1997). Η λεπτομερής γεωλογία της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας (PGZ) περιγράφεται σε ενότητα παρακάτω.

#### 2.5. Περιοχή εξόρυξης βωξίτη Γερολέκα στην Ελλάδα

Το μέταλλευμα βωξίτη είναι ο πιο άφθονος βράχος που βρίσκεται στον φλοιό της Γης, αν και ο βωξίτης αναφέρεται σε οποιοδήποτε υλικό που περιέχει > 32% αλουμίνα. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι βωξίτη, αλλά οι ποικιλίες χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό, ο βομίτης και το δισπώριο (μονοένυδρο) αποτελούν τυπικές εναποθέσεις στην Ελλάδα. Η εκμετάλλευση του βωξίτη αποτελεί σημαντικό μέρος του ορυκτού πλούτου της Ελλάδας και σημαντική πηγή πρώτων υλών για την Ευρώπη. Οι εκμεταλλεύσιμες εναποθέσεις βωξίτη βρίσκονται στις ορεινές περιοχές του Παρνασσού, της Γκιώνας και του Ελίκωνα

(Κεντρική Ελλάδα) και εκτιμάται σε 100 Mt. Οικονομικά σημαντικά περιστατικά βωξίτη αναφέρονται στο Καλλίδρομο, στην Οίτη, στην Όθρυ, στην Εύβοια, στη Σκόπελο και στην Ελευσίνα. Η ορυκτολογική σύνθεση των βωξίτων στην περιοχή του Παρνασσού-Γκιώνα είναι:

Διάσπορο, 20 - 50%

Βοημίτης, 10 - 30%

Αιματίτης, 20 - 25%

Ασβεστίτης, 1 -5%

Καολινίτης, 1-5%

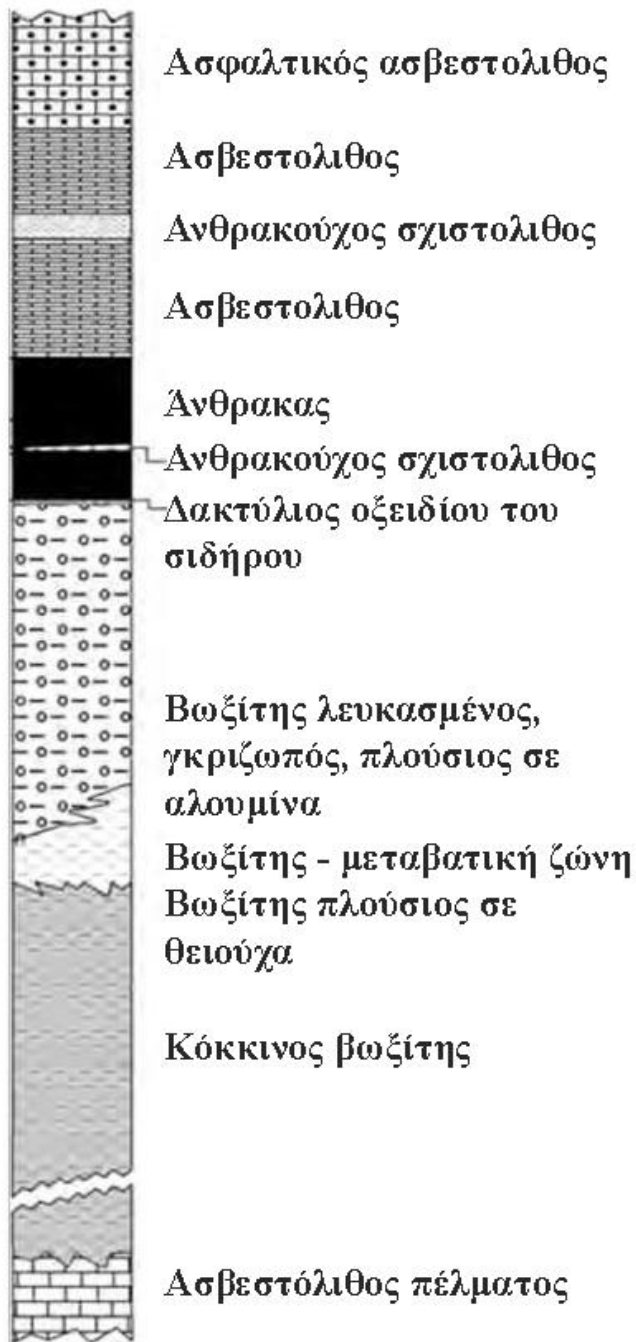
Η εκμετάλλευση του μεταλλεύματος βωξίτη που βρέθηκε στην Ελλάδα έχει μια σημαντική παράδοση εξόρυξης που χρονολογείται από τις αρχές της δεκαετίας του 1930 με τα τρέχοντα αποθέματα να εκτιμώνται στα 600 Mt (2% του συνολικού συνόλου). Η Δελφοί - Δίστομον, θυγατρική της Αλουμίνια Ελλάδος, είναι ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς βωξίτη στην Ευρώπη και ενδιαφέρεται να ξεκινήσει την εξερεύνηση για νέες καταθέσεις. Η εξερευνητική περιοχή (~ 25km<sup>2</sup>) που πρέπει να διερευνηθεί, ο Γερολέκας, βρίσκεται με μια υπο-οριζόντια επαφή πάνω από τα ωθήματα του Παρνασσού στο δυτικό άκρο του Παρνασσού. Η τοπογραφική διαφορά μεταξύ των ανθρακικών αλάτων του Παρνασσού και του καλύμματος επώθησης της Δυτικής Θεσσαλίας-Βοιωτίας στον Γερολέκα στο τοίχωμα είναι 900 - 1.000μ. Προς το παρόν δεν υπάρχουν διαθέσιμες γεωλογικές πληροφορίες κάτω από το βάθος των 400 μέτρων σχετικά με τη συνέχιση των εναποθέσεων βωξίτη. Οι εναποθέσεις βωξίτη στην Ελλάδα φιλοξενούνται κατά κύριο λόγο σε μια ακολουθία ανθρακικού άλατος που αποτελεί μέρος της ζώνης καρστικού βωξίτη της Μεσογείου. Αυτές οι καταθέσεις βρίσκονται, κυρίως, στη γεωτεχνική ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, στην ορεινή περιοχή του Παρνασσού, του Ελίκωνα και της Γκιώνας. Οι ορίζοντες του βωξίτη εναποτέθηκαν στον υποκείμενο ακανόνιστο σχηματισμό καρστικού ασβεστόλιθου με φακοειδείς, μορφές που διακόπτεται από ρήγματα σε βάθη που κυμαίνονται από 70m έως 400m. Οι εναποθέσεις θεωρούνται αλλοχθόνες σχηματίζοντας ένα προϊόν της πλευροποίησης των οφιολιτών στην ανατολική Ελλάδα που μεταφέρθηκαν και εναποτέθηκαν σε καρστικές κοιλότητες του υποκείμενου ασβεστόλιθου στην περιοχή του

Παρνασσού. Η διαδικασία εναπόθεσης πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια τριών διαφορετικών γεγονότων με αποτέλεσμα τρεις διακριτούς ορίζοντες βωξίτη να σχηματιστούν κατά τη διάρκεια των Ιουρασικών και Κρητιδικών περιόδων. Μόνο οι δύο ανώτεροι ορίζοντες βωξίτη φιλοξενούν οικονομικές καταθέσεις και η ανώτερη μονάδα είναι πιο σημαντική με τον διασπορικό βωξίτη.

## 2.6. Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Η ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας αντιπροσωπεύει μια ακολουθία 1800-2000 μέτρων πάχους επειπειρωτικών, μαζικών, ασβεστόλιθων και δολομιτών ρηχών νερών, νεριτικών ή πελαγικών όψεων, από την τριασική ως την κρητιδική εποχή. Θεωρείται ότι έχει σχηματιστεί ως μια απομονωμένη πλατφόρμα ανθρακικών στον ωκεανό της Πίνδου, η οποία δαπεδοποιήθηκε από τριασικούς ωκεάνους ή / και μεταβατικούς φλοιούς και ιζήματα βαθέων υδάτων. Οι ασβεστόλιθοι περιέχουν τρεις ενδιάμεσους ορίζοντες βωξίτη καρστ σε καθορισμένες στρωματογραφικές και χρονικές διασταυρώσεις. Η αλληλουχία ανθρακικού άλατος επικαλύπτεται ασυμβίβαστα σε σημεία με μια ακολουθία κόκκινου σχιστόλιθου Παλαιόκαινου πάχους 100 - 150 μέτρων που βαθμιδώνεται προς τα πάνω σε μια αλληλουχία φλύσχη Ηώκαινου με εναλλασσόμενες στρώσεις αργιλώδους άμμου και συσσωματώματος, που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια της παλαιοοκενίου προς την ορογενική δραστηριότητα Ηωκαίνου (Laskou & Economou -Eliopoulos, 2007; Smith & Moores, 1974; Doutsos et al., 2006; Moores & Fairbridge, 1997; Valetton et al., 1987). Η αλληλουχία ασβεστόλιθου και φλύσχη έχει μετακινηθεί από τα ΒΑ από ακολουθίες καλύμματος επωθήσεως της Πελαγονικής ζώνης. Προς το παρόν, το κάλυμμα επωθήσεως καλύπτει την πλειοψηφία του όρους Οίτη και τμήματα του Παρνασσού. Αυτή η ακολουθία καλύμματος επωθήσεως περιέχει ασβετόλιθους πλατφόρμας Πελαγονικής ζώνης Ιουρασικής περιόδου και αρκετές ακολουθίες φλύσχη, που και οι δύο λειτουργούν ως βασική μονάδα για μια ακολουθία οφιολίτη ωκεάνιου φλοιού της μέσης Τριασικής εποχής. Ο οφιολίτης αποτελείται κυρίως από λιχερόλιθο και χαρτζβουργίτη και είναι γνωστός ως οφιολίτης Οίτης – μία από τις

πολλές αλληλουχίες οφιολίτη που βρέθηκαν σε όλη την Ελλάδα. Αυτές οι πελαγονικές αλληλουχίες καλύμματος επώθησης πιστεύεται ότι έχουν τοποθετηθεί ως μία μονάδα κατά τη διάρκεια της ανατροπής της Ηώκαινου στο όρος Οίτη.



Σχήμα 1. Στρωματογραφική κολώνα – Σχεδιάγραμμα ίδιας επεξεργασίας

## 2.7. Γενετικά μοντέλα

Η ακόλουθη αλληλουχία προήλθε κυρίως από πληροφορίες από τους γεωγραφικούς χάρτες Αμφίσσης και Λαμίας κλίμακας 1:50.000 που παρέχονται από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευματικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) της Ελλάδας, καθώς και γεωλογικές πληροφορίες από διάφορες μελέτες στην περιοχή (Hose, 1978; Mistardis, 1978; Smith & Moores, 1974; Petrascheck, 1989; Laskou & Economou-Eliopoulos, 2007; Doutsos et al., 2006; Mettos et al., 2009; Kalaitzidis et al., 2010). Παραθέτει τις μονάδες Παρνασσού - Γκιώνας από τις παλαιότερες έως τις νεότερες και μια στρωματογραφική στήλη αυτών των πληροφοριών. Τα πάχη είναι προσεγγίσεις βάσει προηγούμενων μελετών.

Η βασική μονάδα της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας είναι πάχους 600μ, άνω Τριασικός, κρυσταλλικός δολομίτης, δολομιτικός ασβεστόλιθος ή ασβεστόλιθος λευκού ή γκρι χρώματος. Αυτό το τμήμα σχηματίζει μόνο ένα μικρό τμήμα στο νότιο τμήμα της περιοχής κοντά στην πόλη της Αμφισσας. Δεν έχει άμεση σχέση με τα αποθέματα βωξίτη.

Πρώιμο έως μέσο (Βαθονικό) ιουρασικό στρώμα πάχους 500 μέτρων σκούρου χρώματος, ασφαλτούχου, συμπαγούς και κρυσταλλικού ασβεστόλιθου που γίνεται οολιτικό στα ανώτερα στρώματα. Τα μεσαία και κάτω στρώματα περιέχουν γαστερόποδα και δίθυρα (είδη που δεν προσδιορίζονται). Η άνω επαφή είναι γενικά μη συμβατή, με υπερκείμενους όγκους βωξίτη.

Το πρώτο επίπεδο βωξίτη, χρονολογίας Οξφόρδης έως Kimmeridgian (ύστερης ιουρασικής).

Πάχους 300m από συμπαγές, πυκνό κρεβάτι, σκούρο γκρι ασβεστόλιθους, περιστασιακά με λευκές κηλίδες χρονολογίας Οξφόρδης έως Kimmeridgian. Η κάτω επαφή είναι αιχμηρή και ασυμβίβαστη με τον βωξίτη του πρώτου επιπέδου και η άνω επαφή είναι μια επιφάνεια διάβρωσης, συχνά καρστική, μερικές φορές μόνο απαλά κυματοειδής. Αυτή η μονάδα είναι το πέλημα του βωξίτη του δεύτερου επιπέδου.

Το δεύτερο επίπεδο βωξίτη, χρονολογίας Kimmeridgian έως Tithonian.

Μια ακολουθία πάχους 400μ. από ασβεστόλιθους χρονολογίας Tithonian προς Cenomanian. Αυτά μπορεί να είναι μπλοκ ή με λεπτό υπόστρωμα. Τα κατώτερα στρώματα που έρχονται σε επαφή με το δεύτερο επίπεδο βωξίτη τείνουν να είναι κοκκινωποί, μαριώδεις ασβεστόλιθοι με συγκεκριμένη δομή. Τα μεσαία στρώματα είναι από οολιτικό ασβεστόλιθο. Τα ανώτερα στρώματα, ακριβώς κάτω από το τρίτο επίπεδο βωξίτη, είναι συνήθως λευκοί, μικροκρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι. Η κάτω επαφή είναι ως επί το πλείστον αιχμηρή και μη συμβατή με το δεύτερο επίπεδο βωξίτη. Η άνω επαφή είναι μια επιφάνεια διάβρωσης, είναι βαριά καρστική και σχηματίζει το πέλμα προς τον βωξίτη του τρίτου επιπέδου.

Το τρίτο επίπεδο βωξίτη, χρονολογίας Cenomanian έως Turonian.

Ένα στρώμα πάχους 80m από μικροκρυσταλλικό ασβεστόλιθο χρονολογίας Turonian έως Σενονιαν (Υστερη Κρητιδική). Τα κατώτερα στρώματα, ακριβώς πάνω από το τρίτο επίπεδο βωξίτη έχουν σκούρο γκρι χρώμα και ασφαλική σύνθεση. Τα ανώτερα στρώματα είναι λευκά και κρυσταλλικά.

Ένα στρώμα από πάχος 50 έως 70μ. Από ασβεστόλιθο χρονολογίας Senonian έως Palaeogene με λεπτό υπόστρωμα ασβεστόλιθου χρώματος, μερικές φορές κοκκινωπού, πρασινωπού ή κιτρινωπού με οζίδια πυριτόλιθου. Τα ανώτερα στρώματα τείνουν να είναι συγκεκριμένα. Τα ασβεστολιθικά επίπεδα προσαρμόζονται προς τα πάνω σε κόκκινους σχιστόλιθους του συμπλέγματος φλύσχη.

70-100μ αποθεμάτων φλύσχη που περιέχουν κόκκινες ασβεστολιθικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες και συσσωματώματα, που περιέχουν σμάλτα από υλικό ασβεστόλιθου, σερπεντινίτη, γρανίτη, διορίτη και φλύσχη.

Οι τρέχουσες θεωρίες σχηματισμού υποδηλώνουν ότι η ακολουθία ασβεστόλιθου συσσωρεύτηκε σε ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον και υποβλήθηκε σε τρεις φάσεις διακοπής, κατά τη διάρκεια της οποίας η εμφάνιση της πλατφόρμας ασβεστόλιθου επέτρεψε την εναπόθεση καρστικού και βωξίτη (Hose, 1978; Mistardis, 1978; Smith & Moores, 1974; Petrascheck, 1989 ; Laskou & Economou-Eliopoulos, 2007; Doutsos et al., 2006). Η παρεμβολή αυτών των βωξιτών, σημαίνει ότι οι



ασβεστόλιθοι παρέχουν το τοίχωμα ή / και το πέλμα σε ορισμένα επίπεδα (συντά ο ασβεστόλιθος τοιχώματος ενός επιπέδου βωξίτη θα είναι το πέλμα της επόμενης απόθεσης βωξίτη που βρίσκεται υψηλότερα στην ακολουθία). Οι ασβεστόλιθοι του πέλματος κάθε επιπέδου περιγράφονται ως πολύ καθαροί, συντά με κρεμ-λευκό χρώμα. Το υπερβατικό τοίχωμα κάθε ορίζοντα έχει περιγραφεί ως καλυμμένο, σκούρο χρώμα και πλούσιο σε οργανικό υλικό.

Ο Hose (1978) παρουσιάζει ομοιότητες μεταξύ των μεσογειακών καρστικών βωξιτών και των Τζαμαϊκανών καρστικών βωξιτών που έχουν σχηματιστεί σε ασβεστόλιθους Παλαιόγενου, σε νησιωτικά τόξα νησιού στον Ειρηνικό Ωκεανό, υποδηλώνοντας ότι οι μεσογειακοί βωξίτες έχουν επίσης σχηματιστεί σε νησιωτικά τόξα κατά την αφαίρεση και συγκρούσεις μικροπλάκας κατά την διάρκεια της Μεσοζωικής περιόδου. Ο Hose προτείνει επίσης ότι για να αναδυθεί ο ασβεστόλιθος από τη θάλασσα, το ρηγματικό μπλοκ ή ο θόλος θα μπορούσε να παράγει ένα σταθερό νησί με συνθήκες κατάλληλες για σχηματισμό βωξίτη.

## 2.8. Μεταλλευτικές πληροφορίες

### 2.8.1. Βωξίτες που σχετίζονται με τα καρστικά Μεσογείου

Οι βωξίτες Παρνασσού-Γκιώνας είναι ένα τυπικό παράδειγμα καρστικού βωξίτη μεσογειακού τύπου που εμφανίζεται σε όλη την περιοχή της Μεσογείου σε Τουρκία, Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, Σερβία και Μαυροβούνιο (πρώην Γιουγκοσλαβία), Αυστρία, Ουγγαρία, Ρουμανία και Ελλάδα. Συνδυασμένοι, σχηματίζουν τη ζώνη της Μεσογείου (Hose 1978). Οι καρστικοί βωξίτες των βωξιτικών ζωνών της Καραϊβικής, του Ειρηνικού και της ζώνης Ιράν – Ιμαλάϊων, είναι επίσης αποκλειστικά μεσογειακού τύπου και οι ζώνες Ανατολικής Ασίας και Ουραλοσιβηρικής – Κεντρικής Ασίας, περιέχουν επίσης ορισμένα παραδείγματα βωξιτών μεσογειακού τύπου. Η ζώνη της Βόρειας Αμερικής είναι η μόνη ζώνη που δεν περιέχει παραδείγματα καρστικού βωξίτη μεσογειακού τύπου. Ο Bardossy (1982) περιγράφει τους μεσογειακού τύπου καρστικούς βωξίτες ως «καρστικούς βωξίτες με την

αυστηρή έννοια» που σημαίνει ότι αντιπροσωπεύουν το κλασικό μοντέλο των αποθεμάτων καρστικού βωξίτη. Συνήθως είναι καλά καθορισμένα γεμίσματα καρστ με μεγάλη ποικιλία μεγεθών και σχημάτων, αλλά ο στρωματοειδής, ο φακοειδής και ο καταβοθρικός τύπος και οι μεταβάσεις μεταξύ των τριών είναι οι πιο συνηθισμένοι τύποι. Στην Ελλάδα κυριαρχούν ο σύνθετος τύπος καταβόθρας και οι μικρότερες δομές «φωλιάς και σάκων» (Nia 1971, Bardossy 1982). Άλλοι τύποι καρστικού βωξίτη τείνουν να παρεμβάλλονται με πηλό, λάσπη και άλλα ιζήματα (Τύποι Ariège, Timan και Kazachstanian) (Bardossy 1982).

### 2.8.2. Τρέχουσα κατανόηση των βωξιτών Παρνασσού – Γκιώνας

Οι βωξίτες της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας εμφανίζονται σε τρία στρωματογραφικά επίπεδα, εκ των οποίων μόνο το τρίτο (B3) και μερικά τοπικά περιστατικά του δεύτερου (B2) είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμα μέχρι σήμερα. Τα περιστατικά του πρώτου ορίζοντα (B1) έχουν αποδειχθεί έως τώρα μη οικονομικά. Ο ορίζοντας B1 εμφανίζεται στο όριο μεταξύ των ασβεστόλιθων της μέσης και ύστερης ιουρασική (Oxfordian έως Kimmeridgian), ο B2 κατά τη διάρκεια των Kimmeridgian-Tithonian (ύστερη ιουρασική) και ο B3 κατά τη διάρκεια της Cenomanian έως Turonian (Ύστερη Κρητιδική) (Laskou & Economou- Eliopoulos, 2007; Καλαϊτζίδης κ.ά., 2010).

Το δεύτερο επίπεδο βωξίτη (B2) έχει περιγραφεί από τους Valetton et al. (1987) ως «στρώμα βωξίτη πάχους έως και αρκετών μέτρων, που βρίσκεται σε ένα ελαφρώς βαθύτερο ανάγλυφο καρστ ή ακόμη και σε μια επιφάνεια χωρίς ανάδυση καρστ». Στις νοτιοανατολικές περιοχές της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας, γύρω από το όρος Ελικώνα, ο βωξίτης συνδυάζεται με έναν θαλάσσιο βιογενή ασβεστόλιθο, πλούσιο σε απολιθώματα γαστερόποδων, υποδεικνύοντας ένα θαλάσσιο περιβάλλον εναπόθεσης. Ο βωξίτης εναποτέθηκε κατά την έκθεση της ασβεστολιθικής πλατφόρμας κατά τη διάρκεια των Kimmeridgian έως Tithonian σταδίων της Ύστερης Ιουρασικής Εποχής με τουλάχιστον μία επιστροφή στις θαλάσσιες συνθήκες που υποδεικνύονται από τη θαλάσσια ζώνη γαστερόποδων στις νοτιοανατολικές περιοχές (Valetton et al., 1987). Το τρίτο επίπεδο έχει περιγραφεί από τους Valetton et al.

(1987) ως συνεχές στρώμα, πάχους 1-10 μέτρων πάνω από την επιφάνεια του καρστικού πέλματος. Το πέγμα του B3 είναι το πιο έντονα καρστικό από τα άλλα επίπεδα, με το καρστικό βάθος να αυξάνεται από τα νοτιοανατολικά στα βορειοδυτικά. Η διακύμανση στο σημείο καρστικής ανακούφισης του B3 οδήγησε τους Valetton et al. (1987) να διακρίνουν δύο τύπους: τον τύπο Οτανί υψηλής έντασης και τον τύπο Ελίκωνα χαμηλής έντασης. Η πλειοψηφία της περιοχής εμπίπτει στην καρστική ανακούφιση τύπου Οτανί.

Οι βωξίτες εμφανίζουν διάφορα χρώματα από βαθυκόκκινους έως αλλοιωμένους, γκρι-λευκούς ή «λευκασμένους» βωξίτες. Ο όρος «λεύκανση» του βωξίτη έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς μελετητές για να περιγράψει το συμβάν (ή τα συμβαντα) που έχουν μετατρέψει τον κόκκινο-καφέ βωξίτη σε γκρι-λευκό βωξίτη (παράλληλα με τα πορτοκαλί, ροζ και κίτρινα ενδιάμεσα στάδια) που απαρτίζουν περίπου 30% των βωξίτων Παρνασσού - Γκιώνας (Λάσκου & Οικονόμου-Ηλιόπουλος, 2007). Οι λευκασμένες ζώνες είναι ακανόνιστες, αλλά δείχνουν κάποια τάση να εμφανίζονται στην κορυφή των φακών βωξίτη και η μετάβαση μεταξύ λευκασμένου και μη λευκασμένου βωξίτη μπορεί να σημειωθεί από ένα βωξίτη που φέρει στρώση σουλφιδίου (Laskou, 2005; Kalaitzidis et al., 2010). Αυτή η λεύκανση έχει υποστηριχθεί ότι σχετίζεται με πυριτική οξείδωση, παράγοντας όξινα υγρά που θα μπορούσαν να ενεργοποιήσουν το σίδηρο, ωστόσο αυτό δεν έχει επιβεβαιωθεί. Σε γενικές γραμμές, οι βωξίτες της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας μπορούν να χωριστούν σε δύο τύπους με βάση τον κυρίαρχο τύπο σιδήρου. ο τύπος σιδήρου που είναι πλούσιος σε  $Fe^{3+}$  και επομένως ορυκτά οξείδια σιδήρου, και ο τύπος σιδήρου που είναι πλούσιος σε  $Fe^{2+}$  και ενθαρρύνει τον επιπολασμό των μεταλλικών θεικών σιδήρου. Αυτοί έχουν αποτελέσει αντικείμενο αρκετών μελετών, συμπεριλαμβανομένου των μελετών των Laskou (2005), Laskou & Economou-Eliopoulos (2007) και Laskou et al. (2010). Ενώ το μεγαλύτερο μέρος του βωξίτη στην Οίτη και τη Γκιώνα εμπίπτει στην κατηγορία σιδήρου, ο σιδηρούχος βωξίτης είναι παρών, ιδίως εντός του τρίτου επίπεδου του όρους Οίτη.

Εκτός από τις διάφορες αποχρώσεις του κόκκινου, κίτρινου και λευκού βωξίτη, υπάρχουν επίσης περιοχές όπου ο βωξίτης μπορεί να έχει πρασινωπό χρώμα. Αυτό αποδίδεται στην παρουσία ορυκτών

χλωριώδους εντός του βωξίτη, ειδικότερα του χαμοσίτη και του κλινόχλωρου (Bardossy, 1982). Οι βωξίτες που περιέχουν θειούχα βρίσκονται συχνά σε στενή σχέση με οργανικό υλικό, συνήθως με τη μορφή άνθρακα. Στις περιοχές εξόρυξης Οίτης και Γκιώνας, τα σώματα μεταλλεύματος βωξίτη συχνά επικαλύπτονται τοπικά από ένα λεπτό στρώμα άνθρακα. Οι Kalaitzidis et al. (2010) εντόπισαν την παρουσία αυτού του στρώματος πάνω από το επίπεδο B3 στο υπόγειο ορυχείο βωξίτη Πέρα – Λάκκου, το οποίο εργάζεται επί του παρόντος από την εταιρεία εξόρυξης Δελφών – Διστόμου. Προσδιόρισαν ότι ο άνθρακας εμφανίζεται σε μέγιστο πάχος 50 εκατοστών και υπάρχει σε συνδυασμό επίσης με τον λευκασμένο βωξίτη, αλλά εμφανίζεται επίσης ως στρώματα απευθείας μεταξύ του ασβεστόλιθου και του πέλματος σε ζώνες που δεν υπάρχουν βωξίτες. Σημειώνουν την παρουσία ενός λεπτού κίτρινου στρώματος οξειδίων Fe / υδροξειδίων και ορυκτών αργίλου μεταξύ του άνθρακα και του λευκασμένου βωξίτη. Ενδιάμεσα στρώματα άνθρακα με σχιστόλιθου μπορούν να εμφανιστούν τοπικά εντός του πλάγιου τοιχώματος.

### 2.8.3. Παρατηρήσεις από τους βωξίτες της Οίτης και της Βόρειας Γκιώνας

Συγκρίνοντας τη στρωματογραφία του δεύτερου και του τρίτου επιπέδου της Οίτης και της Γκιώνας έχουν αναγνωριστεί οι ακόλουθες διαφορές. Το δεύτερο επίπεδο στο σύνολό του είναι πιο αφαντικός (λεπτόκοκκος με συμπαγή υφή (Bardossy 1982) από τους βωξίτες του τρίτου ορίζοντα, και συνήθως αναπτύσσει ένα ισχυρό πρισματικό μοτίβο ρωγμής. Οι πυριτωμένοι βωξίτες κρεμ χρώματος και ορισμένοι χλωριωμένοι, πράσινοι βωξίτες είναι κοινοί και στις δύο περιοχές. Το δεύτερο επίπεδο βωξίτη στηρίζεται σε τυπικά ανοιχτό γκρι, μικριτικό ασβεστόλιθο τόσο στην Οίτη όσο και στη Γκιώνα. Τα ανώτερα στρώματα μπορούν να παρουσιάσουν μια μεταβατική επαφή με τον υπερκείμενο, καλυμμένο ασβεστόλιθο. Η παρουσία απολιθωμάτων γαστερόποδων, βωξιτικών μαρμάρων και πάνω από τις επαφές και η έλλειψη οργανικής ύλης υποδηλώνουν ότι αυτό το επίπεδο μπορεί να έχει εναποτεθεί, ή τουλάχιστον να έχει καλυφθεί γρήγορα, από ένα ρηχό θαλάσσιο

περιβάλλον, το οποίο θα συμφωνούσε με το μοντέλο για αποθέσεις αλλού στη ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας.

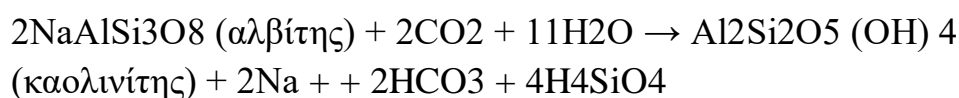
Οι βωξίτες του τρίτου επιπέδου παρουσιάζουν γενικά μια πισσοειδή υφή, με σαφείς ενδείξεις για υποστρώματα μέσα στα επιμέρους σώματα μεταλλεύματος. Το υπερκείμενο τοίχωμα φάνηκε να είναι σκούρο γκρι και ασφαλτικό στο Όρος Οίτη, με έντονη μυρωδιά πετρελαίου όταν σπάει. Στο όρος Γκιώνα, ο ασβεστόλιθος ήταν πιο μέτριος γκριζός, με γενική απουσία οργανικού υλικού. Οι καταθέσεις άνθρακα του τρίτου ορίζοντα που αναφέρθηκαν από τους Kalaitzidis et al. (2010) στον Πέρα Λάκκο, στο δυτικό όρος Γκιώνα, εκτείνεται στους βωξίτες τρίτου επιπέδου του όρους Οίτη, τόσο ως συσσωμάτωμα ακριβώς πάνω από τους βωξίτες που φέρουν θειούχα, όσο και ως λεπτά στρώματα εντός των άμεσων ασβεστόλιθων του τρίτου επιπέδου. Ο άνθρακας στην Οίτη, μπορεί να έχει πάχος έως 50 εκατοστά και εμφανίζεται κυρίως στις άκρες των σωμάτων μεταλλεύματος, ταξινομώντας το εκ των προτέρων σε οργανικό υλικό πηλού προς το κέντρο των σωμάτων μεταλλεύματος. Από τα σώματα μεταλλεύματος γύρω από τη βόρεια Γκιώνα, κανένα δεν βρέθηκε να σχετίζεται με οργανική ύλη στις ποσότητες που βρέθηκαν στην Οίτη.

Ορισμένα σώματα μεταλλεύματος είχαν ένα μικρό στρώμα 1 εκατοστού οργανικού πλούσιου αργίλου πάνω από το μετάλλευμα. Δεν βρέθηκε σχέση με οργανική ύλη στα σώματα του δεύτερου επίπεδου είτε της Οίτης είτε της βόρειας Γκιώνας. Η αλλοίωση του μεταλλεύματος (λεύκανση) παρατηρήθηκε σε διάφορους βαθμούς στο τρίτο επίπεδο και παράγει παρόμοια αποτελέσματα σε όλη την περιοχή. Η λεύκανση είναι πιο εκτεταμένη στις αποθέσεις του τρίτου επιπέδου της βόρειας Γκιώνας, όπου παρατηρήθηκε ενεργοποίηση σιδήρου σε βωξίτες κοντά στην επαφή με το τοίχωμα, αλλά μπορεί να συμβεί σε όλο το σώμα του μεταλλεύματος, βοηθούμενη από το ρήγμα. Και στις δύο περιπτώσεις, οι τροποποιημένοι βωξίτες δείχνουν στρώση διαφόρων τύπων βωξίτη (ροζ, κίτρινους, λευκούς) σε αρκετούς επαναλαμβανόμενους κύκλους, με όλο και πιο λεπτή στρώση πλησιέστερα στην επαφή ή το ρήγμα του τοιχώματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις κοντά σε εμφανές ρήγμα, ολόκληρα τμήματα της τάξης των 5-10 m<sup>3</sup> μπορούν να μετατραπούν σε λευκό, χαμηλό σε σίδηρο βωξίτη. Η λεύκανση δεν παρατηρήθηκε σε σημαντικό βαθμό στο βωξίτη του δεύτερου επιπέδου.

Ο δεύτερος ορίζοντας δείχνει εκτεταμένη πυριτικοποίηση σε όλους τους βωξίτες, πιο αισθητά στο Όρος Οίτη. Αυτή η διαδικασία μπορεί να δημιουργήσει βωξίτη κρεμ χρώματος με οβάλ κόκκινες, αμετάβλητες κηλίδες που είναι ακόμα ορατές. Οι βωξίτες που φέρουν θειούχα βρέθηκαν μόνο σε αποθέματα στο όρος Οίτη, σε συνδυασμό με οργανικό υλικό. Μερικά δευτερεύοντα σουλφίδια βρέθηκαν σε συνδυασμό με πράσινους χλωριωμένους βωξίτες στη Γκιώνα. Η ποσότητα βωξίτη που φέρει θειούχα μπορεί να ποικίλλει μεταξύ σωμάτων μεταλλεύματος, ενώ μερικά λεπτότερα τμήματα είναι πλήρως θειωμένα, ενώ με παχύτερα τμήματα σώματος μεταλλεύματος, η θείωση συνήθως περιορίζεται στα ανώτερα στρώματα. Στη βάση πολλών μεταλλευμάτων, ιδιαίτερα στο Όρος Οίτη, καθώς και κατά μήκος ρηγμάτων στο Όρος Γκιώνα, υπάρχει μια σκληρή, πλούσια σε σίδηρο, κρούστα, που περιγράφεται ως «μαύρη κρούστα» από τους Valetton et al. (1987). Αυτή η κρούστα βρέθηκε πάντα σε συνδυασμό με λευκασμένο βωξίτη και όταν βρέθηκε στη βάση μιας απόθεσης, διαχωριζόταν από το πέγμα από ένα στρώμα μαλακού, σε μορφή σκόνης, ασβεστίτη.

#### 2.8.4. Πλαγιόκλαση

Ένα συνηθισμένο ορυκτό της ομάδας των αστικών πεδίων, σε πολλούς βράχους, είναι η πλαγιόκλαση. Η πλαγιόκλαση είναι ένα κύριο ορυκτολογικό συστατικό των ηφαιστειακών πετρωμάτων (π.χ. βασάλτες, ανδεσίτες) ή πλουτωνικών πετρωμάτων μιας αντίστοιχης χημικής σύνθεσης (π.χ. γάββρος, γρανίτες, πλαγιογρανίτες) ή μιας κατηγορίας ψαμμίτη πλούσιου σε πλαγιόκλαση που ονομάζεται αρκόζη. Η μεταφορά πετρωμάτων στην επιφάνεια της γης οδηγεί την πλαγιόκλαση σε φυσικοχημική ανισορροπία στην ατμόσφαιρα. Μια καιρική αντίδραση του πλαγιοκλαστικού νατρίου (αλβίτη) είναι η ακόλουθη (αντίδραση υδρόλυσης):



Αυτή η αντίδραση δείχνει ότι ο αλβίτης στην ατμόσφαιρα μπορεί να διαβρωθεί και στη θέση του μπορεί να εναποτεθεί σταδιακά ένα σύνολο

κρυστάλλων καολινίτη. Ταυτόχρονα, το νερό της βροχής απομακρύνει τα υπόλοιπα προϊόντα της αντίδρασης. Στη συνέχεια, ο καολινίτης μπορεί να μετατραπεί σε ορυκτό αλουμινίου (γιββσιτης) με την ταυτόχρονη απομάκρυνση του πυριτίου. Ο γιββσίτης υπό ορισμένες συνθήκες αφυδατώνεται και μετατρέπεται σε άλλο υδροξείδιο αλουμινίου, τον βοημίτη [ $\gamma$ -AlO (OH)].

Αν και οι καιρικές αντιδράσεις εξαρτώνται από την ποσότητα του νερού, εξαρτώνται, στην πραγματικότητα, από τη διάρκεια της αντίδρασης, η οποία είναι επίσης συνάρτηση της μορφολογίας (ανακούφιση της θέσης) και της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.

Για την εξορυκτική βιομηχανία, ο αλβίτης και ο καολινίτης δεν ενδιαφέρονται για την ανάκτηση αλουμινίου, ενώ ο γιββσίτης και ο βοημίτης - ανάλογα με τη διαθέσιμη τεχνολογία - χρησιμοποιούνται ειδικά για το σκοπό αυτό, δηλαδή αποτελούνται από ορυκτές πρώτες ύλες αλουμίνιο.

Αυτό σημαίνει ότι υπό τις κατάλληλες συνθήκες, ένα πέτρωμα που περιέχει αλβίτη ή άλλο κατάλληλο αργιλικό πυριτικό ορυκτό μπορεί να μετατραπεί σε μέταλλευμα αλουμινίου μέσω της διαδικασίας καιρού.

#### 2.8.5. Λατεριτικός βωξίτης και καρστικός βωξίτης

Ο όρος βωξίτης αποδίδεται από τον Berthier (1821), ο οποίος ανέλυσε, στο «*olecole des Mines*», υλικά πλούσια σε αλουμίνιο από την περιοχή του Baux-de-Provence. Γενικά περιγράφεται ως ένα μέταλλευμα που χαρακτηρίζεται από την υψηλή περιεκτικότητα σε υδροξείδια αργιλίου, οξειδία σιδήρου και υδροξείδια, και, σε μικρότερες ποσότητες, οξειδίων καολινίτη και τιτανίου. Ήταν ο ουγγρικός γεωλόγος αποθέματος μεταλλεύματος G. Bardossy, ο οποίος πρότεινε, το 1982, την ταξινόμηση των βωξίτων σε δύο κύριους τύπους καταθέσεων: καταθέσεις λατεριτικού βωξίτη και εναποθέσεις καρστ βωξίτη. Τα πρώτα δημιουργούνται *in situ* από τον λατερίτη από βράχους πλούσια σε αργιλικά-πυριτικά ορυκτά, ενώ οι δεύτεροι δημιουργούνται από τη διάβρωση των λατεριτικών βωξίτων, τη μεταφορά του υλικού και την εναπόθεσή του ως κλασικό ίζημα σε μηχανικές παγίδες καρστ

ασβεστόλιθων . Στην Ελλάδα, μέχρι σήμερα, δεν έχουν βρεθεί υπολείμματα τυπικού λατεριτικού βωξίτη, με εξαίρεση τις μικρής κλίμακας εμφανίσεις υλικού βωξίτη στην περιοχή του Βροντέρου στις Πρέσπες.

#### 2.8.6. Καρστικοί βωξίτες

Σε αντίθεση με την απουσία τυπικών εμφανίσεων λατεριτικού βωξίτη, υπάρχουν στην Ελλάδα πολλές εναποθέσεις και ίχνη της κατηγορίας καρστ βωξίτη, τα οποία έχουν διαμορφωθεί σε διαφορετικές γεωλογικές περιόδους και σε διάφορες παλαιογεωγραφικές περιοχές και αποτελούν σήμερα χαρακτηριστικούς στρωματογραφικούς ορίζοντες σε ορισμένες γεωλογικές περιοχές το ελληνικό ορογενές. Σε αυτές τις εμφανίσεις πρέπει να προστεθούν, φυσικά, οι εμφανίσεις και οι αποθέσεις, οι οποίες τυχαία ήταν τμήματα περιοχών που έχουν μεταφερθεί σε μεγάλα βάθη στον φλοιό της Γης και στη συνέχεια επανεμφανίστηκαν, αλλά με μια αλλοιωμένη ορυκτολογική σύνθεση και φυσικές ιδιότητες, έτσι ώστε μπορεί να βρει εφαρμογή σε άλλους βιομηχανικούς τομείς (π.χ. σμύριδα των Κυκλάδων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία λειαντικών).

Οι φλοιώδεις μετεωριτικές συνθήκες διαβρώνονται με την πάροδο του γεωλογικού χρόνου. Σε περιόδους που αυξάνεται η στάθμη της θάλασσας (περίοδοι υπέρβασης), ο καιρός μπορεί να συμβεί με τη δράση των κυμάτων (διάβρωση των ακτών). Τα υλικά καιρού μεταφέρονται σε χαμηλότερα μορφολογικά σημεία και εναποτίθενται στις πλαγιές των πρόποδων. Στη συνέχεια μπορούν να μεταφερθούν ως κλασικά υλικά μέσω ρευμάτων νερού και να κατατεθούν σε μηχανικές παγίδες που υπάρχουν στο ανάγλυφο.

Στην περίπτωση του καρστικού βωξίτη, αυτές οι παγίδες είναι καρστικές κοιλότητες σε ασβεστολιθικές μάζες. Αυτές οι κοιλότητες δημιουργούνται όταν οι ασβεστόλιθοι εκτίθενται στην επιφάνεια (βύθιση), και σε αυτήν την περίπτωση, σχετικά διαλυτοί βράχοι παίρνουν ένα ανάγλυφο που έχει τη μορφή σπηλαίων ή κοιλοτήτων με ακανόνιστες



διατάξεις πυθμένα. Το υλικό που μεταφέρεται από την πλευρική περιοχή με τη μορφή λάσπης, παγιδεύεται σε κοιλότητες αυτού του τύπου.

Μετά την ολοκλήρωση της μεταφοράς λατεριτικού υλικού και με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, το λατεριτικό υλικό του βωξίτη καλύπτεται σταδιακά από ασβεστολιθικά πετρώματα.

Η ανακάλυψη σε ορισμένες εναποθέσεις, ακριβώς πάνω από το βωξίτη, στρώματα άνθρακα και η μελέτη των χαρακτηριστικών του (Καλαϊτζίδης κ.ά. 2010), έδειξε ότι το υλικό κλασικού βωξίτη είχε κατατεθεί σε ένα βάλτο περιβάλλον με ελαφρώς υφάλμυρο νερό κατά τη διάρκεια της παράβασης τη θάλασσα πάνω από ασβεστόλιθους.

Η λάσπη του βωξίτη, όσο παρέμεινε στην καρστική κοιλότητα, και αφού καλύφθηκε από ασβεστόλιθους, υπέστη μικρές ορυκτολογικές αλλοιώσεις (π.χ. παραγωγή νέων υδροξειδίων αλουμινίου, όπως βοημίτης και διασποράς και σχηματισμός πυρίτη σιδήρου - μαρκασίτης (FeS<sub>2</sub>) και υπήρξε μετακίνηση στοιχείων κινητής τηλεφωνίας από την κορυφή της κατάθεσης στο κάτω μέρος της (π.χ. στοιχεία σπάνιων γαιών).

## 2.9. Οικονομοτεχνικά δεδομένα

Οι αποθέσεις βωξίτη στην Ελλάδα είναι τύπου «καρστ». Δημιουργήθηκαν από τον πλευρικό καιρό των βασικών, κυρίως, μελών (βασάλτες, διαβάσεις, γάββρος) των συμπλεγμάτων οφιολίτη, που αφθονούν στην Υποπελαγονική Ζώνη. Οι μεγαλύτερες αποθέσεις βωξίτη, στην Ελλάδα, βρίσκονται στην περιοχή (τμήμα) του Παρνασσού-Γκιώνα (Γκιώνα-Ελίκωνας, Οίτη, Παρνασσός).

Το χρώμα των βωξίτη εξαρτάται από τη σύνθεσή τους και ιδιαίτερα από την παρουσία οξειδίων σιδήρου ή υδροξειδίων. Υπάρχουν:

Κόκκινος ή καφέ-κόκκινος βωξίτη (με την παρουσία αιματίτη).

Κίτρινος βωξίτη (με παρουσία ξανθοσιδηρίτη).

Γκρι βωξίτες με μικρό ποσοστό οξειδίων του σιδήρου.

Λευκοί βωξίτες (με την απουσία οξειδίων του σιδήρου).

Το περιεχόμενό τους σε  $Al_2O_3$  κυμαίνεται μεταξύ 49% -65%, το περιεχόμενο  $Fe_2O_3$  μεταξύ 18% -24%, το περιεχόμενο  $CaO$  μεταξύ 0-5%, το περιεχόμενο  $SiO_2$  μεταξύ 2% -10%, το περιεχόμενο  $TiO_2$  μεταξύ 0,5-3% και το περιεχόμενό τους  $Cr$  και  $Ni$  μπορεί να φτάσει έως και 2.000 ppm.

Ο βωξίτης αποτελεί τη μόνη πρώτη ύλη για την παραγωγή αλουμίνας και αλουμινίου και είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη χώρα μας. Ο βωξίτης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια τσιμέντου, στην παραγωγή χυτοσιδήρου ως ροή και ως συστατικό του πετροβάμβακα και των λειαντικών υλικών.

Η Ελλάδα κατέχει μια πολύ σημαντική θέση, όχι μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς είναι μια από τις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής βωξίτη. Το 90% της εξόρυξης βωξίτη στη χώρα μας πραγματοποιείται σε υπόγειες εκμεταλλεύσεις και 10% σε ανοιχτές εκτάσεις. Οι μετρούμενες ποσότητες βωξίτη στην Ελλάδα ανέρχονται σε περίπου 130.000.000 τόνους και η ετήσια παραγωγή είναι πάνω από 2.000.000 τόνους.

Ορισμένα από τα οικονομικά δεδομένα που σχετίζονται με τον βωξίτη είναι τα ακόλουθα:

Αντιπροσωπεύει το 3% του ελληνικού ΑΕΠ

Δημιούργησε συνολική αξία 1,2 δισ. Ευρώ το 2014

Εξάγει περισσότερα από 30 διαφορετικά ορυκτά, 10 εκ των οποίων σε ποσότητες μεγαλύτερες από 300.000 τόνους ετησίως

Η αξία εξαγωγής υπερβαίνει το 1 δισεκατομμύριο ευρώ - σε πολλές χώρες κυρίως στην Ευρώπη

Αποτελεί σχεδόν το 5% των συνολικών ελληνικών εξαγωγών

Απασχολεί άμεσα 20.000 άτομα και έμμεσα 80.000 άτομα

Κορυφαίος εργοδότης - ειδικά στην ελληνική περιφέρεια - καταλαμβάνει το 4% του ενεργού πληθυσμού

Μοχλός επενδύσεων σε πάγια περιουσιακά στοιχεία και μαγνήτης για επενδυτές μετοχών: Τα μέλη της GMEA εκτελούν επενδύσεις αξίας περίπου 300 εκατ. ευρώ ετησίως

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΛΑΤΟΜΕΙΟ**

Ένα λατομείο είναι ένας τύπος ορυχείου ανοιχτού λάκκου στο οποίο εκσκαφώνται από το έδαφος πέτρα, βράχος, αδρανή κατασκευών, άμμος, χαλίκι ή σχιστόλιθος. Η λειτουργία των λατομείων ρυθμίζεται σε ορισμένες δικαιοδοσίες για τη μείωση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων.

Οι τύποι πετρωμάτων που εξάγονται από λατομεία περιλαμβάνουν:

Κιμωλία

Ασβόλη

Πηλός

Γαϊάνθρακας

Αδρανή κατασκευών (άμμος και χαλίκι)

Γάβρος

Γρανίτης

Γύψος

Ασβεστόλιθος

Μάρμαρο

Σίδηρος

Φωσφορική πέτρα

Χαλαζίας

Αμμόπετρα

## Σχιστόλιθος

### Είδος ασβεστόλιθου

Το λατομείο πετρών είναι ένας ξεπερασμένος όρος για την εξόρυξη πετρωμάτων κατασκευών (ασβεστόλιθος, μάρμαρο, γρανίτης, ψαμμίτης κ.λπ.). Υπάρχουν ανοιχτοί τύποι (που ονομάζονται λατομεία ή ορυχεία ανοιχτού λάκκου) και κλειστοί τύποι (ορυχεία και σπηλιές). Για χιλιάδες χρόνια, μόνο εργαλεία χειρός έχουν χρησιμοποιηθεί στα λατομεία. Τον 18ο αιώνα, η χρήση γεωτρήσεων και ανατινάξεων κυριάρχησε.

Η μέθοδος αφαίρεσης λίθων από το φυσικό τους χώρο με τη χρήση διαφορετικών λειτουργιών ονομάζεται λατομείο. Οι μέθοδοι λατομείου περιλαμβάνουν:

- α) Σκάψιμο - Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν το λατομείο αποτελείται από μικρά & μαλακά κομμάτια λίθων.
- β) Θέρμανση - Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν ο φυσικός βράχος είναι οριζόντιος και μικρός σε πάχος.
- γ) Σφήνα - Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν ο σκληρός βράχος αποτελείται από φυσική σχισμή. Όταν απουσιάζουν οι φυσικές ρωγμές, τότε δημιουργούνται τεχνητές ρωγμές με διάτρηση.
- δ) Ανατινάξεις - Είναι η διαδικασία απομάκρυνσης λίθων με τη βοήθεια ελεγχόμενων εκρηκτικών υλών που γεμίζονται στις τρύπες των λίθων. Η γραμμή ελάχιστης αντίστασης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία ανατίναξης.

Στη διαδικασία ανατινάξεων χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα βήματα.

- 1) Τρύπες διάτρησης - Οι τρύπες εκτόξευσης τρυπιούνται χρησιμοποιώντας μηχανήματα διάτρησης.
- 2) Φόρτιση - Οι εκρηκτικές σκόνες τροφοδοτούνται στις καθαρισμένες & ξηρές οπές.
- 3) Συμπύεση - Το υπόλοιπο τμήμα των οπών έκρηξης γεμίζεται από πηλό, τέφρα, ασφάλεια & καλωδιώσεις.
- 4) Ανάφλεξη - Οι ασφάλειες των οπών εκτόξευσης πυροδοτούνται χρησιμοποιώντας ηλεκτρική τροφοδοσία ή σπέρτα.

Πολλά πετρώματα του λατομείου, όπως μάρμαρο, γρανίτης, ασβεστόλιθος και ψαμμίτης κόβονται σε μεγαλύτερες πλάκες και αφαιρούνται από το λατομείο. Οι επιφάνειες είναι γυαλισμένες και τελειωμένες με διαφορετικούς βαθμούς γυαλάδας ή λάμψης. Οι στιλβωμένες πλάκες συχνά κόβονται σε πλακάκια και εγκαθίστανται σε πολλά είδη οικιστικών και εμπορικών ακινήτων. Η φυσική πέτρα που λατομείται από τη γη θεωρείται συχνά πολυτέλεια και τείνει να είναι μια πολύ ανθεκτική επιφάνεια, άρα πολύ επιθυμητή.

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ**

Η υγιεινή και η ασφάλεια είναι προφανείς ανησυχίες σε όλες τις βιομηχανίες της Ελλάδας, αλλά έχει ιδιαίτερη σημασία στον κλάδο των κατασκευών, διότι είναι η βρετανική βιομηχανία με ποσοστό θνησιμότητας τέσσερις φορές υψηλότερο από το ποσοστό σε όλες τις άλλες βιομηχανίες (έκθεση για θανατηφόρα τραύματα). Μια προφανής υπόθεση είναι ότι ένας τεράστιος κλάδος παραγωγής, όπως ο κατασκευαστικός τομέας, με τον σχετικά μεγαλύτερο αριθμό εργαζομένων του, θα μπορούσε φυσικά να αναμένεται να έχει μεγαλύτερο αριθμό θανάτων που σχετίζονται με τη βιομηχανία. Ωστόσο, αυτό δεν καθιστά τους θανάτους αποδεκτό και εξακολουθεί να παραμένει ότι ο αριθμός των θανάτων σε σχέση με τον αριθμό των εργαζομένων στη βιομηχανία είναι υπερβολικά δυσανάλογος: ο κατασκευαστικός κλάδος απασχολεί το 5% των εργαζομένων της Ελλάδας, ωστόσο ο τομέας αντιπροσωπεύει το 10% τραυματισμούς και ένα τεράστιο τρίτο από όλους τους θανατηφόρους τραυματισμούς των εργαζομένων κάθε χρόνο.

Όποια και αν είναι η πτυχή της κατασκευής - η κατεδάφιση, η οικοδόμηση, η ανακαίνιση, οι οδοποιίες - τα εργοτάξια παρουσιάζουν

κινδύνους πέραν των περισσότερων άλλων βιομηχανικών χώρων εργασίας. Ενώ κανένας χώρος εργασίας δεν είναι μηδενικός, υπάρχει μια προφανής και σημαντική διαφορά μεταξύ των κινδύνων που παρουσιάζονται στον τόπο εργασίας του εργάτη του οικοδομικού έργου, σε σύγκριση με τον χώρο εργασίας ενός οικονομικού ή λιανικού εργαζόμενου.

Οι κίνδυνοι που παρουσιάζονται σε εργοτάξια είναι καλά τεκμηριωμένοι, ωστόσο 39 εργαζόμενοι σε εργοτάξια στην Ελλάδα εξακολουθούν να πεθαίνουν το 2012-13, με τον αριθμό να αυξάνεται σε 42 (2013-14) και 43 το 2015/2016. Ενώ γενικά θεωρείται ότι οι εργοτάξια που λειτουργούν από μεγαλύτερες εταιρείες είναι λιγότερο επικίνδυνες, δεδομένου ότι πρόκειται για εταιρείες που μπορούν να αντέξουν μεγαλύτερους προϋπολογισμούς για αυστηρότερα μέτρα και πρακτικές υγείας και ασφάλειας, τα θέματα εξακολουθούν να ισχύουν τόσο για τις μικρότερες επιχειρήσεις όσο και για τις μικρότερες τοποθεσίες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι κίνδυνοι δεν είναι ακριβώς ίδιοι, αλλά μπορεί να αυξηθούν όπως και όταν υπάρχουν λιγότεροι εργαζόμενοι, μπορεί να υπάρξει περισσότερος «διπλασιασμός» όσον αφορά τους ρόλους εργασίας και λιγότερο συγκεκριμένα καθορισμένο προσωπικό υγείας και ασφάλειας ή ακόμη και πρώτοι βοηθοί στον εργοταξιακό χώρο. Οι περιοχές επικινδυνότητας στις εγκαταστάσεις είναι πολυάριθμες και, αν ο χώρος είναι μεγάλος ή μικρός, συνήθως περιλαμβάνουν τους κινδύνους από:

- Εργασία σε ύψος

Η εργασία σε ύψος έχει προκαλέσει σχεδόν το ήμισυ των θανάτων στο εργοτάξιο κατά τη διάρκεια των τελευταίων 5 ετών. Αυτό περιλαμβάνει τον κίνδυνο εργασίας σε ικριώματα, μια δραστηριότητα στο εργοτάξιο που αποτελεί μείζονα παράγοντα κινδύνου.

- Αντικείμενα που πέφτουν από ύψος

Το να χτυπηθεί κανείς από ένα αντικείμενο, συμπεριλαμβανομένων των αντικειμένων που πέφτουν, αντιστοιχούσε σε 21 θανάτους το 2012-2017.

- Μετακίνηση οχημάτων

Παρόλο που μπορεί να είναι σχετικά γρήγορο και απλό να δημιουργηθούν φράγματα ασφαλείας σε χωριστά εργοστάσια

κατασκευής από πεζούς και εργαζόμενους ή από κυκλοφορία από κατασκευαστές οδικών κατασκευών, σημειώθηκαν 21 θάνατοι τα τελευταία 5 χρόνια. Εκτός από το γεγονός ότι αντιπροσωπεύει σχεδόν το 10% όλων των θανάτων, το ποσοστό των εργαζομένων που πλήττονται από κινητά οχήματα αυξήθηκε απότομα το 2016/17.

- Παγίδευση

Δεν περιορίζεται μόνο στα κτίρια που ανεβαίνουν και κατεβαίνουν, τα εργοτάξια, ιδίως η κατασκευή δρόμων και των μεταφορών, συνήθως περιλαμβάνουν την εκσκαφή των τάφρων. Όλοι αυτοί οι χώροι έχουν τη δυνατότητα δομικής κατάρρευσης και την παγίδευση των εργαζομένων, καταστάσεις που οδήγησαν σε 28 θανάτους εργαζομένων κατά τα 5 έτη από το 2012.

- Εξοπλισμός και εργαλεία

Ο εξοπλισμός και τα εργαλεία προσφέρουν τριπλή δυσκολία στα εργοτάξια: ο ένας κίνδυνος είναι φθορά που τα καθιστά ελαττωματικά και επικίνδυνα. ένα άλλο είναι να αναπτυχθούν ή να χρησιμοποιηθούν λανθασμένα και ένα άλλο είναι ότι ακόμη και ένα σχετικά μικρό κομμάτι εξοπλισμού, όπως ένα κατσαβίδι χειρός, μπορεί να προκαλέσει πραγματικούς τραυματισμούς και ακόμη και θάνατο αν πέσει από ύψος ή αφηθεί σε επικίνδυνη θέση.

Δραστηριότητα επιτόπου που οδηγεί σε δια βίου αναπηρία

Όσον αφορά την κατασκευαστική βιομηχανία, οι δυνατότητες για δια βίου ανικανότητα είναι επίσης πολύ υψηλές. Ένας αυξανόμενος αριθμός αναπηριών συμβαίνει επειδή εργάζονται σε επικίνδυνες συνθήκες, τόσο σήμερα όσο και στην εποχή πριν από την υγεία και την ασφάλεια, αρχίζουν να αναδύονται:

- Κίνδυνοι από τη σκόνη και τοξικές απειλές Με την πάροδο του χρόνου, η εργασία σε σκονισμένο περιβάλλον οδήγησε σε χρόνιες καταστάσεις όπως το επαγγελματικό άσθμα και η Ιδιοπαθής Πνευμονική Ίνωση (IFP), ενώ η έκθεση σε συγκεκριμένες σκόνες, όπως ο κατεστραμμένος αμιάντος, έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε θανατηφόρο αμιάντωση και αμιάντο που σχετίζονται με τον καρκίνο, όπως το

μεσοθηλίσια. Συνολικά, ο τομέας των κατασκευών αντιπροσωπεύει το 40% των θανάτων από επαγγελματικούς καρκίνους, οι οποίοι αναφέρθηκαν ότι προκύπτουν καθώς αποκαλύπτονται οι επιπτώσεις της έκθεσης σε τοξικές ουσίες. Αυτές περιλαμβάνουν ουσίες κοινές στον κατασκευαστικό κλάδο, όπως ο αμιάντος, το διοξείδιο του πυριτίου και ακόμη και οι πίσσες άνθρακα. Η επαφή με επικίνδυνα, χαλαρά υλικά και ουσίες μπορεί επίσης να προκαλέσει προβλήματα όρασης και οφθαλμικές διαταραχές συμπεριλαμβανομένης της τύφλωσης, καθιστώντας τους εργαζόμενους ανίκανοι να επιστρέψουν σε κατασκευαστικές εργασίες ή ακόμα και να εργαστούν καθόλου.

- Μακροπρόθεσμα προβλήματα στο σώμα

Οι στατιστικές καταδεικνύουν ότι κατά μέσο όρο από το 2011 έως το 2014 υπάρχουν σχεδόν 100% περισσότερες περιπτώσεις μυοσκελετικών διαταραχών στον κατασκευαστικό κλάδο από ό, τι άλλες βιομηχανίες της Ελλάδας. Οι διαταραχές αυτές περιλαμβάνουν κάποιες μακροπρόθεσμες, μόνιμα καταστροφικές συνθήκες, ενώ οι κατασκευαστές είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένοι στον κίνδυνο:

- Ζημιά από χειροκίνητη χρήση

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εργοτάξια είναι γερά από τη φύση τους και από τσάντες από τσιμέντο και γύψο σε τούβλα, σωρούς και στύλους, η μεταφορά βαρέων αντικειμένων, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού και των υπολειμμάτων καθαρισμού, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα τόσο βραχυπρόθεσμα μέσω τυχαίων τραυματισμών όσο και μακροπρόθεσμα, παρατεταμένη βαριά ανύψωση και κακή τοποθέτηση όταν χειρίζεστε χειροκίνητα βαριά αντικείμενα.

- Ζημιά

Η μακροχρόνια χρήση του δονητικού εξοπλισμού αποκαλύπτεται επίσης ως πηγή βραχυπρόθεσμων τραυματισμών και χρόνιων χρόνιων μυοσκελετικών προβλημάτων.

- Αισθητική απώλεια



Εκτός από την πιθανή απώλεια της όρασης από τραυματισμό των ματιών, η έκθεση σε παρατεταμένο, επαναλαμβανόμενο ή ξαφνικό δυνατό θόρυβο μπορεί επίσης να επηρεάσει την ακοή, ακόμη και να οδηγήσει σε μόνιμη κώφωση.

Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων δεν είναι μόνο ζωτικής σημασίας για την προστασία του προσωπικού, αλλά και για τις κατασκευαστικές εταιρείες. Η υγεία και η ασφάλεια των εργαζομένων έχουν συνέπειες όχι μόνο για παραγωγικότητα και κερδοφορία, όπως για παράδειγμα από τις 1,7 εκατομμύρια εργάσιμες ημέρες που χάθηκαν λόγω ασθένειας και τραυματισμού κατά την εργασία το 2014/15, αλλά και επειδή οι ίδιες οι εταιρείες διατρέχουν τον κίνδυνο να:

- Επιβληθεί πρόστιμο από την Υγεία και Ασφάλεια
- Απαγορευτεί εξ ολοκλήρου η εργασία, μέσω του θέματος των ειδοποιήσεων απαγόρευσης
- Ασκηθεί δίωξη, ακόμη και καταδίκη για αμέλεια
- Πραγματοποιηθεί προσφυγή για ατυχήματα, θάνατο, τραυματισμό και αναπηρία.

Επιπλέον, η μη συμμόρφωση με τις κατευθυντήριες γραμμές και τους κανονισμούς ή η παραβίαση των θεμάτων υγείας και ασφάλειας που οδηγεί σε οποιαδήποτε από αυτές τις παραπάνω ενέργειες συμβάλλουν σημαντικά στην καταστροφή της φήμης μιας εταιρείας και στην κατάργηση των διαπιστεύσεων ή των μελών των κορυφαίων οργάνων της βιομηχανίας.

#### 4.1. Εισαγωγή

Η επαγγελματική ασφάλεια και υγεία (EAY), που επίσης αναφέρεται συνήθως ως επαγγελματική υγεία και ασφάλεια (EAY), την υγεία κατά την εργασία ή την υγεία και ασφάλεια στο χώρο εργασίας, είναι ένας πολυεπιστημονικός τομέας που ασχολείται με την ασφάλεια, την υγεία και την ευημερία ανθρώπους στην εργασία. Αυτοί οι όροι αναφέρονται επίσης στους στόχους αυτού του τομέα, οπότε η χρήση τους υπό την

έννοια του παρόντος άρθρου ήταν αρχικά συντομογραφία του προγράμματος / τμήματος για την ασφάλεια και την υγεία στην εργασία κ.λπ.

Οι στόχοι των προγραμμάτων επαγγελματικής ασφάλειας και υγείας περιλαμβάνουν την προώθηση ενός ασφαλούς και υγιούς περιβάλλοντος εργασίας. Η ΕΑΥ μπορεί επίσης να προστατεύσει τους συναδέλφους, τα μέλη της οικογένειας, τους εργοδότες, τους πελάτες και πολλούς άλλους που ενδέχεται να επηρεαστούν από το περιβάλλον εργασίας. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο όρος επαγγελματική υγεία και ασφάλεια αναφέρεται ως επαγγελματική υγεία και επαγγελματική και μη επαγγελματική ασφάλεια και περιλαμβάνει ασφάλεια για δραστηριότητες εκτός εργασίας.

Σε κοινές νομοθεσίες, οι εργοδότες έχουν καθήκον κοινού δικαίου να λαμβάνουν εύλογη μέριμνα για την ασφάλεια των υπαλλήλων τους. Ο νόμος για το καταστατικό μπορεί επιπροσθέτως να επιβάλλει άλλα γενικά καθήκοντα, να εισάγει συγκεκριμένα καθήκοντα και να δημιουργεί κυβερνητικούς οργανισμούς με εξουσίες για τη ρύθμιση των θεμάτων ασφάλειας στο χώρο εργασίας: οι λεπτομέρειες ποικίλλουν από τη δικαιοδοσία στη δικαιοδοσία.

#### 4.2. Ορισμός

Σύμφωνα με τον ορισμό της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (Π.Ο.Υ.) «η επαγγελματική υγεία ασχολείται με όλες τις πτυχές της υγείας και της ασφάλειας στο χώρο εργασίας και έχει ιδιαίτερη έμφαση στην πρωτογενή πρόληψη των κινδύνων». Η υγεία έχει οριστεί ως "κατάσταση πλήρους φυσικής, την ψυχική και κοινωνική ευημερία και όχι απλώς την απουσία ασθένειας ή αναπηρίας». Η επαγγελματική υγεία είναι ένας πολυεπιστημονικός τομέας της υγειονομικής περίθαλψης που επιτρέπει στο άτομο να αναλάβει το επάγγελμά του με τον τρόπο που προκαλεί τη μικρότερη βλάβη στην υγεία του. Η υγεία έχει οριστεί ως Αντιπαραβάλλεται, για παράδειγμα, με την προώθηση της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία, η οποία αφορά την πρόληψη της πρόκλησης

βλάβης από τυχόν παρεπόμενους κινδύνους που ανακύπτουν στο χώρο εργασίας.

Από το 1950, η Διεθνής Οργάνωση Εργασίας (ΔΟΕ) και η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) μοιράστηκαν έναν κοινό ορισμό της επαγγελματικής υγείας. Εγκρίθηκε από την Κοινή Επιτροπή για την Υγεία της Εργασίας στην πρώτη σύνοδο του 1950 και αναθεωρήθηκε στη δωδέκατη σύνοδο του 1995. Ο ορισμός αναφέρει:

«Η κύρια έμφαση στην επαγγελματική υγεία έχει τρεις διαφορετικούς στόχους: (i) τη διατήρηση και την προώθηση της υγείας και της ικανότητας εργασίας των εργαζομένων, (ii) τη βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος και την εργασία που συμβάλλει στην ασφάλεια και την υγεία, και (iii) στην ανάπτυξη των οργανώσεων εργασίας και των εργασιακών πολιτισμών σε μια κατεύθυνση που στηρίζει την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία και προάγει επίσης ένα θετικό κοινωνικό κλίμα και ομαλή λειτουργία και μπορεί να ενισχύσει την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων. η οποία αντικατοπτρίζεται στην πρακτική στα συστήματα διαχείρισης, την πολιτική προσωπικού, τις αρχές συμμετοχής, τις πολιτικές κατάρτισης και τη διαχείριση της ποιότητας της επιχείρησης».

Αυτοί που δραστηριοποιούνται στον τομέα της επαγγελματικής υγείας προέρχονται από ένα ευρύ φάσμα κλάδων και επαγγελμάτων, όπως ιατρική, ψυχολογία, επιδημιολογία, φυσιοθεραπεία και αποκατάσταση, επαγγελματική θεραπεία, επαγγελματική ιατρική, ανθρώπινοι παράγοντες και εργονομία και πολλά άλλα. Οι επαγγελματίες συμβουλεύουν για ένα ευρύ φάσμα θεμάτων επαγγελματικής υγείας. Αυτές περιλαμβάνουν τον τρόπο αποφυγής συγκεκριμένων προϋπάρχουσων καταστάσεων που προκαλούν πρόβλημα στην κατοχή, τη σωστή στάση για την εργασία, τη συχνότητα διακοπών ανάπαυσης, την προληπτική δράση που μπορεί να αναληφθεί και ούτω καθεξής.

Η επαγγελματική υγεία θα πρέπει να στοχεύει: στην προώθηση και τη διατήρηση του υψηλότερου βαθμού σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευημερίας των εργαζομένων σε όλα τα επαγγέλματα, στην πρόληψη, μεταξύ των εργαζομένων, των αναχωρήσεων από την υγεία που προκαλούνται από τις συνθήκες εργασίας τους, στην προστασία των εργαζομένων την απασχόληση από τους κινδύνους που απορρέουν από

παράγοντες που απειλούν την υγεία, τη διάθεση και διατήρηση του εργαζομένου σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προσαρμοσμένο στις φυσιολογικές και ψυχολογικές ικανότητές του και, συνοπτικά, την προσαρμογή της εργασίας στον άνθρωπο και σε κάθε άνθρωπο στη δουλειά του.

### 4.3. Ιστορικό υπόβαθρο

Η έρευνα και η ρύθμιση της επαγγελματικής ασφάλειας και υγείας είναι ένα σχετικά πρόσφατο φαινόμενο. Καθώς οι κινητοποιήσεις εργατικού δυναμικού προέκυψαν ως απάντηση στις ανησυχίες των εργαζομένων μετά από τη βιομηχανική επανάσταση, η υγεία των εργαζομένων εντάχθηκε στο ζήτημα της εργασίας.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι εργοστασιακές πράξεις των αρχών του δέκατου ένατου αιώνα (από το 1802 και μετά) προέκυψαν από τις ανησυχίες για την κακή υγεία των παιδιών που εργάζονται σε βαμβακομηχανές: ο νόμος του 1833 δημιούργησε μια ειδική επαγγελματική επιθεώρηση εργοστασίων. Η αρχική εντολή της επιθεώρησης ήταν να αστυνομεύσει τους περιορισμούς των ωρών εργασίας στην κλωστοϋφαντουργία των παιδιών και των νέων (που θεσπίστηκαν για την πρόληψη της χρόνιας υπερβολικής εργασίας, η οποία εντοπίστηκε ότι οδηγούσε άμεσα σε κακή υγεία και παραμόρφωση και έμμεσα σε υψηλό ποσοστό ατυχημάτων). Εντούτοις, με την προτροπή της Εργοστασιακής Επιθεώρησης, ένας νέος νόμος του 1844, ο οποίος προβλέπει παρόμοιους περιορισμούς στο ωράριο εργασίας για τις γυναίκες στη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας, εισήγαγε μια απαίτηση για τη φύλαξη μηχανημάτων (αλλά μόνο στην κλωστοϋφαντουργία και μόνο σε περιοχές στις οποίες μπορεί να έχει πρόσβαση γυναίκες ή παιδιά).

Το 1840 μια βασιλική επιτροπή δημοσίευσε τα ευρήματά της σχετικά με την κατάσταση των συνθηκών για τους εργαζόμενους της εξορυκτικής

βιομηχανίας που τεκμηριώσε το τρομερά επικίνδυνο περιβάλλον στο οποίο έπρεπε να εργαστούν και τη μεγάλη συχνότητα των ατυχημάτων. Η Επιτροπή προκάλεσε δημόσιο αγανάκτηση που οδήγησε στο νόμο για τα ορυχεία του 1842. Η πράξη καθιέρωσε επιθεωρητή για τα ορυχεία και τα ανθρακωρυχεία που οδήγησε σε πολλές διώξεις και βελτιώσεις ασφαλείας και μέχρι το 1850 οι επιθεωρητές μπόρεσαν να εισέλθουν και να επιθεωρήσουν χώρους κατά την κρίση τους.

Ο Otto von Bismarck εγκαινίασε το πρώτο νόμο περί κοινωνικής ασφάλισης το 1883 και το νόμο αποζημίωσης του πρώτου εργαζόμενου το 1884 - το πρώτο του είδους τους στον δυτικό κόσμο. Παρόμοιες πράξεις ακολουθήθηκαν σε άλλες χώρες, εν μέρει ως ανταπόκριση στις αναταραχές του εργατικού δυναμικού.

#### 4.4. Κίνδυνοι στο χώρο εργασίας

Παρόλο που η εργασία παρέχει πολλά οικονομικά και άλλα οφέλη, ένας μεγάλος αριθμός κινδύνων στο χώρο εργασίας παρουσιάζει επίσης κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων στην εργασία. Αυτά περιλαμβάνουν, χωρίς να περιορίζονται σε αυτά, χημικά, βιολογικούς παράγοντες, φυσικούς παράγοντες, δυσμενείς εργονομικές συνθήκες, αλλεργιογόνα, πολύπλοκο δίκτυο κινδύνων για την ασφάλεια και ευρύ φάσμα ψυχοκοινωνικών παραγόντων κινδύνου. Ο εξοπλισμός ατομικής προστασίας μπορεί να προστατεύσει πολλούς από αυτούς τους κινδύνους.

Οι φυσικοί κίνδυνοι επηρεάζουν πολλούς ανθρώπους στο χώρο εργασίας. Η απώλεια της ακοής στην εργασία είναι ο συνηθέστερος τραυματισμός που σχετίζεται με την εργασία στις Ηνωμένες Πολιτείες, με 22 εκατομμύρια εργαζομένους εκτεθειμένους σε επικίνδυνα επίπεδα θορύβου στην εργασία και περίπου 242 εκατομμύρια δολάρια που δαπανώνται ετησίως για την αποζημίωση των εργαζομένων για την απώλεια της ακοής. Οι καταρράκτες είναι επίσης μια κοινή αιτία των επαγγελματικών τραυματισμών και των θανάτων, ιδίως στον τομέα της κατασκευής, της εξόρυξης, της μεταφοράς, της υγειονομικής περίθαλψης και του καθαρισμού και συντήρησης των κτιρίων. Οι μηχανές έχουν

κινούμενα μέρη, αιχμηρές άκρες, θερμές επιφάνειες και άλλους κινδύνους με πιθανότητα να συνθλίβουν, να καίγονται, να κόβουν, να σχίζονται να καρφώνουν ή να χτυπούν με άλλο τρόπο και να τραυματίζουν τους εργαζομένους αν χρησιμοποιηθούν χωρίς ασφάλεια.

Οι βιολογικοί κίνδυνοι (βιολογικοί κίνδυνοι) περιλαμβάνουν μολυσματικούς μικροοργανισμούς όπως ιοί και τοξίνες που παράγονται από αυτούς τους οργανισμούς όπως ο άνθρακας. Οι βιολογικοί κίνδυνοι επηρεάζουν τους εργαζόμενους σε πολλές βιομηχανίες. η γρίπη, για παράδειγμα, επηρεάζει έναν ευρύ πληθυσμό εργαζομένων. Οι εργαζόμενοι στην ύπαιθρο, συμπεριλαμβανομένων των αγροτών, των τοπικών καλλιεργητών και των κατασκευαστών, εκτίθενται σε κινδύνους έκθεσης σε πολυάριθμους βιολογικούς κινδύνους, συμπεριλαμβανομένων των δαγκωμάτων και των τσιμπημάτων ζώων, της ουρουσιόλης από δηλητηριώδη φυτά και ασθενειών που μεταδίδονται από ζώα όπως η Δύση Του ιού του Νείλου και της νόσου του Lyme.

Οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων των κτηνιάτρων, εκθέτουν σε κίνδυνο την έκθεση σε παθογόνα που μεταδίδονται στο αίμα και σε διάφορες μολυσματικές ασθένειες, ιδιαίτερα εκείνες που αναδύονται.

Οι επικίνδυνες χημικές ουσίες μπορούν να προκαλέσουν χημικό κίνδυνο στο χώρο εργασίας. Υπάρχουν πολλές ταξινομήσεις επικίνδυνων χημικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων νευροτοξινών, ανοσολογικών παραγόντων, δερματολογικών παραγόντων, καρκινογόνων παραγόντων, αναπαραγωγικών τοξινών, συστηματικών τοξινών, ασθμαγόνων, πνευμονοκοκκικών παραγόντων και ευαισθητοποιητών. Οι αρχές όπως οι ρυθμιστικές αρχές ορίζουν όρια επαγγελματικής έκθεσης για τον μετριασμό του κινδύνου χημικών κινδύνων. Μια διεθνής προσπάθεια διερευνά τις επιπτώσεις των μιγμάτων χημικών στην υγεία. Υπάρχουν ορισμένες ενδείξεις ότι ορισμένες χημικές ουσίες είναι επιβλαβείς σε χαμηλότερα επίπεδα όταν αναμιγνύονται με μία ή περισσότερες άλλες χημικές ουσίες. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την πρόκληση καρκίνου.

Οι ψυχοκοινωνικοί κίνδυνοι περιλαμβάνουν τους κινδύνους για την ψυχική και συναισθηματική ευημερία των εργαζομένων, όπως τα αισθήματα της εργασιακής ανασφάλειας, τις μακρές ώρες εργασίας και

την κακή ισορροπία μεταξύ επαγγελματικής και οικογενειακής ζωής. Μια πρόσφατη επισκόπηση του Cochrane - χρησιμοποιώντας μέτρια αποδεικτικά στοιχεία ποιότητας - έδειξε ότι η προσθήκη εργαστηριακών παρεμβάσεων για τους καταθλιπτικούς εργαζομένους που λαμβάνουν κλινικές παρεμβάσεις μειώνει τον αριθμό των χαμένων ημερών εργασίας σε σύγκριση με τις κλινικές επεμβάσεις και μόνο. Αυτή η ανασκόπηση έδειξε επίσης ότι η προσθήκη γνωστικής συμπεριφορικής θεραπείας στην πρωτοβάθμια ή επαγγελματική φροντίδα και η προσθήκη ενός «δομημένου προγράμματος τηλεπαρακολούθησης και φροντίδας» στη συνήθη περίθαλψη είναι αποτελεσματικές τόσο στη μείωση των ημερών άδειας ασθενείας.

#### 4.5. Κίνδυνοι και ασφάλεια με βάση τον τομέα εργασίας

Οι συγκεκριμένοι παράγοντες κινδύνου για την επαγγελματική ασφάλεια και υγεία ποικίλλουν ανάλογα με τον συγκεκριμένο τομέα και τον κλάδο. Οι εργαζόμενοι στον τομέα των κατασκευών ενδέχεται να απειλούνται ιδιαίτερα από πτώσεις, για παράδειγμα, ενώ οι αλιείς ενδέχεται να κινδυνεύουν ιδιαίτερα από πνιγμό. Το Γραφείο Στατιστικών Εργασίας των Ηνωμένων Πολιτειών προσδιορίζει τις βιομηχανίες αλιείας, αεροπλοΐας, ξυλείας, μεταλλουργίας, γεωργίας, μεταλλείων και μεταφορών ως ένα από τα πιο επικίνδυνα για τους εργαζόμενους. Ομοίως, οι ψυχοκοινωνικοί κίνδυνοι όπως η βία στο χώρο εργασίας είναι πιο έντονοι για ορισμένες επαγγελματικές ομάδες όπως οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η αστυνομία, οι σωφρονιστές και οι εκπαιδευτικοί.

##### 4.5.1. Κατασκευές

Η κατασκευή είναι ένα από τα πιο επικίνδυνα επαγγέλματα στον κόσμο, προκαλώντας περισσότερους επαγγελματικούς θανάτους από οποιονδήποτε άλλο τομέα τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες όσο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το 2009, το ποσοστό θανατηφόρων επαγγελματικών

τραυματισμών των εργαζομένων στις κατασκευές στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν σχεδόν τριπλάσιο εκείνου του συνόλου των εργαζομένων. Οι καταρράκτες είναι μία από τις πιο κοινές αιτίες θανάσιμων και μη θανατηφόρων τραυματισμών μεταξύ των κατασκευαστών. Ο σωστός εξοπλισμός ασφαλείας, όπως οι μάντες και οι προστατευτικές κουπαστές, καθώς και οι διαδικασίες όπως η εξασφάλιση σκάλων και η επιθεώρηση ικριωμάτων μπορούν να περιορίσουν τον κίνδυνο επαγγελματικών τραυματισμών στον κατασκευαστικό κλάδο. Λόγω του γεγονότος ότι τα ατυχήματα μπορεί να έχουν καταστροφικές συνέπειες τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους οργανισμούς, είναι εξαιρετικά σημαντικό να διασφαλιστεί η υγεία και η ασφάλεια των εργαζομένων και η συμμόρφωση με τις κατασκευαστικές απαιτήσεις του HSE. Η νομοθεσία για την υγεία και την ασφάλεια στην κατασκευαστική βιομηχανία περιλαμβάνει πολλούς κανόνες και κανονισμούς. Για παράδειγμα, ο ρόλος του Συντονιστή Διαχείρισης Σχεδίου Κατασκευής (CDM) ως απαίτηση έχει ως στόχο τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας στο χώρο.



Εικόνα 1. Ειδοποιήσεις ασφάλειας στο χώρο εργασίας στην είσοδο ενός κινεζικού εργοταξίου

Το Εθνικό Σύστημα Υγείας για το Συνέντευξη Υγείας του 2010 (NHIS-OHS) εντόπισε παράγοντες οργάνωσης της εργασίας και επαγγελματικές



ψυχοκοινωνικές και χημικές / φυσικές εκθέσεις οι οποίες ενδέχεται να αυξήσουν ορισμένους κινδύνους για την υγεία. Μεταξύ των αμερικανών εργαζομένων στον κατασκευαστικό τομέα, το 44% είχε μη τυπικές ρυθμίσεις εργασίας (δεν ήταν τακτικοί μόνιμοι υπάλληλοι) σε σύγκριση με το 19% όλων των αμερικανών εργαζομένων, το 15% είχε προσωρινή απασχόληση σε σύγκριση με το 7% έμπειρη εργασιακή ανασφάλεια σε σύγκριση με το 32% του συνόλου των αμερικανών εργαζομένων. Τα ποσοστά επικράτησης για την έκθεση σε φυσικούς / χημικούς κινδύνους ήταν ιδιαίτερα υψηλά για τον κατασκευαστικό τομέα. Μεταξύ των μη καπνιστών εργαζομένων, το 24% των εργαζομένων στις κατασκευές εκτέθηκαν σε παθητικό κάπνισμα ενώ μόνο το 10% όλων των εργαζομένων στις ΗΠΑ εκτέθηκαν. Άλλοι φυσικοί / χημικοί κίνδυνοι με υψηλό ποσοστό επικράτησης στον κατασκευαστικό κλάδο λειτουργούσαν συχνά σε εξωτερικούς χώρους (73%) και συχνή έκθεση σε ατμούς, αέρια, σκόνη ή καπνούς (51%).

#### 4.5.2. Ορυχεία

Η ασφάλεια είναι από καιρό ανησυχητική για τις επιχειρήσεις εξόρυξης, ιδίως στην υπόγεια εξόρυξη. Η καταστροφή του ορυχείου Courrières, το χειρότερο ατύχημα εξόρυξης της Ευρώπης, αφορούσε το θάνατο 1.099 ανθρακωρύχων στη Βόρεια Γαλλία στις 10 Μαρτίου 1906. Η καταστροφή αυτή ξεπέρασε μόνο το ατύχημα Benxihu Colliery στην Κίνα στις 26 Απριλίου 1942, το οποίο σκότωσε 1.549 ανθρακωρύχους. Ενώ η εξόρυξη σήμερα είναι ουσιαστικά ασφαλέστερη από ό, τι στις προηγούμενες δεκαετίες, εξακολουθούν να εμφανίζονται ατυχήματα εξόρυξης. Τα κυβερνητικά στοιχεία από την Κίνα δείχνουν ότι 5.000 Κινέζοι ανθρακωρύχοι πεθαίνουν κάθε χρόνο σε ατυχήματα, ενώ άλλες εκθέσεις έχουν υποδηλώσει ποσοστό περίπου 20.000. Τα ατυχήματα στον τομέα των μεταλλείων συνεχίζονται σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των ατυχημάτων που προκαλούν δεκάδες θανάτους σε μια εποχή, όπως η καταστροφή του ορυχείου Ulyanovskaya στη Ρωσία το 2007, η έκρηξη εξόρυξης Heilongjiang στην Κίνα το 2009 και η καταστροφή του Ορυχείου Άνω Μεγάλων Καταλοίπων 2010 στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Ο εξαερισμός μεταλλείων αποτελεί σημαντική ανησυχία για την ασφάλεια πολλών ανθρακωρύχων. Ο ανεπαρκής αερισμός στα ορυχεία υπογείων επιφανειών προκαλεί έκθεση σε επιβλαβή αέρια, θερμότητα και σκόνη, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει ασθένεια, τραυματισμό και θάνατο. Η συγκέντρωση μεθανίου και άλλων ατμοσφαιρικών μολυσματικών ουσιών υπόγεια μπορεί γενικά να ελεγχθεί με αραίωση (εξαερισμός), σύλληψη πριν από την είσοδο στο ρεύμα αέρος του ξενιστή (αποστράγγιση μεθανίου) ή απομόνωση (σφραγίσματα και παύσεις). Ένα σύστημα εξαερισμού ρυθμίζεται για να αναγκάσει ένα ρεύμα αέρα μέσα από τις περιοχές εργασίας του ορυχείου. Η κυκλοφορία του αέρα που απαιτείται για τον αποτελεσματικό αερισμό ενός ορυχείου δημιουργείται από έναν ή περισσότερους ανεμιστήρες μεγάλου ορυχείου, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται πάνω από το έδαφος. Ο αέρας ρέει σε μία μόνο κατεύθυνση, κάνοντας κυκλώματα μέσα από το ορυχείο έτσι ώστε κάθε κύρια περιοχή εργασίας να λαμβάνει συνεχώς μια παροχή καθαρού αέρα. Το πότισμα στα ανθρακωρυχεία συμβάλλει επίσης στη μείωση της στάθμης της σκόνης: με τον ψεκασμό της μηχανής με νερό και το φιλτράρισμα του φορτωμένου με σκόνη νερού με έναν ανεμιστήρα καθαρισμού, οι ανθρακωρύχοι μπορούν να παγιδεύσουν με επιτυχία τη σκόνη.



Εικόνα 2. Προειδοποιητικό σήμα κοντά σε επικίνδυνη περιοχή γεμάτη με ανοίγματα ορυχείου στο Calico Ghost Town της Καλιφόρνια

Τα αέρια στα ορυχεία μπορούν να δηλητηριάσουν τους εργάτες ή να εκτοπίσουν το οξυγόνο στο ορυχείο προκαλώντας ασφυξία. Για το λόγο αυτό, η Αμερικανική Υπηρεσία Ασφάλειας και Υγείας των Ναρκών απαιτεί οι ομάδες ανθρακωρύχων στις Ηνωμένες Πολιτείες να φέρουν εξοπλισμό ανίχνευσης αερίων που μπορεί να ανιχνεύσει κοινά αέρια, όπως CO, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, καθώς και τον υπολογισμό% Lower Explosive Limit. Ο κανονισμός απαιτεί να σταματήσει όλη η παραγωγή αν υπάρχει συγκέντρωση 1,4% εύφλεκτου αερίου. Επιπλέον, ζητείται περαιτέρω ρύθμιση για περισσότερη ανίχνευση αερίων καθώς εισάγεται νεότερη τεχνολογία, όπως η νανοτεχνολογία.

Το αναφλεγόμενο αέριο μεθάνιο είναι μια κοινή πηγή εκρήξεων στα ανθρακωρυχεία, τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένες εκρήξεις σκόνης άνθρακα. Για το λόγο αυτό, οι σκόνες βράχων, όπως η σκόνη ασβεστόλιθου, εξαπλώνονται σε όλα τα ανθρακωρυχεία για να μειωθούν οι πιθανότητες έκρηξης σκόνης άνθρακα, καθώς και να περιοριστεί η έκταση των πιθανών εκρήξεων, σε μια διαδικασία γνωστή ως ξεσκόνισμα των βράχων. Οι εκρήξεις σκόνης άνθρακα μπορούν επίσης να ξεκινήσουν ανεξάρτητα από εκρήξεις αερίου μεθανίου. Η θερμότητα λόγω τριβής και οι σπινθήρες που παράγονται από εξοπλισμό εξόρυξης μπορούν να προκαλέσουν ανάφλεξη τόσο του αερίου μεθανίου όσο και της σκόνης άνθρακα. Για το λόγο αυτό, συχνά χρησιμοποιείται νερό για την ψύξη των χώρων κοπής πετρωμάτων.

Οι ανθρακωρύχοι χρησιμοποιούν εξοπλισμό αρκετά ισχυρό για να σπάσουν τα εξαιρετικά σκληρά στρώματα του φλοιού της Γης. Αυτός ο εξοπλισμός, σε συνδυασμό με τον κλειστό χώρο εργασίας στον οποίο εργάζονται οι υπόγειοι ανθρακωρύχοι, μπορεί να προκαλέσει απώλεια ακοής. Για παράδειγμα, ένα μπουλόνι στέγης (που χρησιμοποιείται συνήθως από τους χειριστές βυθοκόρου οροφής ναρκών) μπορεί να φθάσει επίπεδα ηχητικής ισχύος μέχρι 115 dB. Σε συνδυασμό με τις αντηχές των υπόγειων ορυχείων, ο ανθρακωρύχος χωρίς κατάλληλη προστασία ακοής είναι σε υψηλό κίνδυνο απώλειας ακοής. Μέχρι την ηλικία των 50 ετών, σχεδόν το 90% των αμερικανών ανθρακωρύχων έχει

κάποια απώλεια ακοής, σε σύγκριση με μόλις το 10% μεταξύ των εργαζομένων που δεν εκτίθενται σε δυνατούς θορύβους. Τα μπουλόνια στέγης είναι από τα πιο δυνατά μηχανήματα, αλλά οι μεταλλωρύχοι, οι μπουλντόζες, οι συνεχείς μηχανές εξόρυξης, οι μπροστινοί φορτωτές, τα λεωφορεία και τα φορτηγά είναι επίσης μεταξύ των μηχανών που είναι πιο υπεύθυνα για υπερβολικό θόρυβο στις εργασίες των ορυχείων.

Η προτιμώμενη στρατηγική πρόληψης περιλαμβάνει μηχανισμούς ελέγχου για την εξάλειψη των πηγών θορύβου. Οι διοικητικοί έλεγχοι και η προστασία της ακοής μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν όταν οι μηχανικοί έλεγχοι δεν είναι εφικτοί.

Δεδομένου ότι η εξόρυξη συνεπάγεται την απομάκρυνση βρωμιών και πετρωμάτων από τη φυσική τους θέση, δημιουργώντας έτσι μεγάλες άδειες κοιλότητες, δωμάτια και σήραγγες, σπηλιές, καθώς και πτώσεις εδάφους και βράχων αποτελούν μείζονα ανησυχία στα ορυχεία. Οι σύγχρονες τεχνικές για την ξυλεία και την τοποθέτηση τοίχων και οροφών στα υπόγεια ορυχεία μείωσαν τον αριθμό των θανάτων λόγω σπηλαίων, αλλά οι πτώσεις εδάφους εξακολουθούν να αντιπροσωπεύουν μέχρι και το 50% των θανατηφόρων εξορύξεων. Ακόμα και στις περιπτώσεις που οι κατάρρευση των ορυχείων δεν είναι άμεσα θανατηφόρες, μπορούν να παγιδεύσουν τα ορυχεία τους βαθιά υπόγεια. Τέτοιες περιπτώσεις συχνά οδηγούν σε σημαντικές προσπάθειες διάσωσης, όπως όταν 33 ανθρακωρύχοι της Χιλής παγιδεύθηκαν βαθιά υπόγεια για 69 ημέρες το 2010.

Υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες που σχετίζονται με τη θερμότητα, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής διαταραχής, η οποία μπορεί να είναι θανατηφόρα. Η παρουσία βαρύ εξοπλισμού σε περιορισμένους χώρους δημιουργεί επίσης κίνδυνο για τους ανθρακωρύχους. Προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια των εργαζομένων σε ορυχεία, τα σύγχρονα ορυχεία χρησιμοποιούν αυτοματοποίηση και απομακρυσμένη λειτουργία, συμπεριλαμβανομένων π.χ. εξοπλισμού όπως αυτοματοποιημένοι φορτωτές και απομακρυσμένοι χειριστές πετρελαίου. Ωστόσο, παρά τις σύγχρονες βελτιώσεις στις πρακτικές ασφαλείας, τα ορυχεία εξακολουθούν να αποτελούν επικίνδυνη κατοχή σε ολόκληρο τον κόσμο.

Τα εκρηκτικά χρησιμοποιούνται σε ορυχεία για εποικοδομητικούς σκοπούς, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνα εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας. Για παράδειγμα, το flyrock μπορεί να εκτοξευτεί πέρα από την περιοχή έκρηξης, προκαλώντας τραυματισμούς και υλικές ζημιές.

Στην εξόρυξη άνθρακα, η εξόρυξη, η σύνθλιψη και η μεταφορά άνθρακα μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικές ποσότητες σκόνης άνθρακα που μπορεί να αναπνεύσει (εξαιρετικά λεπτή). Σκόνη μικρότερη από 10 μικρά (δεν μπορεί να δει με το μάτι). Στις εργασίες εξόρυξης άνθρακα, πέτρας, άμμου και χαλικιού και για συγκεκριμένα επαγγέλματα στα ανθρακωρυχεία, η αναπνεύσιμη σκόνη διοξειδίου του πυριτίου που δημιουργείται κατά την εξόρυξη είναι το κύριο μέλημα. Η αναπνεύσιμη σκόνη μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνια προβλήματα στον πνεύμονα. Η αναπνεύσιμη σκόνη άνθρακα μπορεί να προκαλέσει πνευμονοκονίαση των εργαζομένων στον άνθρακα (επίσης γνωστή ως ασθένεια των πνευμόνων ή των μαύρων πνευμόνων), η εισπνεύσιμη σκόνη πυριτίας μπορεί να προκαλέσει πυριτίαση, καρκίνο του πνεύμονα και χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Τα επιμήκη σωματίδια ορυκτών μπορούν να οδηγήσουν σε αμιάντωση, καρκίνο του πνεύμονα και μεσοθηλίωμα.

Υπάρχουν πάνω από 560.000 εγκαταλελειμμένα ορυχεία σε δημόσια και ιδιωτικά εδάφη μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα εγκαταλελειμμένα ορυχεία μπορεί να είναι επικίνδυνα για όποιον προσπαθεί να τα εξερευνήσει χωρίς την κατάλληλη κατάρτιση σε θέματα γνώσης και ασφάλειας.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Υπηρεσία Ασφάλειας και Υγείας των Ναρκών (MSHA) αναπτύσσει και επιβάλλει κανονισμούς που διασφαλίζουν την ασφάλεια των μεταλλείων. Επιπλέον, το Εθνικό Ινστιτούτο για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία (NIOSH) ερευνά θέματα επαγγελματικής υγείας που σχετίζονται με την εξόρυξη, το οποίο αποτελεί τομέα βιομηχανίας προτεραιότητας στο Εθνικό Πρόγραμμα Επαγγελματικής Έρευνας (NORA).

Σύμφωνα με τα στοιχεία του NHIS-OHS του 2010, οι εργαζόμενοι που απασχολούνται στις βιομηχανίες εξόρυξης και εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου είχαν υψηλά ποσοστά επικράτησης έκθεσης σε δυνητικά επιβλαβή χαρακτηριστικά οργανωτικής εργασίας και σε επικίνδυνες

χημικές ουσίες. Πολλοί από αυτούς τους εργαζόμενους εργάστηκαν πολλές ώρες: το 50% εργάστηκε περισσότερο από 48 ώρες την εβδομάδα και το 25% εργάστηκε περισσότερο από 60 ώρες την εβδομάδα το 2010. Επιπλέον, το 42% εργάστηκε σε μη κανονικές βάρδιες. Αυτοί οι εργαζόμενοι είχαν επίσης υψηλό επιπολασμό της έκθεσης σε φυσικούς / χημικούς κινδύνους. Το 2010, το 39% είχε συχνή επαφή με τα χημικά. Μεταξύ των μη καπνιστών εργαζομένων, το 28% των εργαζομένων στη βιομηχανία εξόρυξης και εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου είχε συχνή έκθεση σε παθητικό κάπνισμα κατά την εργασία. Περίπου τα δύο τρίτα εκτέθηκαν συχνά σε ατμούς, αέριο, σκόνη ή καπνούς στην εργασία.

#### 4.5.2. Υγειονομική περίθαλψη και κοινωνική βοήθεια

Οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας εκτίθενται σε πολλούς κινδύνους που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την υγεία και την ευημερία τους. Οι μακρές ώρες, οι μεταβαλλόμενες βάρδιες, τα φυσικά απαιτητικά καθήκοντα, η βία και οι εκθέσεις σε μολυσματικές ασθένειες και επιβλαβή χημικά είναι παραδείγματα κινδύνων που θέτουν αυτούς τους εργαζόμενους σε κίνδυνο για ασθένειες και τραυματισμούς.

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Γραφείου Εργασίας, τα νοσοκομεία των ΗΠΑ κατέγραψαν το 2011 253.700 τραυματισμούς και ασθένειες που σχετίζονται με την εργασία, δηλαδή 6.8 τραυματισμούς και ασθένειες που σχετίζονται με την εργασία για κάθε 100 εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης. Ο αριθμός τραυματισμών και ασθένειας στα νοσοκομεία είναι υψηλότερος από τους ρυθμούς κατασκευής και κατασκευής - δύο βιομηχανίες οι οποίες παραδοσιακά θεωρούνται σχετικά επικίνδυνες.

Το Δίκτυο Ασφάλειας για την Επαγγελματική Υγεία (OHSN) [50] είναι ένα ασφαλές ηλεκτρονικό σύστημα παρακολούθησης που αναπτύχθηκε από το Εθνικό Ινστιτούτο για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (NIOSH) για την αντιμετώπιση των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια στο προσωπικό υγείας. Το OHSN χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα δεδομένα για να χαρακτηρίσει τον κίνδυνο τραυματισμού και ασθένειας μεταξύ των εργαζομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Τα



νοσοκομεία και άλλες εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να μεταφορτώσουν τα δεδομένα επαγγελματικής βλάβης που συλλέγουν ήδη στην ασφαλή βάση δεδομένων για ανάλυση και συγκριτική αξιολόγηση με άλλες μη προσδιορισμένες εγκαταστάσεις. Το NIOSH συνεργάζεται με τους συμμετέχοντες στο OHSN για τον εντοπισμό και την υλοποίηση έγκαιρων και στοχοθετημένων παρεμβάσεων. Τα τμήματα OHSN επικεντρώνονται επί του παρόντος σε τρία συμβάντα υψηλού κινδύνου και που μπορούν να προληφθούν και που μπορούν να οδηγήσουν σε τραυματισμούς ή μυοσκελετικές διαταραχές μεταξύ του προσωπικού της υγειονομικής περίθαλψης: μυοσκελετικές βλάβες από δραστηριότητες χειρισμού ασθενών, γλιστρήματα, περδικλώματα και πτώσεις, καθώς και βία στο χώρο εργασίας. Η εγγραφή στο OHSN είναι ανοιχτή σε όλες τις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ**

Ένα λατομείο είναι ένας τόπος όπου ένας παραγωγός πέτρας εξάγει μια ποικιλία πρώτων υλών από τη γη. Οι συνήθεις τύποι υλικών που εξάγονται σε δραστηριότητες λατομείων περιλαμβάνουν ασβεστόλιθο, γρανίτη και άμμο. Ο εξοπλισμός και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στην λατομεία είναι μεγάλα, ισχυρά και παραγωγικά.

### Εξοπλισμός απογύμνωσης και διάτρησης

Η πρώτη διαδικασία ανοίγματος λατομείου είναι η αφαίρεση του υλικού μεταξύ της επιφάνειας και των ορυκτών ή υλικών που θέλουμε να εξαγάγουμε. Αυτό γίνεται είτε με απογύμνωση επιφανείας είτε με εκρήξεις με εκρηκτικά. Η απογύμνωση της επιφάνειας γίνεται κυρίως με ανιχνευτές τρακτέρ, μηχανήματα οποία είναι μπουλντόζες μεγάλης κλίμακας. Αυτά τα τεράστια μηχανήματα είναι σε θέση να μετακινούν μεγάλες ποσότητες εδάφους με τις μπροστινές τους λεπίδες και να διαπερνούν το βράχο με τους βραχίονες τους πίσω. Η έκρηξη ξεκινά αρχικά με τη διάτρηση οπών στη γη με εξειδικευμένα κομμάτια

τρυπανιού τοποθετημένα σε μια κινητή πλατφόρμα. Αφού γίνουν οι τρύπες, εκρηκτικά με ενισχυτικό περίβλημα τοποθετούνται στις τρύπες. Όταν πυροδοτούνται τα εκρηκτικά, μετακινούνται μεγάλα τμήματα της γης.

### Τροχοφόροι φορτωτές

Οι τροχοφόροι φορτωτές είναι μηχανήματα εξοπλισμένα με υδραυλικό βραχίονα και κάδο που χρησιμοποιούνται για τη φόρτωση εδάφους που μετακινείται από τρακτέρ ανιχνευτή ή τεχνικούς ανατινάξεων. Αυτοί οι μαζικοί φορτωτές έχουν χωρητικότητα έως 35 τόνους υλικού. Χρησιμοποιούνται επίσης για τη φόρτωση εξορυχθέντος υλικού σε φορτηγά, τα οποία μεταφέρουν το προϊόν για επεξεργασία. Μικρότεροι φορτωτές είναι διαθέσιμοι για εργασίες λατομείου μικρότερης κλίμακας και για φόρτωση φορτηγών που παραδίδουν υλικό στον τελικό προορισμό.

### Φορτηγά εκτός αυτοκινητόδρομου

Τα φορτηγά εκτός αυτοκινητόδρομου, επίσης γνωστά ως φορτηγά βράχων, είναι πολύ μεγάλα φορτηγά που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και των δύο φορτωθέντων υλικών: εδάφους που μετακινείται για να φθάσουν οι εργάτες στο υλικό που πρόκειται να εξαχθεί και του εξαχθέντος υλικού. Αυτά τα φορτηγά, που χρησιμοποιούν έως και 3.500 ίππους και έχουν χωρητικότητα έως και 3600 τόνων, μπορούν να μεταφέρουν εξαιρετική ποσότητα υλικού σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτά τα οχήματα αποτελούν σημαντικό μέρος της αύξησης της παραγωγικότητας της εξόρυξης.

### Εξοπλισμός σύνθλιψης



Οι θραυστήρες χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία μεγάλων πετρωμάτων σε μικρότερες πέτρες. Αυτά τα ισχυρά κομμάτια εξοπλισμού χρησιμοποιούν ένα περίπλοκο σύστημα σιαγόνων, δονητών και σταθερών χαλύβδινων πλακών για να συντρίψουν το υλικό που μεταφέρεται από το λατομείο σε πετρώματα στο τελικό προϊόν. Αυτοί οι θραυστήρες μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να παράγουν διαφορετικά μεγέθη από πέτρα και χαλίκι, ανάλογα με τις απαιτήσεις παραγωγής της λειτουργίας. Αφού θρυμματιστεί η πέτρα, οι τροχοφόροι φορτωτές μικρότερης κλίμακας, μεταφέρουν τη θρυμματισμένη πέτρα σε αποθέματα προϊόντων παρόμοιου μεγέθους, όπου φορτώνεται σε φορτηγά πελατών για τελική χρήση.

Η εξόρυξη πετρών είναι η πολυσταδιακή διαδικασία με την οποία ο βράχος εξάγεται από το έδαφος και συνθλίβεται για να παραχθεί αδρανής, το οποίο στη συνέχεια κοσκινίζεται στα μεγέθη που απαιτούνται για άμεση χρήση ή για περαιτέρω επεξεργασία, όπως επίστρωση με ασφαλτο για την παραγωγή ασφαλτούχου macadam (bitmac) ή ασφάλτου.

Η διαδικασία ξεκινά με μια λεπτομερή τρισδιάστατη έρευνα του προσώπου του λατομείου. Αυτό επιτρέπει στον μηχανικό των εκρηκτικών να σχεδιάσει την έκρηξη και να σχεδιάσει πού θα πρέπει οι οπές έκρηξης να πραγματοποιηθούν με τρυπάνια με αέρα, έτσι ώστε η έκρηξη να μπορεί να εκτελεστεί με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Η έρευνα θα δείξει εάν υπάρχουν εξογκώματα ή κοιλότητες στο πρόσωπο. Μια διόγκωση θα χρειαστεί περισσότερο εκρηκτικό από το κανονικό για να εξασφαλίσει ότι είναι θα θραυστεί και δεν θα παραμείνει στην θέση του. Οι κοίλες περιοχές απαιτούν λιγότερο εκρηκτικό από το κανονικό. Η τοποθέτηση εκρηκτικών σχεδιάζεται επαγγελματικά για να διασφαλιστεί ότι ο απαιτούμενος κατακερματισμός του βράχου επιτυγχάνεται με τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Μετά την έρευνα προφίλ, φτάνει ο εργολάβος γεωτρήσεων. Χρησιμοποιώντας γεώτρηση, ανοίγει τον αριθμό των απαιτούμενων οπών, στις επισημασμένες κουκίδες που αντιστοιχούν στις θέσεις των οπών στο σχεδιασμό της έκρηξης, στις γωνίες και στα απαιτούμενα βάθη.

Αφού τρυπηθούν οι τρύπες, ελέγχονται για να ελεγχθεί ότι αντιστοιχούν στον σχεδιασμό της έκρηξης και οι δύο έρευνες συνδυάζονται για να

επιτρέψουν στον μηχανικό έκρηξης να επεξεργαστεί πώς κάθε τρύπα γεμίστηκε με εκρηκτικά.



Την ημέρα της έκρηξης, τα εκρηκτικά παραδίδονται και μεταφέρονται στο σημείο της έκρηξης. Το καλώδιο πυροκροτητή τοποθετείται σε κάθε τρύπα και οι οπές στη συνέχεια φορτώνονται με υψηλά εκρηκτικά σε απόσταση λίγων μέτρων από την κορυφή. Το εναπομένον βάθος "γεμίζεται" με σκόνη λατομείου ή λεπτά αδρανή. Ο χώρος καθαρίζεται. Οι σειρήνες ακούγονται για να βεβαιωθούμε ότι προειδοποιούνται όλα τα άτομα που βρίσκονται κοντά. Οι πυροκροτητές συνδέονται με το ηλεκτρικό καλώδιο ενεργοποίησης και ελέγχεται το κύκλωμα. Ο τελικός έλεγχος ασφαλείας πραγματοποιείται και μόνο όταν δοθεί το τελικό, ο υπεύθυνος πυροδοτεί τα εκρηκτικά. Μια μόνο έκρηξη μπορεί να κατακερματίσει έως και 60.000 τόνους βράχου.

Μετά την έκρηξη, η πρόσοψη και ο σωρός που δημιουργείται επιθεωρούνται για να ελεγχθεί ότι όλες οι τρύπες πυροδοτήθηκαν σωστά. Στην συνέχεια ο φορτωτής μαζεύει το σωρό και αρχίζει να φορτώνει τα ανατρεπόμενα φορτηγά που μεταφέρουν τους βράχους στον θραυστήρα. Ογκόλιθοι που είναι πολύ μεγάλοι για να περάσουν από τον θραυστήρα τοποθετούνται στη μία πλευρά για δευτερεύον σπάσιμο αργότερα. Το δευτερεύον σπάσιμο γίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας ένα υδραυλικό

εκσκαφέα εφοδιασμένο με ένα σφυρί, αν και σε ορισμένα λατομεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν γερανοί ανιχνευτή με χαλύβδινες μπάλες.



Η σύνθλιψη μπορεί να γίνει σε τρία ή τέσσερα στάδια, πρωτεύον (πρώτο στάδιο), δευτεροβάθμιο (δεύτερο στάδιο), τριτοβάθμιο (τρίτο στάδιο) και, σε ορισμένα λατομεία, ένα τεταρτοταγές (τέταρτο στάδιο). Ο θρυμματισμένος βράχος, ή το προϊόν, μεταφέρεται κατά μήκος της γραμμής διεργασίας σε μεταφορικές ζώνες ή αγωγούς.

Ο κύριος θραυστήρας τροφοδοτείται μέσω ενός αγωγού και ενός δονούμενου τροφοδότη. Η βάση του τροφοδότη είναι κατασκευασμένη από χαλύβδινες "γκρίζες" ράβδους και εδώ είναι που πραγματοποιείται η πρώτη διαδικασία ελέγχου. Λεπτό υλικό και σκόνη που παράγεται από την έκρηξη, μαζί με τυχόν υπόλοιπο υπέδαφος ή παλαιωμένο βράχο από την κορυφή του λατομείου, πέφτει μέσα από τις ράβδους σε ξεχωριστό μεταφορικό ιμάντα και σε ένα σωρό. Αυτό το κοσκινισμένο υλικό ονομάζεται θραύσματα και χρησιμοποιείται ως πέτρες γεμίματος.

Η πρωταρχική σύνθλιψη γίνεται συνήθως από έναν θραυστήρα σιαγόνων που αποτελείται από μια βαριά μεταλλική πλάκα που κινείται προς τα πίσω και προς τα εμπρός σε μια σταθερή πλάκα (αυτές είναι οι "σιαγόνες"). Η κινούμενη πλάκα διατηρείται σε κίνηση και λαμβάνει τη συντριπτική της ενέργεια από ένα μεγάλο σφόνδυλο. Ο θραυστήρας είναι φαρδύτερος στην κορυφή από ό, τι στο κάτω μέρος. Ο βράχος από την

επιφάνεια του λατομείου τροφοδοτείται στην κορυφή του θραυστήρα και ο θρυμματισμένος βράχος πέφτει έξω από το κάτω μέρος των σιαγόνων. Το μέγεθος της θρυμματισμένης πέτρας που περνά μέσα από τις σιαγόνες διέπεται εν μέρει από το διάκενο που βρίσκεται στο κάτω μέρος των σιαγόνων, αν και μεγαλύτερου μεγέθους βράχοι μπορούν να περάσουν εάν ο βράχος που συνθλίβεται έχει πλακόστρωτο ή επιμήκη σχήμα. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν περιστροφικοί θραυστήρες μεγάλης κλίμακας.

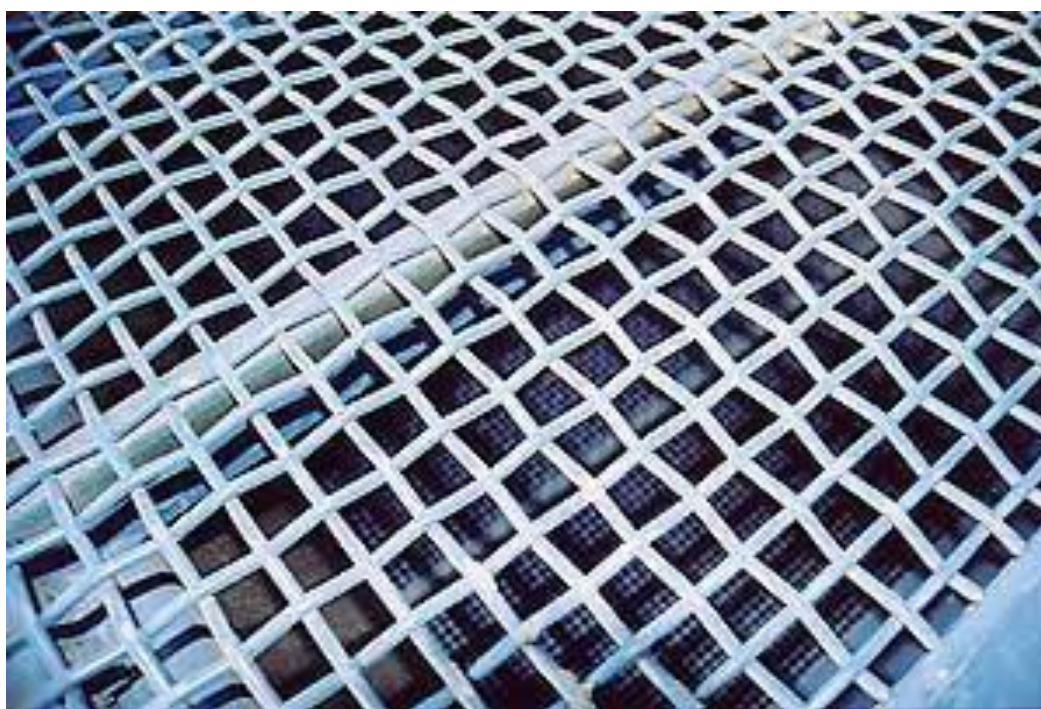
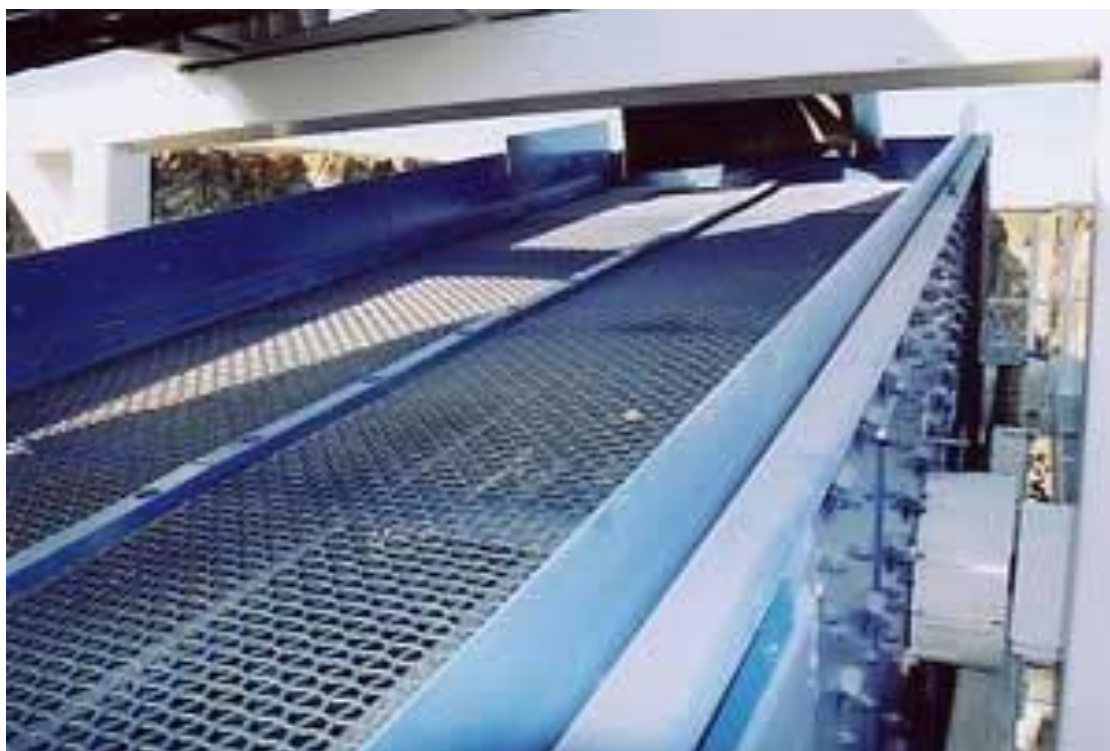
Η έξοδος από τον πρωτεύοντα θραυστήρα μεταφέρεται στο κύριο απόθεμα από το οποίο τροφοδοτείται ο δευτερεύων θραυστήρας. Υπάρχει ένα κουτάκι ακριβώς μετά το δευτερεύον θραυστήρα που σκοντάφει μικρού μεγέθους θρυμματισμένη πέτρα και σκόνη σε τυφλά αποθέματα. Οι πέτρες μεγαλύτερου μεγέθους περνούν μέχρι τα τελικά στάδια σύνθλιψης όπου τροφοδοτούνται μέσω μιας σειράς θραυστήρων και θωρακισμένων κώνων. Η έξοδος από τους τελικούς θραυστήρες κώνου μεταφέρεται σε μια οθόνη όπου οι μεγάλες οθόνες πολλαπλών καταστρώσεων ταξινομούν την θρυμματισμένη πέτρα στα απαιτούμενα μεγέθη.

Οι δευτερεύοντες, τριτοταγείς και τεταρτοταγείς θραυστήρες είναι γενικά περιστροφικοί θραυστήρες. Αυτά λειτουργούν σύμφωνα με την αρχή ενός χαλύβδινου μανδύα τοποθετημένου σε ένα έκκεντρο συγκρότημα εδράνου και κάθετου άξονα. Η περιστροφή του εκκεντρικού συγκροτήματος κάνει τον μανδύα να περιστρέφεται μέσα σε ένα στατικό εξωτερικό κοίλο. Υπάρχει ένα κενό μεταξύ του μανδύα και του κοίλου. Το σχήμα του κενού κωνίζεται προς τη βάση. Καθώς ο μανδύας περιστρέφεται μέσα στο κοίλο, το κενό ανάμεσα σε αυτό και το κοίλο σε οποιοδήποτε σημείο ανοίγει και κλείνει σε κάθε περιστροφή, αυτό παράγει την απαιτούμενη συντριπτική δράση. Η πέτρα τροφοδοτείται στην κορυφή και το θρυμματισμένο προϊόν πέφτει από το κάτω μέρος του κώνου. Ο μανδύας μπορεί να ανυψωθεί ή να χαμηλωθεί εντός του κοίλου, επιτρέποντας στο κενό και συνεπώς το μέγεθος του θρυμματισμένου προϊόντος να μεταβάλλεται σε περιορισμένο βαθμό. Εάν ο θραυστήρας μπλοκαριστεί από ένα κομμάτι χάλυβα που δεν θα έπρεπε να είναι εκεί, π.χ. ένα δόντι εκσκαφέα, ο μανδύας κινείται αυτόματα προς τα κάτω για να καθαρίσει την απόφραξη.



Κάθε στάδιο σύνθλιψης παράγει προοδευτικά μικρότερου μεγέθους πέτρες. Για να παραχθεί ένα χρησιμοποιήσιμο τελικό προϊόν, ο θρυμματισμένος βράχος πρέπει να προβληθεί σε διάφορες κατηγορίες μεγέθους. Ο θρυμματισμένος και κοσκινισμένος βράχος ονομάζεται συγκεντρωτικός. Ο έλεγχος πραγματοποιείται σε διάφορα στάδια της διαδικασίας σύνθλιψης. Οι οθόνες είναι βασικά πλαίσια κουτιών στα οποία εισάγονται φύλλα, πλέγματα οθόνης των απαιτούμενων ανοιγμάτων, συσφιγμένα και τεντωμένα. Οι οθόνες είναι συνήθως "multi-deck", δηλαδή δύο ή περισσότερα πλέγματα οθόνης στοιβάζονται κάθετα μέσα στο πλαίσιο της οθόνης. Ολόκληρη η οθόνη συνδέεται με το πλαίσιο στήριξης με ελατήρια ή ελαστικά στηρίγματα από καουτσούκ. Οι οθόνες κατασκευάζονται για να δονείται από έναν περιστρεφόμενο εγκάρσιο άξονα. Ο άξονας υποβάλλεται σε μηχανική κατεργασία για να είναι ισορροπημένος, και όταν οδηγείται από έναν ηλεκτροκινητήρα με ιμάντες, προσδίδεται η απαιτούμενη δονητική κίνηση για ανάδευση του αδρανούς. Τα καταστρώματα οθόνης είναι τοποθετημένα υπό γωνία έτσι ώστε το σύνολο να κινείται προς τα κάτω. Το άθροισμα τροφοδοτείται στο υψηλό άκρο του επάνω καταστρώματος και η δόνηση προκαλεί το αδρανές σύρμα κάτω από την οθόνη μέχρι να πέσει είτε μέσω ενός ανοίγματος πλέγματος ή να πέσει από το άκρο ενός καταστρώματος. Το συσσωμάτωμα στη συνέχεια ταξινομείται ή «κοσκινίζεται» σύμφωνα με τα μεγέθη των ματιών που είναι τοποθετημένα, από μεγάλο πλέγμα διαφράγματος στην κορυφή, έως μικρό πλέγμα διαφράγματος στο κάτω μέρος.





Οι ονομασίες μεγέθους ευθυγραμμίζονται τώρα με τις κατηγορίες βαθμολογίας που δίνονται στο BS EN 13043, η οποία εφαρμόστηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο από την 1η Ιανουαρίου 2004.

Η διαχωρισμένη πέτρα είναι γνωστή ως προβολές ή συγκεντρωτικά. Στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Ιρλανδία, τα τυπικά μεγέθη αθροιστικών διαλογών είναι 20/40 (πρώην 40mm), 20/32 (πλησιέστερη εφαρμογή στα

προηγούμενα 28mm), 10/20 ή 14/20 (παλαιότερα 20mm), 6,3 / 14 ή 8/14 (πρώην 14mm), 4/10 ή 6.3 / 10 (πρώην 10mm), 2 / 6.3 ή 2.8 / 6.3 (πρώην 6mm) και 0/4, 0/5 ή 0/6 (ανάλογα με το κορυφαίο μέγεθος) (πρώην λατομείο σκόνη). Οι τελικές οθόνες συνήθως τοποθετούνται σε ένα κουτάκι πάνω από μεγάλους κάδους ή χοάνες στις οποίες τροφοδοτούνται τα διαφορετικά μεγέθη ή βαθμοί αδρανών. Οι χοάνες ανυψώνονται στα πόδια έτσι ώστε τα φορητά να μπορούν να οδηγούν κάτω από αυτά για να φορτωθούν. Το υλικό αντλείται συνεχώς από τους κάδους αποθήκευσης για άμεση χρήση (π.χ. σε ένα εργοστάσιο επικάλυψης) ή για μεταφορά, είτε με ανατρεπόμενο όχημα ή μεταφορέα, σε αποθέματα αποθήκευσης στο λατομείο.

Σημειώνεται ότι τα περιοριστικά μεγέθη βασίζονται σε εργαστηριακά κόσκινα δοκιμών με τετράγωνο άνοιγμα (τα μικρά μεγέθη ανοίγματος είναι από υφαντά πλέγματα, μεγαλύτερα μεγέθη διάτρητης πλάκας). Αντιθέτως, τα ανοίγματα πλέγματος οθόνης είναι, κατά κανόνα, 2 mm μεγαλύτερα από τα καθορισμένα μεγέθη κόσκινου. Αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των εγκαταστάσεων (η οποία είναι μικρότερη σε σύγκριση με το ελεγχόμενο εργαστηριακό κοσκίνισμα). Τα μεγέθη του πλέγματος οθόνης επιλέγονται σε σχέση με τη φύση του θρυμματισμένου αδρανούς (π.χ. σχήμα - κυβικό, νιφάδες, επιμήκη ή οποιονδήποτε συνδυασμό), και τα χαρακτηριστικά της οθόνης.







Ένα λατομείο πετρών παράγει συνήθως τα ακόλουθα προϊόντα:

Μεγάλα τεμάχια που εκρήγνυνται από την επιφάνεια του λατομείου, από περίπου 0,5 m<sup>3</sup> Rock Armor (περίπου 0,36 τόνους βάρους) έως 1,25 m<sup>3</sup> (περίπου 5-6 τόνους βάρους), ονομάζονται rip rap ή rock armor και χρησιμοποιούνται σε παράκτια και ποτάμια συστήματα άμυνας για να ανεβείτε στη θάλασσα και στις όχθες του ποταμού.

Τα μπάζα που τραβήχτηκαν κατευθείαν από το σωρό βολών ονομάζονται πλήρωση προσώπου και χρησιμοποιείται ως γέμιση μεγάλης κλίμακας σε εργοτάξια.



Το υλικό που ελέγχεται αμέσως πριν από την αρχική σύνθλιψη ονομάζεται τριχωτό ή γκρίζα που χρησιμοποιείται ξανά ως γέμιση σε εργοτάξια.

Η άμεση, χωρίς οθόνη έξοδος από έναν θραυστήρα περιέχει ένα πλήρες μείγμα μεγεθών από τη σκόνη έως το μέγιστο μέγεθος που μπορεί να περάσει ο θραυστήρας. Η έξοδος από τους πρωταρχικούς και τους δευτερεύοντες θραυστήρες τροφοδοτείται, δεν έχει υποβληθεί σε διαλογή, σε ενδιάμεσες ή ξεχωριστές Blindstockpiles τύπου 3. Τα υλικά που προέρχονται από αυτά τα αποθέματα ονομάζονται θραυστήρας και χρησιμοποιείται για γεμίσεις κατασκευής.

Το κοσκινισμένο λεπτό υλικό από τον δευτερεύοντα θραυστήρα ονομάζεται τυφλό. Ορισμένες οθόνες έχουν πολλαπλές τράπουλες και μπορούν να προβάλλουν αρκετές ποιότητες τυφλών. Όπως και με τη λειτουργία θραυστήρα, τα τυφλά υλικά περιέχουν ένα μείγμα μεγεθών, από το μέγιστο μέγεθος που μπορεί να περάσει το πλέγμα της οθόνης, μέχρι τη σκόνη. Η τύφλωση, επειδή είναι λεπτότερη από τη λειτουργία θραυστήρων, χρησιμοποιείται για την τελική διαμόρφωση των υποβάθρων κατασκευής, ιδιαίτερα στην κατασκευή δρόμων, όπου η υποβάση είναι το τελευταίο μη δεσμευμένο στρώμα πριν τοποθετηθούν τα επικαλυμμένα υλικά.

#### Κοσκινισμένο αδρανή (έρμα) για σκυρόδεμα

Το συσσωματωμένο αδρανή θερμαίνεται και αναμιγνύεται με άσφαλτο, σύμφωνα με ορισμένες αναλογίες συνταγών, για την παραγωγή διαφορετικών βαθμών ασφαλικών μακαμμών, ή, αναμειγνύεται με άμμο, αλεσμένο ασβεστολιθικό πληρωτικό και άσφαλτο, για την παραγωγή ασφαλικής έλασης. (Λέγεται bitmac ή tarmac. Οι λέξεις tar ή tarmac, αν και χρησιμοποιούνται πολύ συχνά, είναι λανθασμένες, καθώς η πίσσα δεν είναι πλέον διαθέσιμη. Για επικαλυμμένα υλικά, η πίσσα, που προέρχεται από την απόσταξη αργού πετρελαίου, έχει χρησιμοποιηθεί σχεδόν καθολικά ως συνδετικό υλικό για τις τελευταίες τέσσερις έως πέντε δεκαετίες).

Το Train32 / 50 χρησιμοποιείται για έρμα σιδηροδρόμου και ως μέσο φίλτρου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού (εάν ο τύπος βράχου είναι αρκετά σκληρός).

Τα περισσότερα αδρανή κατηγορίας Gc μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πέτρα αποστράγγισης γεμίματος τάφρου, καθώς ο κενός χώρος μεταξύ σωματιδίων αδρανών επιτρέπει στο νερό να ρέει.

Εάν το λατομείο του βράχου είναι ανθεκτικό στη στίλβωση των ελαστικών του οχήματος, το σύνολο μεγέθους 14/20 Gc 85/20, όταν επικαλύπτεται με πίσσα 1,5%, ονομάζεται προ-επικαλυμμένα κομμάτια ή προ-στρώσεις. Τέτοια τεμάχια πηγαίνουν στην επιφάνεια της θερμής έλασης άσφαλτο που εκτείνεται σε πολλούς δρόμους στα βρετανικά νησιά. Τα κομμάτια διανέμονται σε ένα στρώμα κατευθείαν πάνω στην άσφαλτο και τυλίγονται σε αυτό ενώ είναι ακόμα ζεστό. Τα τεμάχια βοηθούν στην άσφαλτο μια τραχιά υφή επιφάνειας, η οποία, μαζί με την αντίσταση της πέτρας στο στίλβωση, παρέχει πρόσφυση στην επιφάνεια που επιτρέπει στα οχήματα να φρενάρουν και να σταματήσουν με ασφάλεια.



Κάθε καλοκαίρι, χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες 2.8 / 6, 6.3 / 10 και 8/14 κατηγοριών Gc για την επίστρωση πολλών δρόμων. Η επικάλυψη επιφανειών είναι μια οικονομικά αποδοτική διαδικασία αποκατάστασης που σφραγίζει, αποκαθιστά την πρόσφυση και παρατείνει τη διάρκεια ζωής του δρόμου που αντιμετωπίζεται. Η επιφανειακή σάλτσα πραγματοποιείται από μια μεγάλη ομάδα ανδρών σε μια στρατιωτική επιχείρηση. Ο δρόμος σαρώνεται πρώτα από ένα απορροφητήρα. Ο ψεκαστήρας ασφάλτου (βλέπε φωτογραφία 1) στη συνέχεια ψεκάζει το μισό πλάτος του δρόμου με γαλάκτωμα ασφάλτου ή συνδετικό περικοπής (ροής). Στη συνέχεια, ο ψεκαστήρας ακολουθείται από έναν ή περισσότερους τρίφτες οι οποίοι τοποθετούν ένα στρώμα κομματιών μπροστά από το ψεκαστικό συνδετικό. Οι Gritters έχουν μια πίσω χοάνη που λαμβάνει συνολικά από τα φορτηγά παράδοσης. Το συσσωματωμένο άκρο στο τρίφτη μεταφέρεται μέσω μεταφορέα στο μπροστινό άκρο οδήγησης και διανέμεται σε όλο το πλάτος του τρίφτη με βίδες τρυπανιού και ένα κυματοειδές τύμπανο διανομής. Τέλος, οι κύλινδροι από ελαστικό ελάφι παρακολουθούνται, κυλώντας τα κομμάτια σταθερά στο συνδετικό υλικό

Οι επιφανειακές επιστρώσεις δεν τους αρέσουν καθολικά οι οδηγοί λόγω του κινδύνου σπασμένων παρμπρίζ ή πελεκημένων χρωμάτων από χαλαρά κομμάτια. Αυτό συμβαίνει συνήθως όταν τα οχήματα οδηγούνται πολύ γρήγορα σε φρέσκους δρόμους. Όπως συμβαίνει με όλα τα εργοτάξια οδοποιίας, οι οδηγοί και τα οχήματά τους θα είναι ασφαλή από ατυχήματα εάν τηρούνται όλα τα σήματα κυκλοφορίας. Ο επεξεργασμένος δρόμος θα επιλυθεί τελικά με αναρρόφηση αφού τα κομμάτια έχουν στερεωθεί σταθερά στο συνδετικό.





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ**

Ως αδρανή υλικά ορίζονται τα υλικά διαφόρων διαστάσεων ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση τους, σε ορυκτής (χαλίκια, άμμοι, σκύρα) ή βιομηχανικής προέλευσης, (ανακυκλωμένο σκυρόδεμα, σκωρίες κ.α.) και άλλων υλικών ανόργανης σύστασης, που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάποιο συγκολλητικό μέσο (τσιμέντο, ασφάλτος, κ.λπ.) για παραγωγή συνθέσεων όπως σκυροδέματα, ασφαλτικά μίγματα και σκυρωτά οδοστρώματα ή και αυτούσια (π.χ. ως έρμα σιδηροδρομικών γραμμών). Αδρανή καλούνται διότι τα περισσότερα δεν συμμετέχουν χημικά στις διαδικασίες πήξης και σκλήρυνσης με τα διάφορα συγκολλητικά υλικά (ασφάλτος, ασβέστης, τσιμέντο κλπ) παρά μόνο συκρατούνται από αυτό. Οι πρώτες βιβλιογραφικές αναφορές για τα αδρανή υλικά (aggregates) εμφανίζονται από την Αμερικανική Εταιρεία Δομικών Υλικών η οποία τα ορίζει ως ένα υλικό που όταν αναμιχθεί σε μία θεμελιώδη μάζα σχηματίζει σκυρόδεμα, ασφάλτους, κονιάματα. (Judd, 1957)

Βάσει του νόμου 1428/84 περί εκμετάλλευσης λατομείων ορίζονται «τα αδρανή υλικά των διαφόρων διαστάσεων που προέρχονται από την εξόρυξη κατάλληλων πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και χρησιμοποιούνται όπως έχουν ή μετά από θραύση ή λειοτρίβηση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδεμάτων ή κονιαμάτων ή με μορφή σκύρων ή μεγαλύτερων κομματιών, στην οδοποιία ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές, καθώς και τα ασβεστολιθικά πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστη ή υδραυλικών κονιών ή συλλιπασμάτων μεταλλουργίας.» Ακόμη βάσει του ίδιου νόμου ορίζεται «ο χώρος των λατομείων (λατομικός χώρος) ως η ενιαία έκταση γης στην οποία έχει δικαίωμα εντοπισμού κοιτάσματος ή εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών ένας μόνο εκμεταλλευτής και το λατομείο ως την έκταση γης μέσα στο λατομικό χώρο όπου αναπτύσσονται λατομικές εργασίες.»

#### 6.1. Κύριες κατηγορίες πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται για την λήψη αδρανών

Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες πετρωμάτων Μαγματικά, Μεταμορφωμένα, Ιζηματογενή που χρησιμοποιούνται για αδρανή. Η χρησιμοποίηση του κάθε υλικού σε συγκεκριμένο είδος τεχνικού έργου γίνεται ύστερα από προκαθορισμένες εργαστηριακές δοκιμές για την απόρριψη ή την πιστοποίηση ως κατάλληλου υλικού για αδρανές υλικό ανάλογα με της ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του κάθε συγκεκριμένου πετρώματος. Η επιλογή των αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται σε κάποιο τεχνικό έργο διαφέρουν ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε έργου και συνεπώς διαφέρει η ποιότητα και τα κριτήρια των υλικών. Συνεπώς, για την κατασκευή ενός αυτοκινητόδρομου και ενός επαρχιακού δρόμου θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικά αδρανή.

### 6.1.1. Μαγματικά πετρώματα

Προέρχονται από τη στερεοποίηση (κρυστάλλωση) και ψύξη του μάγματος. Ονομάζονται αυτά που έχουν κρυσταλλωθεί σε μεγάλο βάθος εντός του φλοιού της γης.

#### Πλουτώνια

Διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους. Οι Γρανίτες και οι Διορίτες οι οποίοι Κατέχουν υψηλό ποσοστό περιεκτικότητας σε χαλαζία ( $\text{SiO}_2$  μεταξύ 20%- 60%+) αυτό σημαίνει ότι τα πετρώματα είναι συμπαγή, με μεγάλη σκληρότητα και χωρίς ιδιαίτερες εξαλλοιώσεις (πλην των Αστρίων). Εξαιτίας των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών τους, παρέχουν ποικίλες χρήσεις ως αδρανή υλικά σε όλες τις κύριες εφαρμογές όπως οδοποιία, έρμα σιδηροδρομικών γραμμών, σκυρόδεμα και άλλα.

Τα Γαββρικά πετρώματα είναι λιγότερο ανθεκτικά (σε σχέση με γρανιτικά) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή μετά από εργαστηριακούς ελέγχους και δοκιμές. Τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή και σκληρότητα σε σχέση με τους γρανίτες και τους διορίτες.

#### Ηφαιστειακά

Βρίσκονται στην επιφάνεια της γης ως ρεύματα λάβας ή έχουν διείσδυση ως μαγματικά σώματα. Οι Ρυόλιθοι, οι Δακίτες και οι Ανδεσίτες αποτελούν λόγω των ιδιοτήτων τους κατάλληλα υλικά για την εφαρμογή τους σε οδοστρωσία καθώς και έρμα σιδηροδρομικών γραμμών. Τα πιο πάνω υλικά χρησιμοποιούνται ύστερα από μια σειρά εργαστηριακών δοκιμών. Συγκεκριμένα οι Βασάλτες αποτελούν βασικά ηφαιστειακά πετρώματα όπου εφαρμόζονται κυρίως σε βάσεις και υποβάσεις οδοποιίας, αλλά και για έρμα σιδηροδρομικών γραμμών. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αποτελεί το γεγονός ότι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αυτά μετά από εργαστηριακούς ελέγχους και πιστοποιήσεις της



καταλληλότητας τους για την παραγωγή σκυροδέματος και για αντλιοσθητικές στρώσεις σε έργα οδοποιίας.

### 6.1.2. Ιζηματογενή πετρώματα

Τα ιζηματογενή πετρώματα προέρχονται από την καθίζηση υλικού που βρίσκεται σε διάλυση ή σε αιώρηση μέσα στο νερό ή άλλο ρευστό μέσο. Δημιουργούνται από διαδικασίες φυσικές, χημικές (εξαλλοίωση, αποσάθρωση, απόθεση) και βιοχημικές. Στις διαδικασίες αυτές προηγείται το στάδιο της αποσάθρωσης των πετρωμάτων και της αποκομιδής του κλαστικού υλικού, ακολουθεί η μεταφορά του υλικού με διάφορους τρόπους, η από-θεση και τέλος η διαγένεση. (Μπεάζη-Κατσιώτη, 2015)

Αν και μικρότερης μηχανικής αντοχής σε σχέση με τις άλλες δύο κύριες κατηγορίες πετρωμάτων (Μαγματικά και Μεταμορφωμένα), γεγονός που οφείλεται και στον τρόπο δημιουργίας τους, χρησιμοποιούνται ευρέως σε τεχνικά έργα κατόπιν εργαστηριακών δοκιμών ως αδρανή υλικά λόγω της επιφανειακής αφθονίας (κυρίως στον Ελλαδικό χώρο), της ευκολίας εξόρυξης και απόληψής τους. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί ως υλικό οδοποιίας θα πρέπει επιπρόσθετα να χαρακτηρίζεται από υψηλή στίλβωση και αντίσταση. Όμως, αποκλείονται ως αδρανή υλικά σε έρμα σιδηροδρομικών γραμμών υψηλών ταχυτήτων λόγω ακριβώς της μειωμένης αντοχής που παρουσιάζουν.

Άλλα ιζηματογενή πετρώματα που συμπεριλαμβάνονται στα αδρανή υλικά είναι κλαστικά ιζηματογενή όπως ψαμμίτες (με χαμηλό πορώδες) καθώς και γενικά πρόσφατες αποθέσεις από αμμοχάλικο, μετά από σειρά εργαστηριακών ελέγχων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή υλικά στην παρασκευή σκυροδέματος και σε έργα οδοποιίας - οδοστρωσίας. (Τσίαβου, 2004)



### 6.1.3. Μεταμορφωμένα πετρώματα

Τα περισσότερα μεταμορφωμένα πετρώματα σπάνια βρίσκουν εφαρμογές ως κατάλληλα για αδρανή υλικά σε βάσεις και υποβάσεις σε έργα οδοποιίας μετά από σειρά εργαστηριακών δοκιμών. Έτσι, κύρια κριτήρια για την πιστοποίηση, είναι η μηχανική αντοχή τους καθώς και η παρουσία σχιστότητας και ορυκτολογικής σύστασης που επηρεάζουν άμεσα την μηχανική αντοχή. Μεταμορφωμένα πετρώματα όπως μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, φυλλίτες, Σερπεντίνη βρίσκουν εφαρμογές ως διακοσμητικά υλικά και πιο σπάνια ως αδρανή υλικά σε τεχνικά έργα διότι η ορυκτολογική σύστασή τους έχει περιορισμένη μηχανική αντοχή.

Τα σκληρά μεταμορφωμένα πετρώματα που θεωρούνται κατάλληλα για παρασκευή σκυροδέματος, καθώς και στην οδοστρωσία και ως έρμα σιδηροδρομικών γραμμών είναι οι Γνεύσιοι -Ορθογνεύσιοι (μητρικά πετρώματα όξινα πλουτώνια- γρανιτικά, διοριτικά). Τα παραπάνω πετρώματα όπως και οι Χαλαζίτες διαθέτουν υψηλή αντοχή και είναι πολύ σκληρά και ανθεκτικά πετρώματα σε χρήσεις για τεχνικά έργα.

Τα συνηθέστερα πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αδρανών υλικών στη χώρα μας είναι τα ασβεστολιθικά, για τους παρακάτω λόγους:

ικανοποιούν τις μηχανικές αντοχές των συνήθων κατασκευών

έχουν μικρό κόστος θραύσης

συναντώνται στα περισσότερα μέρη του Ελλαδικού χώρου

### 6.2. Κατηγορίες Αδρανών

Τα αδρανή χωρίζονται σε οικογένειες με βάση την προέλευσή τους, την πηγή λήψης τους, το μέγεθος των κόκκων τους και το ειδικό βάρος τους. (Τσίαβου, 2004)

### 6.2.1. Προέλευση

Ανάλογα με την προέλευσή τους χωρίζονται σε φυσικά ή συλλεκτά, τεχνητά ή βιομηχανικά και ανακυκλωμένα.

Φυσικής προέλευσης (Αμμοχαλικώδεις αποθέσεις, Θραυστό υλικό)

Είναι τα αδρανή υλικά τα οποία έχουν ληφθεί από το φυσικό περιβάλλον και έχουν δεχτεί μετά την συλλογή τους μόνο μηχανική επεξεργασία θραύσης, πλυσίματος και διαλογής.

Αμμοχαλικώδεις χαλαρές αποθέσεις: εμφανίζονται σε ήπια ανάγλυφα και λόγω της χαλαρής φύσης των υλικών η απόληψη τους είναι εύκολη. Επίσης, εξαιτίας της χαλαρότητας και της έκθεσης τους δεν έχουν καλή ποιότητα και η μεταφορά και επεξεργασία τους καθίσταται δαπανηρή. Γι' αυτό τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως κοντά σε τεχνικά έργα που γίνεται η απόθεση.

Θραυστά υλικά: Θραυστά αδρανή υλικά είναι υλικά τα οποία βρίσκονται συνήθως ως σχηματισμοί, παρουσιάζονται με καλή ποιότητα και η λήψη τους γίνεται μόνο με θραύση, δηλαδή ουσιαστικά γίνεται διάνοιξη λατομείων. Η διάνοιξη λατομείων σε σχέση με την αστική επεκτασιμότητα, δηλαδή την γεωγραφική επέκταση των μεγάλων αστικών κέντρων, καθώς και ο θόρυβος που προκαλείται από την διάνοιξη και λειτουργία ενός λατομείου και σε σχέση με τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς που διέπουν κάθε πολιτεία με την μορφή νομοθεσίας περί λατομείων, δημιουργούν περισσότερους περιορισμούς στην διάνοιξη τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μέσω της τεχνολογίας να δημιουργούνται νέες μέθοδοι διάνοιξης και λειτουργίας λατομείων που τηρούν τους πιο πάνω περιορισμούς.



Οι κυριότερες χρήσεις των θραυστών υλικών αφορούν την παρασκευή σκυροδέματος που χρησιμοποιείται σαν υλικό οδόστρωσης και επιχωμάτων, σαν έρμα σιδηροδρόμων, για γαρ και άλλες εφαρμογές ανάλογα με τη φύση του μητρικού πετρώματος. Εξαιτίας της αστικής εξάπλωσης σε συνδυασμό με το περιβαλλοντικό κόστος δημιουργούνται περισσότεροι περιορισμοί γεγονός που καθιστά δύσκολη την διάνοιξη και λειτουργία ενός λατομείου.

#### Τεχνικής ή Βιομηχανικής προέλευσης

Είναι τα αδρανή υλικά που έχουν προκύψει από βιομηχανική εκμετάλλευση πρώτων υλών με αποτέλεσμα τα προϊόντα ή τα παραπροϊόντα που προκύπτουν να είναι εκμεταλλεύσιμα ως αδρανή υλικά. Από τις πρώτες ύλες προκύπτουν υλικά μέσω χημικής ή θερμικής καύσης. Τέτοιες βιομηχανικές επεξεργασίες πρώτων υλών που μπορούν να αποδώσουν αδρανή υλικά, είναι ύλες όπως: η ιπτάμενη τέφρα κατά την θερμική εκμετάλλευση (καύση) , ο Λιγνίτης, η σκωριά υψικάμινων, ο μπετονίτης (αργιλικό ορυκτό), κίσηρης και ο περλίτης (όξινα ηφαιστειακά γυαλιά) κ.α.

#### Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά

Είναι τα υλικά τα οποία προκύπτουν από την επεξεργασία (προεπιλογή και θραύση) και που προηγουμένως έχουν χρησιμοποιηθεί και είναι υλικά κατεδάφισης, σκυροδέματος, τοιχοποιίας ασφαλικών έργων κλπ και χρησιμοποιούνται κυρίως σε βάσεις και υποβάσεις. Σε έκθεση της

U.S.G.S. (Goodman, 1998) με τίτλο «Σημαντικές τεχνολογικές απόψεις για τα αδρανή υλικά» γίνεται σύγκριση των φυσικών και ανακυκλωμένων αδρανών υλικών, τα σημαντικότερα στοιχεία της οποίας αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα.

| Φυσικά αδρανή   | Ανακυκλωμένα αδρανή   |
|---|---|
| Το 1996 καταναλώθηκαν στις Η.Π.Α 2 δισεκ. Τόνοι αμμοχαλικωδών και θραυστών υλικών   | Λιγότερα από 80 εκ. τόνοι ανακυκλωμένων υλικών καταναλώθηκαν στις Η.Π.Α για κατασκευαστικές εφαρμογές.  |
| Τα αδρανή προέρχονται από ποικιλία μητρικών βραχωδών πετρωμάτων.  | Τα αδρανή προέρχονται από μπάζα που δημιουργούνται από αντικαταστάσεις δρόμων και μεγάλες κτιριακές κατασκευές.   |
| Η εξόρυξη απαιτεί περιβαλλοντικό έλεγχο και αποκατάσταση τοπίου. Οι δαπάνες για την εξερεύνηση, την άδεια, την προετοιμασία περιοχών και την τρέχουσα και τελική αποκατάσταση των περιοχών πρέπει να εξεταστούν.  | Η ανακύκλωση απαιτεί περιορισμένους ελέγχους και αποκατάσταση τοπίου. Οι δαπάνες για την εξερεύνηση και εξόρυξη δεν λαμβάνονται υπόψη αλλά δαπάνες για την τρέχουσα αποκατάσταση, τον καθορισμό των περιοχών, και την μείωση σκόνης και θορύβου μπορεί να υπάρξουν. |
| Η ποιότητα εξαρτάται πρώτιστα από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες της πηγής τροφοδοσίας.  | Η ποιότητα ποικίλει σημαντικά λόγω της μεγάλης ποικιλίας στον τύπο και τις επιβλαβείς ουσίες των πηγών των μπαζών.  |
| Πρέπει να υπάρχει προσαρμογή σε κρατικές ή τοπικές τεχνικές προδιαγραφές για κάθε εφαρμογή προϊόντος.   | Πρέπει να υπάρχει προσαρμογή σε κρατικές ή τοπικές τεχνικές προδιαγραφές για κάθε εφαρμογή προϊόντος.   |
| Η θέση εξαρτάται από την γεωλογία της περιοχής. Η επιλογή εξοπλισμού εξαρτάται από πολυάριθμους τεχνικούς και οικονομικούς παράγοντες και αυτούς της αγοράς. Οι αποστάσεις και οι μεταφορικές δαπάνες μεταξύ των πηγών, η επεξεργασία στις εγκαταστάσεις και οι αγορές έχουν επιπτώσεις στους τελικούς χρήστες. | Η θέση καθορίζεται από τις πηγές τροφοδοσίας και τις αγορές. Η θέση, η επιλογή εξοπλισμού και το σχεδιάγραμμα των εγκαταστάσεων επηρεάζουν τα λειτουργικά έξοδα. Οι μεταφορές και οι δαπάνες έχουν επιπτώσεις στα αποθέματα τροφοδοσίας και στις αγορές.            |

|   |   |
|---|---|
| Το σχεδιάγραμμα του λατομείου και των εγκαταστάσεων εν μέρει καθορίζει την αποδοτικότητα της λειτουργίας.   | Ο υπεύθυνος της ανακύκλωσης πρέπει να είναι σε θέση να ρυθμίσει το υλικό τροφοδοσίας και την παραγωγή για να καλύψει τις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις προϊόντων.             |
| Η επεξεργασία γενικά γίνεται στα λατομεία, συχνά έξω από τα όρια των πόλεων. Η πηγή είναι κατάλληλη για πολλαπλά προϊόντα.                                    | Η επεξεργασία γίνεται συχνά σε κεντρικά σημεία στην αστική περιοχή χρησιμοποιώντας κινητό εξοπλισμό. Το μίγμα των προϊόντων συχνά περιορίζεται.                           |
| Οι κινητές εγκαταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα μεγάλα έργα. Απαιτείται χρόνος για την μεταφορά και την οργάνωση.                                  | Οι κινητές εγκαταστάσεις αλλάζουν τοποθεσία συνήθως 4 έως 20 φορές το χρόνο που έχει επιπτώσεις στην παραγωγικότητα. Απαιτείται χρόνος για την μεταφορά και την οργάνωση. |
| Τα προϊόντα πωλούνται τοπικά ή περιφερειακά, κυρίως στις αστικές περιοχές. Τα υψηλής ποιότητας προϊόντα μπορούν να έχουν μεγαλύτερη περιοχή εμπορευσιμότητας. | Τα προϊόντα πωλούνται τοπικά στις αστικές περιοχές. Τα χαμηλότερης ποιότητας μίγματα προϊόντων διατίθενται δύσκολα στην αγορά.  |

Πίνακας 1: Σύγκριση ανακυκλωμένων - φυσικών αδρανών υλικών (Πηγή Wilbun & Goodnan, 1998)

### 6.2.2. Πηγή λήψης

Με βάση την πηγή από όπου γίνεται η απόληψη των αδρανών υλικών χωρίζονται ως εξής:

Φυσικά ή συλλεκτά αδρανή

Αδρανή λατομείων

Φυσικά / Συλλεκτά αδρανή υλικά

Ονομάζονται τα αδρανή υλικά που η λήψη τους γίνεται από φυσικές αποθέσεις δηλαδή από όχθες ποταμών, πλευρικά κορήματα, αλλουβιακές

αποθέσεις. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν ή κατόπιν να επεξεργαστούν μηχανικά περαιτέρω ανάλογα με τις απαιτήσεις (θραύση, πλύσιμο). Συγκεκριμένα, τα υλικά κοίτης ποταμών θεωρούνται καλά υλικά για διάφορες χρήσεις, χωρίς να χρειάζονται ιδιαίτερη επεξεργασία. Αντίθετα, τα υλικά ποτάμιων αναβαθμίδων έχουν ανάλογα χαρακτηριστικά με τα υλικά της κοίτης ποταμών όμως λόγω αυξημένου κινδύνου περιεκτικότητας της αργιλικής παιπάλης χρειάζονται επεξεργασία.

### Αδρανή λατομείων

Λατομείο θεωρείται ένας χώρος όπου το πέτρωμα αποσπάται από τη βραχομάζα και υπόκειται σε επεξεργασία για χρήση και κατασκευή. Υπάρχουν ανοιχτά και υπόγεια λατομεία. Τα αδρανή λατομείων προκύπτουν από εξόρυξη και θραύση όγκων πετρώματος. Η διαδικασία εξόρυξης αρχίζει μετά την αποκάλυψη του πετρώματος ενώ η μέθοδος και ο τρόπος εκμετάλλευσης εξαρτώνται βασικά από τα χαρακτηριστικά του πετρώματος και τα τελικά προϊόντα που θέλουμε να πάρουμε (Σπυρόπουλος Α, 2005).

Τα προϊόντα του λατομείου μπορεί να είναι πλάκες ή τεμάχια για κατασκευή, σκέπασμα, gir gar, επίστρωση ή διακόσμηση, και θραυστό πέτρωμα κυρίως από ασβεστόλιθους και μικρότερες ποσότητες από βασάλτες, γρανίτες, ψαμμίτες και χαλαζίτες, το οποίο χρησιμοποιείται για την Παρασκευή σκυροδέματος, υλικά οδοστρωσίας, επιχώματα καθώς και για έρμα σιδηροδρομικής γραμμής (Σπυρόπουλος Α, 2005).

Για την χωροθέτηση ενός λατομείου αδρανών υλικών δεν είναι αρκετή μόνο η καταλληλότητα του πετρώματος αλλά και άλλοι παράγοντες παίζουν ρόλο όπως τα αποθέματα, η ποιότητα του πετρώματος οι περιβαλλοντικοί και πολεοδομικοί περιορισμοί αλλά και η ζήτηση των προϊόντων στην ευρύτερη περιοχή.

Τα αδρανή λατομείων είναι η κύρια κατηγορία αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται στον Ελλαδικό χώρο βασικά για την παραγωγή σκυροδέματος αλλά και για άλλες χρήσεις στα τεχνικά έργα. Τελευταία με την εκτέλεση υπόγειων οδικών τεχνικών έργων (σήραγγες) ή και ορυγμάτων σε σκληρά πετρώματα γίνεται ευρεία χρήση των υλικών που προκύπτουν κυρίως για τις ανάγκες αυτών όπως στρώσεις εξυγίανσης και αποστράγγισης, επίλεκτα υλικά για επιχώματα, υλικά σκυροδέματος.

Επίσης ορύγματα σε εδαφικούς σχηματισμούς αποτελούν πηγή αδρανών υλικών στην κατασκευή επιχωμάτων, αντιβάρων για τη σταθεροποίηση ζωνών αστάθειας κατολισθήσεων κλπ (Σπυρόπουλος Α, 2005).

ΥΛΙΚΟ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

|   |  |  |
|---|--|--|
| Θραυστά αδρανή προϊόντα εξόρυξης λατομείων.                                 | Κατά κανόνα υγιείς υλικό, αν η εξόρυξη και η παραγωγική διαδικασία γίνεται με επιμέλεια. Παρουσιάζουν σταθερή και ελεγχόμενη δομή. | Τα λεπτόκοκκα κλάσματα περιέχουν ποσοστό παιπάλης πολύ μεγαλύτερο από αντίστοιχα φυσικά αδρανή.  |
| Θραυστά αδρανή, προϊόντα θραύσης φυσικών αποθέσεων (ποταμοί, λίμνες κλπ) -  | Υλικό μεγάλης σκληρότητας. Δημιουργεί προϊόντα με χαμηλό ποσοστό παιπάλης.   | Προσμίξεις αργιλίου. Επιβάλλεται το πλύσιμο προ της θραύσης. Ενδεχόμενη παρουσία, κυρίως στα ποταμίσια υλικά, υψηλού ποσοστού άμορφου SiO <sub>2</sub> που αντιδρά με τα αλκάλια του τσιμέντου. Χρειάζονται εξέταση πριν την χρήση τους σε σκυρόδεμα ή σε κονιάματα. |
| Φυσικά αδρανή, προϊόντα ταξινόμησης φυσικών αποθέσεων (ποταμοί, λίμνες κλπ) | Τα λεπτόκοκκα φυσικά αδρανή έχουν πολύ χαμηλό ποσοστό παιπάλης.  | Προσμίξεις χώματος. Επιβάλλεται το πλύσιμο. Λεία επιφάνεια και στρογγυλεμένο σχήμα κόκκων.   |
| Άμμος Θαλάσσης.   | Λεπτόκοκκη άμμος κατάλληλη για κονιάματα.  | Υπαρξη κογχυλιών και χλωριόντων. Επιβάλλεται το πλύσιμο πριν τη χρήση.   |
| Τεχνητά αδρανή από επεξεργασία πετρωμάτων (π.χ κίσηρη, πετρίτη κλπ)         | Ελαφροβαρή αδρανή για οδοποιία και ελαφροβαρές σκυρόδεμα.  | Χρειάζονται βιομηχανική επεξεργασία.   |
| Σκωρίες (Slugs)   | Αποτελούν λύση για παραγωγή αντιολισθηρών αδρανών οδοποιίας.   | Πρέπει να εξετάζονται οι ιδιότητες του πριν τη   |



|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | χρήση.  |
| Ανακυκλωμένα αδρανή από θραύση παλαιών κατασκευών (σκυρόδεμα, ασφαλτοτάπητες). | Περιβαλλοντικά και οικονομικά πλεονεκτήματα. Αποτελούν καλή λύση για υλικά υπόβασης ή για παραγωγή άοπλου σκυροδέματος σε κατασκευές (σκυρόδεμα καθαριότητας) | Δύσκολη η προδιαλογή τους (π.χ. διαχωρισμός σκυροδέματος από χάλυβα οπλισμού.) Πρέπει πριν την χρήση τους να προσδιορίζεται το % SiO <sub>3</sub> καθώς και το % χλωριούχων που είναι πιθανό να είναι αυξημένο. |

Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα αδρανών υλικών βάση πηγής λήψης

Στον παραπάνω Πίνακα παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αδρανών υλικών με βάση την πηγή λήψης τους και την προέλευση τους όπως παρουσιάζονται στον Οδηγό Δομικών Υλικών για τα αδρανή υλικά, του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τσίαβου, 2004).

Τις τελευταίες δεκαετίες αναπτύσσεται σε ορισμένες χώρες η υπόγεια λατόμευση αδρανών υλικών. Σε σχέση με αντίστοιχες υπαίθριες λατομικές εκμεταλλεύσεις, η υπόγεια λατόμευση δεν προκαλεί προβλήματα αισθητικής ρύπανσης, αφού δεν σημειώνονται αλλαγές στο γεωμορφολογικό ανάγλυφο και τοπίο της περιοχής. Επίσης τα επίπεδα δονήσεων λόγω ανατινάξεων είναι σαφώς μειωμένα ενώ δεν δημιουργούνται προβλήματα ρύπανσης της ατμόσφαιρας και θορύβου, παρά μόνο από τη λειτουργία του εξοπλισμού εξωτερικά του χώρου (Μπεναρδος, 2000).

Οι χώροι αυτοί μετά την εξόρυξη μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χώροι αποθήκευσης, καθώς επίσης και πολλές εταιρείες και βιοτεχνίες μπορούν να μεταφερθούν υπόγεια καθώς το κόστος μίσθωσης και συντήρησης των χώρων αυτών είναι πολύ μικρό όπως έχει δείξει έρευνα σε περιοχές των Η.Π.Α. όπου ολοένα και αυξάνεται η υπόγεια λατόμευση αδρανών υλικών (McCaig, 2003).



Η επιφανειακή εξόρυξη προτιμάται, λόγω κυρίως του χαμηλότερου κόστους εκμετάλλευσης σε σύγκριση με την υπόγεια. Το χαμηλό κόστος ενισχύεται από γεωλογικά και τεχνικά κίνητρα, τα οποία είναι από τη μια μεριά η σχετική διαθεσιμότητα των επιφανειακών αποθεμάτων, και από την άλλη η εξέλιξη της τεχνολογίας, η οποία συνήθως μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στους υπαίθριους χώρους. Οι περιορισμοί που επιβάλλονται για την χωροθέτηση λατομικών και εξορυκτικών δραστηριοτήτων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των πιέσεων για την μείωση των υπαίθριων λατομείων και την προώθηση των υπόγειων εκμεταλλεύσεων. Ο αριθμός των υπόγειων ορυχείων σκληρών πετρωμάτων ανά τον κόσμο είναι ακόμη πολύ μικρός. (Terordei, 2005)

### 6.2.3. Μέγεθος κόκκων

Μία άλλη κατηγοριοποίηση των αδρανών έχει να κάνει με το μέγεθος των κόκκων. Σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς για τα αδρανή (EN 12620) τα αδρανή υλικά χωρίζονται σε χονδρόκοκκα, λεπτόκοκκα και στην παιπάλη.

Χονδρόκοκκα αδρανή υλικά

Είναι τα αδρανή με μέγιστο μέγεθος κόκκου  $> 4\text{mm}$ , και ελάχιστο  $>2\text{mm}$  (ογκόλιθοι, κροκάλες, έρμα, χαλίκι, γαρμπίλι, ρυζάκι).

Λεπτόκοκκα αδρανή υλικά

Είναι τα αδρανή με μέγιστο μέγεθος κόκκου  $4\text{mm}$  (διάφορα είδη άμμων).

Παιπάλη (Filler)

Είναι το διαβαθμισμένο λεπτομερές αδρανές υλικό με μέγιστο κόκκο  $2\text{mm}$ , και το οποίο διέρχεται σε ποσοστό 70 - 100 % από κόσκινο  $0,063\text{mm}$ . Προστιθέμενο σε δομικά υλικά προσδίδει συγκεκριμένες ιδιότητες.

#### 6.2.4. Ειδικό Βάρος

Ανάλογα με το ειδικό βάρος τα αδρανή υλικά διακρίνονται σε κανονικού ειδικού βάρους, ελαφροβαρή και βαρέα.

##### Κανονικού ειδικού βάρους

Είναι τα αδρανή με ειδικό βάρος μεταξύ 2 έως 3 Mg/m<sup>3</sup>. Αποτελούν τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα αδρανή για τεχνικά έργα (ασφαλτικά, οδόστρωσης, παραγωγή σκυροδέματος και κονιασμάτων).

##### Ελαφροβαρή αδρανή υλικά

Το ειδικό βάρος είναι μεταξύ < 2Mg/m<sup>3</sup> και ταξινομούνται σε τέσσερις ομάδες (Τσιραμπίδης, 2003).

Φυσικά ελαφρά αδρανή. Παρασκευάζονται με θραύση και κοκκομετρική διαβάθμιση φυσικών πετρωμάτων όπως κισσήρης, σκωρία, ηφαιστειακή τέφρα.

Επεξεργασμένα δομικά ελαφρά υλικά. Παρασκευάζονται με πυροεπεξεργασία σχιστοπηλού, αργιλίου ή αργιλικού σχιστόλιθου σε περιστρεφόμενους κλιβάνους ή μηχανές τεφροποίησης.

Επεξεργασμένα μονωτικά υπερελαφρά αδρανή.

Παρασκευάζονται με πυροεπεξεργασία βερμικουλίτη, περλίτη και διατομίτη.

Παραπροϊόντα ως αδρανή υλικά. Παρασκευάζονται με θραύση και κοκκομετρική διαβάθμιση αφρώδους ή κοκκώδους σκευωρίας υψικαμίνων και ιπτάμενης τέφρας.

Τα παραπάνω χρησιμοποιούνται κυρίως σε ελαφροβαρή θερμομονωτικά σκυροδέματα ή κονιάσματα.

##### Βαρέα αδρανή υλικά

Είναι τα αδρανή με ειδικό βάρος > 3 Mg/m<sup>3</sup>. Προέρχεται από πετρώματα μεγάλου βάρους, είναι δυσεύρετα και ακριβά και χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις όπου το μεγάλο βάρος σκυροδέματος είναι αναγκαίο (π.χ. θωρακίσεις κατασκευών για ραδιενεργές ακτινοβολίες, εγκαταστάσεις

πυρηνικών εφαρμογών, ειδικά θεμέλια μηχανών). Τα βαριά αδρανή προέρχονται από ορυκτά όπως ο βαρύτης, ο μαγνητίτης, ο αιματίτης, ο λειμωνίτης και ο ιλμενίτης. Σπανιότερα προέρχονται και από τεχνητά υλικά όπως ο φωσφορούχος σίδηρος, ακόμα και ο σίδηρος, που όμως λόγω μεγάλου βάρους έχει την τάση να διαχωρίζεται κατά την ανάμειξη των συστατικών του σκυροδέματος (Τριανταφύλλου, 2001).

### 6.3. Εφαρμογές - Χρήσεις αδρανών υλικών

Σήμερα τα αδρανή υλικά αποτελούν βασικό συστατικό για την Παρασκευή σκυροδέματος, στην οδοποιία (αντιολησθηρές στρώσεις, βάσεις και υποβάσεις δρόμων, επιχώματα), σε κονιάματα, για έρμα σιδηροδρομικής γραμμής και άλλες εφαρμογές (Σπυρόπουλος Α., 2005)

Στον Ελλαδικό χώρο τα αποθέματα των πετρωμάτων που είναι κατάλληλα για την παραγωγή αδρανών υλικών είναι απερίοριστα και ο αριθμός των εν λειτουργία λατομείων υπερβαίνει τα 125. Στα σκυροδέματα όπου η συμμετοχή των αδρανών καταλαμβάνει το 75-80% της μάζας τους, ο ρόλος τους στην δημιουργία ενός ανθεκτικού και συνεκτικού ιστού που θα παραλάβει τα φορτία της κατασκευής αλλά και θα αντέξει στις φυσικοχημικές επιδράσεις του περιβάλλοντος είναι καθοριστικός. Τα αδρανή υλικά χρησιμοποιούνται από τον κατασκευαστικό κλάδο, είτε αυτόνομα είτε ως βασικό συστατικό των περισσότερων δομικών υλικών όπως έτοιμο σκυρόδεμα, ασφαλτοσκυροδέματα, κονιάματα, για την κατασκευή σχολείων, νοσοκομείων, σπιτιών και έργων υποδομής όπως είναι οι αυτοκινητόδρομοι, τα αεροδρόμια και οι γέφυρες, συμβάλλοντας έτσι καθοριστικά στην ανάπτυξη. Μετά τον αέρα και το νερό, τα αδρανή υλικά αποτελούν τις περισσότερο χρησιμοποιούμενες φυσικές πρώτες ύλες στον πλανήτη μας (Goodnan, 1998).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τη χρήση των αδρανών υλικών διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες συνοπτικά (Λουπασάκης, 2013):

Αδρανή σκυροδέματος

Αδρανή ασφαλτομειγμάτων

Αδρανή επιχωμάτων

Έρμα σιδηροδρομικών γραμμών

Αδρανή κονιαμάτων

Υλικά πλήρωσης (fillers)

Αδρανή φίλτρων (στράγγισης ή επεξεργασίας νερού)

κ.α. (συνεχώς αυξανόμενες εφαρμογές)

Δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών αδρανών υλικών. Εξαρτάται από :

Διαθεσιμότητα

Συνθήκες αγοράς

Κυβερνητική πολιτική

Εκπλήρωση απαιτήσεων κανονισμών

Εκπλήρωση ειδικών απαιτήσεων κανονισμών (αντιολισθηρότητα, μεγάλο ειδικό βάρος κ.τ.λ.)

Παραδείγματα εναλλακτικών αδρανών υλικών:

Ανακυκλωμένο σκυρόδεμα

Αδρανή σκωρίας

Γυαλί

Το περιβαλλοντικό όφελος

Η χρήση των πρόσθετων υλικών μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και την έκλυση CO<sub>2</sub> όταν αντικαθιστά τσιμέντο (Συνθήκη του Κυότο, Ευρωπαϊκές οδηγίες).

Δίνει χρήση σε βιομηχανικά απορρίμματα που εναποτίθενται στο περιβάλλον.

Με κατάλληλη εφαρμογή μπορούν να βελτιώσουν την ανθεκτικότητα των κατασκευών στο χρόνο, άρα μειώνουν το κόστος μελλοντικών επισκευών ή ανακατασκευών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ**

Τα δομικά προϊόντα δηλαδή τα προϊόντα εκείνα που προορίζονται να ενσωματωθούν κατά τρόπο διαρκή στα δομικά έργα, πρέπει σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 89/106/ΕΟΚ που εκδόθηκε το 1989 (βλ. Παράρτημα) να φέρουν σήμανση CE. Η Ελλάδα ενσωμάτωσε την Οδηγία στην ελληνική νομοθεσία με το ΠΔ 334/94 και κατά καιρούς με την έκδοση διαφόρων Υπουργικών Αποφάσεων ΚΥΑ καθιστούσε υποχρεωτική τη σήμανση CE για διάφορες κατηγορίες προϊόντων. Στις 20 Μαρτίου 2007 εκδόθηκε η υπουργική απόφαση Νο 5328: Αδρανή Δομικών Έργων στο ΦΕΚ 386/Β/20-3-2007.

Μετα το πέρας της περιόδου δώδεκα (12) μηνών από την έκδοση της εν λόγω Κ.Υ.Α., απαγορεύεται η διάθεση, η εμπορία ή εν γένει η διακίνηση των σχετικών προϊόντων, χωρίς τη σήμανση CE. Στην αντίθετη περίπτωση επιβάλλονται οι προβλεπόμενες από το Π.Δ. 334/1994 κυρώσεις, ανεξαρτήτως άλλων κυρώσεων που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία.

Αξίζει να σημειωθεί πως με το πρόσφατο ΦΕΚ 2221/30-7-12 εγκρίνονται οι νέες Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) – σύμφωνα με τις οποίες θα δημοπρατούνται από εδώ και πέρα

τα έργα – και οι οποίες απαιτούν το αδρανή υλικά για σκυρόδεμα, ασφαλτοσκυρόδεμα, οδοποιία, κλπ να φέρουν σήμανση «CE». Οι νέες ΕΤΕΠ καταργούν τις προϋπάρχουσες προδιαγραφές.

### Σημανση CE

Η σήμανση «CE» είναι μία δήλωση του κατασκευαστή – παραγωγού ότι το προϊόν συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των εν λόγω εναρμονισμένων προτύπων, όπως περιγράφονται παρακάτω, που δίνει τη δυνατότητα στον παραγωγό να διαθέσει τα προϊόντα του ελεύθερα στην Ευρωπαϊκή αγορά.

Οκτώ ευρωπαϊκά πρότυπα αναφέρονται σε χαρακτηριστικά αδρανών και έχουν χαρακτηριστεί υποχρεωτικά από την Ε.Ε., όσες ακριβώς και οι χρήσεις τους. Αυτά είναι:

EN 12620 Αδρανή για σκυρόδεμα

EN 13043 Αδρανή ασφαλτομιγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων οδών αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων

EN 13450 Αδρανή για έρμα σιδηροδρομικών γραμμών

EN 13242 Αδρανή υλικών σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων για χρήση στα τεχνικά έργα και την οδοποιία.

EN 13139 Αδρανή κονιαμάτων

EN 13383-1 Φυσικοί Ογκόλιθοι – Μέρος 1: Προδιαγραφή

EN 13055-1 Ελαφρά αδρανή – Μέρος 1: για σκυροδέματα, κονιάματα και ενέματα

EN 13055-2 Ελαφρά αδρανή – Μέρος 2: ασφαλτομιγμάτων, επιφανειακών επιστρώσεων και εφαρμογών με σταθεροποιημένα ή μη σταθεροποιημένα υλικά.

Το αδρανή υλικά υπάγονται σε σύστημα βεβαίωσης συμμόρφωσης 2+ (βλ. Παράρτημα). Εξαιρούνται όσα πιστοποιούνται σύμφωνα με τα EN 13139, EN 13383-1 που υπάγονται σε σύστημα βεβαίωσης συμμόρφωσης 4. Οι ενέργειες που απαιτούνται για την τοποθέτηση σήμανσης CE περιλαμβάνουν:

Αρχικές Δοκιμές Τύπου κατάλληλου δείγματος προϊόντος (ITT: Initial Type Testing) (δηλαδή πρέπει να γίνουν δοκιμές όπως κοκκομετρίες, ισοδύναμο άμμου, Los Angeles)

Εγκατάσταση, εφαρμογή Συστήματος Ελέγχου Παραγωγής (FPC: Factory Production Control) (σύνταξη αναλυτικών διαδικασιών όπως περιγράφονται παρακάτω)

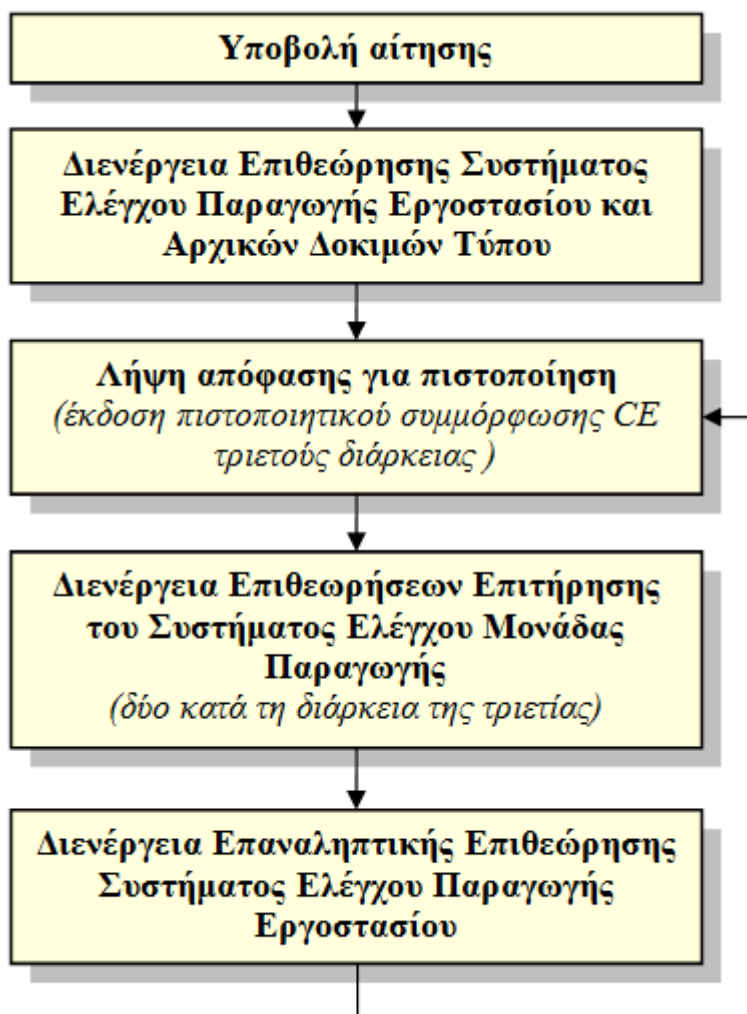
Συνεχείς δοκιμές των προϊόντων (σε εσωτερικό ή εξωτερικό εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου)

Δήλωση Συμμόρφωσης από τον Παραγωγό (declaration of conformity)

Πιστοποίηση του Συστήματος Ελέγχου Παραγωγής από Κοινοποιημένο Φορέα (αρχική αξιολόγηση)

Διαρκής αξιολόγηση από τον Κοινοποιημένο Φορέα (κάθε χρόνο)

Οι παραπάνω διαδικασίες περιγράφονται στο παρακάτω σχήμα:



Για τη σήμανση των προϊόντων θα πρέπει η εταιρεία να εφαρμόσει Σύστημα Ελέγχου Παραγωγής (σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα EN) το οποίο θα πιστοποιηθεί από Κοινοποιημένο Φορέα. Για το λόγο αυτό θα συνταχθούν έγγραφα (διαδικασίες, πλάνα ελέγχου ποιότητας, οδηγίες, έντυπα) τα οποία θα καλύπτουν τις απαιτήσεις του σχετικού προτύπου.

Τα θέματα που πρέπει να καλυφθούν από το Σύστημα Ελέγχου Παραγωγής του Εργοστασίου για να καλυφθούν οι απαιτήσεις των προτύπων EN, συνοπτικά είναι τα εξής:

Επάρκεια, εμπειρία και εκπαίδευση προσωπικού

Συντήρηση και Διαχείριση Εξοπλισμού Παραγωγής

Διακρίβωση οργάνων μέτρησης

Προμήθειες και Επιθεώρηση Πρώτων Υλών

Έλεγχος Παραγωγής και Έλεγχος Ποιότητας Προϊόντων

Ιχνηλασιμότητα και Σήμανση Προϊόντων

Διαχείρισης Μη-Συμμορφούμενων Προϊόντων

Διορθωτικές και Προληπτικές Ενέργειες

Αποθήκευση και Χειρισμός Προϊόντων

Την επιτυχημένη επιθεώρηση του Κοινοποιημένου Φορέα, ακολουθούν η έκδοση του Πιστοποιητικού από το Φορέα και η Δήλωση Συμμόρφωσης από τον Παραγωγό. Στη συνέχεια ο παραγωγός τοποθετεί σήμανση (CE marking) στα αδρανή υλικά που παράγει όπου περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Παράδειγμα σήμανσης CE φαίνεται παρακάτω.

Επισημαίνεται πως ένα υλικό μπορεί να πιστοποιηθεί σε περισσότερα από ένα πρότυπα ανάλογα με τις προϋποθέσεις που πληροί και την τελική του χρήση όπως φαίνεται για παράδειγμα παρακάτω.



| ΥΛΙΚΟ          | ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ<br>(mm) | ΣΚΥΡ/ΜΑ<br>12620 | ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ<br>13139 | ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ<br>13043 | ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ<br>13242 | ΣΚΥΡΑ<br>13450 |
|----------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|
| ΑΜΜΟΣ          | 0/4                | X                | X                  | X                  | X                   |                |
| ΑΜΜΟΣ<br>Β     | 0/4                |                  | X                  | X                  | X                   |                |
| 3 <sup>Α</sup> | 0/22               |                  |                    |                    | X                   |                |
| ΓΑΡΜΠΙΛΙ       | 4/16               | X                |                    | X                  | X                   |                |
| ΧΑΛΙΚΙ         | 11/32              | X                |                    | X                  | X                   |                |
| ΣΚΥΡΑ          | 32/50              |                  |                    |                    |                     | X              |
| ΛΙΘΟΙ          | 45/125             |                  |                    |                    |                     |                |

Κοκκομετρικό εύρος αδρανών



XXXX - CPD

ΛΑΤΟΜΕΙΑ  
Έδρα-Λατομική Μονάδα : Θέση

10

NB XXX-CPD-XXX

EN 12620:2002  
Αδρανή για σκυρόδεμα

| ΠΡΟΪΟΝ:  | Άμμος   |                           |
|--|---|---------------------------|
| Μέγεθος κόκκου                                   | Χαρακτηρισμός d/D                               | 0/5                       |
| Κοκκομετρική διαβάθμιση                          | Κατηγορία                                       | $G_A90$                   |
| Περιεκτικότητα παιπάλης                          | Κατηγορία                                       | $f_{11}$                  |
| Ισοδύναμο άμμου                                  | Τιμή  | 68                        |
| Μπλε του μεθυλενίου                              | Τιμή  | 0,5                       |
| Πυκνότητα  | Τιμή  | 2,69 Mg/m <sup>3</sup>    |
| Φαινόμενη πυκνότητα                              | Τιμή  | 2,73Mg/m <sup>3</sup>     |
| Υδατοαπορρόφηση                                  | Τιμή  | $WA_{24}=0.5\%$           |
| Συντελεστής ροής λεπτόκοκκων αδρανών             | Κατηγορία Ecs                                   | Ecs 20                    |
| Ελαφροβαρείς προσμίξεις                          | Τιμή  | 0,0%                      |
| Περιεκτικότητα σε οργανικά-πιθανή παρουσία χυμού | Τιμή  | Ελεύθερο από οργανική ύλη |
| Αποδέσμευση επικίνδυνων προσμίξεων               | Κάτω από τα επιτρεπτά όρια της νομοθεσίας       |                           |
| Σύνθεση / σύσταση                                | Ασβεστολιθικό πέτρωμα με ποσοστό ασβεστίτη 100% |                           |
| Ανθεκτικότητα σε αλκαλοπυριτική αντίδραση        | Λόγω της ορυκτολογικής σύστασης δεν απαιτείται  |                           |

Νέος Κανονισμός (ΕΕ) 305/2011 της 9/3/2011

Από 1/07/2013 εφαρμόζεται ο παραπάνω κανονισμός αντικαθιστώντας την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ.

Μερικές βασικές διαφορές σε σχέση με την 89/106 είναι πως για τα δομικά προϊόντα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι όπως;

- μηχανική αντοχή και ευστάθεια
- πυρασφάλεια

- υγιεινή, υγεία και περιβάλλον
- ασφάλεια χρήσης
- προστασία κατά του θορύβου
- εξοικονόμηση ενέργειας και συγκράτηση θερμότητας

Και πρόσθετη βασική απαίτηση

- η βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων

Επίσης

γίνεται αλλαγή/μείωση των συστημάτων συμμόρφωσης με κατάργηση του 2 και απλοποίηση του 1+

απλοποιείται το σύστημα των Ευρωπαϊκών Τεχνικών Εγκρίσεων με την αντικατάσταση των δύο διαδικασιών, των κατευθυντηρίων γραμμών (ETAGs) και της αξιολόγησης κοινής αποδοχής (Common Understanding Assessment Procedure CUAP), από μία, το Ευρωπαϊκό Έγγραφο Αξιολόγησης (European Assessment Document, EAD), στου οποίου την εκπόνηση έχουν σημαντικό ρόλο και οι παραγωγοί οι οποίοι και το αιτούνται

Η σήμανση CE είναι υποχρεωτική όταν είναι υποχρεωτική η δήλωση απόδοσης του προϊόντος και μη υποχρεωτική όταν δεν υπάρχει ρυθμιστική ή τεχνική απαίτηση δήλωσης απόδοσης του προϊόντος (άρθρο 5 : Παρεκκλίσεις από την κατάρτιση δήλωσης απόδοσης)

Συστήματα Βεβαίωσης Συμμόρφωσης

Η οδηγία προβλέπει 6 συστήματα βεβαίωσης συμμόρφωσης. Το σύστημα που θα εφαρμόζεται επιλέγεται από τα κράτη μέλη (ειδική πλειοψηφία) και θεσπίζεται με Απόφαση της Επιτροπής. Η επιλογή του συστήματος εξαρτάται από:

τη σημασία του ρόλου του προϊόντος σε σχέση με τις 6 βασικές απαιτήσεις, και ιδίως την υγεία και την ασφάλεια

τη φύση του προϊόντος

την επίπτωση που έχει η δυνατότητα παραλλαγής των χαρακτηριστικών του προϊόντος στη λειτουργικότητα

την πιθανότητα ελαττωμάτων κατά την κατασκευή του προϊόντος.

| ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ                                       | ΣΥΣΤΗΜΑ |   |    |   |   |   |
|---|---------|---|----|---|---|---|
|   | 1+      | 1 | 2+ | 2 | 3 | 4 |
| <b>ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ</b>                                |         |   |    |   |   |   |
| <b>ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ</b>                       |         |   | n  | n | n | n |
| Εργοστασ. έλεγχος παραγωγής (ΕΕΠ)               | V       | V | V  | V | V | V |
| Αρχική δοκιμή προϊόντος                         |         |   | V  | V |   | V |
| Πρόσθετος έλεγχος δειγμάτων                     | V       | V | V  |   |   |   |
| <b>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΜΕΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ</b>                |         |   |    |   |   |   |
| <b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ, ή ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΕΠ</b> | n       | n |    |   |   |   |
| Αρχική δοκιμή προϊόντος                         | V       | V |    |   | V |   |
| 1η Επιθεώρηση εργοστασίου / ΕΕΠ                 | V       | V | V  | V |   |   |
| Διαρκής αξιολόγηση του ΕΕΠ                      | V       | V | V  |   |   |   |
| Δοκιμή δειγμάτων από αγορά / εργοτάξια          | V       |   |    |   |   |   |

Ειδικότερα για τα αδρανή υλικά: Σύμφωνα με το παράρτημα I της ΚΥΑ 5328/122 ΦΕΚ 386B/20.3.2007 το σύστημα βεβαίωσης της πιστότητας για τους διάφορους τύπους αδρανών και ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται περιγράφεται λεπτομερώς στον παρακάτω πίνακα.

| Προϊόν  | Σύστημα βεβαίωσης της πιστότητας |
|---|----------------------------------|
| Αδρανή για σκυρόδεμα EN 12620:2002  | 2+                               |
| Αδρανή ασφαλτομιγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων οδών, αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων EN 13043:2002 | 2+                               |
| Ελαφρά αδρανή . Μέρος 1: Ελαφρά αδρανή για σκυροδέματα, κονιάματα και ενέματα EN 13055.1:2002                               | 2+                               |
| Ελαφρά αδρανή – Μέρος 2: Ελαφρά αδρανή ασφαλτομιγμάτων, επιφανειακών  | 2+                               |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>επιστρώσεων και εφαρμογών με σταθεροποιημένα ή μη σταθεροποιημένα υλικά EN 13055 – 2:2004</b>   |           |
| <b>Αδρανή κονιαμάτων EN 13139:2002</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Αδρανή υλικών σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων για χρήση στα τεχνικά έργα και την οδοποιία EN 13242:2002</b> | <b>2+</b> |
| <b>Φυσικοί ογκόλιθοι – Μέρος 1: Προδιαγραφή EN 13383.1:2002</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Αδρανή για έρμα σιδηροδρομικών γραμμών EN 13450:2002</b>  | <b>2+</b> |

Το σύστημα 2+ είναι εκείνο που προδιαγράφεται στο άρθρο 2 του Παραρτήματος II του Π.Δ. 334/1994 (άρθρο 2 του Παραρτήματος III της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ) και περιλαμβάνει την αρχική δοκιμή, τον συνεχή έλεγχο δειγμάτων βάσει συγκεκριμένου σχεδίου και τον έλεγχο παραγωγής στην εγκατάσταση με ευθύνη του παραγωγού και την αρχική επιθεώρηση της εγκατάστασης και του ελέγχου παραγωγής όπως επίσης και την συνεχή επιτήρηση, αξιολόγηση και έγκριση του ελέγχου παραγωγής στην εγκατάσταση από κοινοποιημένο οργανισμό.

Το σύστημα 4 είναι εκείνο που προδιαγράφεται στο άρθρο 2 του Παραρτήματος II του Π.Δ. 334/1994 (άρθρο 2 του Παραρτήματος III της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ) και περιλαμβάνει την αρχική δοκιμή και τον έλεγχο παραγωγής.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βιομηχανία λατομείων είναι μια μακρά καθιερωμένη αλλά απρόβλεπτη βιομηχανία, που περιλαμβάνει επικίνδυνες συνθήκες τόσο για τις εγκαταστάσεις όσο και για το προσωπικό. Συχνά τα μηχανήματα λειτουργούν υπό συνθήκες φόρτωσης κρούσης με φορτία που κυμαίνονται σε βάρος από λίγα κιλά έως αρκετούς τόνους. Μεγάλο μέρος των μηχανημάτων είναι παραδοσιακού σχεδιασμού, το οποίο εξελίχθηκε με την πάροδο των ετών. Τέτοια σχέδια δεν κωδικοποιούνται εύκολα, ούτε το σκεπτικό τους τεκμηριώνεται, και η επιτυχημένη απόδοση βασίζεται σε βήμα προς βήμα πρόοδο και σε συνθήκες λειτουργίας εντός ιστορικής εμπειρίας. Η εξόρυξη εξοπλισμού είναι πολύ βαριά και θεωρείται συχνά χαμηλής τεχνολογίας, ειδικά σε σύγκριση με βιομηχανίες όπως η πυρηνική και η αεροδιαστημική, αλλά η ασφάλεια και η λειτουργική αξιοπιστία της βιομηχανίας εξαρτάται ακόμη από τα ίδια χαρακτηριστικά όπως σε αυτές τις βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας. Επιπλέον, οι πρακτικές που έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο των ετών μπορεί να μην είναι οι καλύτερες διαθέσιμες, και λόγω αλλαγών σε υλικά και καθήκοντα μπορεί να καταστούν ακόμη και ανεπαρκείς.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ζεληλίδης, Α. Μ., Κοντόπουλος, Ν., & Δούτσος, Θ. (1988). Γεωτομή στο Νεογενές και Τερτατογενές της ΝΔ Πελοποννήσου. Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 20(2), 149-166.
- Καμπέρης, Ε. (1987). Γεωλογική και πετρελαιογεωλογική μελέτη της ΒΔ Πελοποννήσου: Διδακτορική διατριβή. Διδακτορική διατριβή, ΕΜΠ, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Αθήνα.
- Κουκουβέλας, Ι., Κοκκάλας, Σ., & Ξυπολιάς, Π. (2009). Γεωλογία Ελλάδας. Πανεπιστήμιο Πατρών. Τμήμα Γεωλογίας.
- Λαλέχος, Ν. Σ. (1974). Η γεωλογική δομή της Κέντρο-δυτικής Πελοποννήσου (Doctoral dissertation).
- Παγώνας, Μ. (2009). Γεωλογία και διαχείριση των σύγχρονων αποθέσεων και των υδατικών πόρων στους χείμαρρους της ΒΔ/κής Πελοποννήσου (Doctoral dissertation).
- Τάταρης, Α. Α., & Κούνης, Γ. Δ. (1966). Η γεωλογική ενότητα των προνεογενών-μεσοζωϊκών σχηματισμών Αττικής-Βοιωτίας-Λοκρίδος και τμήματος της ΒΑ Πελοποννήσου= The geological relation of the Preneogen-Mesozoic formations of Attica-Boeotia-Lokris NE Peloponnesus. Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 7(2), 137-154.
- Τσάγκας, Δ. (2011). Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις και κινήσεις βαρύτητας στη Βόρεια Πελοπόννησο: περιοχή Ξυλόκαστρο-Διακοφτό (Doctoral dissertation, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος).
- Τσάφου, Κ., & Χατζηχαριστού, Ε. (2007). Τεχνικογεωλογικός χάρτης Πελοποννήσου με τη χρήση GIS (Doctoral dissertation).
- Τσόφλιας, Π. (1969). Γεωλογική κατασκευή του βορειότερου τμήματος της Πελοποννήσου (Νομού Αχαΐας). Διδακτ. Διατριβή. In Annales, Géologiques des Pays Helléniques (Vol. 21, pp. 654-651).

Bárdossy, G. (1982). Karst bauxites: bauxite deposits on carbonate rocks. Amsterdam; New York; New York, Elsevier Scientific Pub. Co.; Distribution for the U.S.A. and Canada, Elsevier/North Holland.

Bau, M. (1991). Rare-earth element mobility during hydrothermal and metamorphic fluid-rock interaction and the significance of the oxidation state of europium. *Chemical Geology*. 93: 219- 230

Condie, K.C., Dengate, J. & Cullers, R.L. 1995. Behaviour of rare earth elements in a palaeoweathering profile on granodiorite in the Front Range, Colorado, USA. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 59(2): 279-294.

Combes, P.J. 1969. Recherches sur la genese des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariege (France). Mem. Centre Recherche Geologie Hydrogeologie, Montpellier. 342p. 282

Kalaitzidis, S., G. Siavalas, et al., 2010. Late Cretaceous coal overlying karstic bauxite deposits in the Parnassus-Ghiona Unit, Central Greece: Coal characteristics and depositional environment. *International Journal of Coal Geology* 81(4): 211-226.

Keays, R.R. 2014. Scandium: a key element to a green future. Proceedings of the 37th annual meeting mineral deposits study group. Oxford UK. P.40

Laskou, M. (1991). "Concentrations of rare earths in Greek Bauxites." *Acta Geologica Hungarica* 34(4): 395-404.

Laskou, M., and Andreou, G, Ed. 2003. Rare earth element distribution and REE-minerals from the Pamassos-Ghiona bauxite deposits, Greece. Mineral Exploration and Sustainable Development, 7th Biennial SGA Meeting. Athens, Millpress, Rotterdam.

Laskou, M. and M. Economou-Eliopoulos 2007. "The role of microorganisms on the mineralogical and geochemical characteristics of the Parnassos-Ghiona bauxite deposits, Greece." *Journal of Geochemical Exploration* 93(2): 67-77.

Maksimovic, Z., Pantó, G. 1996. Authigenic rare earth minerals in karst bauxites and karstic nickel deposits. *Rare Earth Minerals. Chemistry,*



- Origin and Ore Deposits. Mineral. Soc. Series 7. F. W. a. C. T. W. A.P. Jones. London, Chapman and Hall: 257–279.
- Newman, H.R. 2013. The Mineral Industry of Greece. U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2011. U.S. Government Printing Office.
- Özlü, N. (1983). Trace-element content of “Karst Bauxites” and their parent rocks in the Mediterranean belt. *Mineralium Deposita* 18(3): 469-476.
- Oshsenkuhn, K.M., Fafouteli, P., Ochsenkuhn-Petropoulou, M. 2002. Determination and distribution of gold in Greek bauxites of the Parnassos-Ghiona area by gamma spectroscopy after ion exchange separation. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 253(2) 257-262.
- Reche, R. 1983. Petrographische und geochemische Untersuchungen an alpinotypen Harzburgiten und deren Begleitgesteinen in Lokris und auf Euböa, Mittelgriechenland. Thesis Univ. of Hamburg, Hamburg (1983), p. 128
- Sverjensky, D.A. 1983. Europium redox equilibria in aqueous solution. *Earth and Planetary Science Letters*. 67: 70-78. 283
- Valeton, I. 1972. Bauxites : Developments in Soil Science 1, Elsevier Publishing Company Amsterdam.
- Valeton, I., M. Biermann, et al., 1987. Genesis of nickel laterites and bauxites in Greece during the Jurassic and cretaceous, and their relation to ultrabasic parent rocks. *Ore Geology Reviews* 2(4): 359-404.
- Wang, W., Pranolo, Y. & Cheng, C.Y. 2011. Metallurgical processes for scandium recovery from various resources: A review. *Hydrometallurgy*. 108.(1-2) 100-108