

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ



Διπλωματική Εργασία

**Υπολογισμός αποθεμάτων και μοναδιαίου κόστους εκμετάλλευσης υπαίθριου λατομείου
αδρανών**

Κωνσταντίνος Ι. Σιάχος

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Γ. Εξαδάκτυλος, Καθηγητής (επιβλέπων)

Κ. Γαλετάκης, Αν. Καθηγητής

Γ. Σαράτσης, ΕΔΙΠ

Χανιά
Ιούνιος, 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή αναφέρεται στο υπαίθριο λατομείο αδρανών υλικών που βρίσκεται στο δυτικό κομμάτι της νήσου Λήμνου. Η εκμετάλλευση του λατομείου αυτού βρίσκεται προς το τέλος της, γι' αυτό και η επιχείρηση ξεκίνησε το σχεδιασμό επέκτασής της σε γειτονική περιοχή.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται αναφορά στη γεωλογία και τεκτονική της νήσου Λήμνου και παρατίθενται φωτογραφίες ρηγμάτων σε διάφορα σημεία της.

Στο δεύτερο μέρος της σημειώνεται η λατομική δραστηριότητα της επιχείρησης στα 20 χρόνια περίπου λειτουργίας της. Επίσης αναλύεται το υλικό της εκμετάλλευσης, καθώς και οι χρήσεις του.

Στο τρίτο μέρος της εργασίας αυτής αναφέρονται τα γενικά στοιχεία του σχεδιασμού μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης, τα οποία είναι η μέθοδος εκμετάλλευσης, η θραύση υλικού, η διαδικασία εξόρυξης, οι εκρηκτικές ύλες, ο σχεδιασμός ανατίναξης. Επίσης, η επιλογή μηχανολογικού εξοπλισμού, μηχανών θραύσης και κοσκίνων.

Στο τέταρτο μέρος περιγράφεται αναλυτικά ο υπολογισμός των αποθεμάτων που ανέρχεται στους 1.218.860,83 τόνους γεωλογικών και 503.252,81 τόνους μεταλλευτικών. Ο χρόνος ζωής του λατομείου είναι 2.6 έτη, πράγμα που σημαίνει ότι βρίσκεται κοντά στην εξόφληση και με λόγο απόληψης 41%. Επιπρόσθετα, περιγράφεται η προσπέλαση στο χώρο (εξωτερική – εσωτερική), ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται, η μέθοδος εξόρυξης με αναλυτικά στοιχεία του σχεδιασμού ανατίναξης, καθώς και η μεταφορά και επεξεργασία του υλικού, το οποίο επέρχεται σε 4 κλάσματα κοκκομετρίας 0-5, 5-14, 14-28, 28-60 mm.

Στο τελευταίο μέρος αναλύεται ο υπολογισμός του μοναδιαίου κόστους, το οποίο είναι ίσο με 5,3€/τόνο.

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Σύνηθες είναι να προτάσσεται του κειμένου, μία αφιέρωση σε κάθε πτυχιακή και ακαδημαϊκή εργασία.

Ως οφειλή σ' αυτούς που κόπιασαν πριν από μας, ενέπνευσαν την αγάπη για αγώνα και μας έδειξαν δρόμους και τρόπους.

Στην Οικογένειά μου και στους δασκάλους μου,
ιδιαίτερα στον παππού μου Κωνσταντίνο Σιάχο.

Στις φωτογραφίες ο παππούς μου κι εγώ πριν από 20 χρόνια στο Λατομείο του
(όπου και η ακόλουθη εργασία μου)



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια μελέτη, στην οποία αρχικά γίνεται υπολογισμός των γεωλογικών και μεταλλευτικών αποθεμάτων υπαίθριου λατομείου αδρανών υλικών και στη συνέχεια του μοναδιαίου κόστους της εκμετάλλευσης.

Η μελέτη αυτή αποτελεί την διπλωματική εργασία του φοιτητή Κωνσταντίνου Σιάχου. Το θέμα με το οποίο ασχολείται επιλέχθηκε με βάση την ύπαρξη οικογενειακής επιχείρησης υπαίθριου λατομείου αδρανών υλικών καθώς και για την μεγάλη σημασία που έχει στον τομέα αυτό. Η εργασία αυτή θα αποτελέσει το πρώτο βήμα από τη θεωρία, η οποία διδάσκεται κατά τη διάρκεια της 5ετούς φοίτησης στο τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης, στην πράξη.

Στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας πρωτεύοντα ρόλο έπαιξε η συνεργασία με τον καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης Γεώργιο Εξαδάκτυλο, ο οποίος και μου την εμπιστεύθηκε, καθώς και με τον βοηθό Εργαστηρίου Παντελή Λιόλιο, ο οποίος ήταν πάντα πρόθυμος να απαντήσει στις όποιες απορίες προέκυπταν. Ευγνωμοσύνη οφείλω και στον καθηγητή μου Ζαχαρία Αγιουτάντη, ο οποίος αρχικά με καθοδήγησε.

Τέλος, αξίζει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στον πατέρα μου Ιωάννη Σιάχο, καθώς και στους θείους μου Κλεομένη και Ανεμπόδιστο Σιάχο, που με καθοδηγούσαν κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΑΦΙΕΡΩΣΗ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΛΗΜΝΟΥ.....	9
2.1 Γεωλογία της νήσου.....	9
2.1.1. Ηφαιστειακά πετρώματα.....	9
2.1.2. Ιζηματογενή πετρώματα.....	10
2.2. Τεκτονική.....	11
2.3 Κοιτασματολογία περιοχής Κάκκαβος.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	16
3.1. Ιστορικό εταιρίας.....	16
3.2. Το υλικό και χρήσεις του.....	16
3.3. Τεκτονική λατομικής περιοχής.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	22
4.1 Αρχές υπαίθριας εκμετάλλευσης.....	22
4.1.1. Γενικά στοιχεία για την εκμετάλλευση λατομείου αδρανών υλικών.....	22
4.1.2. Σύγκριση συστημάτων παραγωγής υπαίθριων εκμεταλλεύσεων.....	23
4.1.3. Σχεδιασμός ενός υπαίθριου λατομείου αδρανών υλικών.....	24
4.2. Σχέδιο ανατίναξης.....	29
4.3. Εξοπλισμός υπαίθριου λατομείου.....	30
4.3.1. Διάτρηση.....	30
4.3.2. Φόρτωση και μεταφορά.....	31
4.3.3. Σπαστηροτριβείο.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	40
5.1. Προσπέλαση στο λατομικό χώρο.....	40
5.2. Αποθέματα.....	40
5.2.1. Γενικά για τη μέθοδο εκμετάλλευσης και τις μέχρι σήμερα εργασίες.....	40

5.2.2. Υπολογισμός αποθεμάτων.....	41
5.3. Μηχανολογικός εξοπλισμός.....	43
5.4. Μέθοδος εξόρυξης.....	46
5.5. Μεταφορά στο συγκρότημα θραύσης.....	48
5.6. Συγκρότημα θραύσης και επεξεργασίας.....	48
5.7. Μεταφορά επεξεργασμένου υλικού στις αποθήκες.....	50
5.8. Παραγωγή λατομείου.....	50
5.9. Αποστράγγιση λατομικού χώρου.....	50
5.10. Ασφάλεια εργαζομένων και περιοίκων.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	52
6.1. ΚΟΣΤΟΣ Μ.Ε.	52
6.1.1. Μ.Ε. παραγωγής.....	52
6.1.1.1. Τιμές των μηχανημάτων (μεταχειρισμένα).....	52
6.1.1.2. Χαρακτηριστικά μηχανημάτων.....	52
6.1.1.3. Ειδική κατανάλωση καυσίμου και κόστος συντήρησης.....	52
6.1.2. Μ.Ε. μεταφοράς του επεξεργασμένου υλικού από ταινίες σε αποθήκη.....	53
6.1.2.1. Τιμές των μηχανημάτων (μεταχειρισμένα).....	53
6.1.2.2. Χαρακτηριστικά μηχανημάτων.....	53
6.1.2.3. Ειδική κατανάλωση καυσίμου και κόστος συντήρησης.....	53
6.1.3. Κόστος καυσίμου και λιπαντικών των Μ.Ε.....	53
6.2. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ.....	55
6.3 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ.....	55
6.4 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΤΙΝΑΞΗΣ.....	56
6.5 ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΗΜΕΡΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΟΥ
ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΤΟΜΕΣ ΤΩΝ
ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΤΑ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ ΤΟΜΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως αδρανή υλικά καλούνται το σύνολο των διαβαθμισμένων κατά μέγεθος τεμαχίων υλικών ορυκτής (σκύρα, χαλίκια, άμμοι) ή βιομηχανικής προέλευσης, (σκωρίες, ανακυκλωμένο σκυρόδεμα κ.α.) και άλλων υλικών ανόργανης σύστασης, που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάποιο συγκολλητικό μέσο (τσιμέντο, ασφαλτος, κ.λπ.) για παραγωγή συνθέσεων όπως σκυροδέματα, ασφαλτικά μίγματα και σκυρωτά οδοστρώματα ή και αυτούσια (π.χ. ως έρμα σιδηροδρομικών γραμμών). Ονομάζονται αδρανή γιατί η πλειονότητα τους δεν αντιδρά χημικά με τις διάφορες «συγκολλητικές» ύλες.

Καλύπτουν το 45-50%, περίπου, της εξορυκτικής δραστηριότητας στην Ελλάδα από πλευράς παραγόμενων ποσοτήτων. Μέχρι πριν από την έναρξη της οικονομικής κρίσης, τα ασβεστολιθικά αδρανή για τσιμέντο και σκυρόδεμα ανέρχονταν ετήσια σε 100-120 εκατομμύρια τόνους περίπου. Πρόκειται για μικρές έως μεσαίου μεγέθους εκμεταλλεύσεις. Το κύριο χαρακτηριστικό των αδρανών υλικών είναι η περιορισμένη ακτίνα εμπορίας, λόγω σημαντικής επιβάρυνσης από το κόστος μεταφοράς των ίδιων όπως και του σκυροδέματος, γεγονός που παλαιότερα είχε ως αποτέλεσμα να εμφανίζονται πολλές διάσπαρτες εκμεταλλεύσεις πολύ κοντά ή και μέσα στον αστικό ιστό, ενώ σήμερα αυτές είναι υποχρεωμένες να λειτουργούν μέσα σε θεσμοθετημένες λατομικές ζώνες για να μην προξενούν οχλήσεις σε κατοικημένες περιοχές, αρχαιολογικούς χώρους ή να έρχονται σε «σύγκρουση» άλλες οικονομικές δραστηριότητες. Είναι προφανές λοιπόν ότι, κρίσιμες παράμετροι αυτής της κατηγορίας εκμεταλλεύσεων θεωρούνται η ελαχιστοποίηση των οχλήσεων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, η υποχρέωση αναμόρφωσης του λατομικού χώρου σύμφωνα με την άδεια λειτουργίας - εγκατάστασης και η πρόσδοση νέων χρήσεων στο χώρο μετά το πέρας των εξορυκτικών εργασιών.

Στην παρούσα εργασία αφού έγινε γενική αναφορά στο σχεδιασμό υπαίθριας εκμετάλλευσης, υπολογίσαμε τα γεωλογικά και μεταλλευτικά αποθέματα του λατομείου. Στη συνέχεια σημειώθηκε ο τρόπος προσπέλασης στο χώρο, ο μηχανολογικός εξοπλισμός, η μέθοδος εξόρυξης με αναλυτικά στοιχεία του σχεδιασμού ανατίναξης και η μεταφορά και επεξεργασία του υλικού που παράγεται. Τέλος υπολογίσαμε το μοναδιαίο κόστος της εκμετάλλευσης με βάση τα κόστη των μηχανημάτων έργων, των αναλωσίμων, του προσωπικού και του κόστους ανατίναξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΛΗΜΝΟΥ

2.1. Γεωλογία της νήσου

Από γεωλογική άποψη η νήσος Λήμνος όπως και η Λέσβος τοποθετείται στο όριο της κρυσταλλοσχιστώδους μάζας της Ροδόπης. Το όριο αυτό είναι έντονα ρηγματωμένο και χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση πολυάριθμων ηφαιστειών τόσο στη περιοχή του Βορείου Αιγαίου Πελάγους όσο και στις μάζες της Θράκης και της Μακεδονίας. Η ηφαιστειακή αυτή δράση συνέβη στο διάστημα μεταξύ των αρχών Μειόκαινου μέχρι και το κατώτερο Πλειόκαινο.

Στο νησί της Λήμνου συναντάμε δύο κύριους γεωλογικούς σχηματισμούς :

- Ηφαιστειακά πετρώματα στο 1/3 της έκτασης από τραχείτες, τραχειανδεσίτες, δακίτες και εκτεταμένα στρώματα ηφαιστειακών τόφφων, καθώς και μικρές μάζες γρανοδιοριτών.
- Ιζηματογενή πετρώματα (Ηώκαινου και νεότερα), κατακλύζουν το υπόλοιπο νότιο τμήμα του νησιού.

2.1.1. Ηφαιστειακά πετρώματα

Τα ηφαιστειακά πετρώματα καλύπτουν μεγάλη έκταση του νησιού. Στο ανατολικό τμήμα και συγκεκριμένα νότια του Μούδρου εκτείνεται, από το ακρωτήριο Σαράγδα μέχρι το ακρωτήριο Καβαλάρης και Βοροσκόπος, μια ζώνη πλάτους 2 km περίπου, η οποία καλύπτεται από τόφφους και ηφαιστειακά λατυποπαγή. Από τόφφους και ηφαιστειακά λατυποπαγή καλύπτεται επίσης η περιοχή Βάρους μέχρι προσεγγιστικά το Ρωμανού.

Στο δυτικό τμήμα του νησιού εμφανίζονται κυρίως ανδεσίτες, τραχείτες, τραχειανδεσίτες και δακίτες. Έτσι φαίνεται ότι η νοητή γραμμή που διέρχεται από Κοντιά μέσω Καλιθέας προς Κρηνίδες χωρίζει το νησί σε δύο τμήματα: Στο δυτικό τμήμα με τα ηφαιστειακά πετρώματα που συνοδεύονται από τόφφους και ηφαιστειακά λατυποπαγή και στο ανατολικό τμήμα με τους τόφφους και τα ηφαιστειακά λατυποπαγή, καθώς και μικρές εμφανίσεις ηφαιστειακών πετρωμάτων.

Όσον αφορά την ηφαιστειότητα του νησιού ο Α. ΡΑΡΡ (1953) διακρίνει δύο περιόδους: Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει εξαλλοιωμένα ηφαιστειακά πετρώματα και τόφφους και η δεύτερη ηφαιστειακά πετρώματα και ηφαιστειακά λατυποπαγή. Κατά τον ίδιο συγγραφέα η πρώτη έξοδος των ηφαιστειακών πετρωμάτων και των τόφφων έγινε μετά την απόθεση των ολιγοκαινικών σχηματισμών, δηλαδή αρχές Μειοκαίνου. Η δεύτερη έξοδος των ηφαιστειακών πετρωμάτων και λατυποπαγών έγινε κατά το τέλος του Μειοκαίνου ή Κατώτερο Πλειόκαινο.

Τελευταία εκδήλωση της ηφαιστειακής δραστηριότητας αναφέρεται η εκδήλωση θερμών πηγών (Θέρμα).

2.1.2. Ιζηματογενή πετρώματα

Τα ιζηματογενή πετρώματα αποτελούνται, από τα παλαιότερα προς τα νεότερα, από τους παρακάτω σχηματισμούς:

- Ηώκαινο
- Ολιγόκαινο
- Μειόκαινο
- Ολοκαινικές αποθέσεις

➤ Ηώκαινο

Το υπόβαθρο του νησιού αποτελείται από σχηματισμούς του Ηώκαινου, οι οποίοι διακόπτονται από διεισδύσεις ηφαιστειακών πετρωμάτων. Καλύπτουν κυρίως το ΒΔ τμήμα του νησιού με υψηλότερη την κορυφή της Βίγλας (430 m), τη λοφώδη περιοχή ΒΔ της λίμνης Αλυκή, το ύψωμα Παραδείσι (260 m), το ύψωμα Σκοπός (319 m) στη χερσόνησο Φακός.

Ο DE LAUNAY, αναφέρει ο A. PAPP (1953), παρατήρησε βόρεια του Κάσπακα μια χαρακτηριστική τομή του Ηώκαινου. Αποτελείται από γκριζοπράσινες λεπτοστρωματώδεις μάργες σε εναλλαγή με λεπτοπλακώδεις ψαμμίτες, ακολουθούν κίτρινοι ψαμμίτες, μετά ερυθρωποί ψαμμίτες με οολίθους και τέλος ψαμμίτες όπου επικρατούν οι οόλιθοι. Το ολικό πάχος της τομής αυτής φτάνει περίπου τα 120 m.

Μια ανάλογη τομή αναφέρεται επίσης βόρεια του Αγίου Δημητρίου όπου στη βάση εμφανίζονται γκρι μάργες με λεπτοπλακώδεις αργιλικούς ψαμμίτες, χρώματος μπλε-γκρι, ακολουθούν ερυθροκίτρινοι ψαμμίτες και τέλος στην οροφή κροκαλοπαγή. Το πάχος της σειράς αυτής είναι περίπου 60 m.

Η σειρά αυτή του Ηώκαινου εμφανίζεται επίσης ΒΔ του οικισμού Παναγίας στο ύψωμα Παλιόκαστρο όπου στη βάση εμφανίζονται γκριζοπράσινες μάργες με λεπτοπλακώδεις ψαμμίτες, ακολουθούν λευκοκίτρινοι ψαμμίτες και τελειώνει με κροκαλοπαγή. Το πάχος της τομής είναι περίπου 50 m.

Χαρακτηριστικές μάργες του Ηώκαινου εμφανίζονται βόρεια της Δάφνης. Αποτελούνται από μπλε μέχρι μαύρες μάργες με ισχυρή διαγένεση.

Τα κροκαλοπαγή του Ηώκαινου καλύπτουν συνήθως τις κορυφές των λόφων δυτικά και νότια από τις Σαρδές , βόρεια μέχρι δυτικά της λίμνης Αλυκή, καθώς και νότια από τα Καμίνια. Αποτελούνται κυρίως από κόκκινες, γκρι μέχρι λευκές και κίτρινες χαλαζιακές κροκάλες.

Γενικά η δομή του Ηώκαινου κατά τον A. PAPP (1953) αποτελείται από τους παρακάτω σχηματισμούς:

- Κροκαλοπαγή
- Υποτυπώδεις ασβεστόλιθοι
- Ψαμμίτες
- Μάργες με ψαμμίτες

Το πάχος των σχηματισμών του Ηώκαινου υπολογίζεται τουλάχιστον 800-1000 m

➤ Ολιγόκαινο

Τα ιζηματογενή πετρώματα του Ολιγόκαινου διαφέρουν από εκείνα του Ηώκαινου λόγω της μικρότερης διαγένεσης. Αποτελούνται κυρίως από γκριζοπράσινες μάργες με ελάχιστες λεπτές στρώσεις ψαμμιτών και άμμου. Παρατηρούνται γύρω ή μέσα στις ηφαιστειογενείς περιοχές. Εμφανίζονται δυτικά και νότια του προφήτη Ηλία, στην περιοχή του Βάρους, νότια του Μούδρου.

➤ Μειόκαινο

Σε περιορισμένη έκταση, ΒΔ και ΝΔ του Βάρους, εμφανίζονται κατά τον Α. ΡΑΡΡ. (1953) οι σχηματισμοί του Μειόκαινου. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται στη βάση από χαλαρά κροκαλοπαγή, ακολουθούν κροκάλες και χαλίκια που εναλλάσσονται με χαλαρούς ψαμμίτες για να καταλήξουν τέλος σε χαλίκια και άμμους. Το πάχος των σχηματισμών αυτών είναι περίπου 30 μ.

➤ Ολοκαινικές αποθέσεις

Οι ολοκαινικές αποθέσεις καλύπτουν τη χαμηλή ζώνη του νησιού. Εμφανίζονται κυρίως στις περιοχές Αυλώνας, Ατσική, στη βόρεια και ανατολική πλησίαλο ζώνη του νησιού.

Στην περιοχή Αυλώνας αποτελούνται από πηλούς με ορίζοντες αδρομερών υλικών. Είναι υλικά διάβρωσης των γύρω ορεινών περιοχών.

Στην περιοχή Ατσικής οι ολοκαινικές αποθέσεις αποτελούνται από πηλούς και χαλίκια με χουμώδη υλικά.

Στη βόρεια και ανατολική παράκτια ζώνη παρατηρείται ο σχηματισμός θινών.

2.2. Τεκτονική

Η τεκτονική επίδραση στους σχηματισμούς του Ηώκαινου είναι περιορισμένη. Τούτο προκύπτει από την ελαφρά πτύχωση των σχηματισμών. Γενικά οι ηώκαινικοί σχηματισμοί κλίνουν προς βορρά με 10-20°.

Ο Α. ΡΑΡΡ (1953) αναφέρει ότι ο DE LAUNAY παρατήρησε ελαφρά σύγκλινα και αντίκλινα στο ΒΔ και ΒΑ τμήμα του νησιού.

Η πτύχωση των ολιγοκαινικών σχηματισμών παρατηρείται δύσκολα μόνο τοπικά, επειδή οι σχηματισμοί αυτοί διακόπτονται από ηφαιστειακά πετρώματα και τεκτονικές γραμμές. Διαπιστώνεται όμως ότι κοντά στις ηφαιστειακές περιοχές οι ολιγοκαινικοί σχηματισμοί κλίνουν προς τις ηφαιστειακές περιοχές.

Το νησί της Λήμνου είναι έντονα τεκτονισμένο. Παρατηρείται πλέγμα ρηγμάτων ΝΑ-ΒΔ, ΝΔ-ΒΑ και Α-Δ με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ρηξιγενείς ζώνες.

Η ρηξιγενής τεκτονική κατά τον Α. ΡΑΡΡ πρέπει να έλαβε χώρα μετά την απόθεση των ολιγοκαινικών σχηματισμών.

Παρακάτω παρατίθενται κάποιες φωτογραφίες υπαίθρου (Markos Tranos,2009) από διάφορες θέσεις :



α) κανονικό ρήγμα μήκους 2.6 χιλιομέτρων που εκτίθεται ΒΔ του χωριού Αγία Σοφία , το οποίο επηρεάζει τα μολασσικά ιζήματα , ηλικίας άνω Ηωκαίνου- κατώτερου Ολιγοκαίνου. Πτυχές σύρσης στο επάνω τέμαχος δείχνουν κανονική ενεργοποίηση



β) ένα ΑΒΑ- ΔΝΔ ρήγμα επηρεάζει τα μολασσικά ιζήματα και τα ηφαιστειακά πετρώματα στο ΒΔ-ΝΑ τμήμα του νησιού



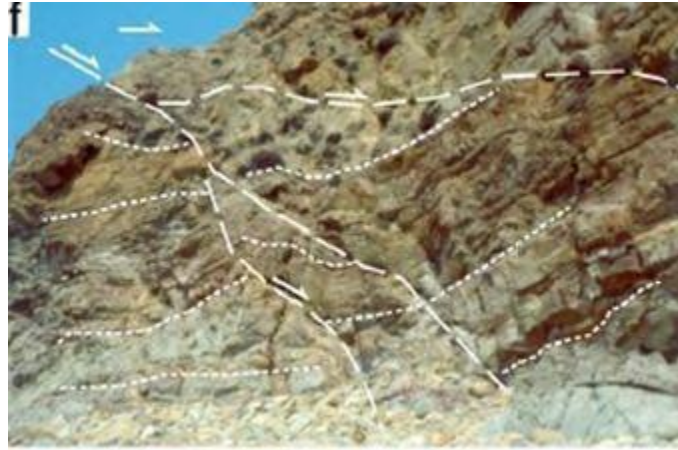
γ) μια ζώνη οριζοντίων ρηγμάτων που χαρακτηρίζεται από αριστερόστροφη συνιστώσα κίνησης



δ) ρήγμα της ομάδας ρηγμάτων D.



ε) Ένα ΒΔΒ ρήγμα που επηρεάζει τα μολασσικά ιζήματα στο ΒΔ τμήμα του νησιού.



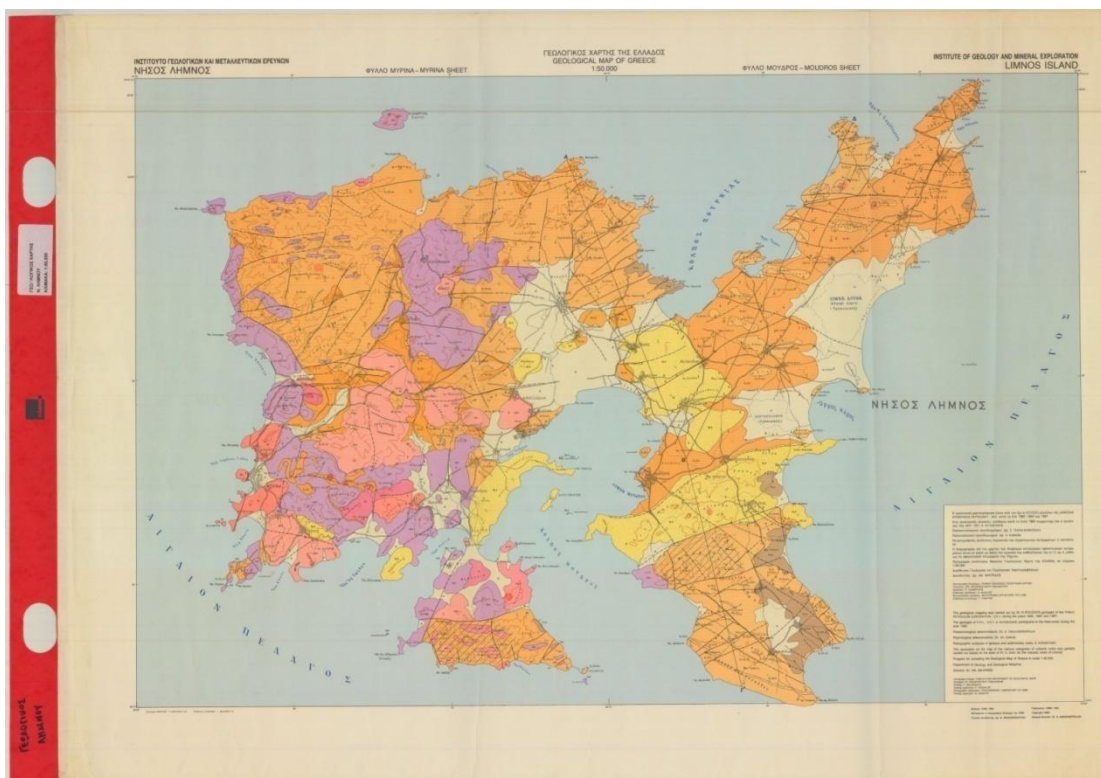
ζ) ένα μεγάλο BBA-NNΔ ρήγμα στο χωριό Κόντιας.



η) μια ρηξιγενής ζώνη, διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ σε ηφαιστειακά πετρώματα το κατώτερο Μειόκαινο. Η ενεργοποίηση αυτών των ρηγμάτων επήλθε της ηφαιστειακής δραστηριότητας



θ) κανονικό ρήγμα στο χωριό Άγιος Ιωάννης



Σχήμα 2.1: Γεωλογικός χάρτης της Λήμνου

2.3. Κοιτασματολογία περιοχής Κάκκαβος

Στην περιοχή μελέτης αντικείμενο εκμετάλλευσης αποτελεί το κοίτασμα του ανδεσίτη, που εμφανίζεται στο σύνολο του λατομικού χώρου, όπως και στην ευρύτερη περιοχή και οι οποίοι ανδεσίτες υφίστανται εκμετάλλευση για παραγωγή σκληρών αδρανών υλικών εδώ και 20 χρόνια. Πρόκειται για ενιαίο, συμπαγή και μεγάλου πάχους σχηματισμό, ομοιόμορφο και δίχως ξένες-στείρες παρεμβολές ή γαιώδη υλικά. Από τη μέχρι σήμερα εκμετάλλευση και διερεύνηση του λατομικού χώρου, το ορατό πάχος του σχηματισμού υπερβαίνει την υψομετρική διαφορά ανάμεσα στο χαμηλότερο και ψηλότερο σημείο της περιοχής μελέτης (που είναι της τάξεως των 50m).

Επιφανειακά απαντάται εξαλλοιωμένο ανδεσιτικό υλικό, που υπό μορφή μανδύα καλύπτει τον υποκείμενο ανδεσίτη, ο οποίος είναι εξ ολοκλήρου υγιής. Το κάλυμμα αυτό έχει πάχος 1-2m και έχει ήδη απομακρυνθεί από τις μέχρι σήμερα εργασίες.

Εξ' αιτίας της καθαρότητας του πετρώματος και της διαπιστωμένης ομοιομορφίας του, τόσο κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, όσο και κατά την οριζόντια εξάπλωσή του μέσα στην περιοχή μελέτης, τα τμήματα του χώρου ή του κοιτάσματος που εντάσσονται στην εκμετάλλευση, θα πρέπει να θεωρούνται για τους υπολογισμούς, πλήρως απολήψιμα (κοιτασματοφορία και αποληψιμότητά τους 100%).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

3.1. Ιστορικό εταιρίας

Η εταιρία Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. (πλήρης επωνυμία της εταιρίας και με διακριτικό τίτλο ΑΣΤΡΟΝ Α.Ε.), προήλθε από την συνένωση δύο επιχειρήσεων της ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΕΠΕ και της ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ αστικού δικαίου ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ & ΜΑΡΙΑ ΣΙΑΧΟΥ, η οποία και μετατράπηκε τον Δεκέμβριο του 1992 σε Ανώνυμη Εταιρία.

Η εταιρία όπως φαίνεται από το καταστατικό της είναι μια οικογενειακή επιχείρηση. Βασικός λόγος για την σύστασή της ήταν η αρτιότερη οργάνωση των επιχειρηματικών αντικειμένων που τα μέλη της διαχειριζότανε μέχρι τότε.

Το αντικείμενο των εργασιών της Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. , καλύπτει την παραγωγή σκληρών αδρανών υλικών κοιτάσματος ανδεσίτου-δακίτου Λήμνου το οποίο διατίθεται προς πώληση για όλες τις χρήσεις στο νησί και σε ειδικές κατασκευές ασφαλικών μιγμάτων των μεγάλων έργων οδοποιίας της χώρας με σκοπό την αντιολισθηρή συμπεριφορά οδοστρωμάτων.

3.2. Το υλικό και χρήσεις του

Όσο αναφορά το πέτρωμα μακροσκοπικά στην υγιή του μορφή έχει χρώμα κυανό-μπλε, μπορούμε να διακρίνουμε μεγάλες ποσότητες πλαγιοκλάστων και κρυστάλλους βιοτίτη. Επίσης διακρίνουμε διάφορα στάδια εξαλλοίωσης που παρουσιάζονται αρχικά χρωματικά, δηλαδή στο 1ο στάδιο το πέτρωμα πρασινίζει, στο 2ο στάδιο κιτρινίζει και στο 3ο στάδιο παίρνει ένα φαιό χρώμα και παρουσιάζει σε μεγάλο βαθμό αποσάθρωση. Η εξαλλοίωση του πετρώματος συναντάται στα 3-4 πρώτα μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους και από εκεί και πέρα βρίσκουμε το υγιές πέτρωμα. Εξ' αιτίας της καθαρότητας του πετρώματος και της διαπιστωμένης ομοιομορφίας του, τόσο κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, όσο και κατά την οριζόντια εξάπλωσή του μέσα στην περιοχή μελέτης, τα τμήματα του χώρου ή του κοιτάσματος που εντάσσονται στην εκμετάλλευση, θα πρέπει να θεωρούνται για τους υπολογισμούς, πλήρως απολήψιμα (αποληψιμότητά τους 100%).

Οι παρακάτω φωτογραφίες δείχνουν το υγιές πέτρωμα και τα διάφορα στάδια εξαλλοίωσης:



Σχήμα 3.1: Υγιές πέτρωμα με ελαφρά εξαλλοίωση



Σχήμα 3.2: Πρώτο στάδιο εξαλλοίωσης



Σχήμα 3.3: Δεύτερο στάδιο εξαλλοίωσης αποσαθρωμένου πετρώματος



Σχήμα 3.4: Τρίτο στάδιο εξαλλοίωσης αποσαθρωμένου πετρώματος

Ορυκτολογικές εξετάσεις

- Από τις μακροσκοπικές και μικροσκοπικές παρατηρήσεις το πέτρωμα από το οποίο έχουν ληφθεί τα υπό εξέταση δείγματα χαρακτηρίζεται σαν «ανακρυσταλλωμένος κεροσιλβικός – βιοτιτικός δακτιοειδής». Πρόκειται δηλαδή για σκληρό και συμπαγές ηφαιστειακό πέτρωμα, το οποίο αποτελείται από ανακρυσταλλωμένη υαλώδη – μικρολιθική θεμελιώδη μάζα και από φαινοκρυστάλλους μεγέθους 3mm,

μεμονωμένους ή σε ολιγοκρυσταλλικά συσσωματώματα (=ιστός πορφυριτικός – πιλοταξικός).

- Στην ορυκτολογική σύσταση του πετρώματος μετέχουν διαφορετικής σκληρότητας (από 2 έως 7 της κλίμακας Mohs) ορυκτά, τα οποία διακρίνονται σε κύρια, δευτερεύοντα και ορυκτά εξαλλοίωσης.
- Τα κύρια ορυκτά είναι πλαγιόκλαστα, κερυστίλβη, βιοτίτης και χαλαζία.
 - Τα πλαγιόκλαστα επικρατούν από πλευράς αναλογίας.
 - Τα δευτερεύοντα ορυκτολογικά συστατικά είναι : κυρίως ασβεστίτης και μαγνητίτης.
- Η υφή του πετρώματος είναι συμπαγής και ο ιστός του είναι πορφυριτικός
- Το πέτρωμα παρουσιάζει την ακόλουθη ορυκτολογική παραγένεση:
 - Φαινοκρύσταλλοι πλαγιόκλαστων με σύσταση ανδεσίνη σε ποσοστό περίπου 15-20%,
 - Φαινοκρύσταλλοι πυρόξενων με σύσταση αυγίτη, συχνά εξαλλοιωμένοι σε χλωρίτη και οξειδία σιδήρου, σε ποσοστό περίπου 10%,
 - Μαρμαρυγίες, με σύσταση σερικίτη – φλογοπίτη, σε ποσοστό περίπου 7 – 8% και
 - Λίγα αργιλικά με σύσταση ιλλίτη, σε ποσοστό < 3%,

Θεμελιώδη μάζα αποτελούμενη από “γυαλί” και μικρούς κρυστάλλους αστρίων,γωνιώδης κόκκους χαλαζία, επίδοτα και αργιλικά (με σύσταση μοντμοριλλονίτη), σε ποσοστό περίπου 65 – 70%

Έλεγχος φυσικών ιδιοτήτων

- Δείκτης αντίστασης σε στίλβωση (κατά BS 812/75). Η δοκιμή έδωσε τιμή PSV=56 που σύμφωνα με το σχέδιο των αντίστοιχων τεχνικών οδηγιών του ΚΕΔΕ είναι κατάλληλο για θέσεις με επικινδυνότητα Α (επικίνδυνες θέσεις) και για κυκλοφορία μέση, για θέσεις με επικινδυνότητα Β (συνήθεις θέσεις) και για κυκλοφορία βαρεία και για θέσεις με επικινδυνότητα Γ (εύκολες θέσεις).
- Δείκτης φθοράς σε απότριψη (κατά BS 812/75). Το αποτέλεσμα της δοκιμής είναι $AAV = 4,3$. Η τιμή αυτή είναι πολύ μικρότερη από τις επιτρεπόμενες ανάλογα με το είδος της κυκλοφορίας (σχέδια οδηγιών ΚΕΔΕ).
- Φθορά σε τριβή και κρούση (Los Angeles, κατά ASTM C-131). Από την δοκιμή μετρήθηκε $LA = 15,86$, Διαβ.Β΄ που είναι τιμή πολύ μικρότερη από τις επιτρεπόμενες

(σχέδια οδигιών ΚΕΔΕ), σε σχέση με την κυκλοφορία, και ικανοποιεί τις προδιαγραφές για τη χρησιμοποίησή του σαν αντιστοιθηρό αδρανές.

- Κοκκομετρική ανάλυση (κατά AASHTO T-27). Το μέγεθος των κόκκων κυμαίνεται στο 4,75mm έως 23mm, με ποσοστό 60% έως τα 14mm. Λόγω της απουσίας λεπτομερών προκύπτει ότι το υλικό είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σαν αδρανές υπό την προϋπόθεση ότι θα ικανοποιεί από άποψη κοκκομετρίας τις εκάστοτε ανάγκες και προδιαγραφές του συγκεκριμένου έργου.
- Ειδικό βάρος (κατά BS 812/75). Το ειδικό βάρος του υλικού βρέθηκε ίσο με 2,58.

Αξιολόγηση – Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω έχει καταδειχθεί πλήρως ότι το πέτρωμα (κεροστιλβικός – βιοτιτικός δακτιοειδής) του ως άνω Λατομείου αποτελεί ένα ΣΚΛΗΡΟ ΑΔΡΑΝΕΣ ΥΛΙΚΟ κατάλληλο για αντιστοιθηρές κατασκευές.

ΧΡΗΣΕΙΣ

Το υλικό αυτό χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς. Αναλυτικά τα τρία τελευταία κλάσματα της κοσκίνισης με διαστάσεις 0-5mm, 5-14mm, 14-28mm χρησιμοποιούνται για σκυρόδεμα συνήθων χρήσεων, καθώς και για κονίαμα και ένεμα για χρήση σε κτίρια και άλλα έργα πολιτικού μηχανικού με υψηλές απαιτήσεις σε ασφάλεια (EN12620). Επίσης, τα τρία αυτά χρησιμοποιούνται σε ασφαλτομίγματα και επιφανειακές επιστρώσεις οδών, αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων με υψηλές απαιτήσεις σε ασφάλεια (EN 13043), καθώς και ως 3Α για υπόστρωμα οδοποιίας, εξυγιάνσεις εδαφών και σταθεροποίηση επιφανειών (EN 13242). Η άμμος (0-5mm) χρησιμοποιείται για κονιάματα με υψηλές απαιτήσεις σε ασφάλεια (EN 13139). Το κλάσμα μεγαλύτερης κοκκομετρίας 28-60mm, το λεγόμενο σκύρο, χρησιμοποιείται για έρμα σιδηροδρομικών γραμμών με υψηλές απαιτήσεις σε ασφάλεια (EN 13450). Τέλος οι φυσικοί ογκόλιθοι του πετρώματος χρησιμοποιούνται σε λιμενικά έργα (EN 13383).

Η εταιρία προέβη σε πιστοποίηση των προϊόντων της και έκδοση των παραπάνω πιστοποιητικών CE για πρώτη φορά το Δεκέμβριο 2015. Ο φορέας πιστοποίησης ήταν η EUROCERT A.E. και η εταιρία συμβούλων με την οποία συνεργάστηκε ήταν η Q4U. Προσωπικά συμμετείχα στη διαδικασία ως εκπρόσωπος του λατομείου.



Σχήμα 3.5: Τα τέσσερα κλάσματα τις επεξεργασίας του υλικού

3.3. Τεκτονική της λατομικής περιοχής

Η τεκτονική της περιοχής εκμετάλλευσης είναι πολύ ιδιαίτερη. Αρχικά διακρίνουμε ένα σύστημα σχεδόν παράλληλων ρηγμάτων κατεύθυνσης βορά-νότου, με απόσταση μεταξύ τους 30-40μ. Σε κάθε ένα από αυτά η απόσταση των καθρεφτών του ρήγματος διακυμαίνεται από 10-60cm και όλα τα ρήγματα είναι δευτερογενώς πληρωμένα με αργλικό υλικό. Έπειτα έχουμε διακλάσεις στυλοειδής κατάτμησης. Η διατομή κάθε στύλου ποικίλει από 1-3m². Στη συνέχεια παρατηρούμε ένα σύστημα διακλάσεων που ακολουθεί τη δομή του θόλου σε κάθε φλέβα διείσδυσης του ηφαιστειακού υλικού. Η έκταση κάθε φλέβας αντιστοιχεί στη διαμόρφωση των κορυφών των λόφων της περιοχής. Τέλος, βλέπουμε ότι υπάρχουν διακλάσεις που οφείλονται σε επιφανειακή εκτόνωση των εσωτερικών τάσεων του υλικού. Στις αρχικές βαθμίδες είναι εμφανέστατη η πλακοειδής μορφή των λίθων. Παρατηρείται, όμως, και μετά την εξόρυξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

4.1. Αρχές υπαίθριας εκμετάλλευσης

4.1.1. Γενικά στοιχεία για την εκμετάλλευση λατομείου αδρανών υλικών

Η γεωμορφολογία, η γεωλογία, η κοιτασματολογία και τα τεκτονικά δεδομένα της περιοχής, παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης ενός λατομείου αδρανών, όσο και στην επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης της μονάδας σπαστηροτριβείου και της τοποθεσίας φόρτωσης του τελικού προϊόντος. Για την αξιοποίηση του εξορυσσόμενου υλικού τα βασικά θέματα της λειτουργίας ενός λατομείου αδρανών είναι:

- Διάνοιξη οδών μεταφοράς και προσπέλασης
- Κτιριακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις
- Η εξόρυξη
- Η φόρτωση και μεταφορά του εξορυσσόμενου υλικού
- Η θραύση του υλικού
- Η διαβάθμιση και μεταφορά του παραγόμενου υλικού
- Η απόθεση των στείρων
- Η αποθήκευση και διάθεση του υλικού

Για την έκδοση άδειας χρήσης και λειτουργίας ενός λατομείου απαιτούνται τα εξής:

- Η γεωλογική μελέτη με τα κοιτασματολογικά στοιχεία
- Ο τρόπος εκμετάλλευσης και το χρονοδιάγραμμα των εργασιών
- Ο προϋπολογισμός της επένδυσης
- Το σχέδιο ασφάλειας εργασιών
- Η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Η μελέτη αποκατάστασης περιβάλλοντος
- Τοπογραφικά κλπ.

Πριν την έναρξη των εργασιών πρέπει να γίνει η οικονομοτεχνική μελέτη, αφού έχουν εξασφαλιστεί οι παρακάτω τεχνικές μελέτες:

- Άδεια παραχώρησης ή χρήσης του λατομείου
- Γεωλογική μελέτη-αξιολόγηση ποιότητας του εξορυσσόμενου υλικού
- Εκτίμηση του ύψους και συγκέντρωση των κεφαλαίων κίνησης
- Πιθανά χρηματοδοτικά προγράμματα στα οποία μπορεί να ενταχθεί η λειτουργία του λατομείου

Στη συνέχεια πρέπει να γίνει μελέτη εκμετάλλευσης, η οποία να περιλαμβάνει:

- Τη μέθοδο εκμετάλλευσης

- Τον προσδιορισμό ανθρώπινου δυναμικού
- Την επιλογή του μηχανολογικού εξοπλισμού

Επίσης πρέπει να περιλαμβάνει μια μελέτη παραγωγής προϊόντων (στην περίπτωση μας αδρανή) που έχει να κάνει με:

- Τη μέθοδο και διαδικασία παραγωγής
- Τον προσδιορισμό ανθρώπινου δυναμικού
- Την επιλογή μηχανολογικού εξοπλισμού

Τέλος η συνηθέστερη περίπτωση λατομείων έχει να κάνει με μια ολοκληρωμένη επιχείρηση που περιλαμβάνει την εξόρυξη, την επεξεργασία και τη διάθεση του τελικού προϊόντος.

4.1.2. Σύγκριση συστημάτων παραγωγής υπαίθριων εκμεταλλεύσεων

Στην παράγραφο αυτή παραθέτονται ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των διαφόρων παραγωγικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε υπαίθρια ορυχεία.

Το σύστημα φορτωτών και χωματουργικών αυτοκινήτων πλεονεκτεί σε ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες εργασίας. Σε αντίθεση, το σύστημα καδοφόρου εκσκαφέα και ταινιοδρόμου είναι δύσκολο να παρεκκλίνει από το αρχικό σχεδιασμό της εκμετάλλευσης.

Στα πλεονεκτήματα, επίσης, του συστήματος φορτωτή και χωματουργικών αυτοκινήτων μπορεί να καταχωρηθεί και το μικρό κόστος αγοράς των μηχανημάτων. Αν, μάλιστα κανείς εκμεταλλευτεί τον έντονο ανταγωνισμό στη μείωση των τιμών, λόγω της ύπαρξης στην αγορά πολλών διαφορετικών κατασκευαστών, και τις ευκαιρίες που υπάρχουν στην αγορά μεταχειρισμένων, τότε μπορεί να περιορίσει δραστικά το αρχικό ποσό της επένδυσης. Ταυτόχρονα, το κόστος της αγοράς των ανταλλακτικών και της συντήρησης των μηχανημάτων είναι αρκετά χαμηλό, λόγω του μεγάλου αριθμού εξαρτημάτων και των μικρών απαιτήσεων για ειδικευμένους μηχανικούς. (Τα παραπάνω δεν ισχύουν για μεγάλου μεγέθους μηχανήματα, των οποίων ο αριθμός, μέχρι στιγμής, είναι αρκετά περιορισμένος όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο).

Στα μειονεκτήματα του συστήματος φορτωτή και χωματουργικών αυτοκινήτων συγκαταλέγονται, πρώτα απ' όλα, τα υψηλά λειτουργικά έξοδα, που αφορούν κυρίως τη μεγάλη κατανάλωση καυσίμων και τη συνεχή αντικατάσταση ή επισκευή ορισμένων μηχανικών μερών του εξοπλισμού (όπως π.χ. τα ελαστικά). Η αξιοπιστία των διαφόρων εξαρτημάτων ενός μηχανήματος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το λειτουργικό κόστος του.

Μια ενέργεια που κινείται στην κατεύθυνση της μείωσης του λειτουργικού κόστους, είναι η αντικατάσταση, όπου αυτό είναι δυνατό, των υγρών καυσίμων από φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια. Από τη μια πλευρά, η αντικατάσταση αυτή δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα στα φορτωτικά μηχανήματα, πέρα ίσως από την ασφαλή τοποθέτηση του ηλεκτρικού καλωδίου. Από την άλλη πλευρά, όμως, η εγκατάσταση συστήματος εναέριας τροφοδοσίας με ηλεκτρικό ρεύμα (trolley) για την κίνηση των χωματουργικών αυτοκινήτων, είναι μια

ενέργεια που χρειάζεται ειδική διερεύνηση πριν υλοποιηθεί. Η εγκατάσταση εναέριων γραμμών είναι συμφέρουσα σε ορυχεία με μεγάλες ανηφορικές διαδρομές, όπου τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά αναπτύσσουν συγκριτικά μεγαλύτερες ταχύτητες και με την προϋπόθεση ότι η μείωση των εξόδων συνοδεύεται με αύξηση της παραγωγής. Τελικά, σε κάθε περίπτωση, αν η εγκατάσταση συστήματος ηλεκτροδότησης των φορτηγών δεν επιβάλλεται από στρατηγικούς, για μια εταιρία, σκοπούς (όπως η μείωση της εξάρτησής της από εταιρίες ή ξένα κράτη που της παρέχουν ενέργεια), είναι προτιμότερο να αποφεύγεται.

4.1.3. Σχεδιασμός ενός υπαίθριου λατομείου αδρανών υλικών

Μέθοδος εκμετάλλευσης

Η εκμετάλλευση λαμβάνει χώρα συνήθως σε πρανή λόφων από όπου δεν υπάρχει οπτική επαφή με κοντινές κατοικημένες περιοχές, αρχαιολογικούς χώρους κτλ. Γενικότερα το απότομο ανάγλυφο ευνοεί την ανάπτυξη λατομείων αδρανών. Η συνηθέστερη μέθοδος εκμετάλλευσης σε λατομείο αδρανών στον ελληνικό χώρο είναι η υπαίθρια κλειστή ή ανοιχτής μορφής με ορθές βαθμίδες ύψους περίπου 15m. Η εξορυκτική διαδικασία με την τεχνική διάτρησης-ανατίναξης πρέπει να προχωρά ταυτόχρονα σε δύο τουλάχιστον μέτωπα, δηλαδή σε ζευγάρι βαθμίδων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε μεγαλύτερη ευελιξία, δυνατότητα μεγαλύτερης παραγωγής, μείωση των νεκρών χρόνων κ.α. Η εξορυκτική διαδικασία στο λατομείο λαμβάνει χώρα συνήθως σε απόσταση από την μονάδα του σπαστηροτριβείου (λ.χ. 400m).

Ένας σημαντικός παράγοντας στην εξορυκτική διαδικασία είναι ο τρόπος και χρόνος μεταφοράς του εξορυσσόμενου υλικού. Οι δρόμοι πρέπει να έχουν κλίση κατά μέσο όρο 6% και όχι μεγαλύτερη από 12%, ενώ το πλάτος πρέπει να είναι τουλάχιστον 12m. Η επιλογή της θέσης τους πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ευνοεί τη γρήγορη αποπεράτωση των έργων διάνοιξης των δρόμων, την τοποθέτησή τους στα όρια των βαθμίδων και την τοποθέτησή τους σε άγονα πετρώματα ώστε να μην γίνει σπατάλη μέρους του κοιτάσματος. Όσον αφορά την κλίση του δαπέδου του λατομείου θα πρέπει να έχει κλίση 1% έως 2% με κατεύθυνση βύθισης αντίθετη προς το μέτωπο εκμετάλλευσης, έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η απορροή των νερών από τις θέσεις εργασίας. Επιπλέον είναι σημαντικό η μονάδα σπαστηροτριβείου δευτερογενούς θραύσεως να βρίσκεται σε βολική θέση για όλα τα πιθανά μέτωπα εξόρυξης.

Η μεταφορά του υλικού θα πρέπει να είναι συνεχής, χωρίς να υπάρχουν κενά στην τροφοδοσία της μονάδας, αλλά και χωρίς να υπάρχει καθυστέρηση στα μέσα μεταφοράς, αναμονή δηλαδή των φορτηγών μεταφοράς. Η φαινομενικά απλή διαδικασία μεταφοράς, αναδεικνύεται σε σύνθετο πρόβλημα καθώς εξαρτάται από παράγοντες όπως η απόσταση, ο χρόνος κύκλου μεταφοράς για κάθε φορτηγό, ο αριθμός μετώπων εξόρυξης και το φορτίο του κάθε φορτηγού, όσον αφορά την ποσότητα και το είδος.

Η πλατεία φόρτωσης του υλικού και ο χρόνος πρόσβαση σε αυτή παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση του χρόνου του κύκλου μεταφοράς. Ο χρόνος μανούβρας και φόρτωσης εξαρτάται από το μέγεθος της πλατείας σε σχέση με τα μηχανήματα, την ταχύτητα του φορτωτή και το μέγεθος του κάδου του σε σχέση με τη χωρητικότητα του φορτηγού. Σε

περίπτωση που τα μέτωπα εξόρυξης βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις, ο αριθμός των φορτηγών πρέπει να μεταβάλλεται.

Θραύση υλικού

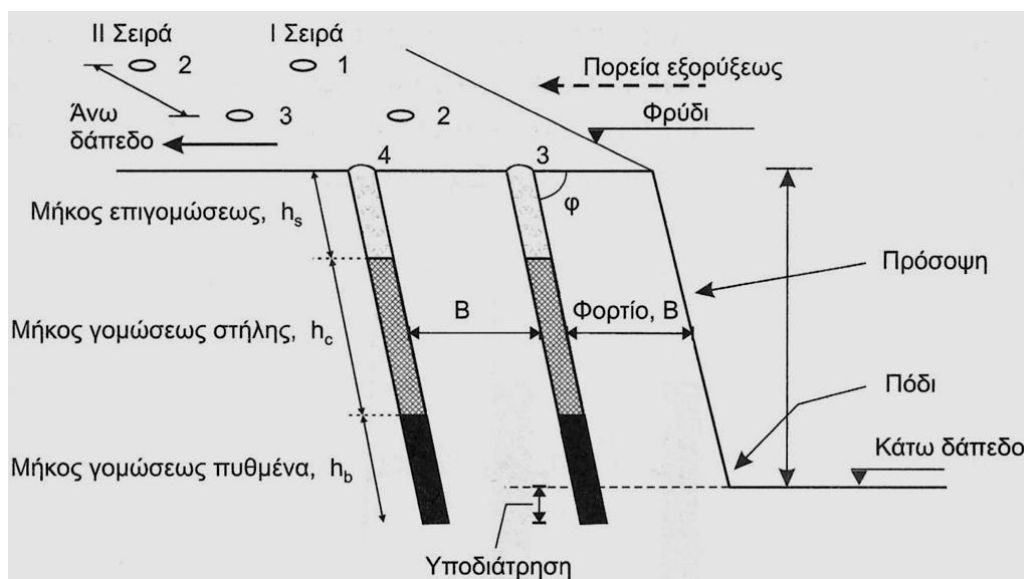
Με τον όρο θραύση εννοείται και η πρωτογενής θραύση κατά την εξόρυξη με εκρηκτικές ύλες (ΕΥ). Στη συνέχεια ακολουθεί η μηχανική θραύση στη μονάδα σπαστηροτριβείου. Το φορτίο και το ύψος των βαθμίδων, η ποσότητα και το είδος των ΕΥ καθώς και οι ιδιότητες του πετρώματος καθορίζουν την κοκκομετρία και τον τεμαχισμό του θραυσμένου πετρώματος, το οποίο θα φορτωθεί για να οδηγηθεί στη διαδικασία της δευτερογενούς θραύσης. Βασικός στόχος είναι το εξορυσσόμενο υλικό να έχει μέγεθος ογκοτεμαχίων τέτοιο ώστε να μην καταπονεί τον σπαστήρα της δευτερογενούς θραύσης, αλλά και τους φορτωτές και τα φορτηγά. Σε περίπτωση μεγάλων τεμαχίων γίνεται χρήση υδραυλικής σφύρας, επιβαρύνοντας όμως τη διαδικασία σε χρόνο και κόστος. Η χρήση ΕΥ απαιτεί ειδική μελέτη. Η γόμωση γίνεται σε πυκνά διαστήματα με χρήση κατάλληλων τύπων ΕΥ και εφαρμογή κατάλληλων χρόνων πυροδότησης έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης όρυξη του τμήματος της βαθμίδας εκμετάλλευσης για την οποία έχει σχεδιασθεί και το προϊόν να έχει την απαιτούμενη κοκκομετρία.

Κύρια Θραύση του πετρώματος

Η εγκατάσταση του συγκροτήματος δευτερογενούς και τριτογενούς θραύσης (σπαστηροτριβείο, αμμοτριβείο) πρέπει να βρίσκεται σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μην γίνεται ανύψωση του υλικού προς τροφοδοσία. Συνήθως το συγκρότημα βρίσκεται περίπου στο ίδιο επίπεδο με την περιοχή που λαμβάνει χώρα η εξορυκτική διαδικασία. Αντίθετα το συγκρότημα τριτογενούς θραύσης είναι δυνατό να βρίσκεται σε αρκετά κατώτερο επίπεδο, τέτοιο ώστε να προσδίδει καταλληλότερη θέση για τη φόρτωση. Η μεταφορά του υλικού γίνεται με ταινιόδρομο και διευκολύνεται λόγω της βαρύτητας. Το συγκρότημα δευτερογενούς θραύσης συνήθως είναι μεγαλύτερης δυναμικότητας από την τελική δυνατότητα παραγωγής του συγκροτήματος τριτογενούς θραύσης με ύπαρξη μεγάλου αποθηκευτικού χώρου, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την ανεξαρτητοποίηση των δύο μονάδων. Κατά την τροφοδοσία του υλικού στο συγκρότημα δευτερογενούς θραύσης, γίνεται αποχωρισμός του χώματος και των αργιλικών στοιχείων με κατάλληλη τροφοδοτική διάταξη και προδιαλογέα. Σημαντικό πρόβλημα για ένα τέτοιο λατομείο είναι η απόθεση του υλικού προς απόρριψη, γι' αυτό και πρέπει να έχει προβλεφθεί η διαμόρφωση του τελικού χώρου. Γίνεται χρήση επιπλέον μεταφορικών μέσων και πολλές φορές ο χώρος απόθεσης βρίσκεται αρκετά μακριά.

Διαδικασία εξόρυξης

Ο συνηθέστερος τρόπος εξόρυξης πετρώματος σε υπαίθριες εκμεταλλεύσεις είναι με χρήση εκρηκτικών υλών σε μέτωπο βαθμίδας (bench blasting), η εικόνα του οποίου μαζί με τη σχετική ορολογία δίνονται στο Σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1: Υπαίθριο μέτωπο μορφής βαθμίδας με παρακατακόρυφη πρόσοψη (Τσουρέλης, 2001)

Το πέτρωμα εξορύσσεται σε μία παρακατακόρυφη ή κατακόρυφη επιφάνεια, στο κατώτερο άκρο της οποίας διαμορφώνεται οριζόντιο επίπεδο. Το οριζόντιο αυτό επίπεδο καλείται κάτω δάπεδο (lower bench) σε αντιδιαστολή με το άνω δάπεδο (upper bench) από όπου διανοίγονται τα κατιόντα παρακατακόρυφα ή κατακόρυφα διατηρήματα, ενώ η κεκλιμένη ή κατακόρυφη κατά περίπτωση επιφάνεια μεταξύ των δύο δαπέδων, που αποτελεί την επιφάνεια προσβολής, καλείται πρόσοψη της βαθμίδας ή μέτωπο (bench face) (Τσουρέλης, 2001).

Η βαθμίδα αποτελεί τον κλασσικό τύπο μετώπου παραγωγής στις επιφανειακές εξορύξεις λατομείων. Εφαρμόζεται συνήθως σε ομάδες κατά κλιμακωτή διάταξη με την διαμόρφωση ανοικτής ή κλειστής εκσκαφής, ανάλογα εάν η εξόρυξη πραγματοποιείται αντίστοιχα σε λοφώδες έδαφος ή οριζόντιο οπότε εξελίσσεται σε βάθος. Σε κάθε περίπτωση το ύψος της δεν υπερβαίνει για λόγους ασφαλείας τα 15m σύμφωνα με τον ΚΜΛΕ (Τσουρέλης, 2001).

Από το άνω δάπεδο της βαθμίδας και σε αποστάσεις που ακολουθούν συγκεκριμένη γεωμετρική διάταξη, ορύσσονται με κατάλληλο διατηρητικό μηχάνημα μία ή περισσότερες σειρές παρακατακόρυφων ή κατακόρυφων διατηρημάτων, τα οποία εκτείνονται κατάλληλα χαμηλότερα από το κάτω δάπεδο της βαθμίδας, όπως δείχνει το Σχήμα 2.1. Η υπαίθρια ανατίναξη γίνεται με τουλάχιστον δύο ελεύθερες επιφάνειες (πρόσοψη ή φρύδι), που κατά την εξέλιξη της εκμετάλλευσης μπορούν να γίνουν και τρεις με τη διαμόρφωση πλευρικής παρακατακόρυφης ή κατακόρυφης επιφάνειας (Τσουρέλης, 2001).

Εκρηκτικές ύλες

Οι χρησιμοποιούμενες εκρηκτικές ύλες (ΕΥ) για τη γόμωση των διατηρημάτων είναι συνήθως ANFO ή εκρηκτικές ύλες της οικογένειας με βάση το νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3) ή συνδυασμός αυτών. Οι εκρηκτικές αυτές ύλες χρησιμοποιούνται σε μορφή συνεχούς συνήθως γομώσεως και σπανιότερα διακεκομμένης. Ανάλογα με την ευαισθησία της εκρηκτικής ύλης γίνεται χρήση όταν απαιτείται, ειδικών ενανυσμάτων (primers) όπως είναι το κοινό καψύλλιο, το ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό καψύλλιο, η συνήθους ισχύος εκρηκτική θρυαλλίδα, το σύστημα

Nonel και τα ενισχυτικά εναύσματα (boosters) για την έναυση εκρηκτικών χαμηλής ευαισθησίας. Σε όλες τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα μέσα επιβραδύνσεως για την έναυση των υπονόμων, με σκοπό τη μείωση των δονήσεων.

Η εξόρυξη στο μέτωπο βαθμίδας πραγματοποιείται πάντοτε με την ανατίναξη μιας ομάδας υπονόμων διατεταγμένων, όπως αναφέρθηκε, σε μία ή περισσότερες σειρές, επιδιώκοντας κατά κανόνα τα επόμενα αποτελέσματα (Τσουτρέλης, 2001):

- Ολοσχερή απόσπαση από τη φυσική του θέση, του γεωμετρικά καθορισθέντος προς εξόρυξη όγκου πετρώματος, ώστε μετά από κάθε ανατίναξη να προκύπτει μέτωπο με την ίδια πάντοτε γεωμετρική μορφή και με όσο το δυνατόν ασφαλέστερα πρηνή.
- Ικανοποιητικό θρυμματισμό του εξορυχθέντος πετρώματος ώστε το συνολικό κόστος εξόρυξης, στο οποίο περιλαμβάνεται και εκείνο των διαδικασιών της φόρτωσης, αποκομιδής και δευτερογενούς θραύσεως σε σπαστήρα, να ελαχιστοποιείται.
- Συγκέντρωση του εξορυχθέντος πετρώματος με τη μορφή σωρού εμπρός από το μέτωπο εξορύξεως, χωρίς εκτινάξεις ογκοτεμαχίων σε μεγάλες αποστάσεις.

Ανάλογα με το πέτρωμα, τα χαρακτηριστικά της εκρηκτικής ύλης και τον ζητούμενο θρυμματισμό, απαιτούνται συνήθως μεταξύ 150-400gr ανά m^3 στερεού πετρώματος.

Κάθε ΕΥ αποτελείται συνήθως από ένα καύσιμο και έναν οξειδωτικό παράγοντα, τα οποία όταν αντιδράσουν μεταξύ τους εκλύουν μεγάλη ποσότητα κρουστικής ενέργειας σε μικρό χρόνο καθώς και μεγάλες ποσότητες θερμών αερίων λόγω εξωθερμικών αντιδράσεων. Τα αέρια αυτά συμβάλουν στη θραύση και μετατόπιση του πετρώματος από την αρχική του θέση. Το κυριότερο χαρακτηριστικό των οξειδωτικών παραγόντων είναι ότι το οξυγόνο που περιέχουν μπορεί εύκολα να απελευθερωθεί και να σχηματίσει πιο σταθερές ενώσεις (π.χ. CO_2 , H_2O). Κάθε εκρηκτική ύλη είναι απαραίτητο να περιέχει αρκετό οξυγόνο ώστε να μπορεί να οξειδώνει όλα τα προϊόντα της χημικής αντίδρασης. Σε αντίθετη περίπτωση τα αέρια που εκλύονται είναι τοξικά (Αγιουτάντης, 2009).

Πετραμμωνίτης

Ο πετραμμωνίτης ή ANFO αποτελεί μίγμα πορώδους νιτρικού αμμωνίου και καυσίμου υδρογονάνθρακα. Η συνήθης αναλογία (κατά βάρος) νιτρικού αμμωνίου (NH_4NO_3) και πετρελαίου είναι 94:6. Χρησιμοποιείται ως ιδανική εκρηκτική ύλη για την γόμωση του κυρίου μέρους της εκρηκτικής στήλης εξαιτίας της ισχύος του και της οικονομικότητάς του, καθώς και του ότι μεταφέρεται εύκολα και με ασφάλεια. Η πυκνότητα του ANFO είναι της τάξης των 0,86 g/cm³, η ταχύτητα έκρηξης είναι περίπου 4400 m/sec, η θερμότητα αντίδρασης 900 kcal/kg και η πίεση έκρηξης 4800 MPa. Αντίστοιχα για τον αμμωνίτη είναι της τάξης των 1,50 g/cm³, 6000 m/sec, 1380 kcal/kg και 12000 MPa (Αγιουτάντης, 2009). Τα μεγέθη αυτά είναι δυνατόν να μεταβληθούν σε μικρό ποσοστό για τις διάφορες ποιότητες των προϊόντων αυτών.

Εκρηκτικά υγρής φάσης

Τα εκρηκτικά υγρής φάσης (water gels, slurries, υδραμμωνίτες, πολτώδη μίγματα, ημίρρευστες εκρηκτικές ύλες) αποτελούνται από μίγμα νιτρικού αμμωνίου και ενός ή περισσοτέρων καυσίμων. Επιπλέον τα μίγματα αυτά περιέχουν από 10 έως 30% νερό καθώς

και υδρόφιλα κολλοειδή τα οποία προσδίδουν μια πλαστικότητα στο υλικό και εξασφαλίζουν την ανθεκτικότητα του στο νερό. Τα κολλοειδή πρόσθετα παρεμποδίζουν την διάχυση μορίων νερού μέσα και έξω από τα μίγματα, με αποτέλεσμα τα εκρηκτικά του τύπου αυτού να είναι κατάλληλα για εφαρμογές σε υγρές συνθήκες. Για την αύξηση της εκρηκτικής τους ικανότητας, στα προηγούμενα μίγματα περιλαμβάνονται και μικρές ποσότητες ισχυρών εκρηκτικών όπως TNT ή μικρές ποσότητες κονιοποιημένων μετάλλων (Αγιουτάντης, 2009).

Ενισχυτικά εναύσματα

Η χρήση των ενισχυτικών εναυσμάτων έχει καθιερωθεί ιδιαίτερα με την χρήση των εκρηκτικών μέσων τα οποία δεν μπορούν να εναυθούν με απλά καψύλλια. Η πλήρης εκμετάλλευση της ενέργειας ενός εκρηκτικού επιτυγχάνεται όταν αυτό φτάνει την μέγιστη ταχύτητα έκρηξης. Έτσι μεγιστοποιείται η πίεση της έκρηξης και ο θρυμματισμός του πετρώματος. Οι επιθυμητές ιδιότητες των ενισχυτικών εναυσμάτων είναι οι εξής:

- Η πίεση της έκρηξης του εναύσματος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την πίεση έκρηξης του κύριου εκρηκτικού.
- Η ενέργεια που εκλύεται πρέπει να είναι ικανή να ενεργοποιήσει το κυρίως εκρηκτικό. Επομένως η διάμετρος του πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με αυτή του κύριου εκρηκτικού.
- Η ανθεκτικότητα του στο νερό πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή του κύριου εκρηκτικού.

Τα ενισχυτικά εναύσματα τοποθετούνται στα διατρήματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε το κρουστικό κύμα να οδηγείται προς το κυρίως εκρηκτικό σώμα. Συνηθίζεται να τοποθετείται στον πυθμένα των διατρημάτων. Υπάρχουν περιπτώσεις που απαιτούν την επιπλέον τοποθέτηση ενισχυτικού εναύσματος κατά μήκος της στήλης, ιδιαίτερα όταν η εκρηκτική στήλη δεν είναι συνεχής (διακεκομμένη γόμωση), χρησιμοποιούνται εκρηκτικά με πολύ χαμηλή ευαισθησία (π.χ. ANFO), τα διατρήματα είναι πολύ υγρά ή είναι αρκετά βαθιά (π.χ. μεγαλύτερα των 30 μέτρων).

Ένα ενισχυτικό έναυσμα που συνοδεύει το ANFO στις υπαίθριες εξορύξεις είναι ο αμμωνίτης. Είναι ισχυρό εκρηκτικό κατάλληλο για γόμωση πυθμένα, λόγω της άριστης ευαισθησίας του στην έναυση και της οικονομικότητας του. Ο αμμωνίτης αποτελεί μείγμα νιτρικού αμμωνίου, πετρελαίου και ζελατίνης (Αγιουτάντης, 2009).

Σύστημα NONEL

Το σύστημα έναυσης NONEL είναι ανταγωνιστικό εκείνου της ηλεκτρικής έναυσης και το αντικαθιστά πλήρως στις περιπτώσεις, που υπάρχουν παρασιτικά ηλεκτρικά ρεύματα. Με την χρησιμοποίηση μη ηλεκτρικού συστήματος οι κίνδυνοι ανεξέλεγκτης έκρηξης μειώνονται και το κύκλωμα πυροδότησης απλοποιείται σημαντικά χωρίς όμως να χάνονται τα πλεονεκτήματα του ηλεκτρικού καψυλλίου από πλευράς δυνατοτήτων επίτευξης πολλών απολύτως ελεγχόμενων χρόνων επιβράδυνσης, που είναι ιδιαίτερα επιθυμητοί σε υπόγειες ανατινάξεις και δεν προσφέρονται από την εκρηκτική θρυαλλίδα και τους συνδέσμους επιβράδυνσης. Το σύστημα NONEL συνίσταται από τρία μέρη:

- Το καψύλλιο (NONEL GT detonator), που συνοδεύεται από λεπτό πλαστικό αγωγό (σωλήνα).
- Τους συνδέσμους NONEL(connectors ή connector blocks). Αυτοί συνίστανται από διάφορα μήκη πλαστικού αγωγού, που καταλήγουν στο ένα ή και στα δύο άκρα τους, ανάλογα εάν είναι μονού (single connector GT1) ή διπλού (twin connector GT2) τύπου σε πλαστικό υποδοχέα. Ο υποδοχέας φέρει καψύλλιο με ασθενή γόμωση δεδομένου ότι ένας αγωγός

NONEL δεν μπορεί να εναύσει άλλον αγωγό NONEL χωρίς την παρεμβολή καψυλλίου στο σημείο σύνδεσης τους. Οι σύνδεσμοι χρησιμεύουν για την κατασκευή του κυκλώματος πυροδότησης, δηλαδή για να συνδέουν τους αγωγούς των καψυλλίων NONEL με τη γραμμή πυροδότησης.

- Την γραμμή πυροδότησης η οποία συνίσταται από πλαστικό αγωγό NONEL που διατίθεται σε ρολό.

Ο πλαστικός αγωγός του συστήματος NONEL συνίσταται από ειδικής ποιότητας πλαστικό και διατίθεται σε δύο τύπους. Ο συνήθης τύπος 3L έχει εξωτερική διάμετρο 3mm, και ο βαρύτερος τύπος 3L HD (Heavy Duty) 3,7mm. Στις δύο αυτές περιπτώσεις η εσωτερική διάμετρος είναι 1,2mm. Εσωτερικώς η επιφάνεια του σωλήνα έχει επαλειφθεί με λεπτότατη διάστρωση 0,02 g/m (αντιστοιχεί σε 1 kg εκρηκτικής ύλης ανά 50.000m) από ένα εκρηκτικό μίγμα (RDX ή PETN με αργίλιο), το οποίο όταν εναυθεί μεταφέρει εσωτερικά με αξιοπιστία ένα ασθενές κρουστικό κύμα με ταχύτητα περίπου 2100 m/s. Το κύμα αυτό είναι μεν ικανό να εναύσει ένα ειδικό καψύλλιο όχι όμως και να διαρρήξει τον πλαστικό αγωγό.

4.2 Σχέδιο ανατίναξης

Ο σχεδιασμός ανατινάξεων δεν είναι μια απόλυτη διαδικασία, καθώς υπεισέρχονται σε αυτόν παράμετροι όπως η φύση των πετρωμάτων, η γεωλογία και οι εκρηκτικές ύλες. Δεν είναι δυνατόν να γίνει ο σχεδιασμός μιας ανατίναξης με βάση μόνο ορισμένους μαθηματικούς τύπους χωρίς δοκιμές επί τόπου. Είναι σύνηθες φαινόμενο ο αρχικός σχεδιασμός μιας ανατίναξης σε κάθε εκμετάλλευση να μεταβάλλεται βάση των αποτελεσμάτων κάθε ανατίναξης, μέχρι να επιτευχθεί η μέγιστη εκμετάλλευση της εκλυόμενης ενέργειας του εκρηκτικού και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του πετρώματος (Αγιουτάντης, 2009).

Το σχέδιο ανατίναξης περιλαμβάνει καταρχήν την διάμετρο των διατρημάτων, τον υπολογισμό των φορτίων, τον όγκο του εξορυγμένου υλικού, τον αριθμό των διατρημάτων, το μήκος διάτρησης αλλά και την μάζα των εκρηκτικών. Υπάρχουν πολλές σχέσεις υπολογισμού του φορτίου όπως αυτές του Langefors και του Ash. Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του Ash (Ash, 1974) που δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$B_{\text{eff}} = K_B \cdot d/12 \quad (2.1)$$

όπου:

B_{eff} : το ενεργό φορτίο (ft)

d: διάμετρος της εκρηκτικής στήλης (in)

K_B : συντελεστής φορτίου που κυμαίνεται από 25 έως 35 ανάλογα με το εκρηκτικό που χρησιμοποιείται και τα χαρακτηριστικά του πετρώματος

Η επιγώμωση συνίσταται στην συμπλήρωση της εκρηκτικής στήλης με προϊόντα διάτρησης ή μίγματα άμμου και αργίλου, ώστε η εκρηκτική ενέργεια να μην χάνεται στην ατμόσφαιρα, αλλά να κατευθύνεται στο πέτρωμα. Το θεωρητικό και πρακτικό μήκος της επιγώμωσης, h_s , είναι $h_s = B_{\text{eff}}$ (Αγιουτάντης, 2009).

Το μήκος της υποδιάτρησης, J, δίνεται από τη σχέση 2.2 (Αγιουτάντης, 2009)

$$J = K_j \cdot B_{\text{eff}} \quad (2.2)$$

Ο συντελεστής υποδιάτρησης K_j , ο οποίος προσδιορίζεται εμπειρικά δεν πρέπει να είναι μικρότερος του 0,2 ενώ σε σκληρούς σχηματισμούς σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% του φορτίου.

Ο όγκος του ανατινασσόμενου υλικού ανά διάτρημα, V , υπολογίζεται από την κάτωθι προσεγγιστική σχέση:

$$V = H \cdot S \cdot B \quad (2.3)$$

όπου:

H : το ύψος της βαθμίδας (m).

S : η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων 1-1,5B (m).

B : το φορτίο του διατρήματος (m).

Ανάλογα με τον κάνναβο που χρησιμοποιείται κάθε φορά προκύπτει και ο όγκος ανατινασσόμενου υλικού ανά διάτρημα. Το εμβαδόν του καννάβου, E , προσδιορίζεται από το πηλίκο του ημερήσιου συμπαγούς όγκου πετρώματος με το ύψος της βαθμίδας. Προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$E = V_B / H \quad (2.4)$$

όπου:

V_B : ο ημερήσιος συμπαγής όγκος ανατινασσόμενου υλικού (m^3).

H : το ύψος της βαθμίδας (m).

Ο αριθμός των διατρημάτων n , προκύπτει από το πηλίκο του εμβαδού του καννάβου με το εμβαδόν που εξορύσσει κάθε διάτρημα. Το κάθε διάτρημα εξορύσσει πρίσμα, εμβαδού $S \cdot B$. Συνεπώς, ο αριθμός των διατρημάτων που θα ορυχθούν θα προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$n = \frac{E}{S \cdot B} \quad (2.5)$$

όπου:

E : το εμβαδόν του ημερήσιου καννάβου των διατρημάτων (m^2).

B : το ενεργό φορτίο του διατρήματος (m).

S : η απόσταση των διατρημάτων (m).

Ο συντελεστής κατανάλωσης (PF, powder factor) είναι το βάρος του εκρηκτικού που απαιτείται για τη θραύση μιας μονάδας βάρους πετρώματος (kg/m^3). Δίνεται από τη σχέση:

$$PF = (n \cdot W_e) / V_B \quad (2.6)$$

όπου:

V_B : ο ημερήσιος συμπαγής όγκος ανατινασσόμενου υλικού (m^3)

W_e : η απαιτούμενη ποσότητα εκρηκτικού ανά διάτρημα ($kg/διάτρημα$)

n : ο αριθμός των διατρημάτων

4.3 Εξοπλισμός υπαίθριου λατομείου

4.3.1. Διάτρηση

Τα διατρητικά φορεία είναι ερπυστριοφόρα και φέρουν τον οδηγό επί του οποίου κινείται αερόσφυρα ή υδραυλική σφύρα βαρέως τύπου για διάτρηση διατρημάτων διαμέτρου 5-15 cm περίπου (2÷6 in). Η συχνότητα των κρούσεων της σφύρας κυμαίνεται από 1200-3000 min^{-1} με

χρήση πεπιεσμένου αέρα από αεροσυμπιεστή που είναι ενσωματωμένος στο φορείο, ενώ ο ίδιος αέρας χρησιμοποιείται και για την κίνηση των ερπυστριών, του οδηγού ή του μαστού. Τα διατρητικά φορεία ταξινομούνται σε ελαφρού, μεσαίου ή βαρέως τύπου ανάλογα με το βάρος τους.



Εικόνα 4.2: Διατρητικό φορείο με καμπίνα χειριστού Atlas-Corpo

4.3.2 Φόρτωση και μεταφορά

Επιλογή του εξοπλισμού

Η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα φόρτωσης-μεταφοράς (loading-hauling) εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (οικονομικούς, τοπογραφικούς, κλπ). Ο πλέον συνήθης χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός σε υπαίθρια εκμετάλλευση αδρανών υλικών στην Ελλάδα είναι ο συνδυασμός ελαστικοφόρων φορτωτών με χωματουργικά αυτοκίνητα (φορτηγά, dumpers).

Ελαστικοφόρος φορτωτής

Ο συνηθέστερος χρησιμοποιούμενος τύπος είναι αυτός του ελαστικοφόρου φορτωτή (front - end loader ή FEL) με ικανότητα κάδου από 1-20 m³. Μπορούν εκτός από την φόρτωση να χρησιμοποιηθούν και για δευτερεύοντες εργασίες, όπως για διαμόρφωση του χώρου ή ακόμα και για μεταφορά υλικού αν χρειαστεί. Ένας από τους λόγους που χρησιμοποιείται είναι η κινητικότητα του, η οποία είναι χρήσιμη σε μια λατομική εκμετάλλευση (Εξαδάκτυλος, 2004).

Η αποδοτικότητα των φορτωτών σχετίζεται άμεσα με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Την παραγωγικότητα τους
- Την αξιοπιστία τους
- Το χαμηλό κόστος λειτουργίας
- Την προσαρμογή της γεωμετρίας και της δυναμικότητας τους σε σχέση με εκείνη του μέσου μεταφοράς
- Την ικανοποίηση των ειδικών απαιτήσεων της εκμετάλλευσης

Η αυξημένη παραγωγικότητα των φορτωτών επιτυγχάνεται όταν πληρούνται ορισμένοι παράγοντες, οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι:

- Οι μικροί χρόνοι πλήρωσης-περιφοράς-εκκένωσης κάδου
- Ο απλός και εργονομικός χειρισμός του μηχανήματος
- Η ελάχιστη επιρροή της λειτουργίας του φορτωτή από το δάπεδο πορείας του

Ο χρόνος πλήρωσης του κάδου του φορτωτή εξαρτάται από:

- Τη δύναμη διείσδυσης του κάδου στο μέτωπο ή στο σωρό του πετρώματος
- και τη δύναμη θραύσης που αναπτύσσει ο κάδος

Η ωριαία απόδοση φορτωτή υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση (Εξαδάκτυλος, 2004):

$$Q_{\varphi} = \frac{60 \cdot V_{\varphi} \cdot \Phi_{\varphi} \cdot n_{\varepsilon}}{t_{\varphi}} \quad (2.7)$$

V_{φ} : χωρητικότητα κάδου φορτωτή (m^3)

Φ_{φ} : συντελεστής πλήρωσης κάδου

n_{ε} : συντελεστής εκμετάλλευσης μηχανήματος

t_{φ} : χρόνος κύκλου φορτωτή (min)

Χωματουργικά αυτοκίνητα

Τα χωματουργικά αυτοκίνητα (X.A.) χρησιμοποιούνται για την μεταφορά του εξορυγμένου υλικού από τη θέση φόρτωσης στα μέτωπα στις εγκαταστάσεις δευτερογενούς θραύσης. Η επιλογή του τύπου χωματουργικών αυτοκινήτων σχετίζεται άμεσα με τον τρόπο εκκένωσης του φορτίου τους. Στις σύγχρονες υπαίθριες εκμεταλλεύσεις έχει επικρατήσει η χρήση χωματουργικού αυτοκινήτου οπίσθιας εκκένωσης με κιβώτιο τύπου V ή επίπεδο, τόσο για τη μεταφορά αγόνων όσο και τη μεταφορά μεταλλεύματος, (Εξαδάκτυλος, 2004).

Η ωριαία παραγωγή X.A. υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση (Εξαδάκτυλος, 2004):

$$Q_{XA} = (60 \cdot V_{\text{μετ}} \cdot n_{\varepsilon}) / t_{XA} \quad (2.8)$$

όπου:

Q_{XA} : η ωριαία παραγωγή του X.A. (m^3/h)

$V_{\text{μετ}}$: μεταφερόμενος όγκος (m^3)

t_{XA} : χρόνος κύκλου εργασίας X.A. (min)

n_{ε} : συντελεστής ή βαθμός εκμετάλλευσης χρόνου

Ο χρόνος κύκλου του X.A., t_{XA} δίνεται από την εξής σχέση (Εξαδάκτυλος, 2004):

$$t_{XA} = t_{\text{σταθ}} + t_{\varphi} + t_{\text{μετ}} + t_{\text{επ}} \quad (2.9)$$

όπου:

$t_{\text{σταθ}}$: ο χρόνος ελιγμών και απόρριψης,

t_{φ} : ο χρόνος φόρτωσης,

$t_{\text{μετ}}$: ο χρόνος μετακίνησης προς το σημείο απόθεσης και

$t_{\text{επ}}$: ο χρόνος επιστροφής.

Οι χρόνοι μετακίνησης και επιστροφής μπορούν να υπολογιστούν με βάση την ταχύτητα μεταφοράς σχέση (2.10) και την απόσταση του σημείου φόρτωσης από το σημείο απόθεσης (Εξαδάκτυλος, 2004).

$$V_{\text{μετ}} = (270 \cdot N_e \cdot n_{\mu}) / [(B_o + B_{\text{μετ}}) \cdot (w_r + w_s)] \quad (2.10)$$

όπου:

$V_{\text{μετ}}$: μέγιστη ταχύτητα μηχανήματος (km/h)

N_e : ισχύς μηχανήματος (hp)

B_o : απόβαρο χωματουργικού αυτοκινήτου (Mp)

$B_{\text{μετ}}$: βάρος μεταφερόμενου γεωυλικού (Mp)

n_{μ} : μηχανικός βαθμός απόδοσης

w_r : ανηγμένη αντίσταση κύλισης (kp/Mp)

$w_r = W_r/B$, όπου W_r = αντίσταση κύλισης (kp), και B = βάρος (Mp)

$w_r = 20 + 6s$ (kp/Mp), εμπειρικός τύπος

s = διείδυση ελαστικών στο έδαφος (cm)

w_s = ανηγμένη αντίσταση κλίσης (kp/Mp)

$w_s = 1000\epsilon\phi\delta$ (kp/Mp)

Συνδυασμός φορτωτή-χωματουργικού αυτοκινήτου

Ένας σωστός σχεδιασμός του συστήματος φόρτωσης και μεταφοράς απαιτεί τον προσδιορισμό του απαιτούμενου αριθμού Χ.Α. που πρέπει να απασχολεί το μηχάνημα φόρτωσης. Σε μεταλλευτικές και λατομικές εκμεταλλεύσεις που έχουν ένα φορτωτή, η ωριαία απόδοση του εργοταξίου δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από αυτήν του φορτωτή. Συνηθίζεται ο τύπος των Χ.Α. να είναι ο ίδιος σε ένα εργοτάξιο, καθώς με αυτό τον τρόπο διευκολύνεται ο σχεδιασμός του συστήματος φόρτωσης και μεταφοράς αλλά και η συντήρηση τους. Ο αριθμός n_{XA} των χωματουργικών αυτοκινήτων που χρειάζεται ένας φορτωτής εξαρτάται από τον συνολικό χρόνο του κύκλου μεταφοράς t_{XA} και από τον χρόνο φόρτωσης t_{ϕ} και δίδεται από την σχέση (Παναγιώτου, 1993):

$$n_{XA} = t_{XA} / t_{\phi} \quad (2.11)$$

Ο αριθμός αυτός θα πρέπει να είναι ακέραιος. Συνηθίζεται να στρογγυλοποιείται προς τον αμέσως μεγαλύτερο αριθμό, δηλαδή ο φορτωτής να είναι συνέχεια απασχολημένος, έτσι ώστε οι τυχόν καθυστερήσεις των Χ.Α. ή άλλα προβλήματα των Χ.Α. να μην επηρεάζουν την ωριαία απόδοση του εργοταξίου. Σε περίπτωση που ο σχεδιασμός του συστήματος φόρτωσης και μεταφοράς πραγματοποιηθεί κατά την αρχική μελέτη της εκμετάλλευσης, όπου έχει εκτιμηθεί η διάρκεια της εκμετάλλευσης και η ωριαία απαιτούμενη απόδοση του εργοταξίου, χρειάζεται να υπολογιστεί εκτός του αριθμού των Χ.Α. και ο αριθμός των φορτωτών. Αρχικά υπολογίζεται ο αριθμός των φορτωτών από την παρακάτω σχέση (Εξαδάκτυλος, 2004):

$$Z_{\phi} = Q_{\text{εργ}} / Q_{\phi} \quad (2.12)$$

$Q_{\text{εργ}}$: η ωριαία απαιτούμενη απόδοση του εργοταξίου (σε χαλαρά m³)

Q_{ϕ} : η ωριαία απόδοση του φορτωτή (σε χαλαρά m³)

Έπειτα υπολογίζεται ο αριθμός των Χ.Α., Z_{XA} με βάση την εξής σχέση (Εξαδάκτυλος, 2004):

$$Z_{XA} = Z'_{\varphi} \cdot (Q_{\varphi} / Q_{XA}) \quad (2.13)$$

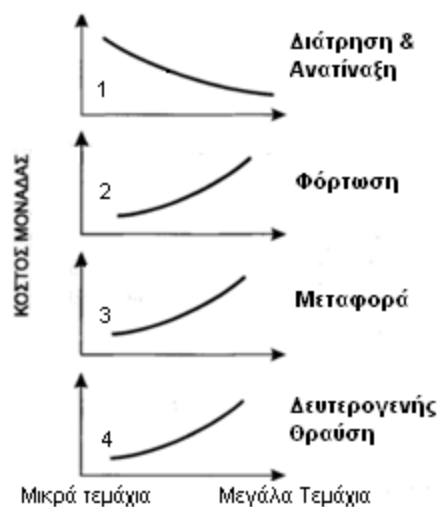
όπου Z'_{φ} ο αριθμός των φορτωτών της σχέσης (2.12) στρογγυλοποιημένος στον αμέσως επόμενο ακέραιο και Q_{XA} η ωριαία παραγωγή του Χ.Α. από τη σχέση (2.8).

4.3.3 Σπαστηροτριβείο

Πρωτογενής Θραύση

Η πρωτογενής θραύση επιτελείται κατά την ανατίναξη, με τον θρυμματισμό (fragmentation) να εκφράζει την κατανομή μεγέθους των παραγομένων κατά την εξόρυξη τεμαχίων του πετρώματος και είναι μια πολύ σπουδαία ιδιότητα του εξορυγμένου πετρώματος διότι επηρεάζει το συνολικό κόστος της παραγωγικής διαδικασίας (Τσουτρέλης, 2001).

Όπως δείχνουν οι γραφικές παραστάσεις του Σχήμα 4.3, η παραγωγή λεπτομερούς προϊόντος από το μέτωπο έχει υψηλότερο μεν κόστος από πλευράς καταναλώσεως ΕΥ και διατρήσεως, αφού απαιτείται περισσότερη ενέργεια και μήκος των διατρημάτων για την γόμωση της εκρηκτικής ύλης, αλλά μικρότερο κόστος από πλευράς φορτώσεως, μεταφοράς και δευτερογενούς θραύσεως του εξορυγμένου πετρώματος, αφού φορτώνεται, μεταφέρεται και θραύεται ευκολότερα. (Τσουτρέλης, 2001)



Σχήμα 4.3: Επίδραση του θρυμματισμού στις διάφορες διαδικασίες εξορύξεως του πετρώματος μέχρι δευτερογενούς θραύσεως του (Τσουτρέλης, 2001)

Μηχανές Θραύσεως (θραυστήρες)

Οι κύριες εργασίες για την παραγωγή αδρανών υλικών περιλαμβάνουν την θραύση και την ταξινόμηση τους κατά μέγεθος (κόσκινα). Όταν τα υλικά, έχουν αυξημένο ποσοστό ξένων προσμίξεων, λαμβάνει χώρα πριν την θραύση και σπανιότερα μετά από αυτή, πλύσιμο σε ειδικές μηχανές, για την αφαίρεση των.

Η θραύση των πετρωμάτων επιτυγχάνεται με τις παρακάτω μεθόδους (Εφραιμίδης, 1971):

- Με σύνθλιψη των τεμαχίων του υλικού μεταξύ δύο παλινδρομικά κινουμένων σιαγόνων (σιαγονωτοί θραυστήρες).
- Με σύνθλιψη μεταξύ δύο αντιθέτως στρεφόμενων τύμπανων.
- Με κρούση και τριβή μέσω ταχέως στρεφόμενων σφυρών.
- Με κρούση επί ταχέως στρεφόμενων κρουστήρων.
- Με την διέλευση στρεφόμενων τύμπανων μαζί με μεταλλικές σφαίρες.

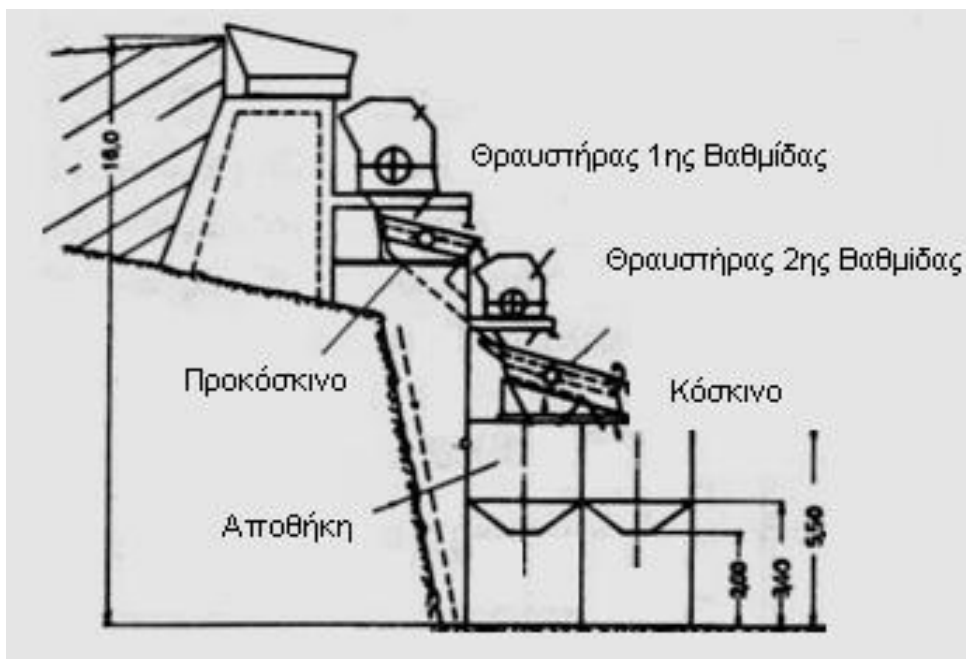
Η επιλογή των μηχανών θραύσεως εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως την φύση του υλικού και της αντοχής του σε θλίψη. Επιπλέον κατά την θραύση το ειδικό βάρος του υλικού παραμένει αμετάβλητο εφόσον αυτό είναι φυσικό μέγεθος του υλικού, μεταβάλλεται όμως το φαινόμενο ειδικό βάρος συναρτήσει του βαθμού θραύσεως (Εφραιμίδης, 1971).

Το μηχανικό συγκρότημα θραύσεως περιλαμβάνει τούς θραυστήρες, τα κόσκινα και τις βοηθητικές διατάξεις όπως τούς τροφοδότες, τις αποθήκες υλικών και τα μεταφορικά ή ανυψωτικά μηχανήματα.

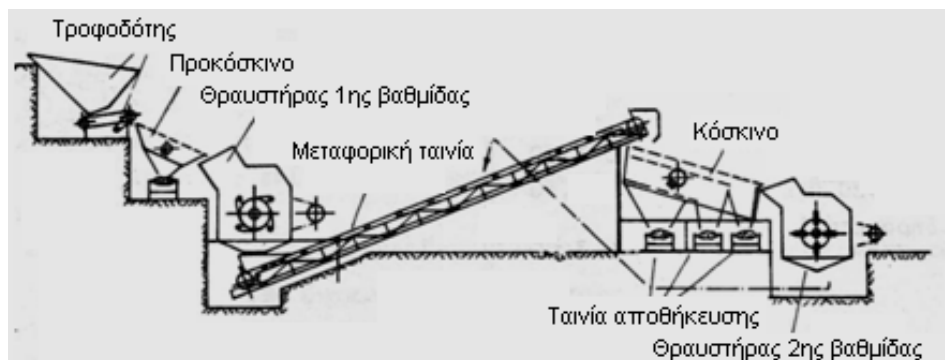
Βασικά διακρίνονται δύο τυπικές μορφές συγκροτημάτων θραύσεως και διαβαθμίσεως αδρανών υλικών (Εφραιμίδης, 1971):

α) Κατακόρυφη διάταξη (Σχήμα 4.4). Τα μηχανήματα τοποθετούνται το ένα κάτω από το άλλο και η ροή του υλικού επιτυγχάνεται με την βαρύτητα χωρίς την βοήθεια μεταφορικών ή ανυψωτικών μέσων. Για την αποθήκευση των υλικών χρησιμοποιούνται σιλό από σκυρόδεμα ή σιδηρελάσματα περιορισμένης χωρητικότητας.

β) Επίπεδη διάταξη (Σχήμα 4.5). Σ' αυτήν τα διάφορα μηχανήματα τοποθετούνται σε σειρά στην ίδια περίπου στάθμη. Η σύνδεση τους επιτυγχάνεται με κατάλληλα μεταφορικά και ανυψωτικά μέσα. Για την μεταφορά χρησιμοποιούνται ελαστικοί μεταφορικοί ιμάντες, λόγω της παρεχομένης ασφαλείας κατά τη λειτουργία και λόγω της δυνατότητας επιτεύξεως υψηλών μεταφορικών αποδόσεων. Τέλος η αποθήκευση των υλικών γίνεται επίσης μέσω ελαστικών μεταφορικών ιμάντων σε σωρούς.



Σχήμα 4.4: Κατακόρυφη διάταξη συγκροτήματος θραύσεως (Εφραιμίδης, 1971)



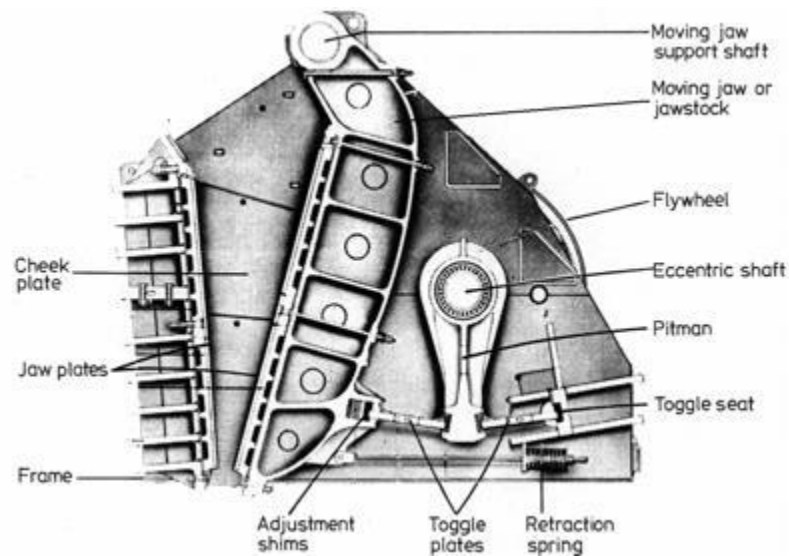
Σχήμα 4.5: Οριζόντια διάταξη συγκροτήματος θραύσεως (Εφραιμίδης, 1971)

Η θραύση των υλικών μπορεί να γίνει σε μία ή περισσότερες βαθμίδες. Η θραύση σε μία μόνο βαθμίδα πρέπει να μελετάται με προσοχή, διότι λόγω της μεγάλης σχέσεως θραύσεως προκύπτουν αυξημένες φθορές, μειωμένη παραγωγική ικανότητα και αυξημένη απορροφώμενη ισχύς ανά μονάδα παραγόμενου όγκου. Η θραύση σε περισσότερες βαθμίδες δίνει καλύτερο βαθμό εκμεταλλεύσεως της εγκαταστάσεως, επομένως χαμηλότερο κόστος και ευελιξία στην λειτουργία, δηλαδή δυνατότητα παραγωγής αδρανών υλικών διαφορετικής συστάσεως π.χ. υλικών οδοστρωσίας ή για την παραγωγή σκυροδέματος (Εφραιμίδης, 1971).

Γενικώς διακρίνονται τρεις βαθμίδες θραύσεως, η πρόθραυση, με τελική διάσταση ογκοτεμαχίων 50 έως 800 mm, η ενδιάμεση θραύση με τελική διάσταση 5 έως 10 mm και η λεπτομερής θραύση που χαρακτηρίζεται και ως τριβή ή άλεση. Σε αυτήν ο κόκκος του υλικού μειώνεται σε διαστάσεις μικρότερες του 1mm. Στα δομικά έργα επαρκούν οι δύο πρώτες βαθμίδες, ενώ ή τρίτη βαθμίδα χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις για την παραγωγή λιθαλεύρου (φίλερ) και κυρίως στην τσιμεντοβιομηχανία (Εφραιμίδης, 1971).

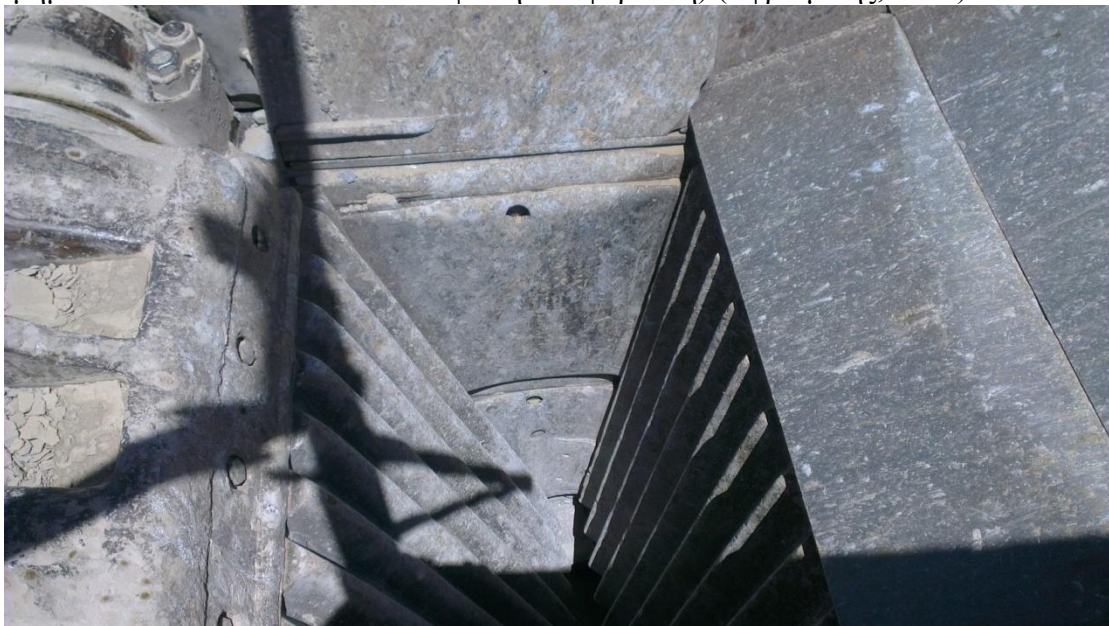
Σιαγονωτός θραυστήρας με διωστήρα

Είναι ο πλέον αντιπροσωπευτικός τύπος θραυστήρα προθραύσεως ή δευτερογενούς θραύσης (Σχήμα 4.6). Αποτελείται από μία σταθερή (ακίνητη) σιαγώνα και μία κινητή η οποία ταλαντεύεται γύρω από τον άξονα αναρτήσεως, κινούμενη από μηχανισμό στροφάλου-διωστήρα. Με αυτή την κίνηση μεταβάλλεται περιοδικά το διάκενο μεταξύ σταθερής και κινούμενης σιαγώνας οπότε το υλικό που βρίσκεται μέσα στον χώρο θραύσεως, συνθλίβεται και θρυμματίζεται. Το μέγιστο εύρος ταλαντώσεως στο κάτω άκρο στον θραυστήρα είναι μικρότερο του διακένου εκροής. Έτσι η θραύση γίνεται μέσω συνθλίψεως και όχι μέσω κρούσεως, κάτι που είναι προτιμότερο. Όταν το παραγόμενο υλικό προορίζεται για την παρασκευή σκυροδέματος, πρέπει να διέρχεται από μια τριτογενή θραύση για να υποστεί την τελική κρουστική θραύση, διότι από αυτήν οι κόκκοι αποκτούν κρυσταλλική μορφή απαραίτητη για υψηλής ποιότητας σκυρόδεμα (Εφραιμίδης, 1971).



Σχήμα 4.6: Τομή Σιαγονωτού θραυστήρα (The Institute of Quarrying, 2009)

Αμφότεροι οι σιαγόνες είναι επίπεδοι και επενδεδυμένοι με θωράκιση ανθεκτικών υλικών. Το βάκτρο ωθήσεως της κινητής σιαγώνας χρησιμεύει και ως ασφάλεια, διότι αστοχεί σε περίπτωσης υπέρμετρης φορτίσεως της σιαγώνας, π.χ. όταν εισέρχεται εντός του χώρου θραύσεως μεταλλικό αντικείμενο (δεν είναι σπανία η περίπτωση εισόδου σπασμένων τμημάτων από τον κάδο του εκσκαφέα ή του φορτωτή) (Εφραιμίδης, 1971).



Σχήμα 4.7: Κάτοψη σιαγονωτού σπαστήρα

Περιστροφικός θραυστήρας με σφυριά

Είναι ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος τύπος θραυστήρα για την τριτογενή θραύση αδρανών (Σχήμα 4.8). Σε αυτόν η θραύση επιτελείται σε τρία στάδια. Αρχικά το υλικό θραύεται κατά την κρούση με τα ταχέως στρεφόμενα σφυριά, τα οποία συνδέονται με άρθρωση στο τύμπανο, στη συνέχεια εκσφενδονίζονται στην πλάκα θραύσεως και τέλος υφίσταται λεπτομερή θραύση με την σύνθλιψη μεταξύ των σφυρών και της σχάρας.



Σχήμα 4.8: Περιστροφικός θραυστήρας με σφυριά

Η μεταβολή της σχέσης θραύσεως είναι εύκολη με την μετατόπιση της πλάκας θραύσεως και αλλαγής των διακένων της σχάρας. Η ταχύτητα περιστροφής επηρεάζει την λεπτότητα του παραγόμενου υλικού με την ταχύτητα περιστροφής να κυμαίνεται μεταξύ 650 και 1400 στροφών ανά λεπτό. Το ελάχιστο διάκενο εσχάρας είναι 3 mm και είναι κατάλληλο για την παραγωγή λεπτομερούς υλικού της κλάσεως 0-3 mm από ασβεστολιθικά πετρώματα, ενώ δεν ενδείκνυται για την θράυση σκληρών πετρωμάτων λόγω του υψηλού βαθμού φθοράς των σφυρών (Εφραιμίδης, 1971).

Διαβάθμιση αδρανών υλικών

Ο όρος διαβάθμιση περιγράφει την ταξινόμηση των αδρανών υλικών μέσω μηχανικών ή άλλων μέσων σε ομάδες ανάλογα του μεγέθους του κόκκου και σύμφωνα με τις προδιαγραφές του έργου για το οποίο προορίζονται τα υλικά.

Η διαβάθμιση με μηχανικά κόσκινα είναι δυνατή για μέγεθος κόκκου μέχρι 3mm. Αντίθετα η διαβάθμιση της περιοχής 0-3mm απαιτεί υπερβολικές επιφάνειες κοσκίνων, με τον βαθμό διαχωρισμού να είναι χαμηλός, αφού οι βρόχοι των λεπτοφυών πλεγμάτων φράσσονται γρήγορα και γενικά ο διαχωρισμός είναι τεχνικά αδύνατος ή αντισυμβαλτικός. Για την διαβάθμιση της κλάσης 0-3 mm, πολύ σημαντική για την ποιοτική βελτίωση του σκυροδέματος, ιδιαίτερα στην περίπτωση ειδικής μορφής έργων, εφαρμόζονται άλλοι μέθοδοι, όπως π.χ. ο διαχωρισμός με ρεύμα νερού ή αέρος (Εφραιμίδης, 1971).

Δονητικά κόσκινα

Η εφαρμογή των μηχανικών ταλαντώσεων στα δονητικά κόσκινα για την ταξινόμηση κατά μέγεθος των αδρανών υλικών δίνει συνήθως άριστα αποτελέσματα. Τα δονητικά κόσκινα, στην απλούστερη μορφή τους αποτελούνται από ένα πλαίσιο (κιβώτιο) με ελάσματα, στηριζόμενο σε ισχυρές βάσεις μέσω ελατηρίων. Από το κέντρο βάρους του κόσκινου διέρχεται άτρακτος, η οποία φέρει δύο δίσκους έκκεντρων μαζών (αντίβαρα) (Εφραιμίδης, 1971).

Κατά την περιστροφή των έκκεντρων βαρών με τη φορά κινήσεως του υλικού και τη συνεργασία των ελατηρίων δημιουργείται εξαναγκασμένη ταλάντωση, η οποία θέτει το πλέγμα του κόσκινου και το υλικό που βρίσκεται σε αυτό σε ταχεία παλμική κίνηση. Από

αυτή την κίνηση το υλικό επιταχύνεται από το πλέγμα και κινείται πάνω σε αυτό μέχρι το σημείο αναστροφής της κινήσεως. Μετά την θέση αυτή, όταν η επιτάχυνση του πλέγματος είναι μεγαλύτερη της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) το υλικό αποσπάται από πλέγμα και λόγω της αρχικής ταχύτητας διαγράφει βλητική παραβολή, μέχρις ότου συναντήσει πάλι το κόσκινο. Η επιτάχυνση του κόσκινου είναι συνήθως 3-5 g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Όταν το υλικό δεν επιδέχεται εύκολη ταξινόμηση (π.χ. υλικό, του οποίου το μεγαλύτερο ποσοστό των κόκκων κυμαίνεται στην διάσταση του βρόχου, ή υλικό σφηνοειδούς μορφής), τότε στο κόσκινο δίδεται επιτάχυνση 6-7 g , για να αποφεύγεται το φράξιμο των βρόχων. Το υλικό κινούμενο κατά μήκος του πλέγματος λόγω της ελαφριάς κλίσεως του κόσκινου, διέρχεται από τον βρόχο ή κινείται προς το επόμενο πλέγμα όταν αυτά είναι διατεταγμένα σε σειρά (Εφραιμίδης, 1971).

Στα δονητικά κόσκινα τα πλέγματα τοποθετούνται σε σειρά ή παράλληλα. Με την παράλληλη διάταξη μειώνεται ο όγκος του κόσκινου (Σχήμα 4.9). Ο μέγιστος αριθμός των παραλλήλων πλεγμάτων είναι 4, ενώ αυτών σε σειρά 2. Η κλίση του κόσκινου ως προς την οριζόντια ανέρχεται σε 11° έως 14° περίπου. Η αύξηση της γωνίας κλίσεως έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικής ικανότητας και την μείωση του βαθμού ή της ποιότητας διαχωρισμού (Εφραιμίδης, 1971).



Σχήμα 4.9: Δονούμενο κόσκινο με τρία παράλληλα πλέγματα

Με τον όρο “βαθμός διαχωρισμού” ορίζεται η σχέση της ποσότητας του λεπτού υλικού, το οποίο πραγματικά διέρχεται από τους βρόχους προς την ποσότητα του λεπτού υλικού, το οποίο περιέχεται στο τροφοδοτούμενο υλικό και το οποίο θα είναι θεωρητικά δυνατό να διέλθει από τον υπόψη βρόχο, αλλά λόγω κατασκευαστικών ατελειών παρασύρεται στην απόρριψη. Τα συνήθη κόσκινα, κατασκευάζονται με βαθμό διαχωρισμού 0,85 (Εφραιμίδης, 1971).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

5.1. Προσπέλαση στο λατομικό χώρο

Η εξωτερική προσπέλαση του λατομικού χώρου εξασφαλίζεται από υφιστάμενο αγροτικό δρόμο, ο οποίος ξεκινά από τον επαρχιακό ασφαλτοστρωμένο δρόμο Μύρινας-Αεροδρομίου. Μετά από διαδρομή 700m περίπου, ξεκινάει αγροτικός χωματόδρομος μήκους $\approx 700\text{m}$, που κινείται Νότια και ένας κλάδος του οποίου καταλήγει στα Βόρεια όρια του λατομικού χώρου περί το απόλυτο υψόμετρο Y+160.

Ο δρόμος αυτός που αποτελεί την εξωτερική προσπέλαση του λατομείου, έχει μήκος 760m περίπου, είναι καλής βατότητας χαραγμένος από παλιά, με ομαλές κλίσεις ($<8\%$), με πλάτος καταστρώματος 7m και ακτίνα καμπυλότητας άνω των 30m (αρθ. 40 του ΚΜΛΕ) και δεν θα χρειασθεί να γίνει καμία τροποποίηση ή βελτίωσή του. Εξυπηρετεί δε και την πυρασφάλεια και προσπέλαση της γύρω περιοχής και συντηρείται κανονικά από την εκμεταλλεύτρια εταιρία. Η ενδεικτική απεικόνιση και εξέλιξη του δικτύου εξωτερικής προσπέλασης δίδεται στο σχέδιο εκμετάλλευσης (Παράρτημα Α).

Ως προς την εσωτερική προσπέλαση του λατομείου, μετά την πολύχρονη εκμετάλλευση του, σήμερα έχουν κατασκευαστεί όλοι οι δρόμοι πρόσβασης των βαθμίδων και των πλατειών του χώρου. Οι δρόμοι του εσωτερικού οδικού δικτύου έχουν συνολικό μήκος 400m, η μέγιστη κλίση τους είναι 10% , η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας 25m και το πλάτος καταστρώματος τουλάχιστον 6m, πληρώντας τα ελάχιστα απαιτούμενα των προδιαγραφών του ΚΜΛΕ (άρθρο 40). Το οδικό δίκτυο των εσωτερικών προσπελάσεων και η εξέλιξη αυτού σημειώνεται στις κατόψεις σημερινής και τελικής μορφής της εκμετάλλευσης (Παράρτημα Α) υπό κλίμακα 1:2000.

5.2. Αποθέματα

5.2.1. Γενικά για τη μέθοδο εκμετάλλευσης και τις μέχρι σήμερα εργασίες

Όπως προαναφέρθηκε οι εργασίες εκμετάλλευσης στον παρόντα λατομικό χώρο ξεκίνησαν από την εκμεταλλεύτρια εταιρία «Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ ΑΕ» το 1994, οπότε χορηγήθηκε η άδεια εκμετάλλευσης. Η μέθοδος εκμετάλλευσης είναι αυτή των ορθών διαδοχικών βαθμίδων, ανοικτής και κλειστής εκσκαφής, με μέτωπα μέγιστου ύψους 15m, για τη μέγιστη απόληψη του εκμεταλλεύσιμου κοιτάσματος, όπως προβλέπει ο ΚΜΛΕ και με σειρά προχώρησης των εργασιών εκμετάλλευσης από πάνω προς τα κάτω, ενώ θα περιορισθούν οι εργασίες αυτές μεταξύ του ανώτατου υψομέτρου Y+174 και του απόλυτου υψομέτρου Y+125. Η εξόρυξη πραγματοποιείται με χρήση εκρηκτικών υλών, γεγονός που επιβάλλεται λόγω των υψηλών μηχανικών χαρακτηριστικών του πετρώματος.

Σήμερα λοιπόν και μετά από 20 χρόνια λειτουργίας στο λατομείο της παρούσας μελέτης, έχουν διαμορφωθεί:

- Μία βαθμίδα ανοικτής εκσκαφής στο υψόμετρο Y+155 (B155), η οποία έχει αναπτυχθεί πλήρως στο Δυτικό τμήμα του λατομικού χώρου
- Μία βαθμίδα ανοικτής εκσκαφής στο υψόμετρο Y+140 (B140), η οποία έχει αναπτυχθεί σχεδόν πλήρως στο κεντρικό και Δυτικό τμήμα του χώρου
- Μία βαθμίδα κλειστής εκσκαφής στο υψόμετρο Y+125 (B125), η οποία είναι μερικώς ανεπτυγμένη στο Νοτιοανατολικό τμήμα του λατομικού χώρου

5.2.2. Υπολογισμός αποθεμάτων

Ο υπολογισμός των γεωλογικών και μεταλλευτικών αποθεμάτων έγινε από το ανώτατο υψόμετρο Y+174 μέχρι το απόλυτο υψόμετρο Y+125, στο οποίο έχει φθάσει η εκμετάλλευση και θα εγκαταλειφθεί η τελική βαθμίδα-πλατεία του λατομικού χώρου (B125). Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των παράλληλων κατακόρυφων γεωλογικών τομών. Έγιναν πέντε (5) γεωλογικές τομές με απόσταση μεταξύ τους 41,7m (Παράρτημα Β).

Στην 1^η τομή (Τομή i) βλέπουμε δύο βαθμίδες, στη 2^η (Τομή ii) δύο βαθμίδες, στην 3^η (Τομή iii) τρεις βαθμίδες, στην 4^η (Τομή iv) τρεις βαθμίδες και στην 5^η (Τομή v) επίσης τρεις βαθμίδες με κλίση πρανούς περίπου 75°, ώστε να σχηματιστεί τελική κλίση πρανούς 59°. Οι βαθμίδες έχουν ύψος 15m. Πλάτος 15m όταν γίνεται η εξόρυξη ή κινούνται μηχανήματα πάνω σε αυτές και 6m όταν η εξόρυξη προχωρήσει στην επόμενη βαθμίδα (παρ. 1, αρθ. 84, του ΚΜΛΕ). Έχουμε σχηματίσει και την τελική μορφή, ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε και τα μεταλλευτικά αποθέματα. Περιμετρική ζώνη ασφαλείας πλάτους 8m τουλάχιστον (παρ. 2, αρθ. 84, του ΚΜΛΕ), προβλέπεται να εγκαταλειφθεί κατά μήκος όλων των πλευρών του παρόντος χώρου (Παράρτημα Β).

Η σειρά ανάπτυξης και εκμετάλλευσης των βαθμίδων θα γίνεται από πάνω προς τα κάτω, η προχώρηση των μετώπων σε επίπεδο βαθμίδας θα γίνεται από τα βόρεια προς τα νότια και η γενική κατεύθυνση προχώρησης των βαθμίδων, λόγω της μορφής του αναγλύφου και της μεθόδου εκμετάλλευσης θα είναι προς τα δυτικά.

ΠΡΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Στα αντίστοιχα σχεδιαγράμματα (Παράρτημα Γ) των τομών βλέπουμε τους υπολογισμούς εμβαδού που έγιναν για τα γεωλογικά αποθέματα, καθώς και για τα μεταλλευτικά αγνοώντας τα κορήματα του παλαιογενούς από το υψόμετρο Y+120 και κάτω.

(Τομή i)

$E_{ολ1}=4.411,63m^2$ γεωλογικά αποθέματα

$E_{αβ1}=2.655m^2$ μεταλλευτικά αποθέματα

(Τομή ii)

$E_{ολ2}=3.253m^2$ γεωλογικά αποθέματα

$E_{αβ2}=1.590m^2$ μεταλλευτικά αποθέματα

(Τομή iii)

$E_{ολ3}=2.691,5m^2$ γεωλογικά αποθέματα

$E_{αβ3}=986,25m^2$ μεταλλευτικά αποθέματα

(Τομή iv)

$E_{ολ4}=2.072,75m^2$ γεωλογικά αποθέματα

$E_{αβ4}=528,75m^2$ μεταλλευτικά αποθέματα

(Τομή ν)

Εολ₅=2.243,75m² γεωλογικά αποθέματα

Εαβ₅=663,75m² μεταλλευτικά αποθέματα

Για τον όγκο αποθεμάτων έγινε χρήση του σύνθετου κανόνα του Simpson:

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{d}{3} [f(x_0) + 4(f(x_1) + f(x_3) + \dots + f(x_{n-1})) + 2(f(x_2) + f(x_4) + \dots + f(x_{n-2})) + f(x_n)]$$

Υπολογισμός όγκου

$$V = \frac{d}{3} [A_0 + 4(A_1 + A_3 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-2}) + A_n]$$

Τα A_i (i=0,1,2,...,n) είναι τα εμβαδά των τομών. Το n είναι ο αριθμός των διαστημάτων ανάμεσα στις τομές και πρέπει να είναι άρτιος αριθμός. Στην περίπτωσή μας n=4. Το d είναι το πλάτος των διαστημάτων d=41,7m.

Οπότε τα γεωλογικά αποθέματα:

$$V = \frac{41,7}{3} [4.411,63 + 4 \times (3.253 + 2.072,75) + 2 \times 2.691,5 + 2.243,75] = 463.445,182 \text{m}^3$$

ή

$$V = 463.445,18 \text{m}^3 \times 2.63 \text{t/m}^3 \text{ ε.β.} = 1.218.860,83 \text{t}$$

Και τα μεταλλευτικά αποθέματα:

$$V = \frac{41,7}{3} [2.655 + 4 \times (1.590 + 528,75) + 2 \times 986,25 + 663,75] = 191.350,875 \text{m}^3$$

ή

$$V = 191.350,88 \text{m}^3 \times 2.63 \text{t/m}^3 \text{ ε.β.} = 503.252,81 \text{t}$$

Όσον αφορά τη διάρκεια ζωής του λατομείου, αν θεωρήσουμε 230 εργάσιμες ημέρες ανά έτος και ημερήσια παραγωγή 826,9t έχουμε:

$$\begin{aligned} \text{Χρόνος εξόφλησης} &= \frac{\text{Όγκος μεταλ. αποθεμ. άτων} \times \text{ειδ. β. άρος}}{\text{Ημ. παραγωγ. ή} \times \text{Εργ. ημ. έρες ανά έτος}} = \\ &= \frac{191.350,88 \text{m}^3 \times 2.63 \text{t/m}^3}{826.9 \text{t} \times 230 \text{d/y}} = \frac{503.252,81 \text{t}}{190.187 \text{t/y}} = 2,6 \text{years} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Λόγος απόληψης (\%): } T &= \frac{\text{Μεταλλευτικ. ά αποθ. έματα}}{\text{Γεωλογικ. ά αποθ. έματα}} \times 100 = \\ &= \frac{191.350,88 \text{m}^3}{463.445,18 \text{m}^3} \times 100 = 41\% \end{aligned}$$

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ο λόγος απόληψης είναι 41% και ότι τα αποθέματα θα εξοφληθούν σε λίγο χρονικό διάστημα (χρόνος ζωής 2,6 χρόνια).

5.3 Μηχανολογικός εξοπλισμός

Ο κύριος μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται από την εταιρία στις εργασίες εξόρυξης, φόρτωσης και μεταφοράς φαίνεται συγκεντρωτικά στον παρακάτω Πίνακα 1.

A/A	Είδος	Τύπος	Είδος εργασιών	Πλήθος	Ισχύς [HP]
1	Ανατρεπόμενο φορτηγό αυτοκίνητο (Dumper)	EUCLID	Μεταφορά εξορυγμένου πετρώματος από μέτωπο σε προδιαλογέα	1	450
2	Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας	Caterpillar 350L	Ξεσκάρωμα, Φόρτωμα λιθοριπής, διαμόρφωση χώρου, σπάσιμο ογκολίθων	1	286
3	Ερπυστριοφόρο Διατρητικό	ATLAS COPCO ROC F9-11	Κάθετα διατρήματα για γόμωση	1	234
4	Ανατρεπόμενο Φορτηγό	MAN	Μεταφορά επεξεργασμένου υλικού στις αποθήκες	1	460
5	Ανατρεπόμενο Φορτηγό	MAN	Μεταφορά επεξεργασμένου υλικού στις αποθήκες	1	460
6	Φορτωτής	Caterpillar 970F	Φόρτωση επεξεργασμένων υλικών στα φορητά	1	250

Πίνακας 1: Μηχανολογικός Εξοπλισμός Εκμετάλλευσης

Παραθέτουμε σειρά φωτογραφικού υλικού του μηχανολογικού εξοπλισμού:



Σχήμα 5.1: Ανατρεπόμενο φορτηγό αυτοκίνητο (Dumper)



Σχήμα 5.2: Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας Caterpillar 350L



Σχήμα 5.3: Ελαστικοφόρος φορτωτής Caterpillar 970F



Σχήμα 5.4: Ανατρεπόμενο φορτηγό MAN



Σχήμα 5.5: Διατρητικό φορείο με αερόσφυρα και καμπίνα χειριστού

5.4 Μέθοδος εξόρυξης

Τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και οι φυσικοχημικές ιδιότητες του πετρώματος κάνουν απαραίτητη την εξόρυξη με τη χρήση εκρηκτικών υλών (ΕΥ), δηλαδή με διάτρηση – γόμωση – ανατίναξη, όπως εξάλλου γίνεται μέχρι σήμερα. Για τις εργασίες εξόρυξης λοιπόν στην εκμετάλλευση, γίνεται χρήση του ερπυστριοφόρου διατρητικού μηχανήματος ATLAS COPCO ROC F9-11, εφοδιασμένου με βαρεία εξωτερική αερόσφυρα (drifter).

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΤΙΝΑΞΗΣ

Ορύσσονται διατρήματα διαμέτρου 3,5in, με κλίσεις 75° , σε μέτωπα μέγιστου ύψους 15m. Για το ενεργό φορτίο (B_{ev}) χρησιμοποιήσαμε την εμπειρική εξίσωση του Ash προσαρμοσμένη στα δεδομένα μας, λόγω των ιδιοτεροτήτων του πετρώματος και ιδιαίτερα της μεγάλης σκληρότητάς του:

$$B_{ev} = K_B \cdot d/12 = 28 \cdot 3,5in/12 = 8,17ft = 248,92cm \rightarrow B_{ev}/2 = 124cm = 1,24m$$

όπου $K_B = 28$

$d = 3,5in$ διάμετρος διατρήματος

Για το διάστημα μεταξύ των διατρημάτων:

$$S_\gamma = B_\gamma = \sqrt{2} \cdot B_{ev} = 1,75m$$

Το μήκος υποδιάτρησης είναι:

$$J = K_j \cdot B_{ev} = 0,3 \cdot 1,24 = 0,372m$$

Ο σχεδιασμός ανατίναξης που χρησιμοποιούμε είναι η σφηνοειδής έναυση και για έναν επιθυμητό όγκο της τάξεως $V = 3540\text{m}^3$ έχουμε:

$$[(N-1) \cdot S_\gamma] \cdot [B_{ev} + (K-1) \cdot B_\gamma] \cdot H = V \leftrightarrow \\ \leftrightarrow [(N-1) \cdot 1,75\text{m}] \cdot [1,24\text{m} + (K-1) \cdot 1,75\text{m}] \cdot 15\text{m} = 3540\text{m}^3 \text{ in situ}$$

Για $N = 12$ και $K = 7$ ο όγκος βγαίνει $= 3389,9\text{m}^3 \rightarrow 8915,4\text{t}$, άρα αριθμός διατρημάτων $n = 96$

Ο συντελεστής κατανάλωσης (PF) είναι:

$$PF = (n \cdot W_e) / V_B = (96 \cdot 57\text{kg}) / 3389,9\text{m}^3 = 1,6\text{kg/m}^3 \text{ in situ}$$

Η παραγωγικότητα του διατρητικού είναι 480m την ημέρα, δηλαδή $480\text{m}/15\text{m} = 32$ διατρήματα, αλλά με την εμπειρία του χειριστή φτάνει τα 40 διατρήματα την ημέρα. Συνεπώς το έτος θα πρέπει να τρυπήσουμε:

$$\text{Ετήσια παραγωγή} = 826,9\text{t} \cdot 230\text{d} = 190.187\text{t}$$

$$\text{Φορές που πρέπει να τρυπήσουμε: } 190.187\text{t} / 8915,4\text{t} = 21\text{φορές}$$

Αφού κάνει 40 διατρήματα την ημέρα, θα απασχοληθεί τρεις μέρες για κάθε ανατίναξη (την 3 ημέρα μόνο 3h, ενώ τις πρώτες 2 και τις 8h), οπότε :

$$(42\text{d} \cdot 8\text{h}) + (21\text{d} \cdot 3\text{h}) = 336\text{h} + 63\text{h} = 399\text{h} \text{ το χρόνο}$$

Τα διατρήματα γομώνονται με αμμωνίτιδα στον πυθμένα (σε φυσίγγια 65 X 500 mm, που αποτελούν την 'αρματοσιά' ή οδηγό της ακαριαίας θρυαλλίδας) και ANFO στη στήλη (τύπου 50/50, χύμα). Μέγιστη ποσότητα εκρηκτικής ύλης ανά διάτρημα 57kg. Σύνδεση με ακαριαία θρυαλλίδα και πυροδότηση με βραδύκαυστη θρυαλλίδα. Θα υπάρχει διαφορετικός χρόνος πυροδότησης ανά σειρά διατρημάτων με χρήση επιβραδυντών 25ms για τη μείωση των δονήσεων, αλλά κυρίως για τη βελτίωση της κοκκομετρίας του εξορυσσόμενου υλικού.



Σχήμα 5.6: Επιβραδυντής των 25ms

5.5 Μεταφορά στο συγκρότημα θραύσης

Όλο το εξορυγμένο υλικό ή το προϊόν της ανατίναξης από τα μέτωπα εξόρυξης, μετά τη διαλογή και θραύση των μεγάλων τεμαχίων, η οποία γίνεται με υδραυλική σφύρα, φορτώνεται με τον ερπυστριοφόρο εκσκαφέα (CAT 350L) στο ανατρεπόμενο φορτηγό αυτοκίνητο EUCLID (Dumper), δυναμικότητας μεταφοράς 50t και μεταφέρεται στον τροφοδότη του συγκροτήματος επεξεργασίας – παραγωγής θραυστών υλικών, που είναι εγκατεστημένο στο Δυτικό τμήμα εκτός των ορίων του παρόντος λατομικού χώρου, σε μία απόσταση 300m περίπου. Ο εξοπλισμός αυτός πρέπει να φορτώνει – διακινεί μέσα στη βάρδια (8h) συνολικά ποσότητα 826,9t υλικών.

Το Dumper έχει κιβωτάμαξα με χωρητικότητα 50t οπότε :

$$\text{Συνολικά δρομολόγια ημερησίως: } 826,9t / 50t = 16,5$$

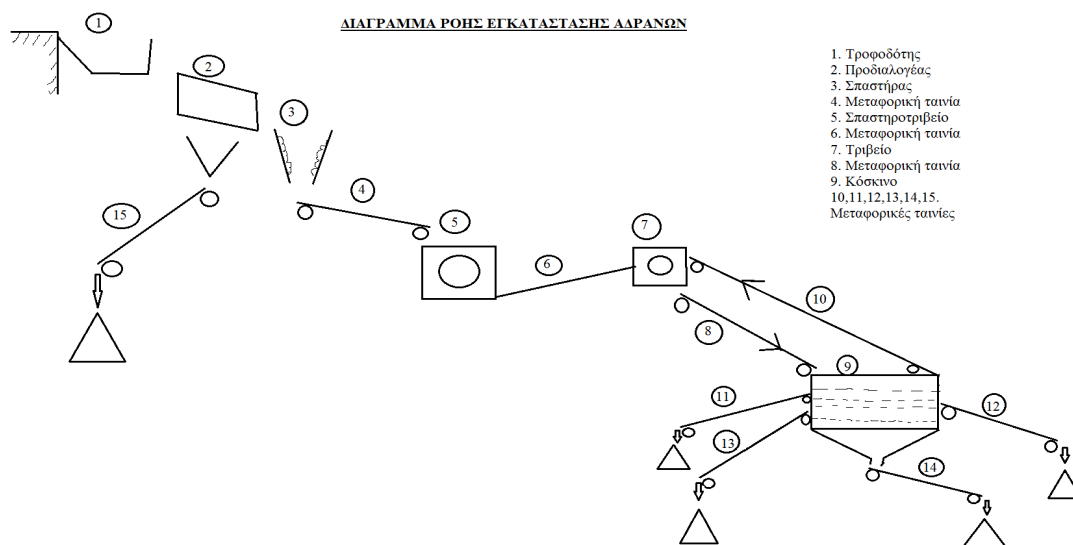
Η απόσταση του μετώπου από τον τροφοδότη είναι 300m, άρα 600m είναι το δρομολόγιο. Το Dumper κινείται με ταχύτητα 12-15km/h λόγω ανηφόρας, και κάνει το δρομολόγιο σε 7,5min.

Καθαρή εργασία του Dumper (χωρίς την αναμονή) :

$$16,5 \cdot 7,5\text{min} = 124\text{min} = 2\text{h την ημέρα}$$

5.6 Συγκρότημα θραύσης και επεξεργασίας

Το Dumper ξεφορτώνει το υλικό στον τροφοδότη, από εκεί πέφτει στον προδιαλογέα και στη συνέχεια στον σιαγανοφόρο σπαστήρα, όπου γίνεται η δευτερογενής θραύση (αν θεωρήσουμε πρωτογενή την θραύση της εξόρυξης με ΕΥ). Ύστερα με ταινιόδρομο μεταφέρεται στο σπαστηροτριβείο, όπου γίνεται η τριτογενής θραύση και έπειτα στο τριβείο για την τελική θραύση. Από εκεί πηγαίνει με ταινιόδρομους στο δονητικό κόσκινο, το οποίο έχει πέντε πατώματα. Από το πρώτο παίρνουμε το over (το υλικό το οποίο επιστρέφει στο τριβείο για να διασπαστεί ξανά), από τα υπόλοιπα τέσσερα γίνεται ο διαχωρισμός σε κλάσματα: σκύρα 28-60mm, χαλίκι 14-28mm, γαρμπίλι 5-14mm, άμμο 0-5mm και με ταινίες μαζεύονται σε σωρούς.



Σχήμα 5.7: Διάγραμμα ροής εγκατάστασης αδρανών



Σχήμα 5.8: Συγκρότημα Θραύσης



Σχήμα 5.9: Οριζόντια διάταξη Συγκροτήματος Θραύσης

5.7 Μεταφορά επεξεργασμένου υλικού στις αποθήκες

Αφού επεξεργασθεί το υλικό και διαχωριστεί σε κλάσματα, φορτώνεται με φορτωτή CAT 970F σε δύο φορτηγά MAN και από εκεί πηγαίνει σε μη εφραπτόμενες αποθήκες, μία για κάθε υλικό. Οι αποθήκες βρίσκονται 250m από το συγκρότημα, οπότε το δρομολόγιο είναι 500m. Η χωρητικότητα της καρότσας των φορτηγών είναι 20t, άρα σύμφωνα με την ημερήσια παραγωγή:

$$\text{Δρομολόγιο: } 826,9t / 20t = 41$$

Συνεπώς το κάθε φορτηγό κάνει περίπου 20 δρομολόγια.

5.8 Παραγωγή λατομείου

Η παρακάτω παραγωγική δυναμικότητα του συγκροτήματος είναι η μέγιστη και αναφέρεται σε 8ωρη απασχόληση της μονάδας.

Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί δίνεται η παραγωγή των διαφόρων κοκκομετρικών κλασμάτων – τελικών προϊόντων:

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ				
ΠΡΟΪΟΝΤΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	ΩΡΙΑΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΑΜΜΟΣ	0-5 mm	15,505 tn	124,04 tn	15%
ΓΑΡΜΠΙΛΙ	5-14 mm	23,25625 th	186,05 tn	22,50%
ΧΑΛΙΚΙ	14-28 mm	23,25625 tn	186,05 tn	22,50%
ΣΚΥΡΑ	28-60 mm	41,345 tn	330,76 tn	40%
ΣΥΝΟΛΟ		103,38 tn	826,9 tn	100%

Πίνακας 2: Ποσοστό παραγωγής προϊόντων ανά ημέρα

5.9 Αποστράγγιση λατομικού χώρου

Ο προς εκμετάλλευση σχηματισμός είναι γενικά υδατοπερατός, έτσι που να μην ευνοείται η συγκέντρωση νερών μέσα στο λατομικό χώρο και ειδικότερα στα υψόμετρα που εξελίσσεται η εκμετάλλευση. Γενικά η λατομική δραστηριότητα δεν επηρεάζει την επιφανειακή διακίνηση του νερού, δεν επιφέρει αλλαγές στο ρυθμό απορρόφησης, στις οδούς αποστράγγισης, καθώς και στην ποσότητα απόπλυσης του εδάφους, αλλά ούτε και μεταβολές στην πορεία ροής του νερού. Όσα νερά δεν κατεισδύουν σε βάθος, αποστραγγίζονται γρήγορα (εξ αιτίας του αναγλύφου) με το καλά ανεπτυγμένο δίκτυο επιφανειακής απορροής της ευρύτερης περιοχής και κινούνται προς τα Νοτιοανατολικά και καταλήγουν στη θάλασσα, που βρίσκεται σε απόσταση 3km.

5.10 Ασφάλεια εργαζομένων και περιοίκων

Για την ασφάλεια των εργαζομένων και του έργου, λαμβάνεται σειρά μέτρων, ανάμεσα στα οποία ξεχωρίζουν:

- Οδηγίες ασφαλούς χρήσης στους εργαζόμενους και αναγκαιότητας χρήσης, μέσω των εκπαιδευτικών σεμιναρίων, του κράνους ασφαλείας και των άλλων ατομικών ειδών προστασίας, που παραδίδονται ενυπογράφως στο προσωπικό

- Έλεγχος και ξεσκάρωμα των νεοδιαμορφωμένων μετώπων μετά τις ανατινάξεις και παρακολούθηση των μετώπων για πιθανές καταπτώσεις
- Σχολαστική τήρηση κανόνων ασφαλείας κατά τη διακίνηση, χρήση ΕΥ και κατά τις ανατινάξεις (μέριμνα για απομάκρυνση μηχανημάτων και προσωπικού, καθιέρωση 'φυλάκων' κατά την ανατίναξη, πραγματοποίηση ανατινάξεων στο τέλος της βάρδιας)
- Απασχόληση ειδικευμένου και έμπειρου προσωπικού για κάθε εργασία (κυρίως γομωτή, ξεσκαρωτή αλλά και χειριστές μηχανημάτων)
- Σύμβαση με γιατρό της Λήμνου για την παρακολούθηση της υγείας των εργαζομένων
- Σύμβαση με μεταλλειολόγο μηχανικό για την περιοδική επίβλεψη των λατομικών εργασιών, που εκτελεί και τα καθήκοντα τεχνικού ασφαλείας
- Τήρηση κανόνων υγιεινής (και προμήθεια φαρμακευτικού υλικού, νοσοκομειακού φορέιου κλπ)
- Εκπαίδευση ενός των εργαζομένων στην παροχή πρώτων βοηθειών
- Τήρηση από τους αρμόδιους των προβλεπόμενων βιβλίων του λατομείου (επιβλέποντος μηχανικού, συντήρησης μηχανημάτων, πρακτικά μετρήσεων σκόνης και θορύβου, αγοράς – κατανάλωσης ΕΥ)
- Πραγματοποίηση εκπαιδευτικών σεμιναρίων στο προσωπικού ετησίως, ως προβλέπεται στον ΚΜΛΕ και τήρηση του θεωρημένου βιβλίου
- Παροχή των μέσων ατομικής προστασίας στο προσωπικό και ενημέρωση και συστάσεις κατά την παράδοσή τους
- Τακτικό κατάβρεγμα οδών κίνησης μηχανημάτων και οχημάτων και τμήματος του κυρίως δρόμου προσπέλασης, ιδιαιτέρως τους καλοκαιρινούς μήνες, για την αποφυγή έκλυσης σκόνης. Επίσης κάλυψη με ειδικό κάλυμμα του φορτίου των φορτηγών αυτοκινήτων, που εξέρχονται του λατομικού χώρου.
- Περιφράξη απόκρημνων τμημάτων, που θα εφαρμοστεί κυρίως στην ανώτερη βαθμίδα εκμετάλλευσης

Προβλέπεται και υπάρχει τοποθέτηση των εξής πινακίδων ασφαλείας:

- "Προσοχή Εκρηκτικά" στις εισόδους του λατομικού χώρου
- "Απαγορεύεται η είσοδος στους μη έχοντες εργασία" επίσης στην είσοδο
- "Προσοχή κίνδυνος ανατινάξεων" στην είσοδο του λατομικού χώρου
- "Φοράτε κράνος" στον χώρο εξόρυξης
- Τήρηση, εφαρμογή και συμμόρφωση στις συστάσεις και οδηγίες της ΕΜΝΕ και του ΚΜΛΕ

Για την ασφάλεια των περιοίκων δεν τίθενται ιδιαίτερα προβλήματα. Ο λατομικός χώρος είναι απροσπέλαστος από άλλες κατευθύνσεις. Οι πλησιέστεροι οικισμοί βρίσκονται σε σημαντική απόσταση, οι δε επισκέπτες της περιοχής είναι μόνο όσοι έχουν σχέση με το λατομείο. Πάντως (προληπτικά) τοποθετούνται "παρατηρητές" κατά τις ανατινάξεις πάνω στον κύριο δρόμο εξωτερικής προσπέλασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

6.1 ΚΟΣΤΟΣ Μ.Ε.

6.1.1 Μ.Ε. παραγωγής

6.1.1.1 Τιμές των μηχανημάτων (μεταχειρισμένα):	Dumper	40.000€
	Εκσκαφέας	40.000€
	Διατρητικό	180.000€

Συγκρότημα θραύσης 100.000€

6.1.1.2. Χαρακτηριστικά μηχανημάτων

Dumper

Η μεταφορά του υλικού από το μέτωπο μέχρι τον προδιαλογέα γίνεται με χρήση ανατρεπόμενου φορτηγού αυτοκινήτου EUCLID (Dumper). Η απόσταση του μετώπου από τον προδιαλογέα είναι 300m, οπότε με ταχύτητα 12-15 Km/h το Μ.Ε. κάνει ένα δρομολόγιο (μπρος-πίσω) 600m σε 7min. Η ισχύς του είναι 450HP και χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο.

Εκσκαφέας 350L

Η φόρτωση των πετρωμάτων πάνω στο Dumper, το ξεσκάρωμα, η μετακίνηση ογκολίθων, η διαμόρφωση χώρου και η διάτρηση ογκολίθων γίνεται με ερπυστριοφόρο εκσκαφέα Caterpillar 350L. Έχει ισχύ 286 HP και χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο.

Διατρητικό ATLAS

Η διάτρηση για την ανατίναξη γίνεται με το διατρητικό ATLAS COPCO ROC F9-11 με ισχύ 234 HP και παραγωγικότητα 40 διατρήματα 15m σε 8 ώρες (ανά ημέρα). Χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο. Το κόστος των ανταλλακτικών του είναι 5.000€/y.

6.1.1.3 Ειδική κατανάλωση καυσίμου και κόστος συντήρησης

Κόστος του λίτρου πετρελαίου = 1€ το λίτρο

Dumper

Καταναλώνει 230lt σε 3 μέρες (2h τη μέρα).

$$\text{Άρα } \frac{240 \text{ lt}}{3 \times 2 \text{ h}} = 40 \text{ lt/h} \quad \text{Οπότε ειδική κατανάλωση } \frac{40 \text{ lt/h}}{450 \text{ HP}} = 0,09 \text{ lt/h/HP}$$

$$\text{Κόστος συντήρησης } M=C*MC = 40.000€ \times 0,16 = 6.400€$$

Εκσκαφέας 350L

Καταναλώνει 700lt σε 3 μέρες (7h τη μέρα).

$$\text{Άρα } \frac{700 \text{ lt}}{3 \times 7 \text{ h}} = 33,33 \text{ lt/h} \quad \text{Οπότε ειδική κατανάλωση } \frac{33,33 \text{ lt/h}}{286 \text{ HP}} = 0,12 \text{ lt/h/HP}$$

$$\text{Κόστος συντήρησης } M=C*MC = 40.000€ \times 0,16 = 6.400€$$

Διατρητικό ATLAS

Καταναλώνει 240lt σε 1 μέρα (8h τη μέρα).

$$\text{Άρα } \frac{240 \text{ lt}}{8 \text{ h}} = 30 \text{ lt/h} \quad \text{Οπότε ειδική κατανάλωση } \frac{30 \text{ lt}}{234 \text{ HP}} = 0,13 \text{ lt/h/HP}$$

$$\text{Κόστος συντήρησης } M = C * MC = 180.000\text{€} \times 0,16 = 28.800\text{€}$$

6.1.2. Μ.Ε. μεταφοράς του επεξεργασμένου υλικού από τις ταινίες σε αποθήκη.

6.1.2.1. Τιμές των μηχανημάτων (μεταχειρισμένα): Φορτωτής 35.000€
Φορητό 73.000€ x 2

6.1.2.2. Χαρακτηριστικά μηχανημάτων

Φορτωτής 970F

Η φόρτωση των πετρωμάτων πάνω στα φορητά γίνεται με φορτωτή Caterpillar 970F, με ισχύ 250 HP. Χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο.

Φορητά MAN

Η μεταφορά γίνεται με δύο ανατρεπόμενα φορητά MAN.

Το πρώτο έχει ισχύ 460 HP, χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο, 1425 στρ/λεπτό, διαστάσεις 6,5x2,3x1 Μ*Π*Υ. Έχει ωφέλιμο βάρος 20t.

Το δεύτερο έχει ισχύ 460 HP, χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο, διαστάσεις 5,9x2,3x1 Μ*Π*Υ. Ωφέλιμο βάρος 20t.

6.1.2.3. Ειδική κατανάλωση καυσίμου και κόστος συντήρησης

Φορτωτής 970F

Καταναλώνει 280lt σε 4 μέρες (2h τη μέρα).

$$\text{Άρα } \frac{280 \text{ lt}}{4 \times 2 \text{ h}} = 35 \text{ lt/h} \quad \text{Οπότε ειδική κατανάλωση } \frac{35 \text{ lt/h}}{250 \text{ HP}} = 0,14 \text{ lt/h/HP}$$

$$\text{Κόστος συντήρησης } M = C * MC = 35.000\text{€} \times 0,16 = 5.600\text{€}$$

Φορητά MAN

Το καθένα καταναλώνει 70lt σε μία ημέρα (2h τη μέρα).

$$\text{Άρα } \frac{70 \text{ lt}}{2 \text{ h}} = 35 \text{ lt/h} \quad \text{Οπότε ειδική κατανάλωση } \frac{35 \text{ lt/h}}{460 \text{ HP}} = 0,08 \text{ lt/h/HP}$$

$$\text{Κόστος συντήρησης } M = C * MC = 73.000\text{€} \times 0,16 = 11.680\text{€}$$

6.1.3. Κόστος καυσίμου και λιπαντικών των Μ.Ε

• Dumper

Καταναλώνει 40lt/h και δουλεύει 2h την ημέρα, άρα 40lt x 2 = 80lt τη μέρα. Το έτος 80lt x 230d = 18.400lt. Αφού 1lt = 1€ τότε 18.400€/y.

Συνεπώς το κόστος λιπαντικών είναι 25% του 18.400€ = 4600€

- Εκσκαφέας 350L

Καταναλώνει 33,33lt/h και δουλεύει 7h την ημέρα, άρα $33,33\text{lt} \times 7 = 233,31\text{lt}$ τη μέρα. Το έτος $233,31\text{lt} \times 230\text{d} = 53.661,3\text{lt} = 53.661,3\text{€/y}$.

Συνεπώς το κόστος λιπαντικών είναι 25% του $53.661,3 \text{ €} = 13.415,33\text{€}$

- Διατρητικό ATLAS

Καταναλώνει 240lt τη μέρα. Το έτος $[240\text{lt} \times 42\text{d} + 30\text{lt} \times (3\text{h} \times 21\text{d})] = 11.970\text{lt} = 11.970\text{€/y}$.

Συνεπώς το κόστος λιπαντικών είναι 25% του $11.970\text{€} = 2.992,5\text{€}$

- Φορτωτής 970F

Καταναλώνει 35lt/h και δουλεύει 2h την ημέρα, άρα $35\text{lt} \times 2 = 70\text{lt}$ τη μέρα. Το έτος $70\text{lt} \times 230 = 16.100\text{lt} = 16.100\text{€/y}$.

Συνεπώς το κόστος λιπαντικών είναι 25% του $16.100\text{€} = 4.025\text{€}$

- Φορτηγά MAN

Το καθένα από τα δύο καταναλώνει 70lt τη μέρα. Το έτος $70\text{lt} \times 230 = 16.100\text{lt} = 16.100\text{€/y}$.

Συνεπώς το κόστος λιπαντικών είναι 25% του $16.100\text{€} = 4.025\text{€}$

Στους παραπάνω υπολογισμούς τα κόστη συντήρησης ακολουθούν το θεωρητικό μοντέλο και ανέρχονται στα 70.560€. Στην πράξη, όμως, έγινε υπολογισμός του πραγματικού κόστους συντήρησης με βάση τιμολόγια του έτους 2015 :

Dumper

Κόστος συντήρησης Dumper το 2015 : 5.915 €

Το θεωρητικό κόστος συντήρησης είναι 6.400€, άρα η απόκλιση είναι μικρή.

Εκσκαφέας 350L

Κόστος συντήρησης Εκσκαφέα το 2015: 5.776,64€

Το θεωρητικό κόστος συντήρησης είναι 6.400€, άρα η απόκλιση είναι μικρή.

Διατρητικό ATLAS

Κόστος συντήρησης Διατρητικού 2015: 15.768,66€

Το θεωρητικό κόστος συντήρησης είναι 28.800€, συνεπώς υπάρχει κάποια απόκλιση.

Φορτωτής 970F

Κόστος συντήρησης Φορτωτή το 2015: $3.380,89\text{€} + 11.512\text{€}$ (επισκευή της μηχανής) = $14.892,89\text{€}$

Το θεωρητικό κόστος συντήρησης είναι 5.600€. Χωρίς την επισκευή της μηχανής είμαστε σχετικά κοντά.

Φορτηγά MAN

Κόστος συντήρησης 2 Φορτηγών το 2015: $9.240,13 \text{ €} + 1.213,23 \text{ €} = 10.453,36 \text{ €}$

Το θεωρητικό κόστος συντήρησης είναι 11.680€ το κάθε φορτηγό, δηλαδή 23.360€. Όπως παρατηρούμε υπάρχει αρκετή απόκλιση.

Ελαστικά μηχανημάτων έργου: $25.933\text{€} / 2\text{y} : 2 = 12.966,5 \text{ €/y}$

Το σύνολο του πραγματικού κόστους για το έτος 2015 είναι 65.773,05€ (μαζί με το κόστος επισκευής της μηχανής του φορτωτή και το κόστος ελαστικών).

6.2 ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

1) Στελέχη + κεφαλές διατρητικού έτους 2015:

1^{ος} λογ. (αρχικά στελέχη, μακάπια, σύνδεσμοι) = 3.172€ (2-4-15)

2^{ος} λογ. (κεφαλές διατρητικού) = 1.163€ (10-7-15)

3^{ος} λογ. (φίλτρα αέρος μηχανής και αέρος κομπρεσέρ) = 160€ (21-7-15)

Αναλώσιμα το έτος 2015 = 4.495€/y

2) Κατανάλωση ρεύματος εργοταξίου

1^{ος} λογ. 24.110,38 KWh -> 4.771.04€ (1-10 έως 31-10-15)

2^{ος} λογ. 23.233,77 KWh -> 4.821.94€ (1-11 έως 30-11-15)

3^{ος} λογ. 18.822,05 KWh -> 4.029.94€ (1-12 έως 31-12-15)

Το μήνα Μ.Ο. έχουμε 4.540,97€/μήνα

Το έτος $4.540,97 \times 12 = 54.491,64\text{€/y}$

6.3 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

A/A	Χειριστής	€/μήνα	€/έτος
1	Dumper	776	9.312
2	Εκσκαφέα	1.030	12.360
3	Φορτηγού	755	9.060
4	Διατρητικού	807	9.684
5	Βοηθός Διατρητικού	694	8.328
6	Σπαστηροτριβείου	740	8.880
7	Φορτωτού	1.002	12.024

Πίνακας 3: Κόστος Προσωπικού ανά μήνα και έτος

6.4 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΤΙΝΑΞΗΣ

Για μία συνήθη διάτρηση - ανατίναξη των 96 διατρημάτων χρησιμοποιούμε:

α) ANFO 5.500kg με 0,59€ το kg, άρα	3.245€
β) ζελατοδυναμίτιδα 100kg με 2€ το kg, άρα	200€
γ) ακαριαία θρυαλλίδα 600m με 0,20€ το μέτρο, άρα	120€
δ) επιβραδυντές 30 τεμάχια με 1,75€ το τεμ., άρα	52,50€
ε) καψύλια 3 τεμ. με 0,20€ το τεμ., άρα	0,60€
ζ) βραδύκαυστη θρυαλλίδα 4,5m με 0,32€ το μέτρο, άρα	1,44€
η) πετρέλαιο 300lt με 1€ το λίτρο, άρα	300€
Σύνολο.....	3.914,54€
Μεταφορικά.....	200€
ΦΠΑ 16%.....	626,3€
Τελικό Κόστος...	4.740,84€
	x 21φορές
Ετήσιο κόστος...	99.557,64€

6.5 ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το μοναδιαίο κόστος με θεωρητικό κόστος συντήρησης δίδεται στον παρακάτω Πίνακα 4.

Υπολογισμός Μοναδιαίου Κόστους		
1	Κόστος Μ.Ε.	446.000€/y
2	Συγκ. Θραύσης	100.000€/y
3	Κόστος Συντήρησης (θεωρητικό)	70.560€/y
4	Κόστος Καυσίμου	132.331,3€/y
5	Κόστος Λιπαντικών	33.082,83€/y
6	Αναλώσιμα	58.986,64€/y
7	Προσωπικό	69.648€/y
8	Κόστος Ανατίναξης	99.557,64€/y
Σύνολο		1.010.166,41€/y
	Ετήσια Παραγωγή	190.187t/y
Μοναδιαίο Κόστος		5,3€/t

Πίνακας 4: Μοναδιαίο κόστος με θεωρητικό κόστος συντήρησης

Το μοναδιαίο κόστος με το πραγματικό κόστος συντήρησης του έτους 2015 δίδεται στον παρακάτω Πίνακα 5.

Υπολογισμός Μοναδιαίου Κόστους		
1	Κόστος Μ.Ε.	446.000€/y
2	Συγκ. Θραύσης	100.000€/y
3	Κόστος Συντήρησης (πρακτικό)	65.773,05€/y
4	Κόστος Καυσίμου	132.331,3€/y
5	Κόστος Λιπαντικών	33.082,83€/y
6	Αναλώσιμα	58.986,64€/y
7	Προσωπικό	69.648€/y
8	Κόστος Ανατίναξης	99.557,64€/y
Σύνολο		1.005.379,46€/y
	Ετήσια Παραγωγή	190.187t/y
Μοναδιαίο Κόστος		5,3€/t

Πίνακας 5: Μοναδιαίο κόστος με πραγματικό κόστος συντήρησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Αξιολόγηση του λατομείου

Η αξιολόγηση του λατομείου της εταιρίας Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έδειξε ότι τα γεωλογικά αποθέματα κεροστιλβικού-βιοτιτικού δακτιοειδή στο χώρο, ανέρχονται στους 1.218.860,83t και τα μεταλλευτικά στους 503.252,81t. Με ημερήσια παραγωγή 826,9t, ο χρόνος ζωής του λατομείου υπολογίστηκε σε 2,6 χρόνια με λόγο απόληψης 41%.

Υπερκείμενα δεν υπάρχουν λόγω των προηγούμενων χρόνων εργασίας στον λατομικό χώρο (20 χρόνια). Επίσης, λόγω της καθαρότητας και ομοιομορφίας του πετρώματος, θεωρούμε αποληψιμότητα 100%. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι το λατομείο βρίσκεται κοντά στην εξόφλησή του, γι' αυτό και έχουν γίνει μελέτες και ενέργειες για την επέκτασή του σε γειτονική περιοχή.

7.2 Ανάπτυξη και στάδια εκμετάλλευσης

Η εξόρυξη του πετρώματος γίνεται με χρήση εκρηκτικών υλών (ANFO, αμμωνίτιδας), τα διατρήματα γίνονται από διατρητικό φορείο αερόσφυρας τύπου ATLAS-COPCO και η φόρτωση και μεταφορά στο συγκρότημα θραύσης γίνεται με εκσκαφέα CAT και ανατρεπόμενο φορτηγό (Dumper). Η θραύση γίνεται με σιαγονωτό θραυστήρα, από εκεί πηγαίνει στο σπαστηροτριβείο και τέλος στο τριβείο. Από την επεξεργασία του υλικού παίρνουμε τέσσερα (4) κλάσματα κοκκομετρίας 0-5, 5-14, 14-28, 28-60mm. Τέλος, η φόρτωση και μεταφορά του υλικού στις αποθήκες γίνεται με φορτωτή CAT και φορτηγά αυτοκίνητα.

7.3 Μοναδιαίο κόστος

Το μοναδιαίο κόστος υπολογίστηκε 5,3€/t από τα εξής: το κόστος κτήσης του συγκροτήματος θραύσης που είναι 100.000€, το κόστος απόκτησης των Μ.Ε. που είναι 441.000€, το κόστος των καυσίμων και λιπαντικών που είναι 170.414,13€/γ και το πραγματικό κόστος συντήρησης 65.773,05€ το έτος 2015. Στη συνέχεια το κόστος αναλωσίμων που είναι 58.986,64€, του προσωπικού 69.648€ και της ανατίναξης 99.557,64€.

Παρατηρούμε ότι το κόστος συντήρησης με βάση το κόστος κτήσης των μηχανημάτων δεν είναι πολύ μεγάλο. Το μεγαλύτερο κόστος βρίσκεται στα καύσιμα και λιπαντικά, καθώς και στην ανατίναξη. Για την κατανάλωση καυσίμου παίζει σημαντικό ρόλο που το μέτωπο βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από το συγκρότημα θραύσης, έτσι τα μεταφορικά οχήματα (που είναι δεύτερα σε κατανάλωση καυσίμου) αναγκάζονται να κινούνται σε ανηφορικούς δρόμους με αποτέλεσμα την μεγάλη κατανάλωση. Επίσης, όσον αφορά τον ερπυστριοφόρο εκσκαφέα (που είναι πρώτος σε κατανάλωση) υπαίτιο είναι το πέτρωμα. Η ταυτόχρονη με το φόρτωμα διαλογή των μεγαλύτερων όγκων και ο γωνιώδης θραυσμός του πετρώματος σε συνδυασμό με τη μεγάλη του σκληρότητα του καταπονούν το μηχάνημα με αποτέλεσμα να έχουμε υψηλή κατανάλωση καυσίμου και πολλαπλές βλάβες.

Για το κόστος της ανατίναξης σημαντικό ρόλο παίζει η συνοχή και σκληρότητα του πετρώματος. Το πέτρωμα για να διασπαστεί στην επιθυμητή κοκκομετρία πρέπει τα

διατρήματα να γίνουν πολύ κοντά το ένα στο άλλο, πράγμα το οποίο σημαίνει πολύ μεγαλύτερο κόστος εκρηκτικών υλών. Επιπρόσθετα, το υφιστάμενο πολύπλοκο σύστημα διακλάσεων οδηγεί σε εκτόνωση της ενέργειας της ανατίναξης, με συνέπεια να έχουμε μεγάλους ογκολίθους, οι οποίοι με τη σειρά τους διασπώνται με υδραυλική σφύρα, που σημαίνει επιπλέον κόστος.

Όπως βλέπουμε δεν είναι εύκολο να φέρουμε τα ιδανικά αποτελέσματα σε μια τέτοια ανατίναξη, διότι η ιδιομορφίες του συγκεκριμένου πετρώματος είναι πολλές. Δοκιμές διαφορετικού σχεδιασμού ανατίναξης για βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων έχουν γίνει ανά διαστήματα, αλλά τις περισσότερες φορές χωρίς επιτυχία. Αυτό που έχει, όμως, επιτευχθεί είναι η καλύτερη θραύση του πετρώματος με ταυτόχρονη χρήση εκρηκτικών διαφορετικών ταχυτήτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Αγιουτάντης, Ζ. (2009). "Στοιχεία Διάτρησης και Ανατίναξης". Χανιά: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Αγιουτάντης, Ζ. (2010). "Στοιχεία Γεωμηχανικής – Μηχανική Πετρωμάτων". Χανιά: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Εξαδάκτυλος, Γ. (2004). "Σχεδιασμός γεωτεχνικών και λατομικών έργων". Χανιά: Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Εφραιμίδης, Χ. (1971). "Σημειώσεις επί των μέσων εκμηχανίσεως των δομικών έργων". Αθήνα.

Καβουρίδης, Κ. (1990). "Βασικές αρχές σχεδιασμού επιφανειακών εκμεταλλεύσεων". Χανιά: Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Παναγιώτου, Γ. (1993). "Σχεδιασμός Συστήματος Φόρτωσης – Μεταφοράς Μεθόδου Ασυνεχούς Λειτουργίας σε Υπαίθρια Εκμετάλλευση". Αθήνα: Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Ε.Μ.Π.

Πολυχρονόπουλος, Γ. (1993). "Εκρηκτικές ύλες – Τεχνική εξορύξεως των πετρωμάτων – Καθαίρεση κατασκευών". Αθήνα.

Τσουτρέλης, Χ. (2001). "Εκρηκτικές ύλες και τεχνική των ανατινάξεων" (Τομ. 2^{ος}). Αθήνα.

Δάβη, Ε. (1959). "Τα ηφαιστειογενή πετρώματα της νήσου Λήμνου". Διατριβή επί υφηγεσία. Αθήνα.

Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. (2015). "Ιστορικό εταιρίας". Λήμνος.

Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. (2015). "Το υλικό και χρήσεις του". Λήμνος.

Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. (2015). "Τεκτονική της λατομικής περιοχής". Λήμνος.

Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. (2015). "Ασφάλεια εργαζομένων και περιοίκων". Λήμνος.

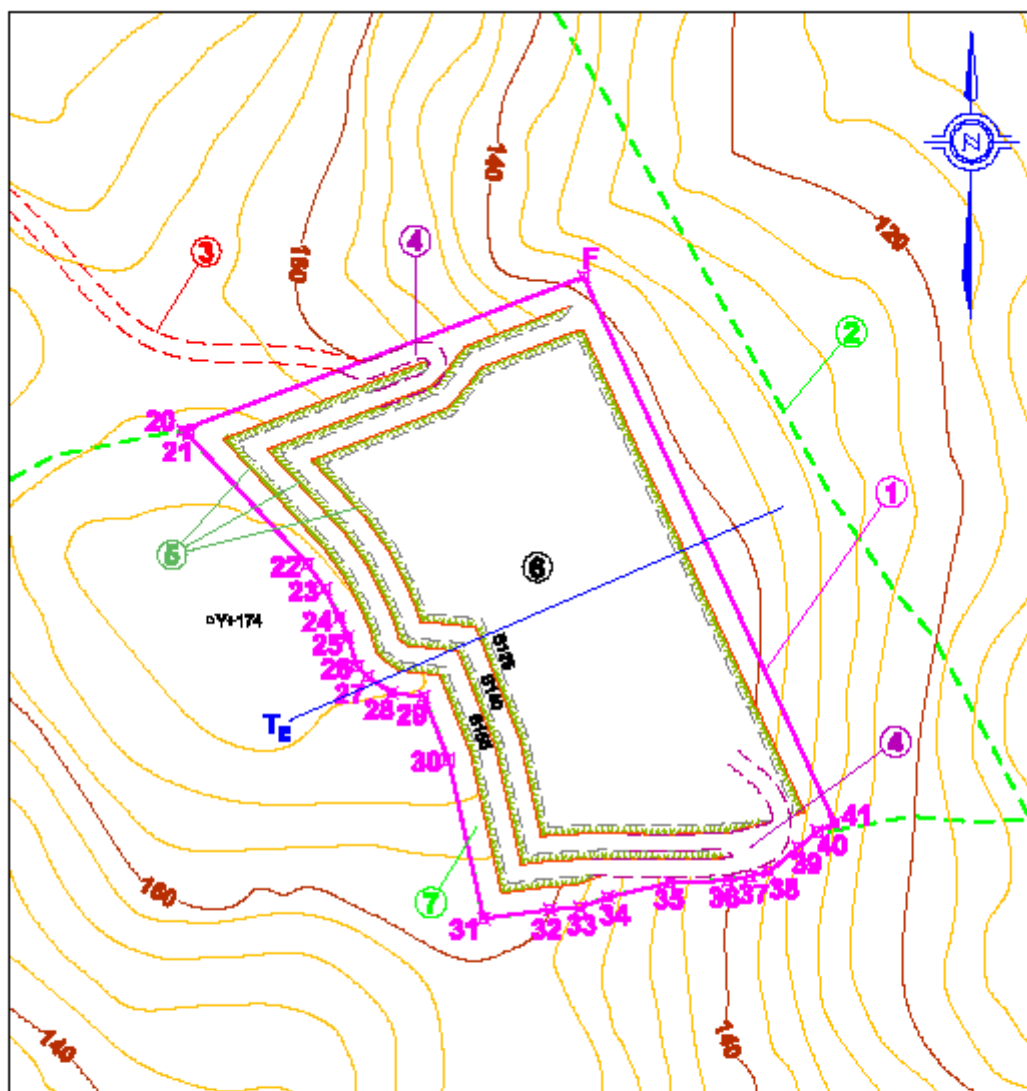
Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε. (2015). "Τιμολόγια κόστους". Λήμνος.

Διεθνής

PAPP, A. (1953). "Erläuterungen zur geologie der Insel Lemnos". Annales Geologues des pays Helleniques, V, P. 1 – 25, Taf. I – XVIII. Athenes.

PAPP, A. (1947). "Über durchbrüche von ergussgesteinen im Flysch der Insel Lemnos". Annales Geologiques des pays Helleniques, I, P. 139 – 142, Taf. XIII – XVI. Athenes.

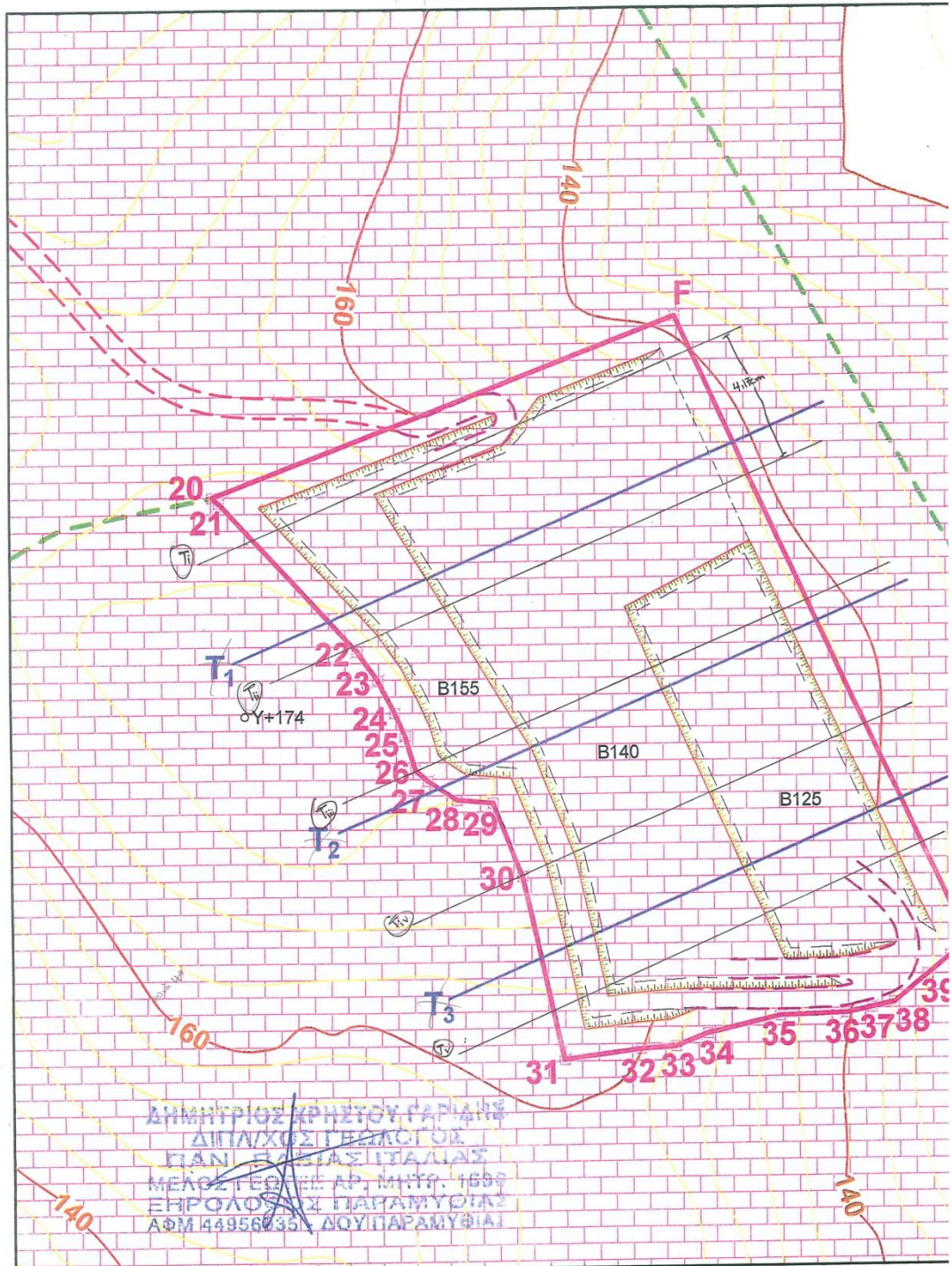
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α



Α/Α	ΥΠΟΜΙΝΗΜΑ	Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤΟΞΕΒΙΤΕ Α.Ε.
1.	ΟΡΙΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΧΩΡΟΥ	ΛΑΤΟΜΕΙΟ ΑΔΑΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ στη θέση "ΚΑΚΑΒΟΣ" Τ.Κ. ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, ΔΗΜΟΥ ΑΛΜΗΝΟΥ, Π.Ε. ΑΛΜΗΝΟΥ
2.	ΟΡΙΑ ΕΥΥΤΕΡΗΣ ΜΙΚΤΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	
3.	ΚΥΡΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ	
4.	ΔΡΟΜΟΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ	
5.	ΤΕΛΙΚΕΣ ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΕ ΚΑΤΩΦΗ
6.	ΤΕΛΙΚΟ ΔΑΠΕΔΟ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ (Υ*125)	
7.	ΒΕΓΧΑΤΑΛΛΙΠΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΣΩΝΗ ≥ 6m	ΑΘΗΝΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2014
ΤΕ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΟΠΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	
	ΑΡΙΘ. ΣΧΕΔΙΟΥ: ΤΜ 06	
	ΚΑΙΜΑΚΑ 1:2.000	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Έκφρ. 1



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κ. ΣΙΑΧΟΣ & ΣΙΑ ΛΑΤ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Tahap 1

$$E_1 = \frac{8,5m \cdot 1m}{2} = 4,25m^2$$

$$E_2 = \frac{(8,5m + 11,5m) \cdot 1,5m}{2} = 15,0m^2$$

$$E_3 = \frac{(8,5m + 12,5m) \cdot 1,5m}{2} = 15,75m^2$$

$$E_4 = \frac{10,5m \cdot 2,0m}{2} = 10,5m^2$$

$$E_5 = \frac{(1,5m + 3,5m) \cdot 2,0m}{2} = 5,0m^2$$

$$E_6 = \frac{3,5m \cdot 1m}{2} = 1,75m^2$$

$$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 = 4,25 + 15,0 + 15,75 + 10,5 + 5,0 + 1,75 = 52,25m^2$$

$$E_{\text{air}} = (40m + 31m) \cdot \frac{1,5m}{2} = 10,5m^2$$

$$E_{\text{B}} = (110m + 104m) \cdot \frac{1,5m}{2} = 16,05m^2$$

$$E_{\text{air}} = 9,55m^2 \rightarrow \text{Analogis dan Konstruksi}$$

Permukaan atap
12,8m x 12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

Permukaan atap
12,8m x 12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

Kapitulum dan Puncuk

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

12,8m

Teil ii

$$G_1 = 3m \cdot 8m = 24m^2$$

$$G_2 = \frac{(11m + 8m) \cdot 18m}{2} = 142.5m^2$$

$$G_3 = \frac{(35m + 30m) \cdot 18m}{2} = 412.5m^2$$

$$G_4 = 130m \cdot 20m = 2600m^2$$

$$G_5 = \frac{8m \cdot 5m}{2} = 20m^2$$

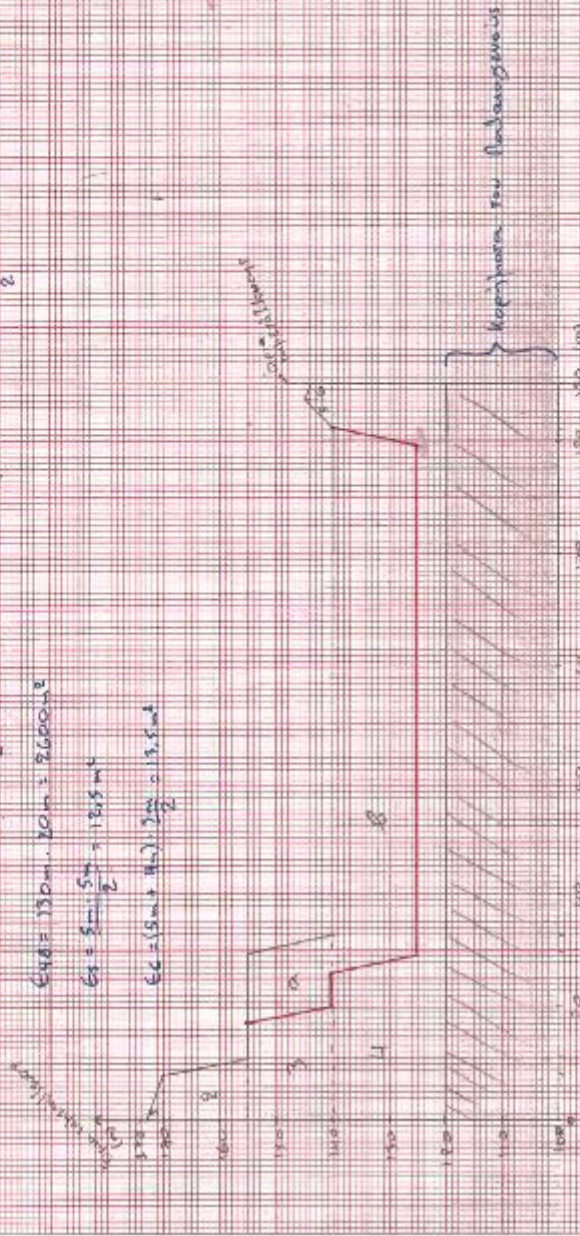
$$G_6 = \frac{(5m + 11m) \cdot 20m}{2} = 130m^2$$

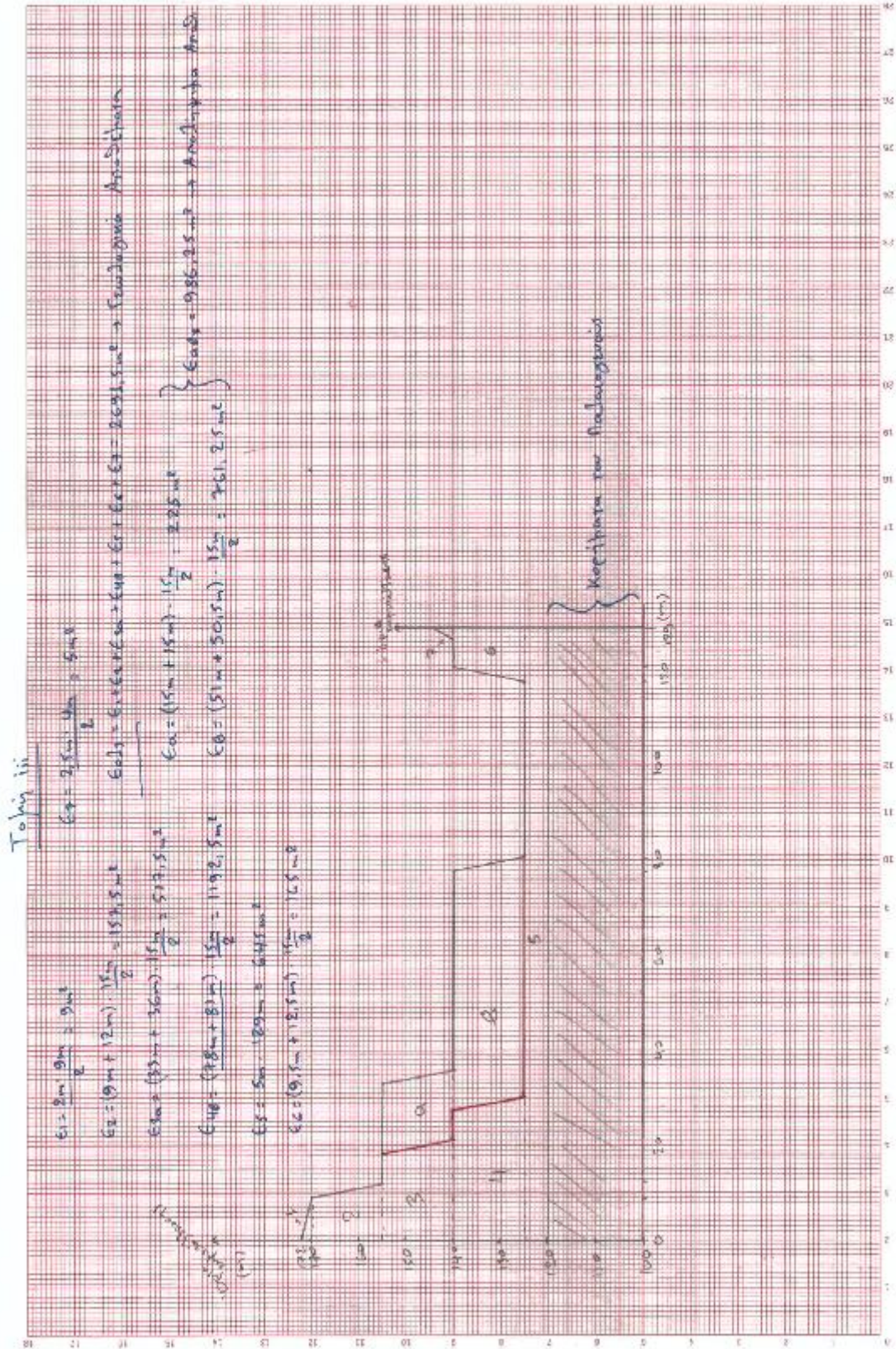
$$G_{\text{Ges}} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 = 3255m^2 \rightarrow \text{Gesamte Anbaufläche}$$

$$G_a = \frac{(13m + 18.5m) \cdot 15m}{2} = 111.25m^2$$

$$G_b = \frac{(96.5m + 90m) \cdot 15m}{2} = 1348.75m^2$$

$$G_{\text{Ges}} = 1590m^2 \rightarrow \text{Anbaufläche Anbauhaus}$$





Tahap IV

$$E_1 = \frac{1m \cdot 8m}{2} = 4m^2$$

$$E_2 = \frac{(8m + 11m) \cdot 15m}{2} = 142.5m^2$$

$$E_3 = \frac{(12m + 20m) \cdot 15m}{2} = 210m^2$$

$$E_{4+5} = \frac{(68m + 64.5m) \cdot 15m}{2} = 948.75m^2$$

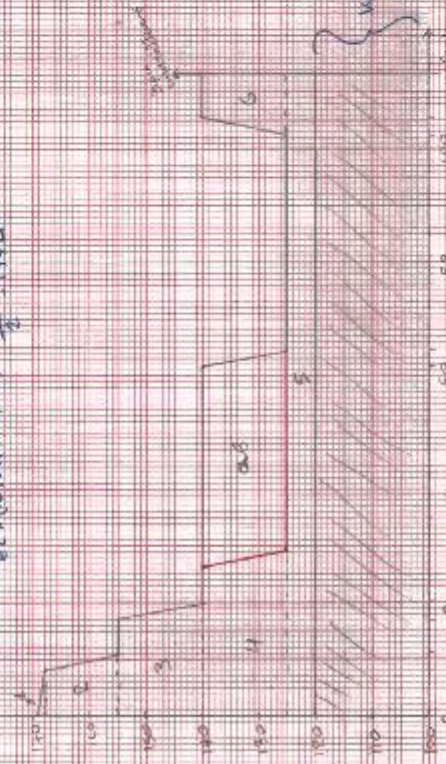
$$E_6 = 5m \cdot 13m = 65m^2$$

$$E_7 = \frac{(10.5m + 7.5m) \cdot 15m}{2} = 135m^2$$

$$E_{024} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 = 2092.75m^2 \rightarrow \text{Sembelapua Anasobuwa}$$

$$E_{084} = (55.5m + 35m) \cdot \frac{15m}{2} = 528.75m^2 \rightarrow \text{Pangipika Anasobuwa}$$

Penampang
m



Kapitula tu Pambayawan

