



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΛΑΜΑΡΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Τσακαλάκης
Καθηγητής Ε. Μ. Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΛΑΜΑΡΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Τσακαλάκης

Καθηγητής Ε. Μ. Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 30 Οκτωβρίου 2012.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....

Τσακαλάκης Κωνσταντίνος
Καθηγητής Ε. Μ. Π

Πασπαλιάρης Ιωάννης
Καθηγητής Ε. Μ. Π

Αναστασάκης Γεώργιος
Καθηγητής Ε. Μ. Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ.....	9
1. 1 Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ.....	10
1. 1. 1. Η παγκόσμια αγορά αδρανών.....	10
1. 1. 2. Η αγορά των αδρανών στην Ελλάδα.....	11
1. 1. 3. Διατάξεις και διαγράμματα ροής παραγωγής αδρανών υλικών.....	13
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	15
2. 1. Παράμετροι εκμετάλλευσης.....	15
2. 2. Φυσικές παράμετροι.....	16
2. 3. Οικονομικές παράμετροι.....	16
2. 4. Περιβαλλοντικές παράμετροι.....	18
2. 5. Τεχνολογικές παράμετροι.....	20
2. 6. Νομοθετικές παράμετροι.....	20
3. ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	20
3. 1. Εξόρυξη – Ανατίναξη.....	21
3. 2. Πρωτογενής θραύση.....	22
3. 3. Δευτερογενής θραύση.....	24
3. 4. Τριτογενής θραύση.....	25
3. 5. Υπολογισμός τροφοδοσίας κυκλώματος.....	25
3. 6. Υπολογισμός κοκκομετρικών κλασμάτων.....	27
4. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	30
4. 1. Διάγραμμα ροής του κυκλώματος θραύσης – ταξινόμησης	
5. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	31
5. 1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ... ..	32
5. 1. 1. Προκαταρκτική (ενδεικτική) οικονομική ανάλυση.....	32
5. 1. 2. Μελέτη σκοπιμότητας.....	32
5. 1. 3. Συνήθεις λόγοι που επιβάλλουν την αξιολόγηση.....	34

**6. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ – ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΑ
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ
ΡΟΗΣ..... 35**

- 6. 1. Παραστατική απεικόνιση λειτουργίας επιχείρησης..... 35
- 6. 2. Υπολογισμός της ετήσιας ταμειακής μεταλλευτικής επένδυσης..... 35
- 6. 3. Αποσβέσεις..... 40
 - 6. 3. 1. Μέθοδοι υπολογισμού αποσβέσεων..... 41
- 6. 4. Εκπτώσεις λόγο ελάττωσης αποθεμάτων των μεταλλευτικών κοιτασμάτων
- 6. 5. Κεφάλαιο κίνησης..... 43

7. ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ..... 44

- 7. 1. Πηγές προέλευσης κεφαλαίων..... 44
- 7. 2. Κόστος ευκαιρίας – κόστος κεφαλαίου..... 45

**8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ
ΘΡΑΥΣΗΣ – ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....49**

- 8. 1. Κόστος θραυστήρα με σιαγόνες.....50
- 8. 2. Κόστος κωνικού θραυστήρα.....51
- 8. 3. Κόστος δονούμενου κοσκίνου ανακύκλωσης με 3 καταστρώματα.....51
- 8. 4. Κόστος δονούμενου κοσκίνου ανακύκλωσης με 2 καταστρώματα.....51

**9. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΗΣ
ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....56**

- 9. 1. Λειτουργικά κόστη παραγωγής.....57
 - 9. 1. 1. Κεφάλαιο.....57
 - 9. 1. 2. Ενέργεια.....62
 - 9. 1. 3. Ανταλλακτικά – Συντήρηση.....63
 - 9. 1. 4. Μισθοδοσία.....66
 - 9. 1. 5. Διάτρηση – Ανατίναξη.....68
 - 9. 1. 6. Θραύση με υδραυλικό σφυρί.....69
 - 9. 1. 7. Φόρτωση – μεταφορά.....70

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας ήταν ο σχεδιασμός και η οικονομική ανάλυση μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών. Η παγκόσμια και η εγχώρια παραγωγή τους είναι σημαντική. Τα αδρανή χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε τεχνικά έργα έχουν όμως και άλλες εφαρμογές.

Αρχικά, αναλύονται η διαδικασία και οι μέθοδοι παραγωγής των αδρανών υλικών. Στη συνέχεια μελετάται και σχεδιάζεται μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών, συγκεκριμένης δυναμικότητας, από την ανατίναξη και την εξόρυξη, μέχρι και την παραγωγή των προϊόντων με συγκεκριμένη κοκκομετρία.

Τέλος, αναλύονται τα οικονομικά μεγέθη μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών. Μελετώνται και λαμβάνονται υπόψη όλες οι οικονομικές παράμετροι για την εγκατάσταση, τη λειτουργία μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών, τη μελέτη σκοπιμότητας και τα κεφάλαια της επένδυσης μέχρι το αναλυτικό κόστος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to study the financial analysis of an aggregates production unit. It's global and national production is of major importance. The aggregates are mainly used in technical constructions but they have other uses too.

Firstly, the production and methods of production of aggregates materials are analysed. In addition, this thesis deals with the study and the design of an aggregate production unit, with the specifications (from the blasting and mining) to the production of various products having a specific particle size distribution.

Finally, this thesis analyses the financial dimension of an aggregates production plant (design, construction-erection, operation). All the financial issues for the construction and the operation of an aggregates production plant, from the study of each purpose and the capital of investement to the analysis of the operating cost of the aggregate production unit, are extensively studied and taken into consideration.

Εικόνες

Εικόνα 1. Λατομεία αδρανών υλικών στην Ελλάδα.

Εικόνα 2. Κινητή μονάδα πρωτογενούς θραύσης αδρανών υλικών.

Εικόνα 3. Άποψη λατομείου και περιβάλλοντος χώρου.

Εικόνα 4. Απεικόνιση των λατομικών εργασιών (διάτρηση, φόρτωση, μεταφορά) .

Εικόνα 5. Ανατίναξη με εκρηκτικές ύλες.

Εικόνα 6. «Προβλήματα» κατά τη διάτρηση και ανατίναξη με εκρηκτικές Ύλες.

Εικόνα 7. Ενεργή ελεύθερη επιφάνεια μετά από αντίναξη με εκρηκτικές ύλες.

Εικόνα 8. Περιβάλλον χώρος λατομείου αδρανών υλικών.

Εικόνα 9. Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών.

Εικόνα 10. Διαγραμματική απεικόνιση κόστους παραγωγής αδρανών υλικών.

Εικόνα 11. Παραστατικό διάγραμμα λειτουργίας μεταλλευτικής επιχείρησης.

Εικόνα 12. Παραστατικό διάγραμμα λειτουργίας μεταλλευτικής επιχείρησης- Ταμειακή ροή.

Εικόνα 13. Παραστατικό διάγραμμα διαχείρισης κεφαλαίων.

Εικόνα 14. Άποψη του λατομείου αδρανών υλικών.

Εικόνα 15. Άποψη του κυκλώματος πρωτογενούς θραύσης λατομείου αδρανών υλικών.

Εικόνα 16. Κόστος παραγωγής αδρανών υλικών.

Εικόνα 17. Άποψη από κινητό εξοπλισμό λατομικής μονάδας.

Εικόνα 18. Άποψη φορτωτή και πλατείας φόρτωσης λατομικής μονάδας.

Εικόνα 19. Ανατίναξη με εκρηκτικές ύλες.

Εικόνα 20. Άποψη φόρτωσης υλικών στην «πλατεία» του λατομείου.

Πίνακες

Πίνακας 1. Κοκκομετρική ανάλυση ανατίναξης (-600 mm).

Πίνακας 2. Κοκκομετρική ανάλυση προϊόντος πρωτογενούς θραύσης
(- 150 mm).

Πίνακας 3. Κοκκομετρική ανάλυση προϊόντος δευτερογενούς θραύσης
(- 30 mm).

Πίνακας 4. Παραμένον από το -38 mm της ανατίναξης.

Πίνακας 5. Παραμένον από το -38 mm της πρωτογενούς θραύσης.

Πίνακας 6. Παραμένον από το - 38 mm της δευτερογενούς θραύσης.

Πίνακας 7. Παραγόμενα κοκκομετρικά κλάσματα.

Πίνακας 8. Κόστος κεφαλαίου της συνάρτησης της προέλευσης των
δανειακών κεφαλαίων.

Πίνακας 9. Στοιχεία θραυστήρων με σιαγόνες.

Πίνακας 10. Στοιχεία κωνικών θραυστήρων (χαμηλής κεφαλής) για τεμάχια
τροφοδοσίας 60-80 mm.

Πίνακας 11. Στοιχεία δονούμενων κοσκίνων.

Πίνακας 12. Υπολογισμός σταθερού και συνολικού κεφαλαίου επένδυσης ως
συνάρτηση του κόστους αγοράς N του κυρίου εξοπλισμού
της μονάδας.

1. ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Ονομάζονται τα λίθινα, φυσικά ή βιομηχανικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά έργα είτε με άλλο συγκολλητικό υλικό (άσφαλτο, τσιμέντο) για σχηματισμό μιγμάτων όπως σκυροκονιάματα, ασφαλτικά σκυροδέματα και σκυρωτά οδοστρώματα είτε αυτούσια (π.χ. έρματα σιδηροδρομικών γραμμών). Ονομάζονται αδρανή, γιατί η πλειονότητά τους δεν αντιδρά χημικά με τις διάφορες συγκολλητικές ύλες.

Η μεγαλύτερη ποσότητα αδρανών υλικών προέρχεται από τη θραύση κατάλληλων πετρωμάτων (κυρίως ασβεστολιθικών) ή από φυσικές αποθέσεις (μίγμα κυρίως ασβεστολιθικών, ψαμμιτικών και γρανιτικών πετρωμάτων) ποταμών, χειμάρρων, θαλάσσης, με ή χωρίς θραύση. Οι χρήσεις των αδρανών είναι ποικίλες, με σημαντικότερες τη συμμετοχή τους στην παραγωγή ασφαλτομιγμάτων (τα ασφαλτομίγματα αποτελούνται κατά 90% από αδρανή) και την παραγωγή τσιμέντου και σκυροδέματος (συμμετοχή κατά 80%). Παράλληλα, κάποιες μικρότερες ποσότητες αδρανών προέρχονται από σκωρίες, απορρίμματα ορυχείων, θραυστά υλικά παλαιών οδοστρωμάτων κ.λ.π.

Όσον αφορά στο διαχωρισμό των αδρανών υλικών, ανάλογα με την κοκκομετρία τους, αυτά διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες: χονδρόκοκκο αδρανές, λεπτόκοκκο αδρανές και «παιπάλη».

Χονδρόκοκκο αδρανές ορίζεται αυτό του οποίου οι κόκκοι συγκρατούνται στο κόσκινο των 4,75 mm ή των 5,00 mm κατά τις Αμερικάνικες και τις Βρετανικές ή Γερμανικές προδιαγραφές αντίστοιχα.

Λεπτόκοκκο αδρανές ορίζεται αυτό του οποίου οι κόκκοι διέρχονται από το κόσκινο των 4,75 mm ή 5,00 mm (ανάλογα με τις προδιαγραφές) και συγκρατούνται στο κόσκινο των 75 μm. Το λεπτόκοκκο αδρανές έχει κοινώς διαστάσεις άμμου.

Παιπάλη ή filler ορίζεται το αδρανές υλικό που διέρχεται από το κόσκινο των 75 μm, έχει δηλαδή μορφή λεπτομερούς σκόνης.

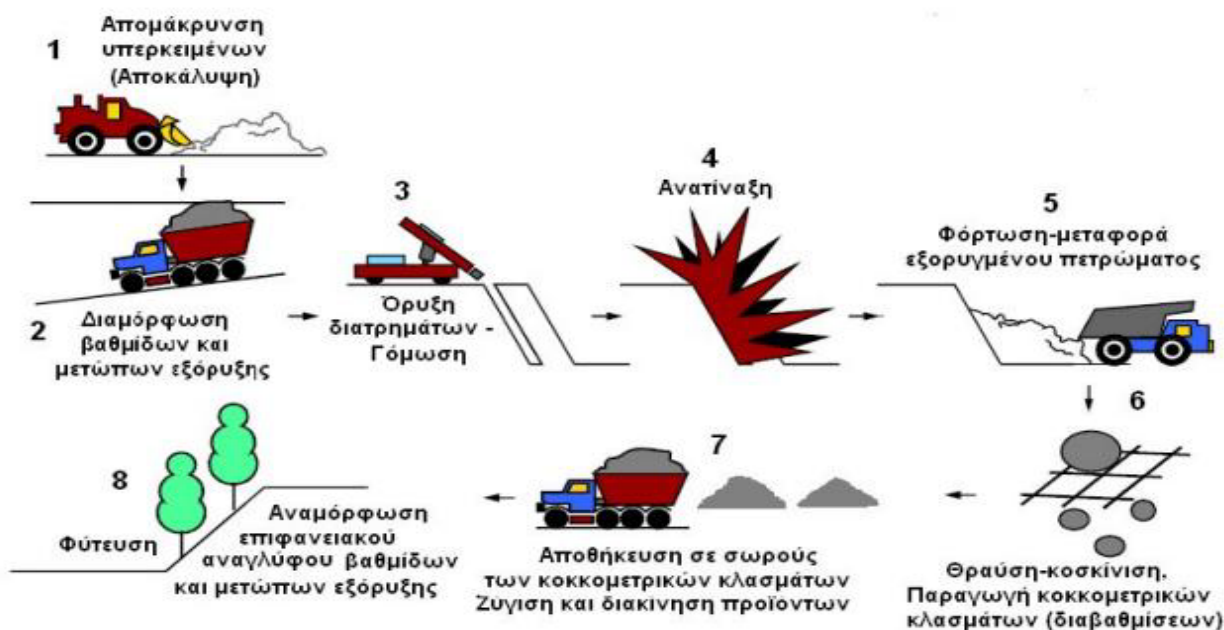
Τα αδρανή περαιτέρω υποδιαιρούνται σε κροκάλες (+ 76 mm), χαλίκια (- 76,2 mm + 2 mm, στρογγυλά), σκύρα (-76,2 mm + 2mm, γωνιώδη), άμμους (-2 mm + 75 μm), ιλύες (-75 μm + 5μm) και αργίλους (-5 μm).

Η ολοκληρωμένη διαδοχή φάσεων παραγωγής αδρανών υλικών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

1.1. Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ

1. 1. 1. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ

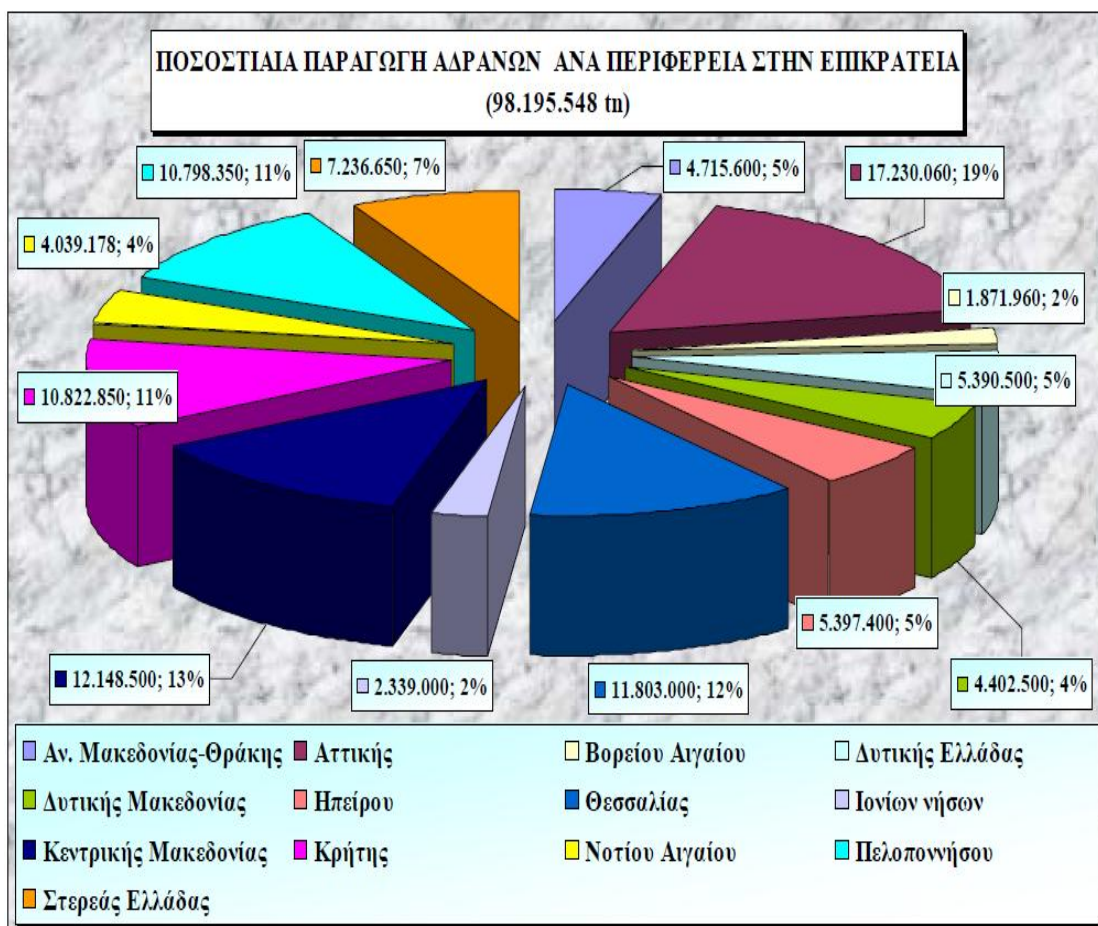
Η παραγωγή αδρανών υλικών, σε παγκόσμιο επίπεδο, φαίνεται να υπερέχει



Αλληλουχία φάσεων εξόρυξης και παραγωγής αδρανών υλικών.

συντριπτικά κατέχοντας το 62% περίπου σε σχέση με την συνολική παραγωγή ορυκτών πρώτων υλών (εκτός των ενεργειακών). Ο κλάδος των αδρανών αποτελεί ένα ζωτικής σημασίας κλάδο της μεταλλευτικής δραστηριότητας για όλες τις χώρες.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αγορά των αδρανών σε μια χώρα με αναπτυγμένη μεταλλευτική δραστηριότητα όπως είναι οι Η. Π. Α. Εντυπωσιακό στοιχείο είναι το γεγονός ότι ενώ στις αρχές του αιώνα η παραγωγή των αδρανών ήταν 58 εκ. t, το 2000 ανήλθε στα 2,3 δις t αντιπροσωπεύοντας περίπου τα 2/3 της συνολικής παραγωγής ορυκτών υλών, εκτός των ενεργειακών. Ακόμη όμως και στην περίπτωση που συνυπολογιστεί η παραγωγή ενεργειακών ορυκτών, τα αδρανή συνεχίζουν να αντιπροσωπεύουν πάνω από το 50% της συνολικής παραγωγής. Την τελευταία δεκαετία η παραγωγή σκύρων σημειώνει τεράστια αύξηση καθώς και όλα τα παράγωγα των αδρανών άμμος, χαλίκια κλπ. σε αντιστοιχία πάντα με την τρέχουσα οικονομική συγκυρία. Τεράστιο ενδιαφέρον παρουσιάζει η γεωγραφική κατανομή των εκμεταλλεύσεων αδρανών που εκτείνονται απ' άκρου σ' άκρο. Εκτιμάται ότι στις Η. Π. Α. απασχολούνται περίπου 90.000 εργαζόμενοι στον κλάδο παραγωγής αδρανών υλικών.



*Γράφημα με τη ποσοστιαία παραγωγή αδρανών υλικών ανά Περιφέρεια στην επικράτεια.
Σύμφωνα με εκτίμηση του ΥΠΕΚΑ (2009)*

1.1.2. Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σημαντικός είναι ο κλάδος των αδρανών υλικών στην Ελλάδα, τόσο από απόψεως παραγωγής όσο και από απόψεως αριθμού λατομείων. Τα αδρανή υλικά κατέχουν το 45,4% της συνολικής παραγωγής της χώρας συμπεριλαμβανομένων και των ενεργειακών υλών και το 39,5% των μονάδων (καταστημάτων).

Στη χώρα λειτουργούν λατομεία αδρανών υλικών, είτε εντός των ορίων θεσμοθετημένων λατομικών περιοχών (όπου αυτό έχει καταστεί δυνατόν να γίνει) είτε σε μεμονωμένες θέσεις. Πριν την περίοδο της ύφεσης ο συνολικός όγκος παραγωγής ήταν πάνω από 100 εκατομμύρια τόνους αδρανών υλικών (όλων των κλασμάτων συνολικά), ο οποίος μετά το 2009 μειώθηκε σε 70 – 80 εκατομμύρια τόνους.

Χαρακτηριστικό στοιχείο της λατομικής δραστηριότητας στην Ελλάδα, είναι η εξάπλωσή της σχεδόν σε όλους τους νομούς.

ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (2010)



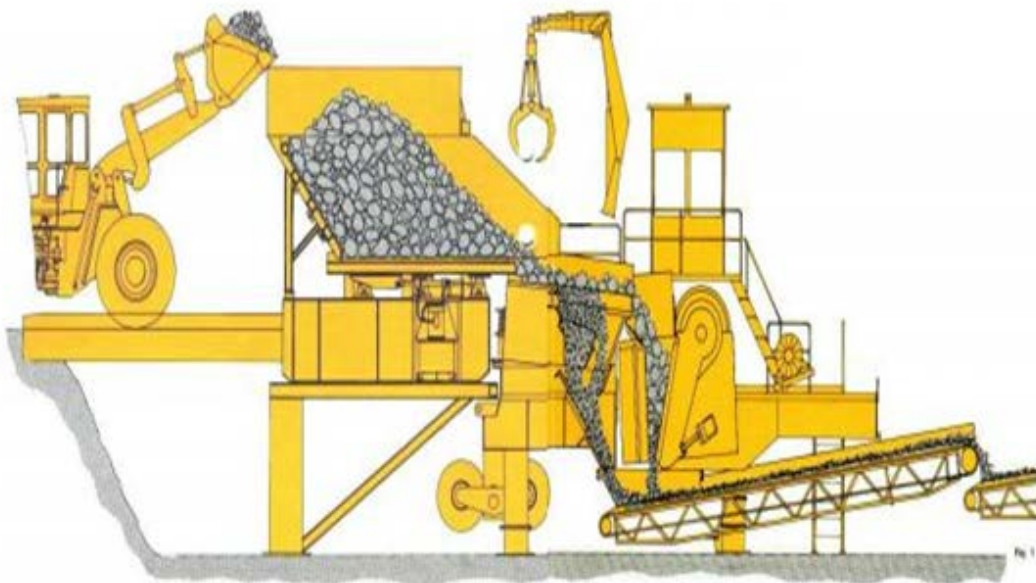
Εικόνα 1. Λατομεία αδρανών υλικών στην Ελλάδα (σύμφωνα με Π.Τζεφέρη, ΥΠΕΚΑ)

1.1.3. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα αδρανή παράγονται με τις γνωστές μεθόδους Μηχανικής Προπαρασκευής Πετρωμάτων, δηλαδή πρωτογενή, δευτερογενή, τριτογενή θραύση και ταξινόμηση των προϊόντων κάθε φάσης θραύσης σε δονούμενα κόσκινα για την παραγωγή των διαφόρων κοκκομετρικών κλασμάτων.

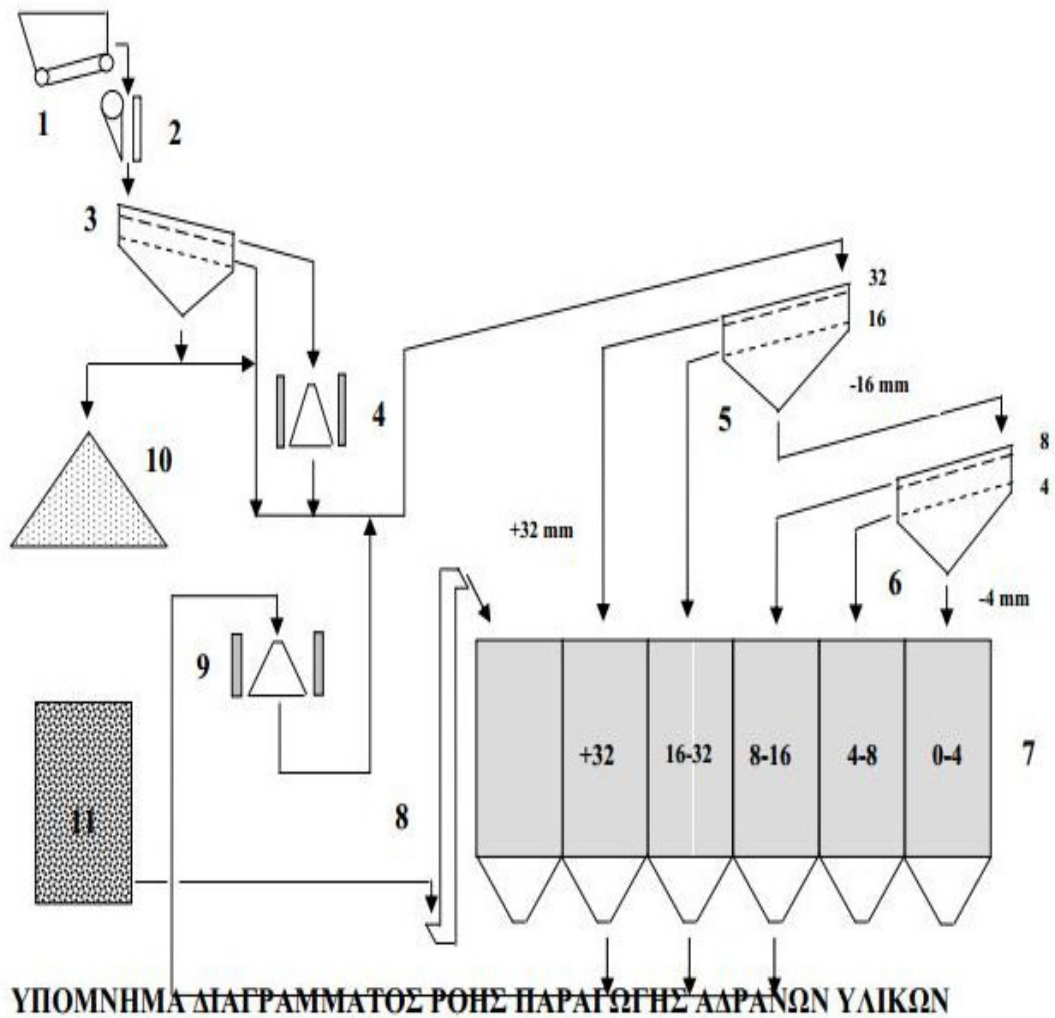
Ανάλογα με την κοκκομετρική ανάλυση της σύνθεσης των αδρανών υλικών επιλέγεται ο κατάλληλος συνδυασμός μηχανημάτων, δηλαδή το σύστημα θραυστήρα – κοσκίνου.

Έτσι, λοιπόν λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της παραγωγής που θέλουμε να έχουμε προχωρούμε στη μελέτη και το σχεδιασμό της μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών για τη λήψη συγκεκριμένης ποσότητας προϊόντων (παροχή τ/έτος) και στην κατάλληλη κοκκομετρία που το χρειαζόμαστε, αξιοποιώντας τα κατάλληλα μηχανήματα.



Κινητή μονάδα πρωτογενούς θραύσης (κατά Svedala Arbra)

Εικόνα 2. Κινητή μονάδα πρωτογενούς θραύσης.



Αναλύοντας το παραπάνω διάγραμμα ροής αδρανών υλικών προκύπτει:

1. τροφοδότης
2. θραυστήρας σιαγόνων απλής ενέργειας
3. κόσκινο (scalp screen)
4. γυροσκοπικός θραυστήρας
5. κόσκινο διπλού καταστρώματος (32 mm και 16 mm)
6. κόσκινο διπλού καταστρώματος (8 mm και 4 mm)
7. αποθήκες προϊόντων (silos)
8. αναβατήριο
9. κωνικός θραυστήρας
10. σωρός υλικού 3Α (συνήθως υλικό οδοστρωσίας)
11. λεπτομερές υλικό φίλτρων

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Η μελέτη και ο σχεδιασμός μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών περιλαμβάνει όλη τη διαδικασία πραγματοποίησης μιας σειράς ενεργειών με σκοπό τη βέλτιστη από οικονομικής άποψης παραγωγή συνυπολογίζοντας όλες τις παρακάτω παραμέτρους όπως: η κατάλληλη επιλογή των μηχανημάτων (θραυστήρες - κόσκινα), η εξόρυξη και η ανατίναξη, τα στάδια θραύσης του υλικού (πρωτογενής, δευτερογενής, τριτογενής αν καθίσταται αναγκαίο θραύση) και η ταξινόμηση, ο υπολογισμός της τροφοδοσίας και η ανάλυση των κοκκομετρικών κλασμάτων και τέλος η οικονομοτεχνική ανάλυση και ο υπολογισμός του λειτουργικού κόστους και του περιθώριου κέρδους από την εκμετάλλευση.



Εικόνα 3. Άποψη λατομείου (στο βάθος) και περιβάλλοντος χώρου.

2.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

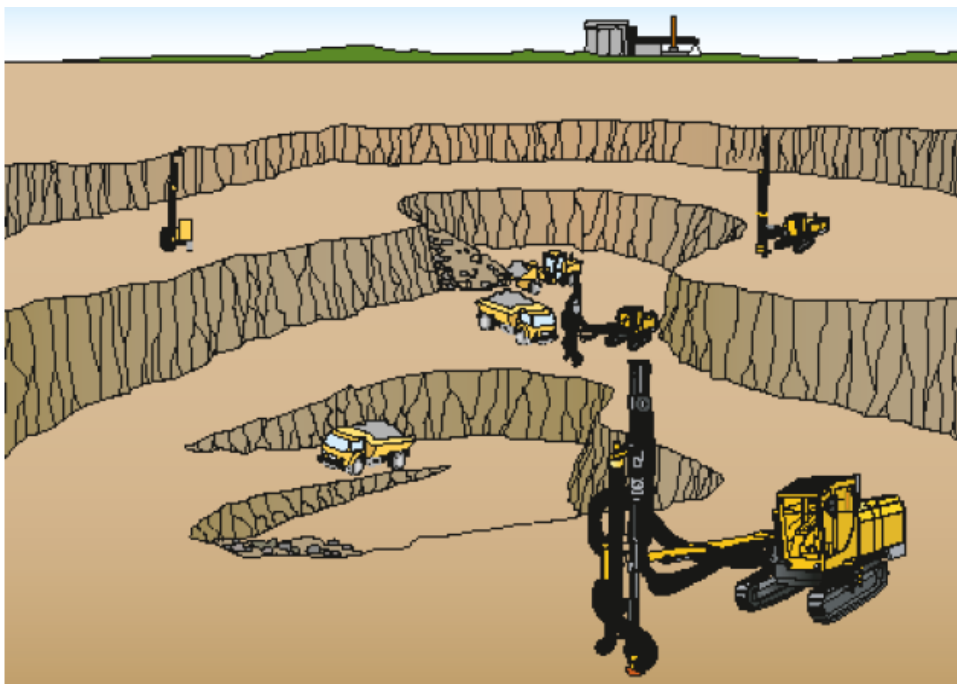
Όπως σε κάθε εκμετάλλευση, έτσι και στις εκμεταλλεύσεις αδρανών υλικών, προκειμένου να επιτευχθεί το καλύτερο και αποδοτικότερο αποτέλεσμα, θα πρέπει να εξετάζονται μια σειρά παραμέτρων, οι βασικότερες από τις οποίες είναι :

2.2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Τα γεωλογικά και ορυκτολογικά χαρακτηριστικά μιας εκμετάλλευσης έχουν επίπτωση στην οικονομικότητα και κατ'επέκταση στο σχεδιασμό της. Αυτά είναι:

- ❖ Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής
- ❖ Η τεκτονική της περιοχής (ρήγματα, συστήματα κατακλάσεων κ. τ. λ)
- ❖ Η Τοπογραφία της περιοχής

Συγκεκριμένα, τα τεκτονικά δεδομένα και η γεωμορφολογία της περιοχής παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης, όσο και στην επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης μονάδας σπαστηροτριβείου και της τοποθεσίας φόρτωσης του τελικού προϊόντος.



Εικόνα 4. Απεικόνιση των λατομικών εργασιών (διάτρηση, φόρτωση, μεταφορά).

2.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Η οικονομική σχέση αποκάλυψης προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$R_E = (A - B) / C$$

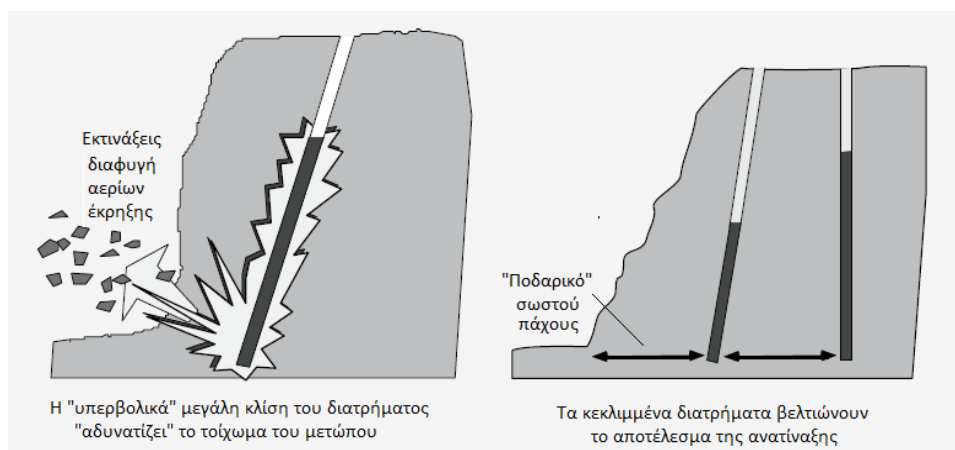
Όπου, A : Έσοδα / t χρήσιμου συστατικού

B : Κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας / t χρήσιμου συστατικού

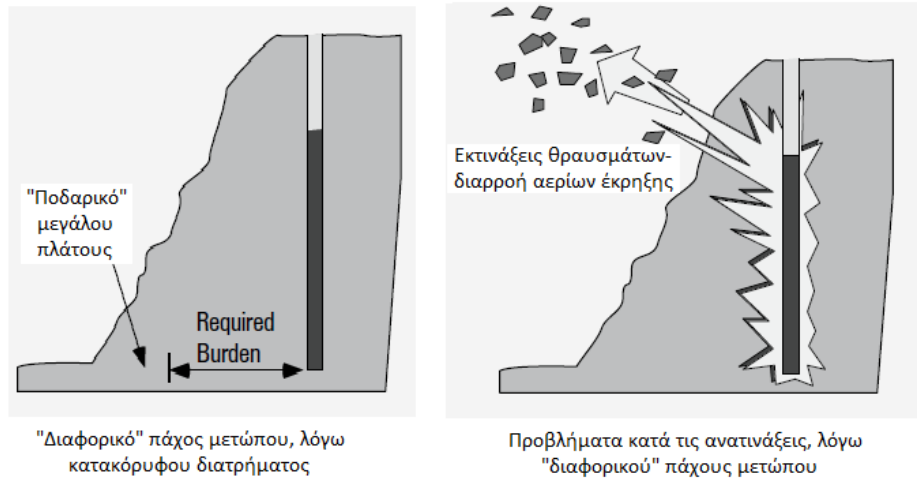
C : Κόστος αποκάλυψης / t αγόνων

Βασικοί παράγοντες οι οποίοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό μιας λατομικής μονάδας και έχουν άμεση σχέση με την οικονομικότητα της παραγωγής είναι:

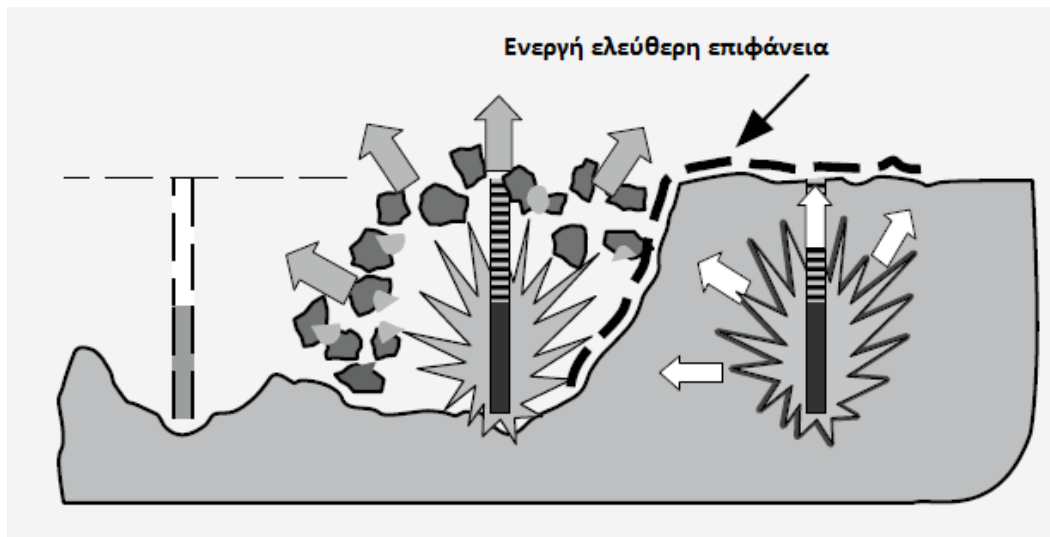
- Το άνοιγμα δρόμων μεταφοράς και προσπέλασης.
- Η απομάκρυνση του υλικού
- Η εξόρυξη
- Η φόρτωση και μεταφορά του εξορυσσόμενου υλικού
- Η θραύση του υλικού
- Η ταξινόμηση βάσει ποιότητας του υλικού
- Η αποθήκευση και διάθεση του υλικού



Εικόνα 5. Διάτρηση και ανατίναξη με εκρηκτικές ύλες.



Εικόνα 6. «Προβλήματα» κατά τη διάτρηση και ανατίναξη με εκρηκτικές ύλες.



Εικόνα 7. Ενεργή ελεύθερη επιφάνεια μετά από ανατίναξη.

2.4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Ο σχεδιασμός μιας εκμετάλλευσης θα πρέπει ύπο το πρίσμα της περιβαλλοντικής προστασίας να επιδιώκει:

- Την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (τοπίο, αέρας, έδαφος, νερά, χλωρίδα, πανίδα).
- Την ελαχιστοποίηση της όχλησης
- Τη διαμόρφωση ενός αποτελεσματικού σχεδίου αποκατάστασης (αειφορία, συμβατότητα με χρήσεις γης, κ. τ. λ.)



Εικόνα 8. Περιβάλλον χώρος λατομείου αδρανών υλικών.

2.5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Οι τεχνολογικές εξελίξεις τόσο σε επίπεδο εξοπλισμού όσο και σε επίπεδο εργαλείων σχεδιασμού προσφέρουν σήμερα πολλές δυνατότητες στον τομέα της εκμετάλλευσης. Η επιλογή κατάλληλου τύπου μηχανημάτων για την εξόρυξη, αλλά και την επεξεργασία, είναι κρίσιμης σημασίας για την απρόσκοπτη λειτουργία της επιχείρησης, καθώς μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το τελικό οικονομικό αποτέλεσμα.

2.6. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Στον Κώδικα Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (Κ. Μ. Λ. Ε.) αναφέρεται το σύνολο εκείνων των απαιτήσεων που θα πρέπει μια λατομική επιχείρηση να συμμορφώνεται τόσο για τη ασφάλεια των εργασιών (βαθμίδες εκμετάλλευσης) όσο και για την προστασία του τοπίου (οπτική ρύπανση, αποκατάσταση του χώρου κ.λ.π).

3. ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά επιδιώκεται ο σχεδιασμός μιας λατομικής μονάδας ασβεστολιθικού πετρώματος (ειδικού βάρους $2,6 \text{ t / m}^3$) ετήσιας δυναμικότητας 650.000 m^3 για την παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος της παρακάτω κοκκομετρίας (-38+28 mm, -28+19 mm, -19+12,5 mm, -12,5+4,75 mm και -4,75 mm).

Μετά την εξόρυξη το 75% είναι αξιοποιήσιμο υλικό για την παραγωγή αδρανών, ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται ως υλικό οδοποιίας 3Α.

Ακολουθεί ο σχεδιασμός του κυκλώματος θραύσης (διάγραμμα ροής) και το κλειστό κύκλωμα θραύσης - ταξινόμησης για την παραγωγή των παραπάνω κοκκομετρικών κλασμάτων.

Τέλος, γίνεται η οικονομοτεχνική ανάλυση (υπολογισμός κόστους επένδυσης μονάδας θραύσης – ταξινόμησης), υπολογισμός λειτουργικού κόστους (εργατικά, ηλεκτρική ενέργεια αναλώσιμα κ. λ. π.) και περιθώριο κέρδους ανά τόνο.

3.1. ΕΞΟΡΥΞΗ-ΑΝΑΤΙΝΑΞΗ

Η κοκκομετρική ανάλυση του εξορυσσόμενου υλικού μετά την ανατίναξη, υπακούει σε κατανομή G-G-S με συντελεστή μεγέθους $k=600$ και συντελεστή ομοιομορφίας $m=0,387$. Επομένως, για την εύρεση των κοκκομετρικών κλασμάτων θα χρησιμοποιηθεί την εξίσωση (συνάρτηση) Gates-Gaudin-Schuhmann (G-G-S):

$$P(x) = (x/k)^m, 0 \leq x \leq k, m > 0 \quad (1)$$

Όπου,

P: το κλάσμα του συνολικού βάρους του υλικού που περνάει από κόσκινο με μέγεθος ανοιγμάτων x ή που έχει μέγεθος τεμαχίων $X \leq k$,

k: σταθερά χαρακτηριστική του μεγέθους του υλικού (συντελεστής μεγέθους) που ισούται με το ελάχιστο μέγεθος βροχίδας από την οποία περνάει το 100% του υλικού,

m: σταθερά χαρακτηριστική της κατανομής (συντελεστής ομοιομορφίας ή διασποράς) των μεγεθών X των τεμαχίων.

Θέτοντας στην εξίσωση (1) όπου x τις αντίστοιχες κοκκομετρίες, που ενδιαφέρουν προκύπτει:

$$P(600) = (600/600)^{0,387} \Rightarrow P(600) = 1,000 \rightarrow P(600) = 100,0\%$$

$$P(38) = (38/600)^{0,387} \Rightarrow P(38) = 0,344 \rightarrow P(38) = 34,4\%$$

$$P(28) = (28/600)^{0,387} \Rightarrow P(28) = 0,305 \rightarrow P(28) = 30,5\%$$

$$P(19) = (19/600)^{0,387} \Rightarrow P(19) = 0,263 \rightarrow P(19) = 26,3\%$$

$$P(12,5) = (12,5/600)^{0,387} \Rightarrow P(12,5) = 0,224 \rightarrow P(12,5) = 22,4\%$$

$$P(4,75) = (4,75/600)^{0,387} \Rightarrow P(4,75) = 0,154 \rightarrow P(4,75) = 15,4\%$$

Από τα παραπάνω αποτελέσματα, προκύπτει ο Πίνακας 1.

Πίνακας 1. Κοκκομετρική Ανάλυση Ανατίναξης (-600 mm).

Μέγεθος Τεμαχίων (mm)	Αθροιστικό βάρος Διερχόμενο%	Κοκκομετρικό κλάσμα	Βάρος Παραμένον%	Αθροιστικό Βάρος Παραμένον%
600	100	-600+38	65,6	0
38	34,4	-38+28	3,9	65,6
28	30,5	-28+19	4,2	69,5
19	26,3	-19+12,5	3,9	73,7
12,5	22,4	-12,5+4,75	7,0	77,6
4,75	15,4	-4,75	15,4	84,6
ΣΥΝΟΛΟ			100,0	

Παρατηρούμε ότι ήδη από την ανατίναξη, ένα ποσοστό 34,4% του εξορυσσόμενου Ασβεστολίθου θραύεται σε τεμάχια μικρότερα των 38 mm. Αυτό το ποσοστό θα οδηγηθεί απευθείας για ταξινόμηση με χρήση κοσκίνων. Αντίθετα, ο αξιοποιήσιμος εξορυσσόμενος ασβεστόλιθος σε ποσοστό 65,6% θα οδηγηθεί σε πρωτογενή θραύση, προκειμένου να γίνει κατάτμηση στα επιθυμητά μεγέθη για την παραγωγή αδρανών υλικών.

3.2. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΘΡΑΥΣΗ

Σε όλα τα στάδια θραύσης, άρα και στην πρωτογενή, το υλικό υπακούει σε κατανομή ελάττωσης μεγέθους G-G-S με συντελεστή ομοιομορφίας $m=0,677$.

Για την πρωτογενή θραύση συνήθως προτιμάται θραυστήρας με σιαγόνες. Ο λόγος κατάτμησης (R) σε αυτήν την περίπτωση κυμαίνεται μεταξύ 3 και 5. Θεωρούμε $R=4$ (ως μέσο όρο των 3 και 5), επομένως από την εξίσωση του λόγου κατάτμησης:

$$R = k_{\tau} / k_{\pi} \quad (2)$$

προκύπτει:

k_τ , ο συντελεστής μεγέθους της κατανομής μεγέθους τεμαχίων της τροφής και k_π , ο συντελεστής μεγέθους της κατανομής μεγέθους τεμαχίων του προϊόντος

Έχουμε:

$$k_\pi = k_\tau / R \Rightarrow k_\pi = 600 / 4 \Rightarrow$$

$$k_\pi = 150 \text{ mm}$$

Επομένως, χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1) για $k = 150$ και $m = 0,677$, προσδιορίζεται η κοκκομετρική ανάλυση της πρωτογενούς θραύσης και προκύπτει ο Πίνακας 2, σύμφωνα με τα παρακάτω αποτελέσματα:

$$P(150) = P(150/150)^{0,677} \Rightarrow P(150) = 1,000 \rightarrow P(150) = 100,0\%$$

$$P(38) = (38/150)^{0,677} \Rightarrow P(38) = 0,395 \rightarrow P(38) = 39,5\%$$

$$P(28) = (28/150)^{0,677} \Rightarrow P(28) = 0,321 \rightarrow P(28) = 32,1\%$$

$$P(19) = (19/150)^{0,677} \Rightarrow P(19) = 0,247 \rightarrow P(19) = 24,7\%$$

$$P(12,5) = (12,5/150)^{0,677} \Rightarrow P(12,5) = 0,186 \rightarrow P(12,5) = 18,6\%$$

$$P(4,75) = (4,75/150)^{0,677} \Rightarrow P(4,75) = 0,097 \rightarrow P(4,75) = 9,7\%$$

Πίνακας 2. Κοκκομετρική Ανάλυση προϊόντος πρωτογενούς θραύσης (-150 mm).

Μέγεθος τεμαχίων (mm)	Αθροιστικό Βάρος Διερχόμενο%	Κοκκομετρικό κλάσμα	Βάρος Παραμένον %	Αθροιστικό Βάρος Παραμένον %
150	100	-150+38	60,5	0
38	39,5	-38+28	7,4	60,5
28	32,1	-28+19	7,4	67,9
19	24,7	-19+12,5	6,1	75,3
12,5	18,6	-12,5+4,75	8,9	81,4
4,75	9,7	-4,75	9,7	90,3
ΣΥΝΟΛΟ			100,0	

3.3 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΘΡΑΥΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, το υλικό σε όλα τα στάδια θραύσης, άρα και στη δευτερογενή, υπακούει σε κατανομή ελάττωσης μεγέθους G-G-S με συντελεστή ομοιομορφίας $m=0,677$.

Για τη δευτερογενή θραύση θα χρησιμοποιηθεί κωνικός θραυστήρας του οποίου ο λόγος κατάτμησης (R) κυμαίνεται μεταξύ 4 και 6. Θεωρούμε $R=5$ (ο μέσος όρος των 4 και 6), οπότε από την εξίσωση (2) προκύπτει:

$$k_{\pi} = k_{\tau} / R \Rightarrow k_{\pi} = 150 / 5 \Rightarrow$$

$$k_{\pi} = 30 \text{ mm.}$$

Επομένως, από την εξίσωση (1) για $k_{\pi} = 30$ και $m = 0,677$, υπολογίζεται η κοκκομετρική ανάλυση της δευτερογενούς θραύσης και δημιουργείται ο Πίνακας 3, σύμφωνα με τους παρακάτω υπολογισμούς:

$$P(30) = (30/30)^{0,677} \Rightarrow P(30) = 1,000 \rightarrow P(30) = 100,0\%$$

$$P(28) = (28/30)^{0,677} \Rightarrow P(28) = 0,954 \rightarrow P(28) = 95,4\%$$

$$P(19) = (19/30)^{0,677} \Rightarrow P(19) = 0,734 \rightarrow P(19) = 73,4\%$$

$$P(12,5) = (12,5/30)^{0,677} \Rightarrow P(12,5) = 0,553 \rightarrow P(12,5) = 55,3\%$$

$$P(4,75) = (4,75/30)^{0,677} \Rightarrow P(4,75) = 0,287 \rightarrow P(4,75) = 28,7\%$$

Πίνακας 3. Κοκκομετρική Ανάλυση προϊόντος δευτερογενούς θραύσης (-30 mm).

Μέγεθος Τεμαχίων, (mm)	Αθροιστικό Βάρος Διερχόμενο %	Κοκκομετρικό Κλάσμα	Βάρος Παραμένον %	Αθροιστικό Βάρος Παραμένον %
30	100	-30+28	4,6	0
28	95,4	-28+19	22,0	4,6
19	73,4	-19+12,5	18,1	26,6
12,5	55,3	-12,5+4,75	26,6	44,7
4,75	28,7	-4,75	28,7	71,3
ΣΥΝΟΛΟ			100,0	

3.4. ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΘΡΑΥΣΗ

Ήδη από τη δευτερογενή θραύση, όλα τα τεμαχίδια του ασβεστολίθου έχουν μέγεθος μικρότερο των 30 mm, το οποίο είναι κατά πολύ μικρότερο των 38 mm που είναι η μέγιστη επιθυμητή κοκκομετρία. Επομένως, η εφαρμογή τριτογενούς θραύσης κρίνεται περιττή.

3.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Για να υπολογιστεί τόσο η ολική τροφοδοσία του κυκλώματος, όσο και οι επιμέρους τροφοδοσίες / παροχές, πρέπει καταρχήν να υπολογιστεί η συνολική παροχή του εξορυσσόμενου ασβεστολίθου που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος ($B_{\text{ΑΔΡ}}$).

Θεωρούμε ότι το ειδικό βάρος του ασβεστολίθου, αναφέρεται σε συμπαγές, επί τόπου (μη εξορυγμένο) πέτρωμα. Επομένως, εφόσον εξορύσσονται 650.000 m^3 ασβεστολιθικών πετρωμάτων ειδικού βάρους $2,6 \text{ t/m}^3$, η παροχή αυτών των πετρωμάτων θα είναι:·

$$B_{\text{ΕΞΟΡ. ΑΣΒ.}} = 650.000 \text{ m}^3 / \text{έτος} * 2,6 \text{ t/m}^3 = 1.690.000 \text{ t} / \text{έτος} \Rightarrow$$

$$B_{\text{ΑΣΒ.}} = 1.690.000 \text{ t} / \text{έτος}.$$

Από αυτά, γίνεται υπόθεση ότι μόνο το 75% θεωρείται αξιοποιήσιμο υλικό για την παραγωγή αδρανών υλικών σκυροδέματος, δηλαδή:

$$B_{\text{ΑΞΙΟΠ. ΑΣΒ.}} = 1.690.000 \text{ t} / \text{έτος} * 0,75 = 1.267.500 \text{ t} / \text{έτος} \Rightarrow$$

$$B_{\text{ΑΔΡ.}} = 1.267.500 \text{ t} / \text{έτος}.$$

Ενώ το υπόλοιπο 25% αναμένεται να χρησιμοποιηθεί ως υλικό οδοποιίας 3A: Η ποσότητα αυτή ανέρχεται σε:

$$B_{\text{ΑΣΒ. 3A}} = 1.690.000 \text{ t} / \text{έτος} * 0,25 = 422.500 \text{ t} / \text{έτος} \Rightarrow$$

$$B_{\text{3A}} = 422.500 \text{ t} / \text{έτος}.$$

Στη συνέχεια, πρέπει να υπολογιστούν οι ώρες εργασίας ανά έτος, προκειμένου τελικά να καθοριστεί η τροφοδοσία (t/h) του κυκλώματος θραύσης ταξινόμησης.

Καταρχήν, οι ημέρες εργασίας ανά έτος υπολογίζονται αν από τις 365 ημέρες του έτους αφαιρεθούν (ανάλογα πάντα με το σύστημα λειτουργίας ή εργασίας) τα Σαββατοκύριακα, οι εορτές και οι επίσημες αργίες και οι ημέρες συντήρησης και επισκευής των εγκαταστάσεων θραύσης – ταξινόμησης.

Για κάθε έτος έχουμε 52 Κυριακές και 52 Σάββατα, ενώ παράλληλα θεωρούμε 10 ημέρες εορτών (υποχρεωτικές αργίες) και 25 ημέρες συντήρησης.

Οι ημέρες συντήρησης υπολογίζονται θεωρώντας ότι αυτές αποτελούν ένα ποσοστό της τάξης του 10% επί των ημερών εργασίας του έτους. Δηλαδή:

$$(365 - 52 - 52 - 10) * 0,1 = 25,1 \text{ ημέρες συντήρησης / έτος}$$

Επομένως, ένα έτος έχει:

$$(365 - 52 - 52 - 10 - 25) = 226 \text{ εργάσιμες ημέρες}$$

Επίσης, γίνεται υπόθεση ότι ημερησίως εργάζονται 2 βάρδιες, που συνήθως υπολογίζονται σε 7 ώρες εργασίας η καθεμία. Επομένως, οι ώρες εργασίας της εγκατάστασης θραύσης – ταξινόμησης ανά έτος είναι:

$$H = 7 * 2 * 226 \Rightarrow H = 3164 \text{ h / έτος.}$$

Άρα, η ωριαία τροφοδοσία στο κύκλωμα θραύσης πρέπει να είναι:

$$T = 1.267.500 \text{ t} / 3164 \text{ h} \Rightarrow T = 400,6 \text{ t/h.}$$

Η παραπάνω τροφοδοσία οδηγείται καταρχήν σε σχάρα κοσκίνισης των -38 mm και από εκεί (σύμφωνα με τον Πίνακα 1) σε ποσοστό 65,6% στο θραυστήρα με σιαγόνες και σε ποσοστό 34,4% σε δονούμενο κόσκινο ανακύκλωσης. Επομένως, οι επι μέρους τροφοδοσίες των δυο αυτών μηχανημάτων είναι:

Θραυστήρας με σιαγόνες:

$$T_1 = 0,656 * 400,6 \text{ t/h} \Rightarrow T_1 = 262,8 \text{ t/h}$$

Δονούμενο κόσκινο ανακύκλωσης:

$$T_2 = 0,344 * 400,6 \text{ t/h} \Rightarrow T_2 = 137,8 \text{ t/h}$$

Για την τροφοδοσία του κωνικού θραυστήρα έχουμε:

Η τροφοδοσία προς αυτόν ισούται με την παροχή του θραυστήρα με σιαγόνες, επί το ποσοστό αυτής της παροχής το οποίο δεν περνά από το κατάστρωμα των -38 mm του δονούμενου κόσκινου.

Η τροφοδοσία που προέρχεται από τον θραυστήρα με σιαγόνες είναι, όπως υπολογίσαμε παραπάνω, ίση με 262,8 t/h, ενώ το ποσοστό της παροχής που δεν περνά από τα -38 mm είναι 60,5% (βλέπε Πίνακα 2). Επομένως:

Κωνικός θραυστήρας:

$$T_3 = 0,605 * 262,8 \text{ t/h} \Rightarrow T_3 = 159 \text{ t/h}$$

3.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΛΑΣΜΑΤΩΝ

Από τους Πίνακες 1, 2 και 3 και με βάση τις τροφοδοσίες T , T_1 και T_3 υπολογίζεται το παραμένον βάρος των τελικών κοκκομετρικών κλασμάτων σε κάθε ένα από τα στάδια της συνολικής διαδικασίας (ανατίναξη - πρωτογενής θραύση - δευτερογενής θραύση). Όπως φαίνεται παρακάτω, προκύπτουν οι Πίνακες 4, 5 και 6 αντίστοιχα.

Κοκκομετρικό Κλάσμα	Παραμένον Βάρος %	Τροφοδοσία(t/h)
-38+28	3,9	$0,039 * 400,6 = 15,62$
-28+19	4,2	$0,042 * 400,6 = 16,83$
-19+12,5	3,9	$0,039 * 400,6 = 15,62$
-12,5+4,75	7,0	$0,07 * 400,6 = 28,04$
-4,75	15,4	$0,154 * 400,6 = 61,69$
Σύνολο	34,4	137,8

Πίνακας 4. Παραμένον από το - 38 mm της ανατίναξης

Συγκεκριμένα, από τον Πίνακα 1 και την αρχική τροφοδοσία T , προκύπτει ο Πίνακας 4.

Από τον Πίνακα 2 και την τροφοδοσία T_1 προς τον θραυστήρα με σιαγόνες, προκύπτει ο Πίνακας 5.

Πίνακας 5. Παραμένον από το - 38 mm της πρωτογενούς θραύσης

Κοκκομετρικά Κλάσματα	Παραμένον Βαρος %	Τροφοδοσία (t/h)
-38+28	7,4	$0,074 \cdot 262,8 = 19,45$
-28+19	7,4	$0,074 \cdot 262,8 = 19,45$
-19+12,5	6,1	$0,061 \cdot 262,8 = 16,03$
-12,5+4,75	8,9	$0,089 \cdot 262,8 = 23,39$
-4,75	9,7	$0,097 \cdot 262,8 = 25,49$
Σύνολο	39,5	103,8

Τέλος, από τον Πίνακα 3 και την τροφοδοσία T_3 προς τον κωνικό θραυστήρα, προκύπτει ο Πίνακας 6.

Πίνακας 6. Παραμένον από το - 38 mm της δευτερογενούς θραύσης

Κοκκομετρικό Κλάσμα	Παραμένον Βάρος %	Τροφοδοσία(t/h)
-30+28	4,6	$0,046 \cdot 159 = 7,31$
-28+19	22,0	$0,022 \cdot 159 = 34,98$
-19+12,5	18,1	$0,181 \cdot 159 = 28,78$
-12,5+4,75	26,6	$0,266 \cdot 159 = 42,29$
-4,75	28,7	$0,287 \cdot 159 = 45,63$
Σύνολο	100	159,0

Επομένως από τους Πίνακες 4, 5, 6 υπολογίζονται το παραμένον βάρος (παροχή) σε t/h των κοκκομετρικών κλασμάτων που ενδιαφέρουν.

$$-38+28 \text{ mm: } 15,62 + 19,45 + 7,31 = 42,38 \text{ t/h}$$

$$-28+19 \text{ mm: } 16,83 + 19,45 + 34,98 = 71,26 \text{ t/h}$$

$$-19,5+12,5 \text{ mm: } 15,62 + 16,03 + 28,78 = 60,43 \text{ t/h}$$

$$-12,5+9 \text{ mm: } 28,04 + 23,39 + 42,29 = 93,72 \text{ t/h}$$

$$-9+4,75 \text{ mm: } 61,69 + 25,49 + 45,63 = 132,81 \text{ t/h}$$

Σημείωση: Παρατηρούμε ότι το ισοζύγιο μάζας επαληθεύεται, αφού το άθροισμα των παραπάνω κοκκομετρικών κλασμάτων είναι:

$$42,38 + 71,26 + 60,43 + 93,72 + 132,81 \text{ t/h} = 400,6 \text{ t/h}$$

Όσο δηλαδή είναι η αρχική τροφοδοσία.

Για να υπολογίσουμε την παραγωγή (παροχή) των κοκκομετρικών κλασμάτων σε t/έτος, θα υπολογίσουμε την παροχή του κάθε κοκκομετρικού κλάσματος σε t/h με τις συνολικές ώρες εργασίας ανά έτος. Θα έχουμε:

$$-38+28 \text{ mm: } 42,38 \text{ t/h} * 3164 \text{ h} = 134.090,32 \text{ t} \approx 134.091 \text{ t}$$

$$-28+19 \text{ mm: } 71,26 \text{ t/h} * 3164 \text{ h} = 225.466,64 \text{ t} \approx 225.467 \text{ t}$$

$$-19+12,5 \text{ mm: } 60,43 \text{ t/h} * 3164 \text{ h} = 191.200,52 \text{ t} \approx 191.201 \text{ t}$$

$$-12,5+9 \text{ mm: } 93,72 \text{ t/h} * 3164 \text{ h} = 296.530,83 \text{ t} \approx 296.530 \text{ t}$$

$$-9 +4,75 \text{ mm: } 132,81 \text{ t/h} * 3164 \text{ h} = 420.210,84 \approx 420.211 \text{ t}$$

Παρατηρούμε ότι πράγματι το άθροισμα των παραπάνω παροχών ισούται με 1.267.500 t.

Επομένως, στον Πίνακα 7 που ακολουθεί υπολογίζονται τα παραγόμενα (παροχές σε t/έτος) κοκκομετρικά κλάσματα.

Πίνακας 7. Παραγόμενα κοκκομετρικά κλάσματα (t / έτος).

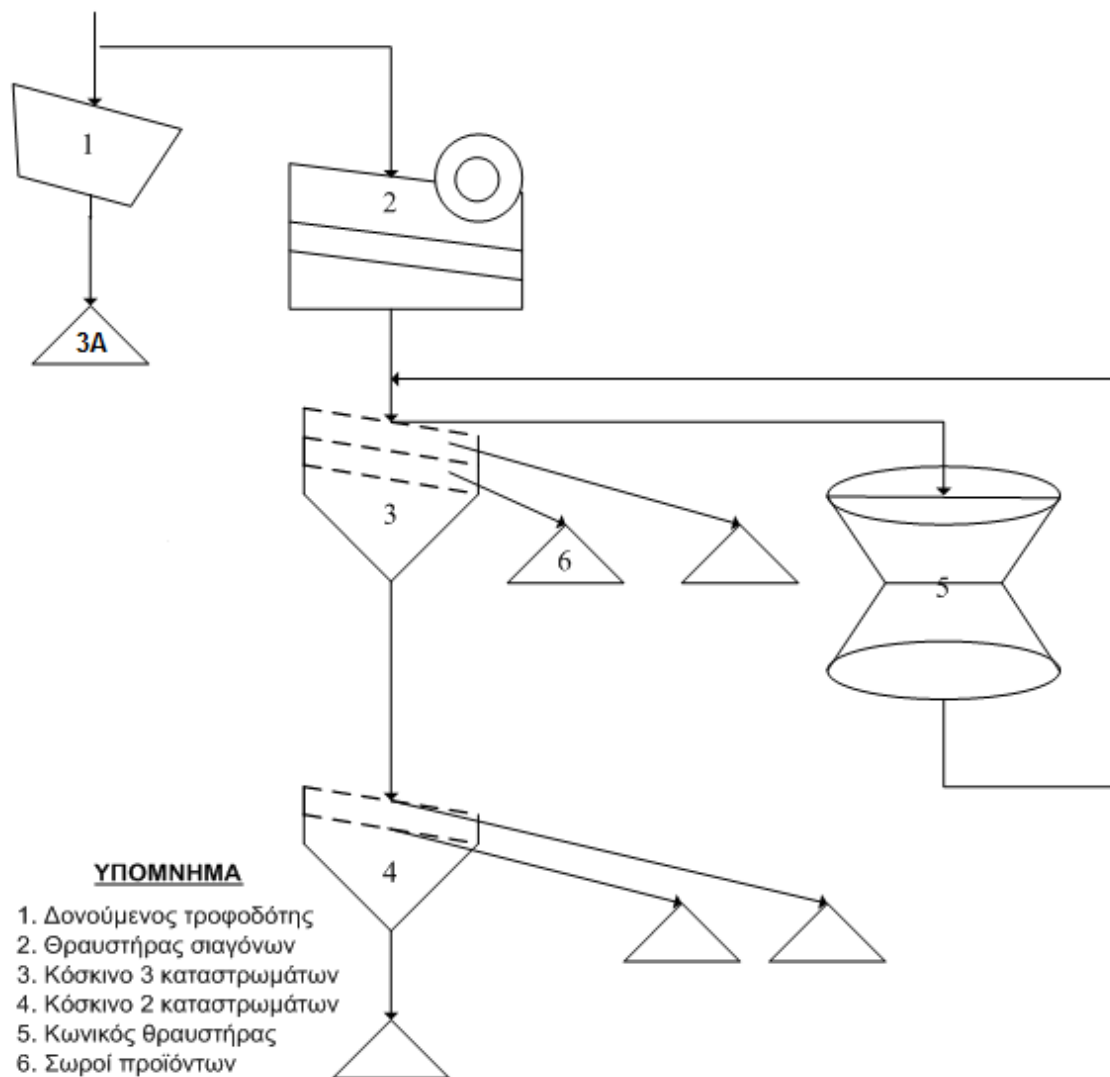
Κοκκομετρικό κλάσμα	Παροχή (t/έτος)
-38+28	134.091
-28+19	252.467
-19+12,5	191.201
-12,5+4,75	296.530
-4,75	420.211
ΣΥΝΟΛΟ	1.267.500

4. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Σύμφωνα με τη μελέτη και το σχεδιασμό της παραπάνω μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών τα μηχανήματα θραύσης που χρησιμοποιήθηκαν, όπως αναφέρθηκε ήταν θραυστήρας με σιαγόνες και κωνικός θραυστήρας.

Η ταξινόμηση, όπως προκύπτει θα γίνει μέσω δυο δονούμενων κόσκινων. Το πρώτο θα είναι δονούμενο κόσκινο ανακύκλωσης με τρία καταστρώματα (38 mm, 28 mm και 19 mm) και το δεύτερο δονούμενο κόσκινο με δύο καταστρώματα (12,5 mm και 4,75 mm).

Στη σχάρα των 38 mm μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κρουστικό σφυρί για τη θραύση μεγάλων τεμαχίων (άνω των 600 mm), αν θεωρηθεί ότι μετά την ανατίναξη θα υπάρξουν, έστω και λίγα, τέτοια τεμάχια.



Εικόνα 9. Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών.

Το κύκλωμα θραύσης και το κλειστό κύκλωμα θραύσης - ταξινόμησης φαίνονται στην Εικόνα 9.



Εικόνα 10. Διαγραμματική απεικόνιση κόστους παραγωγής αδρανών υλικών.

5. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, μια ολοκληρωμένη μελέτη για το σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών απαιτεί την αναλυτική διερεύνηση και καταγραφή του υπολογισμού του κόστους επένδυσης – αξιολόγηση της επένδυσης της μονάδας, θραύσης – ταξινόμησης, του υπολογισμού του λειτουργικού κόστους και του περιθωρίου κέρδους ανά τόνο.

Πιο αναλυτικά μας ενδιαφέρει να υπολογίσουμε το κόστος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιήσουμε, θραυστήρα με σιαγόνες, κωνικό θραυστήρα και κόστη κοσκίνων. Επίσης, τα λειτουργικά κόστη της εκμετάλλευσης, αυτά είναι κεφάλαιο (εξοπλισμός κλπ.), ενέργεια, ανταλλακτικά – συντήρηση, μισθοδοσία, διάτρηση, ανατίναξη, θραύση με υδραυλικό σφυρί (δευτερογενής), φόρτωση, μεταφορά και τέλος όπως αναφέρθηκε το περιθώριο κέρδους ανά τόνο.

5.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για την υλοποίηση της οικονομοτεχνικής ανάλυσης και τη δημιουργία μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών, όπως και για την ολοκλήρωση οποιουδήποτε επενδυτικού σχεδίου απαιτείται μελέτη οικονομικής αξιολόγησης, η οποία στο προκαταρκτικό στάδιο μπορεί να περιέχει:

5. 1. 1 Προκαταρκτική (Ενδεικτική) Οικονομική Μελέτη

Μια μελέτη αυτής της μορφής βασίζεται σε δεδομένα ή στοιχεία άλλων παρόμοιων περιπτώσεων, τα οποία προσαρμόζονται στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Οι μελέτες αυτού του τύπου είναι από τη φύση τους «χονδρικές» και παρουσιάζουν αποκλίσεις από την πραγματικότητα της τάξης του $\pm 25-30\%$, αποτελούν δε απλώς ενδείξεις για το όφελος, που θα προκύψει από την ανάληψη ενός επενδυτικού σχεδίου.

5.1.2. Μελέτη Σκοπιμότητας (Feasibility Study).

Η μελέτη σκοπιμότητας είναι μέθοδος υπολογισμού του κεφαλαίου επένδυσης που θα χρειαστεί και του οφέλους που θα προκύψει από ένα σχεδιαζόμενο επενδυτικό σχέδιο και χρησιμοποιείται κυρίως όταν η προηγούμενη – προκαταρκτική – οικονομική μελέτη δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Είναι φανερό ότι απαιτεί πολύ περισσότερα δεδομένα, έχει όμως πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια.

Μια πλήρης μελέτη σκοπιμότητας πρέπει να αποτελείται από τέσσερα στάδια:

I. Την Έρευνα Αγοράς (Εμπορία – Marketing)

Η έρευνα αγοράς αποτελεί μια από τις κυριότερες εργασίες κάθε επενδυτικού σχεδίου. Σ' αυτή βασίζεται η επιτυχία και η βιωσιμότητα της επιχειρηματικής δραστηριότητας και συνδυάζεται με τον προγραμματισμό της παραγωγής, που είναι συνάρτηση της δυναμικότητας της εκμετάλλευσης (μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών – αποθέματα – ποιότητα κ.λ.π.). Η **έρευνα αγοράς** ασχολείται με τη μελέτη των συνθηκών, που επικρατούν στην αγορά όσον αφορά στη διάθεση και απορρόφηση (προσφορά - ζήτηση) των συγκεκριμένων προϊόντων, τη διακύμανση των τιμών πώλησης και των αιτίων που την προκαλούν. Ασχολείται επίσης με την προώθηση (Marketing) των προϊόντων στην αγορά με τη μελέτη και ενημέρωση για τις εξελίξεις στην τεχνολογία και παραγωγή των προϊόντων, την αντικατάσταση ή υποκατάσταση τους από άλλα ομοειδή κ. λ. π.

Εκτενέστερα η έρευνα αγοράς περιλαμβάνει :

- Προσδιορισμό της ζήτησης (ποσότητα – ποιότητα – τιμή).
- Κέντρα κατανάλωσης – Χρήσεις – Ετήσια αύξηση ζήτησης.
- Προσδιορισμό της τιμής πώλησης από δεδομένα της διεθνούς αγοράς.
- Μελλοντική ζήτηση - Διακύμανση τιμών.
- Πολιτική προϊόντος. Εσωτερική κατανάλωση, μείωση των εισαγωγών, διάθεση στην εξωτερική αγορά, αποθέματα ασφάλειας, καθετοποίηση κ. λ. π.
- Οργάνωση των πωλήσεων – Διαφήμιση – Διοχέτευση προϊόντος.
- Τρόποι διάθεσης – προώθηση πωλήσεων.
- Πρόβλεψη κόστους παραγωγής και επίδραση μεταφοράς στα κέντρα κατανάλωσης.
- Ανταγωνιστικό περιβάλλον.
- Παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν τα δεδομένα της αγοράς.

Οι παράγοντες αυτοί προκύπτουν από την έρευνα του προγράμματος της προώθησης (marketing) του προϊόντος. Διεθνής κατάσταση. Ανάπτυξη - ύφεση – κάμψη – ανάκαμψη. Πόλεμοι. Μονοπώληση (καρτέλ).

II. Την Οικονομική Ανάλυση

Η οικονομική ανάλυση αφορά στον υπολογισμό του κεφαλαίου επένδυσης και ασχολείται επίσης με τον υπολογισμό του κόστους - οφέλους ενός μεταλλευτικού επενδυτικού σχεδίου, αφού λάβει σοβαρά υπόψη τις δύο μορφές ανάλυσης που ακολουθούν.

III. Τη Χρηματοοικονομική Ανάλυση

Η χρηματοοικονομική ανάλυση εξετάζει το πού, πώς, και με ποιο κόστος μπορούν να αποκτηθούν τα αναγκαία κεφάλαια για την υλοποίηση του συγκεκριμένου μεταλλευτικού σχεδίου.

IV. Την Πολιτικό – Περιβαλλοντική Ανάλυση

Η παραπάνω ανάλυση ασχολείται με παράγοντες που δεν είναι μεν φανεροί, αλλά μπορούν να επηρεάσουν το σχέδιο και να το οδηγήσουν με επιτυχία ή αποτυχία.

Ασχολείται δηλαδή με το νομικό πλαίσιο που επιβάλλεται στη μεταλλευτική βιομηχανία, είτε με τη μορφή πλέγματος νόμων, είτε κάτω από την πίεση της κοινής γνώμης (κοινωνία) όσον αφορά στην προστασία και, μετά τη λήξη της δραστηριότητας, «αναμόρφωση» του περιβάλλοντος.

Οι διάφοροι «περιορισμοί» που παρουσιάζονται στη πορεία της αξιοποίησης ενός μεταλλευτικού κοιτάσματος μπορούν να προστεθούν με τη μορφή επί πλέον κόστους και είναι πιθανό να χρίσουν αυτή την αξιοποίηση τελείως αντικοινωνική.

5.1.3. Συνήθεις λόγοι που επιβάλλουν την Αξιολόγηση

Οι λόγοι που «επιβάλλουν» στις μεταλλευτικές επιχειρήσεις την εφαρμογή μίας οικονομικής αξιολόγησης είναι σε γενικές γραμμές οι παρακάτω:

- Η σκέψη για αξιοποίηση ενός μεταλλευτικού κοιτάσματος.
- Η σκέψη για απόκτηση (αγορά) ενός λειτουργούντος λατομείου.
- Η σχεδιαζόμενη αλλαγή στη μέθοδο εξόρυξης ή παραγωγής αδρανών υλικών, η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάσει το ύψος παραγωγής (τόνοι αδρανών / μονάδα χρόνου) ή την οριακή περιεκτικότητα (cut off grade) του εξορυσσόμενου υλικού. Είναι φανερό ότι αυτή θα επηρεάσει επίσης το ύψος των αποθεμάτων και την εμπορία των παραγομένων προϊόντων και κατά συνέπεια και τις εισροές και εκροές της επιχείρησης.

Ο σκοπός της επιχείρησης από την εφαρμογή μιας οικονομικής αξιολόγησης είναι να πάρει απαντήσεις στα ερωτήματα:

- Θα είναι «βιώσιμη» η επένδυση;
- Θα ικανοποιήσει το σχεδιαζόμενο επενδυτικό σχέδιο τον *αντικειμενικό* στόχο της επιχείρησης που είναι το κέρδος;
- Θα είναι καλύτερο ή χειρότερο από άλλα εναλλακτικά σχέδια;

6. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ - ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παραστατική απεικόνιση της λειτουργίας μιας επιχείρησης στο οικονομικό περιβάλλον στο οποίο κινείται για να φανεί ευκολότερα η αλληλεξάρτηση οικονομικού περιβάλλοντος και επιχείρησης. Επίσης, διευκρινίζεται ο όρος «ταμειακή ροή» και αναφέρονται οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τιμή της.

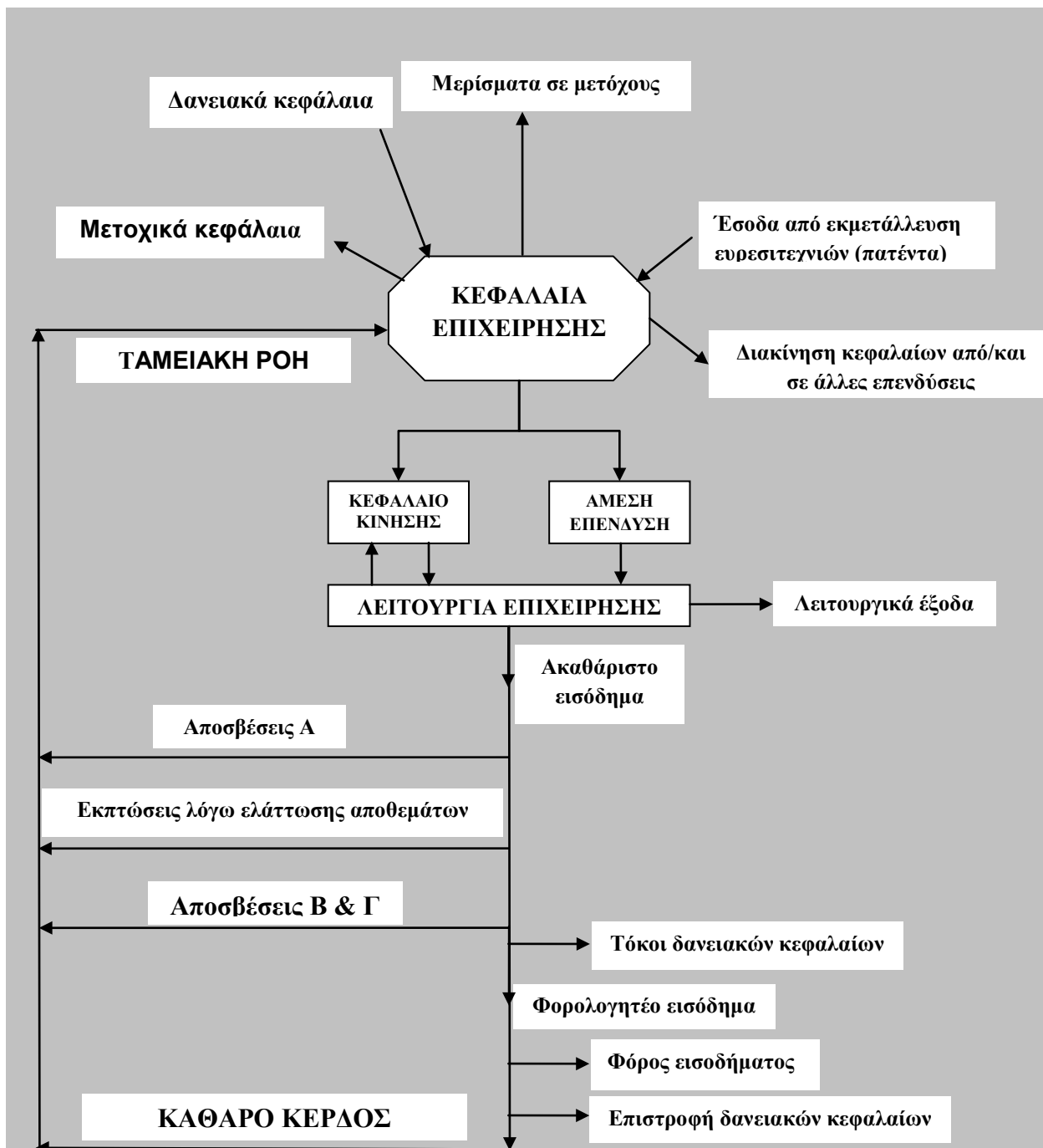
6.1. Παραστατική Απεικόνιση Λειτουργίας Επιχείρησης

Στα Σχήματα δίνονται αναλυτικά παραστατικά διαγράμματα που περιγράφουν τη λειτουργία μεταλλευτικών επιχειρήσεων μέσα σε περιβάλλον ελεύθερης οικονομίας. Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται η διακίνηση των παντός είδους χρημάτων προς και από την επιχείρηση. Σ' αυτά φαίνονται οι διάφορες πηγές χρηματοδότησης των μεταλλευτικών επενδυτικών σχεδίων, η φορολογική αντιμετώπισή των επιχειρήσεων από το κράτος και υπολογίζεται σχηματικά η ετήσια ταμειακή ροή, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του συνολικού όφελους από τη δραστηριότητα της εκμετάλλευσης της εξορυσσόμενης ορυκτής πρώτης ύλης.

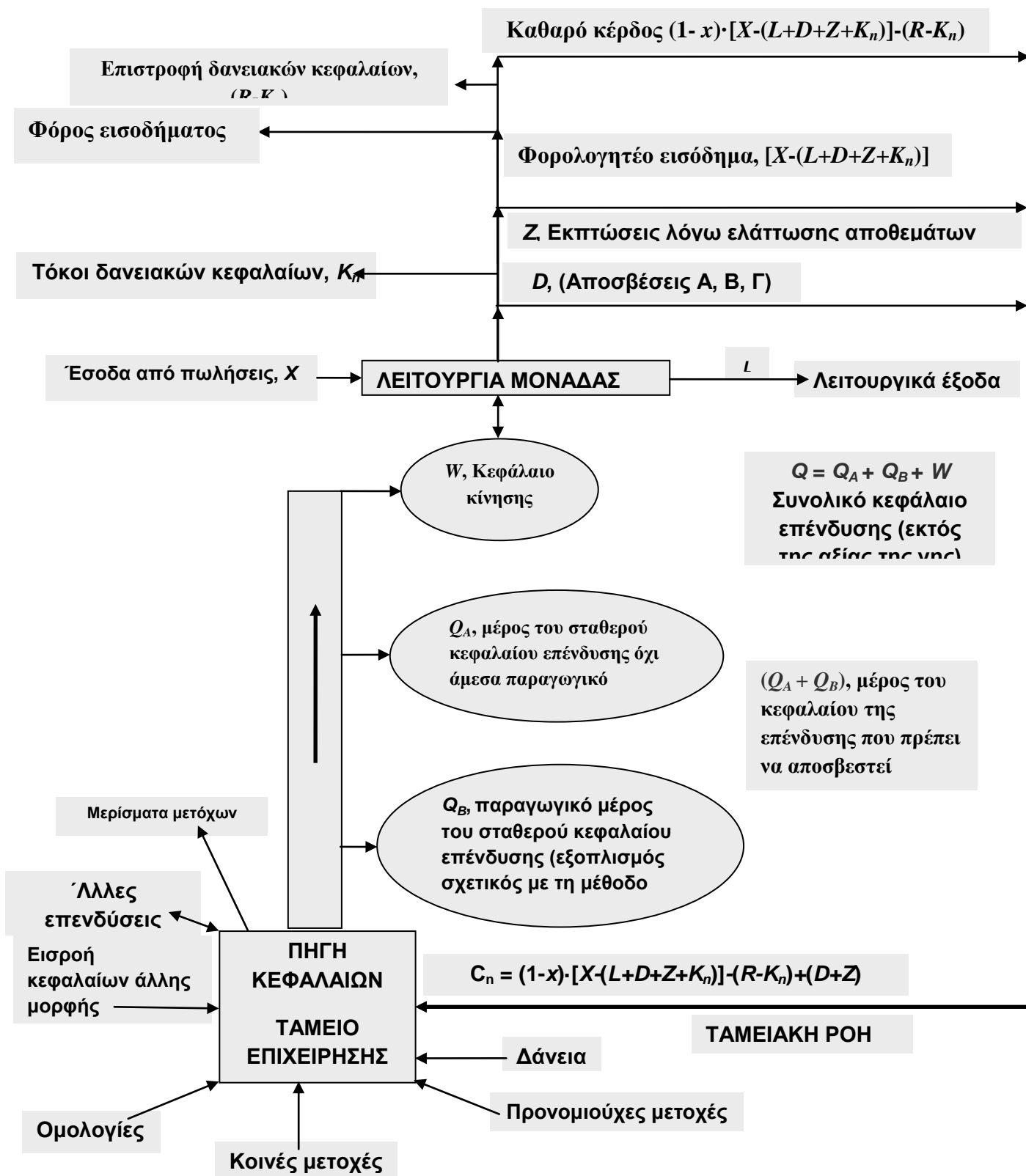
6.2. Υπολογισμός Της Ετήσιας Ταμειακής Ροής Μεταλλευτικής Επένδυσης

Ως ταμειακή ροή χαρακτηρίζεται η διαφορά των ταμειακών εισροών και των ταμειακών εκροών ενός επενδυτικού σχεδίου. Με τον όρο καθαρή ταμειακή ροή ανά μονάδα χρόνου ορίζεται η περίσσεια, που δημιουργείται από τη διαφορά των ταμειακών εισροών (έσοδα από πωλήσεις) και των δαπανών (κόστος παραγωγής και δαπάνες κεφαλαίου) σ' όλη τη χρονική διάρκεια της παραγωγικής ζωής της μονάδας.

Ο υπολογισμός της ετήσιας ταμειακής ροής μιας μεταλλευτικής επένδυσης γίνεται με τη διαδικασία που φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 11. Παραστατικό διάγραμμα λειτουργίας μεταλλευτικής επιχείρησης.



Εικόνα 12. Παραστατικό διάγραμμα λειτουργίας μεταλλευτικής επιχείρησης – Ταμειακή ροή.

Η διαδικασία διαμόρφωσης της εξίσωσης που δίνει την ταμειακή ροή με χρήση των διαγραμμάτων είναι η εξής:

Έσοδα από πωλήσεις	$+X$
Μείον λειτουργικά έξοδα	$-L$
Μείον αποσβέσεις (τύπων Α,Β,Γ)	$-D$
Μείον εκπτώσεις λόγω εξάντλησης αποθεμάτων	$-Z$
<u>Μείον τόκοι δανείων</u>	<u>$-K_n$</u>
Φορολογητέο εισόδημα	$X-(L+D+Z+K_n)$
<u>Μείον φόρος εισοδήματος</u>	<u>$-x \cdot [X-(L+D+Z+K_n)]$</u>
Καθαρό όφελος μετά τη φορολογία	$(1-x) \cdot [X-(L+D+Z+K_n)]$
Μείον ποσοστό αρχικού δανείου που πληρώνεται	
Στο δανειστή κάθε χρόνο (χρεωλύσια)	$-(R-K_n)$
Συν αποσβέσεις (Α,Β,Γ)	$+D$
Συν εκπτώσεις λόγω ελάττωσης αποθεμάτων	<u>$+Z$</u>

Ετήσια ταμειακή ροή $C_n = (1-x) \cdot [X-(L+D+Z+K_n)] - (R-K_n) + (D+Z)$
--

Όπου : $X = N \cdot P$ (έσοδα από πωλήσεις),

N : αριθμός μονάδων παραγομένου προϊόντος κάθε χρόνο (π. χ. τόννοι αδρανών υλικών)

P : τιμή πώλησης μονάδας παραγομένου προϊόντος (αδρανών υλικών)

Η τιμή πώλησης P του προϊόντος δεν παραμένει σταθερή, αλλά παρουσιάζει διακυμάνσεις με το χρόνο, που οφείλονται σε :

Α. Εξωτερικά αίτια

- Αύξηση πληθωρισμού

- Νομισματικές κρίσεις

με αποτέλεσμα την αυξημένη ζήτηση για αποθεματοποίηση ή άλλα αίτια όπως:

- απεργίες
- ατυχήματα
- θεομηνίες,

που έχουν ως αποτέλεσμα την ελάττωση των παραγομένων ποσοτήτων προϊόντων δηλ. τη χαμηλή προσφορά.

B. Εσωτερικά αίτια

- αύξηση της προσφοράς μετά την ανακάλυψη νέων πλουσιότερων κοιτασμάτων
- αύξηση της προσφοράς, εξαιτίας πιθανής μείωσης της τιμής της οριακής περιεκτικότητας (*cut-off grade*) των κοιτασμάτων που μπορούν να εκμεταλλευθούν, και οφείλεται κυρίως στην αύξηση της τιμής του παραγόμενου προϊόντος
- μείωση της προσφοράς όταν η μείωση της τιμής κάνει αντικοινωνική την παραπέρα λειτουργία των εκμεταλλεύσεων και μονάδων παραγωγής αδρανών.

Στα αριθμητικά παραδείγματα που ακολουθούν, γίνεται υπόθεση ότι η τιμή πώλησης/μονάδα προϊόντος παραμένει σταθερή στη διάρκεια του χρόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα ετήσια έσοδα από τις πωλήσεις να θεωρούνται σταθερά.

Τα λειτουργικά έξοδα L είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- Το κόστος αμοιβών προσωπικού
- Το κόστος επίβλεψης και επιστασίας
- Το κόστος αναλωσίμων υλικών των μεθόδων εξόρυξης και εμπλουτισμού
- Το κόστος αναλωσίμων υλικών για τη συντήρηση του μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού
- Το κόστος ενέργειας, νερού, τηλεπικοινωνιών κλπ.

Οι αποσβέσεις D αναφέρονται σε διάφορα στοιχεία που αποτελούν το συνολικό «σταθερό» κεφάλαιο επένδυσης, είναι διαφόρων τύπων και υπολογίζονται με τρεις (3)

διαφορετικές μεθόδους. Οι μέθοδοι αυτές αναλύονται περισσότερο περισσότερο στο κεφάλαιο «Αποσβέσεις».

Οι εκπτώσεις λόγω εξάντλησης αποθεμάτων Z . Περισσότερα στοιχεία δίνονται επίσης στο κεφάλαιο «Αποσβέσεις».

Ετήσιο ποσό τόκων K_n , που αναλογεί στα δανειακά κεφάλαια.

Ποσοστό υπολογισμού φόρου εισοδήματος x , %: (κυμαίνεται συνήθως από 25 -50%).

R: Ετήσιο ποσό, το ίδιο για κάθε χρόνο λειτουργίας της μονάδας, που εξυπηρετεί την αποπληρωμή των δανειακών κεφαλαίων (χρεωλύσια και τόκοι δανείων).

6.3. ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ

Γενικά

Το κόστος κατασκευής (κεφάλαιο επένδυσης) μιας μεταλλευτικής μονάδας, που θα χρησιμοποιηθεί για ορισμένα χρόνια δεν μπορεί να θεωρηθεί ως έξοδο, το οποίο θα επιβαρύνει αρνητικά την ταμειακή ροή του χρόνου ή των χρόνων κατασκευής της.

Και αυτό γιατί το «όφελος» για τα χρόνια κατασκευής της θα εμφανιστεί αρνητικό, ενώ για τα χρόνια παραγωγική ζωής της τα οφέλη θα φανούν υπέρογκα μεγάλα.

Για το σκοπό αυτό, το κόστος κατασκευής ή αγοράς μιας μονάδας κατανέμεται με διάφορες μεθόδους και επιβαρύνει τα έσοδα της μονάδας για όλη τη διάρκεια της παραγωγικής της ζωής. **Οι αποσβέσεις** λοιπόν είναι η «επιβάρυνση» των ετήσιων εσόδων μιας μονάδας με κατανομή του σταθερού κεφαλαίου επένδυσης σε όλη τη διάρκεια της παραγωγικής της ζωής.

Οι λόγοι που δικαιολογούν τη χρήση των αποσβέσεων είναι οι παρακάτω:

- Η μείωση της αξίας μιας μονάδας, που μπορεί να οφείλεται σε ζημιές, ατυχήματα, παλαιώση λόγω ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης και για τα οποία η με οικονομικό τρόπο επισκευή, συντήρηση και η τεχνολογική βελτίωσή της είναι κρίνεται ως αντιοικονομική.
- Η πιθανή μείωση στο μέλλον των ποσοτήτων των προϊόντων που παράγει η μονάδα εξαιτίας:

A. Κορεσμός της αγοράς από ομοειδή προϊόντα ή από υποκατάστατά τους

Β. Μεταβολής των απαιτήσεων των καταναλωτών (αλλαγή προδιαγραφών προϊόντων) και αδυναμία οικονομικά αποδεκτής προσαρμογής της μονάδας στις νέες απαιτήσεις.

Οι παραπάνω λόγοι υποχρεώνουν την επιχείρηση που εκμεταλλεύεται τη μονάδα να ανακτήσει, μέσα στο χρονικό διάστημα της παραγωγικής της ζωής, τα κεφάλαια που διέθεσε για την κατασκευή ή αγορά της.

Οι αποσβέσεις εφαρμόζονται μόνο για εκείνα τα τμήματα των μονάδων που αποφέρουν έσοδα, για τα τμήματα εκείνα που υφίστανται παλαίωση λόγω τεχνολογικής προόδου, φθορές λόγω χρήσης ή ζημιές. Ο εξοπλισμός και η αξία των κτιρίων της μονάδας επιτρέπεται να αποσβεστούν, όχι όμως και η αξία της γης στην οποία είναι κτισμένη η μονάδα. Οι αποσβέσεις αυτές καλούνται τύπου **A**.

Επίσης, μπορούν να αποσβεστούν και κάποιες μη εμπράγματα (μη υλικές) αξίες με περιορισμένη διάρκεια ζωής και χρησιμότητας, όπως είναι τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας και η τεχνογνωσία (αποσβέσεις τύπου **B**).

Για τον ίδιο λόγο οι δαπάνες στις οποίες υποβάλλεται η επιχείρηση για οργάνωση, πειραματική έρευνα, απόκτηση εμπορικού σήματος (trade mark) επιτρέπεται να αποσβεστούν (αποσβέσεις τύπου **Γ**).

6.3.1. Μέθοδοι Υπολογισμού Αποσβέσεων

Σήμερα εφαρμόζονται τρεις μέθοδοι υπολογισμού του ετήσιου ποσού (αποσβέσεις), που επιτρέπεται να αφαιρεθεί από τα ακαθάριστα έσοδα πριν από τη φορολογία.

(i) Η Γραμμική μέθοδος (straight line method)

Το ετήσιο ποσό αποσβέσεων D δίδεται από την εξίσωση:

$$D = \frac{Q - (S + W)}{n} \quad (1)$$

όπου: Q : αρχικό ποσό σταθερού κεφαλαίου επένδυσης,

S : υπολειμματική ή αξία εκποίησης (salvage value) μετά το τέλος παραγωγικής ζωής της μονάδας,

W : το κεφάλαιο κίνησης (working capital) και

n : το χρονικό διάστημα εκμετάλλευσης (παραγωγική ζωή) της μονάδας σε χρόνια

(ii) Επιταχυνόμενες μέθοδοι υπολογισμού αποσβέσεων:

Υπάρχουν δύο διαφορετικές «επιταχυνόμενες» μέθοδοι υπολογισμού:

1. Η μέθοδος του μειούμενου ποσού αποσβέσεων (Declining balance method) με εξίσωση:

$$D = \frac{K(Q - D_C)}{n} \quad (2)$$

όπου: K : σταθερά που κυμαίνεται από 1,5 έως 2

D_C : άθροισμα αποσβέσεων προηγούμενων ετών

Q, n : όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως.

2. Η μέθοδος του αθροίσματος των ετών (Sum of years digits method) με τύπο:

$$D_y = \frac{2(n - y + 1)}{n(n + 1)} \cdot [Q - (S + W)] \quad (3)$$

όπου: D_y : αποσβέσεις που αφορούν στο χρόνο y από την έναρξη λειτουργίας της μονάδας.

y : χρόνος από την έναρξη παραγωγής και

Q, S, W, n : όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Από τους τρεις διαφορετικούς παραπάνω τύπους είναι φανερό ότι, αν και η συνολική αξία της επένδυσης που πρέπει να αποσβεσθεί είναι η ίδια και για τις τρεις μεθόδους, το ετήσιο ποσό που προκύπτει από την εφαρμογή κάθε μεθόδου είναι διαφορετικό. Αυτό όμως επηρεάζει σημαντικά το ετήσιο όφελος, επειδή οι διαφορετικές τιμές των ετήσιων αποσβέσεων επιδρούν στην ετήσια ταμειακή ροή και επίσης στην «ανηγμένη» τιμή της (συνήθως χρόνος 0).

Είναι επίσης φανερό ότι με τις επιταχυνόμενες μεθόδους υπολογισμού τα ποσά των ετήσιων αποσβέσεων είναι μεγαλύτερα για τα πρώτα χρόνια παραγωγής, που η επιχείρηση χρειάζεται οικονομική στήριξη μέσω «ευνοϊκής» φορολογικής μεταχείρισης.

6.4. Εκπτώσεις Λόγω Ελάττωσης Αποθεμάτων των Μεταλλευτικών Κοιτασμάτων (Depletion Allowance)

Η ύπαρξη εκπτώσεων, λόγω βαθμιαίας ελάττωσης των μεταλλευτικών αποθεμάτων, παίζουν σπουδαίο ρόλο για την έρευνα, την ανακάλυψη και την εκμετάλλευση ορυκτών πρώτων υλών, επειδή δίνουν τη δυνατότητα σ' αυτούς που τις κατέχουν και τις εκμεταλλεύονται για «αδάπανες» εσωτερικές πηγές χρηματοδότησης άλλων επενδύσεων με τη μέθοδο της αυτοχρηματοδότησης.

Τα πλεονεκτήματα των εκπτώσεων αυτών είναι τα εξής:

- Χρησιμεύουν ως κίνητρο για τις δραστηριότητες έρευνας, ανακάλυψης και εκμετάλλευσης μεταλλευτικών κοιτασμάτων, που από τη φύση τους περικλείουν σοβαρούς επιχειρηματικούς κινδύνους.
- Βοηθούν στην επίτευξη μεγαλύτερου ρυθμού απόδοσης επενδυμένου κεφαλαίου με σκοπό να φθάσει ή να πλησιάσει το ρυθμό απόδοσης άλλων (μη μεταλλευτικών) εναλλακτικών επενδύσεων.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι υπολογισμού του ποσού των εκπτώσεων του τύπου αυτού, συνήθως όμως τα ποσοστά υπολογισμού καθορίζονται από το κράτος και είναι συνάρτηση του ποσοστού των δηλωθέντων συνολικών αποθεμάτων που ανακτώνται κάθε χρόνο.

6.5. Κεφάλαιο Κίνησης (working capital)

Το κεφάλαιο κίνησης αποτελεί μια σπουδαία οικονομική παράμετρο της λειτουργίας μιας μονάδας και υπολογίζεται συνήθως ως ποσοστό του σταθερού κεφαλαίου επένδυσης. Το άθροισμα του σταθερού κεφαλαίου επένδυσης και του κεφαλαίου κίνησης αποτελεί το συνολικό κεφάλαιο επένδυσης. Το κεφάλαιο κίνησης αντιπροσωπεύει το ύψος των ποσών που απαιτούνται για την αντιμετώπιση των καθημερινών αναγκών λειτουργίας μιας επιχείρησης για μικρό χρονικό διάστημα π. χ. ένα έως δύο μήνες και αφορά στα παρακάτω:

- Πρώτες ύλες (π. χ. υλικό) για την τροφοδοσία του κυκλώματος.
- Αναλώσιμα υλικά (ράβδοι - σφαίρες, αντιδραστήρια, βαρέα διάμεσα)
- Υλικά συντήρησης εξοπλισμού (ανταλλακτικά, λιπαντικά, κ. λπ.)
- Χρήματα σε ρευστό για την κάλυψη των δαπανών μισθοδοσίας προσωπικού, αγοράς πρώτων υλών, υλικών συντήρησης κ.λπ.

Επίσης, ως μέρος του κεφαλαίου κίνησης θεωρούνται τα διαθέσιμα έτοιμα προϊόντα (Stock υλικού για πώληση) και οι λογαριασμοί προς είσπραξη.

Το κεφάλαιο κίνησης αποτελεί συνήθως κάποιο ποσοστό (περίπου 10%) του σταθερού κεφαλαίου επένδυσης.

Το κεφάλαιο κίνησης δεν επιτρέπεται να εκπίπτει από τα ακαθάριστα έσοδα προ της φορολογίας. Δεν έχει επίδραση στον υπολογισμό της ετήσιας ταμειακής ροής αλλά, επειδή συνήθως ανακτάται στο τέλος λειτουργίας της μονάδας, υπολογίζεται ως **αρνητική** ταμειακή ροή στον υπολογισμό του ρυθμού απόδοσης επενδυμένου

κεφαλαίου. Παίζει λοιπόν σπουδαίο ρόλο, τόσο στη λειτουργία μιας επιχείρησης όσο και στο μέγεθος του ρυθμού απόδοσης της επένδυσης.

Ο τρόπος χρησιμοποίησης του κεφαλαίου κίνησης φαίνεται σε αριθμητικά παραδείγματα που παρατίθενται παρακάτω.

7. ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

7.1. ΠΗΓΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

Για την υλοποίηση ενός μεταλλευτικού επενδυτικού σχεδίου απαιτούνται κεφάλαια, τα οποία μπορεί να διαθέσει είτε ο επενδυτής («ίδια κεφάλαια» ή αυτοχρηματοδότηση) είτε να τα δανειστεί με κάποιο επιτόκιο r (δανειακά κεφάλαια). Στο παρακάτω Σχήμα φαίνονται οι δυνατές πηγές προέλευσης κεφαλαίων επένδυσης και επίσης το είδος των κεφαλαίων αυτών.

7.2. ΚΟΣΤΟΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ –ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

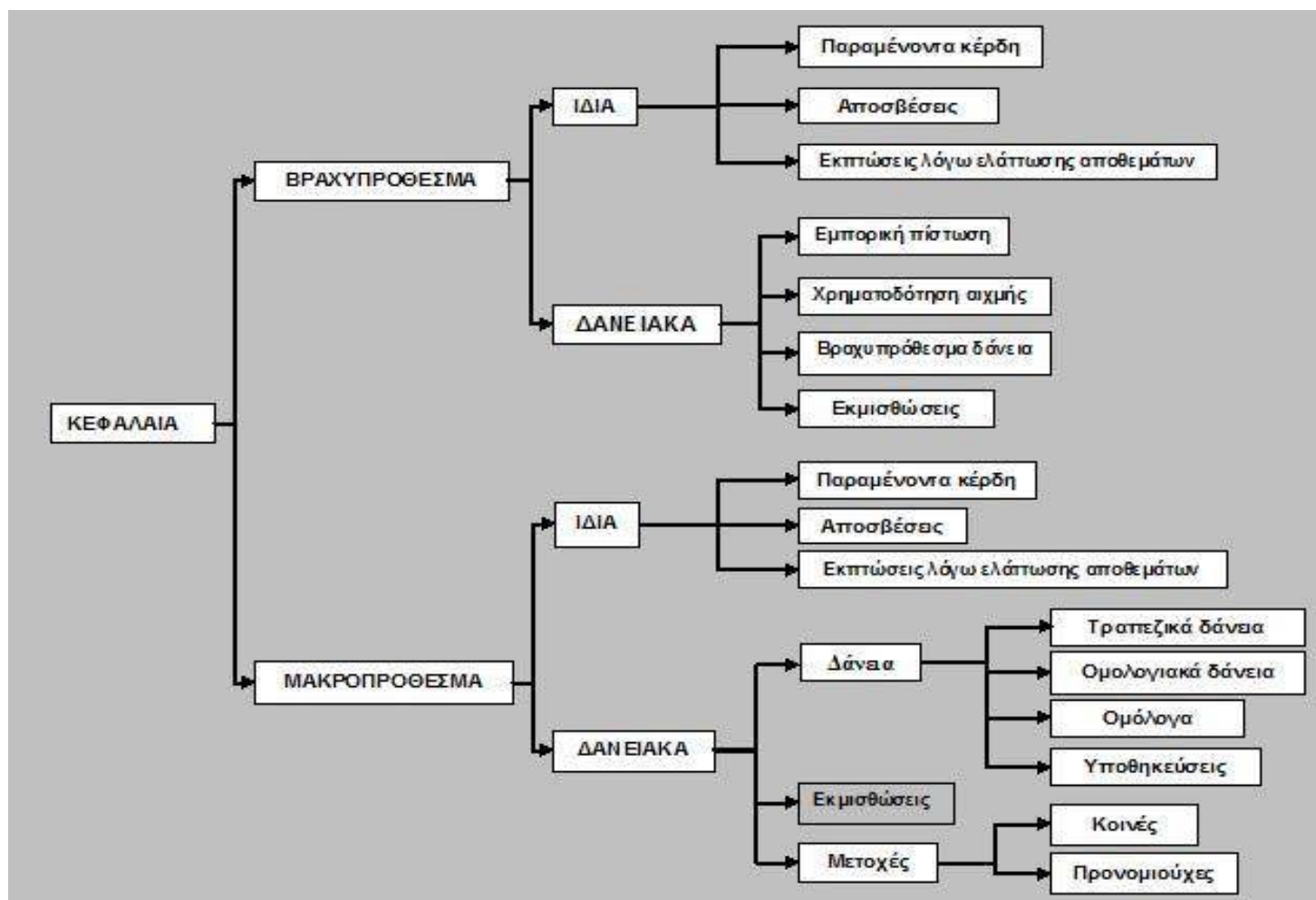
i. Κόστος ευκαιρίας

Κατ' αρχή θα πρέπει να γίνει σαφές ότι ακόμη και τα ίδια κεφάλαια που χρησιμοποιεί μια επιχείρηση για επενδύσεις έχουν κόστος, παρά το γεγονός ότι δεν πληρώνονται τόκοι γι' αυτά.

Αυτό στηρίζεται στην αρχή του «κόστους ευκαιρίας», που σημαίνει ότι, η επιχείρηση χρησιμοποιώντας ίδια κεφάλαια αγνοεί εναλλακτικές δυνατότητες επενδύσεων που θα αποφέρουν έσοδα από τη χρήση των δεσμευμένων στην επένδυση κεφαλαίων.

ii. Κόστος κεφαλαίου

Ο όρος κόστος κεφαλαίου διαφέρει από το ρυθμό απόδοσης κεφαλαίων επένδυσης. Είναι γνωστό ότι όλες οι μορφές δανειακών κεφαλαίων επιβαρύνονται με ένα επιτόκιο r , το οποίο καλείται «κόστος κεφαλαίου». Το επιτόκιο r βοηθά στον υπολογισμό των υποχρεώσεων του επενδυτή προς το δανειστή (π.χ. χρεωλύσια, μερίσματα προνομιούχων μετοχών, τόκοι κ.λ.π.). Είναι απαραίτητο να τονιστεί εδώ ότι το «πραγματικό κόστος κεφαλαίου», δηλαδή οι επιβαρύνσεις του επενδυτή από τη χρήση δανειακών κεφαλαίων, είναι διαφορετικές από το ονομαστικό κόστος κεφαλαίου δηλ από το r . Αυτό στηρίζεται στο γεγονός ότι το φορολογικό πλαίσιο ενός κράτους «συμπεριφέρεται» διαφορετικά στα δανειακά κεφάλαια μιας επιχείρησης, που προέρχονται από τις διάφορες πηγές χρηματοδότησης. Αυτό σημαίνει ότι, άλλα δανειακά κεφάλαια εκπίπτουν και άλλα όχι από τα ακαθάριστα έσοδα πριν την επιβολή των φόρων.



Εικόνα 13. Παραστατικό διάγραμμα διαχείρισης κεφαλαίων.

Η διαφορετική αυτή “φορολογική” αντιμετώπιση μιας επιχείρησης, ανάλογα με το είδος των δανειακών κεφαλαίων (τραπεζικά δάνεια, ομολογίες, μετοχές κ.λ.π.), έχει ως αποτέλεσμα το πραγματικό κόστος κεφαλαίου να διαμορφώνεται τελείως διαφορετικά κατά περίπτωση. Στον παρακάτω Πίνακα δίνονται σχετικά παραδείγματα.

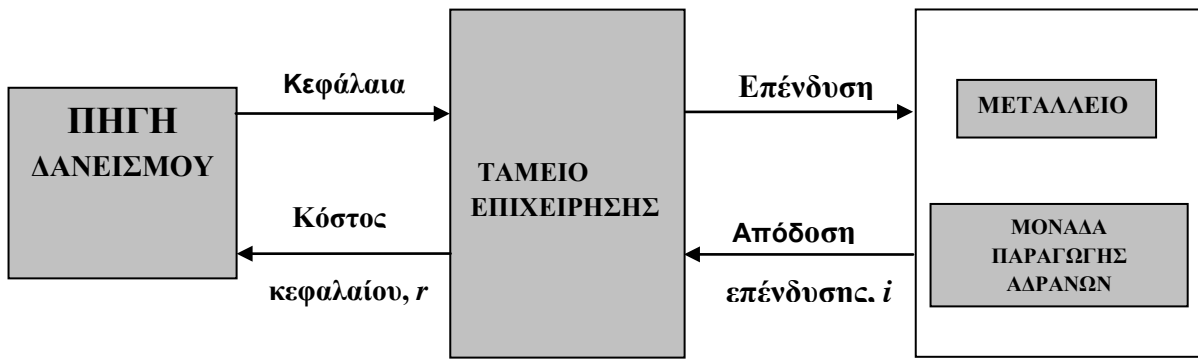
Κόστος κεφαλαίου (ονομαστικό και πραγματικό) ως συνάρτηση της πηγής προέλευσης των δανειακών κεφαλαίων.

Πίνακας 8. Κόστος κεφαλαίου (ονομαστικό και πραγματικό) ως συνάρτηση της προέλευσης των δανειακών κεφαλαίων

Είδος δανειακών κεφαλαίων	Επιτόκιο r δανεισμού (% / έτος)	Πραγματικό επιτόκιο δανεισμού προ φόρων (% / έτος)	Πραγματικό επιτόκιο δανεισμού μετά τη φορολογία (% / έτος)
Ομόλογα	6	6	3,1
Τραπεζικά δάνεια	7	7	3,6
Προνομιούχες μετοχές	7	13,5	7
Κοινές μετοχές	0	17,3	9

Όπως φαίνεται στο Σχήμα, ο όρος «κόστος κεφαλαίου» είναι σημαντικός για την επιτυχία ενός μεταλλευτικού επενδυτικού σχεδίου, επειδή με τον τρόπο αυτό καθορίζεται από την αρχή ένας ελάχιστος ρυθμός απόδοσης κεφαλαίων επένδυσης. Αν λοιπόν ο ρυθμός απόδοσης i των κεφαλαίων επένδυσης είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου δηλαδή από το r , τότε το σχεδιαζόμενο επενδυτικό σχέδιο μπορεί να χαρακτηριστεί «ελκυστικό».

Όμως η «ελκυστικότητα» μιας επένδυσης αποκτά ουσία, όταν το παραγόμενο προϊόν (αδρανή υλικά) μπορεί πραγματικά να διατεθεί στην αγορά. Αυτό σημαίνει ότι, δεν είναι αρκετή η θετική διαφορά μεταξύ τιμής πώλησης και κόστους παραγωγής, αλλά πρέπει να είναι εξασφαλισμένη και η διάθεση του προϊόντος στην αγορά (να υπάρχει ζήτηση).



Διακίνηση κεφαλαίων εντός μιας μεταλλευτικής επιχείρησης - Κόστος κεφαλαίου / ρυθμός επιστροφής (απόδοση κεφαλαίων).

8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΘΡΑΥΣΗΣ – ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Ο υπολογισμός του κόστους επένδυσης της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης, θα γίνει με τη μέθοδο της τμηματικής ή κατά παράγοντες εκτίμησης του σταθερού κεφαλαίου επένδυσης. Προκειμένου να γίνει αυτό είναι απαραίτητη η γνώση του κόστους N του κύριου εξοπλισμού της μονάδας.

Το κόστος N του κύριου εξοπλισμού προκύπτει «από το άθροισμα του κόστους των επιμέρους μηχανημάτων της μονάδας, με βάση τις τιμές που δίνουν οι κατασκευάστριες εταιρείες για τα προϊόντα τους». Στην περιπτώσή μας, τα μηχανήματα είναι ο θραυστήρας με σιαγόνες, ο κωνικός θραυστήρας και τα δυο δονούμενα κόσκινα και οι τιμές δίνονται από τους παρακάτω Πίνακες Α, Β, και Γ.

Πίνακας 9. Στοιχεία θραυστήρων με σιαγόνες

Μέγεθος Θραυστήρα cm	Δυναμικότητα, t/h (συναρτήσει ανοίγματος αποκένωσης)					Ισχύς, HP	Τιμή σε €
	4 cm	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm		
25 x 90	25 - 45	40 - 55	50 - 75	75 - 100		50	30000
38 x 60	20 - 35	30 - 45	40 - 55	55 - 80	65 - 90	50	35000
46 x 80		30 - 45	40 - 60	55 - 85	65 - 95	50	37000
46 x 90		45 - 70	60 - 75	75 - 120	100 - 150	60	45000
54 x 90		50 - 75	65 - 85	80 - 125	115 - 155	75	55000
64 x 100				100 - 150	150 - 200	100	70000
82 x 100					160 - 220	150	100000

Πίνακας 10. Στοιχεία κωνικών θραυστήρων (χαμηλής κεφαλής) για τεμάχια τροφοδοσίας 60-80 mm.

Μέγεθος Θραυστήρα		Δυναμικότητα, t/h (συναρτήσει ανοίγματος αποκένωσης)					Ισχύς, HP	Τιμή σε €
Ft	cm	3 mm	6 mm	12 mm	16 mm	19 mm		
2	60	6	10	20			25	40000
3	90	15	30	50			60	85000
4	120	20	50	100			100	120000
5. 6"	170		100	175	210	245	150	180000
7	210		150	300	300	420	200	300000

Πίνακας 11. Στοιχεία δονούμενων κοσκίνων.

Μέγεθος κοσκίνου		Επιφάνεια κ.		Ισχύς, HP	Τιμή σε € (C. I. F.) *
ft	m ²	sq. ft	m ²		
2 x 4	0,6 x 1,2	8	0,74	1	5000
3 x 6	0,9 x 1,8	18	1,67	2	8000
4 x 8	1,2 x 2,4	32	2,97	3	10000
5 x 10	1,5 x 3	50	4,54	5	15000
6 x 14	1,8 x 4,2	81	7,53	10	25000

*Με δυο καταστρώματα αύξηση 10% Με τρία καταστρώματα αύξηση 15%

Έτσι, λοιπόν και λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία πιο αναλυτικά προκύπτουν τα παρακάτω:

8.1. Κόστος θραυστήρα με σιαγόνες: Η τροφοδοσία στο θραυστήρα με σιαγόνες υπολογίστηκε ότι είναι 262,8 t / h. Όμως, από τον παραπάνω Πίνακα 9 βλέπουμε ότι απαιτείται θραυστήρας μεγαλύτερος από αυτόν του Πίνακα, δηλαδή μεγαλύτερος από 82 * 100. Παρατηρώντας το ρυθμό αύξησης του κόστους των θραυστήρων (των οποίων οι τιμές αυξάνουν όσο αυξάνεται το άνοιγμα τροφοδοσίας του θραυστήρα, αλλά και η

δυναμικότητα σε t / h), εκτιμάται ότι το κόστος του θραυστήρα που απαιτείται στη συγκεκριμένη περίπτωση αναμένεται να είναι της τάξης των **135.000 €** περίπου.

8.2. Κόστος κωνικού θραυστήρα: Υπολογίστηκε προηγουμένως ότι η τροφοδοσία στον κωνικό θραυστήρα είναι 159 t/h. Από τον παραπάνω Πίνακα 10, επιλέγεται ένας θραυστήρας μεγέθους 170 cm, ο οποίος έχει κόστος **180.000 €**

8.3. Κόστος δονούμενου κοσκίνου ανακύκλωσης με τρία καταστρώματα: Τα όρια της δυναμικότητας του κοσκίνου είναι από 2,2 έως 9 t/h και ανά m² επιφάνειας κοσκίνου και ανά mm βροχίδας. Σημειώνεται ότι η απαιτούμενη επιφάνεια κοσκίνισης υπολογίζεται για το κατώτερο κατάστρωμα, γιατί λειτουργεί με μικρότερη επιφάνεια και έχει μικρότερη βροχίδα (19 mm).

Η τροφοδοσία στο κόσκινο ανακύκλωσης είναι ίση με το άθροισμα της αρχικής τροφοδοσίας T και της παροχής του κωνικού θραυστήρα T₃, δηλαδή:

$$(400,6 + 159) = 559,6 \text{ t / h.}$$

Θεωρούμε τη μέγιστη δυναμικότητα, δηλαδή 9, οπότε θα ισχύει:

$$559,6 \text{ t / h} = 9 \text{ t / m}^2 \text{ h} * X * 19 \text{ mm}$$

Όπου X, η επιφάνεια του κόσκινου (σε m²), επομένως:

$$X = 3,27 \text{ m}^2.$$

Από τον παραπάνω Πίνακα 11, επιλέγεται το τέταρτο κόσκινο (επιφάνειας 4,5 m²) το οποίο κοστίζει **15.000 €** Με την προβλεπόμενη αύξηση της τιμής του κατά 15%, λόγω των τριών καταστρωμάτων, το τελικό ποσό είναι:

$$15.000 + 0,15 * 15000 = \mathbf{17.250 \text{ €}}$$

8.4. Κόστος δονούμενου κόσκινου με δυο καταστρώματα: Τα όρια της δυναμικότητας του κοσκίνου είναι και πάλι από 2,2 έως 9 τόννοι ανά ώρα και ανά m² επιφάνειας κοσκίνου και ανά mm βροχίδας. Εδώ κατώτερο κατάστρωμα είναι αυτό των 4,75 mm και λαμβάνουμε υπόψη μας πάλι τη μέγιστη δυναμικότητα. (9). Η τροφοδοσία

σε αυτό το κόσκινο ισούται με την αρχική τροφοδοσία T , μείον τις παροχές σε κοκκομετρικά κλάσματα $-38 + 28 \text{ mm}$ και $-28 + 19 \text{ mm}$.

Επομένως:

$$(400,6 - 42,38 - 71,26) \text{ t/h} = 9 \text{ t/m}^2\text{h} * Y * 4,75 \text{ mm}$$

$$286,96 = 42,75 * Y$$

Όπου Y η επιφάνεια του κοσκίνου (σε m^2), επομένως:

$$Y = 6,71 \text{ m}^2.$$

Από Πίνακα 11, επιλέγεται το πέμπτο κόσκινο (επιφάνειας $7,5 \text{ m}^2$), το οποίο κοστίζει **25.000 €** Με την προβλεπόμενη αύξηση της τιμής κατά 10%, λόγω των δύο καταστρωμάτων, το τελικό κόστος είναι:

$$25.000 + 25.000 * 0,1 = \mathbf{27.500 \text{ €}}$$

Επομένως, το συνολικό **κόστος αγοράς του κυρίου εξοπλισμού** είναι:

$$N = (135.000 + 180.000 + 17.250 + 27.500) = \mathbf{359.750 \text{ €}}$$

Στη συνέχεια θα υπολογιστούν το σταθερό και συνολικό κεφάλαιο επένδυσης ως συνάρτηση του κόστους αγοράς N του κυρίου εξοπλισμού της μονάδας, με βάση τον Πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 12. Υπολογισμός σταθερού και συνολικού κεφαλαίου επένδυσης ως συνάρτηση του κόστους αγοράς N του κύριου εξοπλισμού της μονάδας.

Κόστος αγοράς κυρίου εξοπλισμού	N
Εγκατάσταση εξοπλισμού	(0,17 – 0,25) * N
Σωληνώσεις (υλικά, εργατικά εκτός συντηρήσεων)	(0,07 – 0,25) * N
Ηλεκτρολογικά (υλικά, εργατικά εκτός φωτισμού εγκαταστάσεων μονάδας)	(0,13 - 0,25) * N
Όργανα – αυτοματισμοί	(0,03 - 0,13) * N
Κτιριακές εγκαταστάσεις (εκτός μηχανολογικών και φωτισμού)	(0,33 – 0,50) * N
Δευτερεύουσες εγκαταστάσεις (περιλαμβάνονται μηχανολογικά και φωτισμός)	(0,07 – 0,15) * N
Παροχές υπηρεσιών (ηλεκτρισμός, νερό, πεπιεσμένος αέρας, αποχέτευση κλπ)	(0,07 – 0,15) * N
Αξία γης εγκατάστασης	0,06 * N
Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου (περίφραξη, οδικό-σιδηροδρομικό δίκτυο κλπ)	(0,03 - 0,18) * N
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ (D)	(1,98 - 2,86) * N
Σχεδιασμός και επίβλεψη	(0,18-0,22) * N
Γενική διοίκηση κατασκευής εγκατάστασης και διάφορα έξοδα κατασκευής	(0,30 - 0,33) * N
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ (I)	(0,48 - 0,55) * N
ΣΥΝΟΛΟ ΑΜΕΣΟΥ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (D+I)	(2,38 - 3,41) * N
Εργολαβικό κέρδος	0,05 * (D + I) ή (0,12 - 0,17) * N
Απρόβλεπτα	0,10 * (D + I) ή (0,24 - 0,34) * N
Σταθερό κεφάλαιο επένδυσης	F = (2,74 - 3,92) * N
Κεφάλαιο κίνησης	0,10 * F ή (0,27 - 0,39) * N
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	(3,01 - 4,31) * N

Από τον Πίνακα 8, παρατηρούμε ότι το συνολικό κεφάλαιο επένδυσης που θα απαιτηθεί κυμαίνεται μεταξύ $3,01 \cdot N$ και $4,31 \cdot N$. Θεωρώντας ότι η μονάδα θραύσης – ταξινόμησης στη συγκεκριμένη περίπτωση, αποτελεί μια ενδιάμεση μονάδα, το κεφάλαιο επένδυσης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή των παραπάνω. Δηλαδή, το συνολικό κεφάλαιο επένδυσης (Z) θα είναι:

$$Z = [(3,01 + 4,31) / 2] \cdot N = 3,66 \cdot N$$

Επομένως, το κόστος επένδυσης της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης αναμένεται να είναι:

$$Z = 3,66 \cdot N = 3,66 \cdot 359.750 \text{ € δηλαδή}$$

$$\mathbf{Z = 1.316.685 \text{ €}}$$



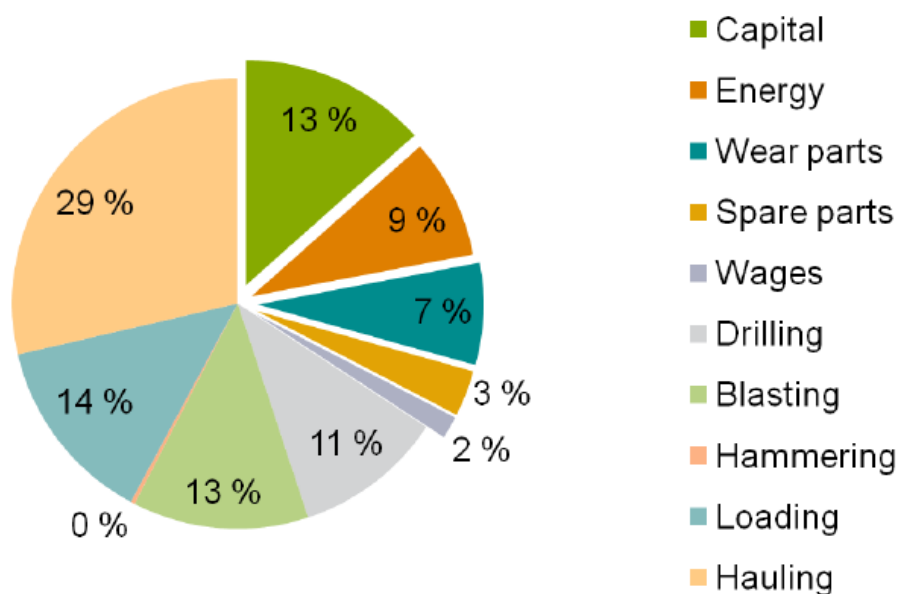
Εικόνα 12. Άποψη του λατομείου αδρανών υλικών.



Εικόνα 15. Αποψη του κυκλώματος πρωτογενούς θραύσης του λατομείου αδρανών υλικών.

9. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν όλα εκείνα τα λειτουργικά κόστη που είναι απαραίτητα και επιβαρύνουν τη λειτουργία μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών. Πιο αναλυτικά, όπως και παραπάνω έχει αναφερθεί, τα λειτουργικά κόστη που θα προκύψουν μετά την κατασκευή και για τη λειτουργία της μονάδας παραγωγής των αδρανών υλικών, δηλαδή οι συνολικές δαπάνες που θα υποστεί μια εταιρεία για το στήσιμο και τη λειτουργία της μονάδας θα σχετίζονται πέραν του κεφαλαίου για τον εξοπλισμό της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης, με τα κεφάλαια που θα δαπανηθούν για τον κινητό εξοπλισμό της μονάδας, δηλαδή τα μηχανήματα της παραγωγής (φορτωτές, προωθητές γαιών, φορτηγά, διατρητικά μηχανήματα κ. α.). Επίσης, αξιοσημείωτα για την παραγωγή λειτουργικά κόστη αποτελούν η ενέργεια, τα ανταλλακτικά συντήρησης των μηχανημάτων, η μισθοδοσία σε μικρότερη κλίμακα, η διάτρηση, η ανατίναξη, η δευτερογενής θραύση (όπου καθίσταται αναγκαία) και τέλος η φόρτωση και η μεταφορά που αποτελούν και τις πιο δαπανηρές εργασίες της παραγωγής.



Εικόνα 16. Κόστος παραγωγής αδρανών υλικών (κατά METSO MINERALS 2007)

9.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΚΟΣΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

9.1.1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Το κεφάλαιο αποτελεί τον πιο βασικό παράγοντα μιας και είναι αναγκαίο για την αρχική λειτουργία μιας λατομικής μονάδας, ούτως ώστε να μπορέσει να αποκτήσει τον εξοπλισμό της και να ξεκινήσει την αρχική παραγωγή των αδρανών υλικών που χρειάζεται. Μάλιστα, υπολογίζεται ότι σύμφωνα με εκτιμήσεις καταλαμβάνει γύρω στο 13% του συνολικού κόστους παραγωγής.

Το κεφάλαιο διαχωρίζεται και χρειάζεται αφενός για την αγορά και την εγκατάσταση της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης που ήδη πιο πάνω έχει υπολογιστεί και το κόστος της ανέρχεται στα **1.316.685 €** καθώς και για τον κινητό εξοπλισμό της λατομικής μονάδας που απαιτείται. Στο κόστος του εξοπλισμού περιλαμβάνεται α) το κόστος ιδιοκτησίας του μηχανήματος, καθώς β) και το λειτουργικό του κόστος.

Πιο χαρακτηριστικά για την παραπάνω παραγωγή ετήσιας εξόρυξης 650.000 m³ ασβεστολιθικού πετρώματος ή 1.690.000 t, δηλαδή για 3.204 t παραγωγής ανά βάρδια (υποθέσαμε 2 βάρδιες ημερησίως), δηλαδή 400 t / h. **Ο αναγκαίος και ελάχιστος κινητός εξοπλισμός που θα χρειαστεί θα είναι ο εξής:**

- 1 Αυτοκινούμενο διατρητικό μηχάνημα (wagon drill) με ενσωματωμένο αεροσυμπιεστή.
- 1 Φορητός αεροσυμπιεστής για βοηθητικές διεργασίες.
- 1 Ελαστιχοφόρος φορτωτής μεγέθους κάδου 5 m³ για φόρτωση εξορυγμένου υλικού στην παραγωγή.
- 2 Ελαστιχοφόροι φορτωτές μεγέθους κάδου 3,5 m³ για φόρτωση έτοιμων προϊόντων και τη διενέργεια βοηθητικών εργασιών.
- 3 Ανατρεπόμενα φορτηγά αυτοκίνητα (dumpers) δυναμικότητας μεταφοράς εξορυγμένου υλικού 35 t.
- 1 Ανατρεπόμενο τριαξονικό αυτοκίνητο δυναμικότητας μεταφοράς 20 t εφεδρικό.
- 1 Υδροφόρο φορτηγό αυτοκίνητο, χωρητικότητας 10 m³ για μεταφορά νερού και διαβροχή οδών μεταφοράς και βαθμίδων.
- 1 ερπυστριοφόρος Προωθητής γαιών (μπουλντόζα).
- 1 Υδραυλικό σφυρί για δευτερογενή θραύση όταν και αν καθίσταται αναγκαίο.

- 1 Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου για φόρτωση εξορυγμένου υλικού ή για μηχανική εξόρυξη του πετρώματος όπου διευκολύνει την παραγωγή.



Εικόνα 17: Άποψη από κινητό εξοπλισμό λατομικής μονάδας.



Εικόνα 13. Άποψη φορτωτή και πλατείας φόρτωσης λατομικής μονάδας

ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

Ο προσδιορισμός του κεφαλαίου που θα διατεθεί για τη λειτουργία του παραπάνω κινητού εξοπλισμού της μονάδας αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία και θα πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλές παράμετροι όσον αφορά τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν.

Για να μπορέσουμε να κοστολογήσουμε ένα μηχάνημα δεν υπάρχει ένας ενιαίος και συγκεκριμένος τρόπος που ισχύει για όλα τα μηχανήματα και για όλες τις περιπτώσεις, καθώς θα πρέπει να γνωρίζουμε το εύρος τιμών του κατασκευαστή που δίνεται στα εγχειρίδια των μηχανημάτων και οι τιμές έχουν να κάνουν με μεταβλητούς παράγοντες όπως: η φέρουσα ικανότητα του χειριστή, που επηρεάζει την κατανάλωση και τη φθορά του μηχανήματος. Οι δρόμοι προσπέλασης του εργοταξίου, που επιτρέπουν να την επιλογή του κατάλληλου μηχανήματος με συγκεκριμένες καταναλώσεις και ισχύ, για συγκεκριμένη μορφολογία του εδάφους, αντίσταση του πετρώματος στην εκσκαφή, όπως επίσης και για δεδομένες κλίσεις και ακτίνες καμπυλότητας των οδών. Μεγάλη σημασία έχει το σημείο (η θέση) και το είδος (κοκκομετρία) του προς φόρτωση υλικού από τον ίδιο το χειριστή π.χ. με διαφορετικό ρυθμό, κατανάλωση και φθορά στο μηχάνημα φορτώνει τα ρέοντα υλικά της τριτογενούς θράυσης ο χειριστής στην πλατεία της μονάδας και με διαφορετικές συνθήκες στο μέτωπο της παραγωγής. Ακόμη, το βάρος των μηχανών (μηχανημάτων), η απόδοση, η απορροφώμενη ισχύς και η συντήρηση του μηχανήματος επηρεάζουν το κόστος αυτού. Ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των χωματουργικών μηχανών παίζει βασικό ρόλο. Αύτος κυμαίνεται από 2400 έως 2900 και 1800 έως 2600 ώρες λειτουργίας κατ'έτος για μαλακό και σκληρό πέτρωμα αντίστοιχα. Ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας επιδρά στο χρόνο εκτέλεσης του έργου. Ένας ακόμη παράγοντας ακόμη που λαμβάνεται υπόψη είναι οι τοπικές κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες που το μηχάνημα αποδίδει καλύτερα. Τέλος, ο παράγοντας που δεν πρέπει να αγνοηθεί στην επιλογή και την αγορά ενός μηχανήματος είναι οι αποσβέσεις. Όπως παραπάνω επισημάνθηκε οι αποσβέσεις αποτελούν ένα λογιστικό μέγεθος της επιχείρησης που όμως συνυπολογίζεται και επηρεάζει τα κόστη της εταιρείας με σκοπό το αντικειμενικό κέρδος της εταιρείας. Έτσι θα πρέπει να συνυπολογίζεται στην επιλογή του κατάλληλου μηχανήματος.

Πιο συγκεκριμένα, από το εύρος τιμών που δίνουν τα εγχειρίδια των κατασκευαστών (π.χ. Performance handbook Caterpillar) για τις καταναλώσεις των μηχανημάτων, που θα χρησιμοποιηθούν στην εκμετάλλευση, προσδιορίζεται το συνολικό λειτουργικό τους

κόστος. Τελικώς εξάγονται τα εξής συμπεράσματα που αναφέρονται στο κόστος των μηχανημάτων της παραγωγής και τις καταναλώσεις τους.

Συγκεκριμένα, για την παραπάνω παραγωγή (ετήσια δυναμικότητα) της λατομικής μονάδας, αξιολογώντας όλες τις παραμέτρους των κατασκευαστών και τα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων για όλες τις συνθήκες εργασίας, προκύπτει ότι οι μέσες καταναλώσεις των κινητών μηχανημάτων αναμένεται να είναι οι εξής:

Με βάση την μέτρηση και καταγραφή των καταναλώσεων σε 8ωρη εργασία και με τιμή πετρελαίου 1,5 € / λίτρο προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

- **Ελαστικοφόρος φορτωτής 992 C CAT** καταναλώνει 70 λίτρα / ώρα. $70 * 1,5 * 8 = 840 \text{ €} * 2$ (βάρδιες ημερησίως) $* 226$ (μέρες το χρόνο) = **379.680 €** το ετήσιο κόστος κατανάλωσης του φορτωτή για φόρτωση εξορυγμένου υλικού.
- **Ελαστικοφόρος φορτωτής 966 D CAT** καταναλώνει 20 λίτρα / ώρα. $20 * 1,5 * 8 = 240 \text{ €} * 2$ (βάρδιες ημερησίως) $* 226$ (μέρες το χρόνο) = **108.840 €** $* 2$ (φορτωτές που είναι θα έχει η εταιρεία στη διαθεσή της για την παραπάνω παραγωγή) = **216.960 €** το ετήσιο κόστος κατανάλωσης των φορτωτών για φόρτωση έτοιμων προϊόντων.
- **Ανατρεπόμενο φορτηγό αυτοκίνητο (dumper) 769 CAT** καταναλώνει 35 λίτρα / ώρα. $35 * 1,5 * 8 = 420 \text{ €} * 2$ (βάρδιες ημερησίως) $* 226$ (μέρες το χρόνο) = **189.840 €** $* 3$ (dumpers που χρειάζονται για την παραπάνω παραγωγή) = **569.520 €** το ετήσιο κόστος κατανάλωσης των dumpers.
- **Εφεδρικό Ανατρεπόμενο τριαξονικό αυτοκίνητο** δυναμικότητας μεταφοράς 16 t ως εφεδρικό για μεταφορά υλικού στα σιλό και για βοηθητικές εργασίες καταναλώνει 10 λίτρα / ώρα, αλλά δεν είναι δυνατός ο ακριβής προσδιορισμός του κόστους λειτουργίας, γιατί δεν είναι σταθερή η χρήση του. Ενδεχομένως, σε ιδανικές συνθήκες είναι δυνατό να χρησιμοποιείται ελάχιστα.
- **Υδροφόρο φορτηγό αυτοκίνητο χωρητικότητας 10 m³** καταναλώνει 10 λίτρα / ώρα. Υπολογίζοντας ότι χρησιμοποιείται για το πολύ 4 δρομολόγια ημερησίως ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν έχει μέγιστη

κατανάλωση γύρω στα 15 λίτρα καυσίμου την ημέρα. $15 * 1,5 * 226 = 5.085$ € το ετήσιο κόστος του υδροφόρου φορτηγού.

- **Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου 330 C** καταναλώνει 30 λίτρα / ώρα. Χρησιμοποιείται σύμφωνα με εκτιμήσεις μόνο όταν καθίσταται αναγκαίο, χωρίς να είναι απαραίτητο μηχάνημα για την παραγωγή, καθώς η χρήση του είναι για μηχανική εξόρυξη μαζών που δεν θριμματίστηκαν κατά την ανατίναξη και βοηθητική φόρτωση στο μέτωπο της παραγωγής. Η χρήση του προσδιορίζεται κάθε φορά μετά τις ανατινάξεις και εξαρτάται από αυτές.

ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

Πέραν του λειτουργικού κόστους του κάθε μηχανήματος υπάρχει και το κόστος κτήσης των μηχανημάτων που πρέπει να ληφθεί υπόψη εφόσον είναι ένα αρκετά υψηλό κόστος και σημαντικό για την παραγωγή. Πιο συγκεκριμένα, τα μεταχειρισμένα μηχανήματα που ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις της παραπάνω παραγωγής, κοστολογούνται ως εξής:

- Διατρητικό μηχάνημα (wagon drill) ROC L6 Atlas Copco το κόστος ανέρχεται στις 320.000 €
- Ελαστιχοφόρος φορτωτής 992 C CAT το κόστος ανέρχεται στις 280.000€
- Ελαστιχοφόρος φορτωτής 966 D CAT το κόστος ανέρχεται στις 180.000€
- Ανατρεπόμενα φορτηγά (dumpers) 769 CAT το κόστος ανέρχεται στις 120.000 €
- Ανατρεπόμενο τριαξονικό αυτοκίνητο το κόστος ανέρχεται στις 40.000 €
- Υδροφόρο φορτηγό αυτοκίνητο το κόστος ανέρχεται στις 25.000 €
- Προωθητής γαιών D8 CAT το κόστος ανέρχεται στις 120.000 €
- Υδραυλικό σφυρί 330 C CAT το κόστος ανέρχεται στις 160.000 €
- Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας 330 C CAT το κόστος ανέρχεται στις 120.000 €

Σύμφωνα, με τα μηχανήματα και τον αριθμό των μηχανημάτων που παραπάνω επισημάνθηκε το συνολικό κόστος κτήσης των κινητών μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν αναμένεται στις: $320.000 € + 280.000 € + 2 * 180.000 + 3 * 120.000 + 40.000 + 25.000 + 120.000 + 160.000 + 120.000 = 1.785.000 €$

9.1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια αποτελεί μια βασική παράμετρο στη διαμόρφωση του λειτουργικού κόστους μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών. Αποτελεί σύμφωνα με εκτιμήσεις το 9% του συνολικού λειτουργικού κόστους της μονάδας παραγωγής. Συμπεριλαμβάνεται στα μεταβλητά κόστη και πιο συγκεκριμένα στα μεταβλητά κόστη συντήρησης μαζί με τα καύσιμα των μηχανημάτων και τα ανταλλακτικά που σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι προγραμματισμένα για αλλαγή.

Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και των καυσίμων κάθε μηχανήματος υπολογίζονται σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές που τις μελετάμε ξεχωριστά στη μονάδα θραύσης ταξινόμησης και στον κινητό εξοπλισμό και έχουν να κάνουν με την ισχύ (ιπποδύναμη) του κινητήρα κάθε μηχανήματος. Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών, δηλαδή της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης υπολογίζεται με βάση τη συνολική ισχύ της μονάδας, το χρόνο λειτουργίας του κάθε μηχανήματος και την τιμή της kWh ούτως ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός του κόστους λειτουργίας του κάθε μηχανήματος ξεχωριστά.

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θραυστήρα με σιαγόνες:

Με βάση την ιπποδύναμη της μονάδας για μέγεθος θραυστήρα μεγαλύτερο του 82 * 100 όπως έχει υπολογιστεί παραπάνω, με ισχύ περίπου 180 hp (1 hp → 1,35 kW) ή 134 kW και τιμή kWh στα 0,15 €/θα έχουμε κόστος ηλεκτρικής ενέργειας του θραυστήρα με σιαγόνες:

$$134 \text{ kW} * 16 \text{ h (2 βάρδιες / ημέρα)} = 2.144 \text{ kWh / ημέρα και το κόστος της:}$$

$$2144 \text{ kWh} * 0,15 \text{ €/ kWh} = \mathbf{321,6 \text{ €/ ημέρα.}}$$

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κωνικού θραυστήρα:

Με βάση την ισχύ του κωνικού θραυστήρα με μέγεθος 170 cm, που όπως υπολογίστηκε παραπάνω είναι 150 hp ή 111 kW, η ηλεκτρική ενέργεια (H. E.) του κωνικού θραυστήρα είναι:

$$111 \text{ kW} * 16 \text{ h (2 βάρδιες / ημέρα)} = 1776 \text{ kWh / ημέρα με κόστος:}$$

$$1776 \text{ kWh} * 0,15 \text{ €/ kWh} = \mathbf{226,4 \text{ €/ ημέρα.}}$$

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κοσκίνου με 2 καταστρώματα:

Με βάση την ισχύ του κοσκίνου (με 2 καταστρώματα και επιφάνεια 7,5 m²) που επιλέχθηκε και είναι 10 HP ή 7,4 kW, η ηλεκτρική ενέργεια (H. E.) που καταναλώνει αναμένεται να είναι:

$$7,4 \text{ kW} * 16 \text{ h (2 βάρδιες / ημέρα)} = 118 \text{ kWh / ημέρα και το κόστος:}$$

$$118 \text{ kWh} * 0,15 \text{ €/ kWh} = \mathbf{17,7\text{€/ ημέρα.}}$$

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κοσκίνου με 3 καταστρώματα:

Σε κόσκινο επιφάνειας 4,5 m² και 5 Hp ή 3,7 kW. θα έχουμε κατανάλωση (H. E.)
 $3,7 \text{ kW} * 16 \text{ h (2 βάρδιες / ημέρα)} = 59 \text{ kWh.}$

$$\text{Άρα, } 59 \text{ kWh} * 0,15 \text{ €/ kWh} = \mathbf{8,85\text{€/ ημέρα.}}$$

Συνοψίζοντας, προκύπτει ότι η ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας θραύση – ταξινόμησης ανέρχεται σε:

$$321,6 + 226,4 + 17,7 + 8,85 = \mathbf{574,55 \text{ € / ημέρα.}}$$

Δηλαδή, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας θραύσης ταξινόμησης για 226 εργάσιμες ημέρες / έτος και 2 βάρδιες την ημέρα όπως έχει υπολογιστεί ανέρχεται στις **129.848 € / έτος.**

9.1.3. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ – ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ

Η συντήρηση και τα ανταλλακτικά αποτελούν μεταβλητά κόστη λειτουργίας μιας παραγωγικής μονάδας. Για να προσδιοριστούν πλήρως αυτά τα λειτουργικά κόστη είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε το ωριαίο κόστος λειτουργίας του κάθε μηχανήματος. Η συντήρηση και τα ανταλλακτικά των μηχανημάτων στα βασικά τους κόστη περιλαμβάνουν επισκευές, ανταλλακτικά και εργατικά, καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια, λιπαντικά και αμοιβές χειριστών. Σύμφωνα με εκτιμήσεις αποτελούν το 10 % του συνολικού λειτουργικού κόστους μιας μονάδας παραγωγής.

Το κόστος συντήρησης και ανταλλακτικών διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

1. Το μεταβλητό κόστος συντήρησης. Περιλαμβάνει τα ανταλλακτικά και εργατικά επισκευών, τα καύσιμα και την ηλεκτρική ενέργεια.
2. Το κόστος υλικών λειτουργίας. Τα λιπαντέλαια κινητήρα και κιβωτίων οδοντωτών τροχών, υδραυλικά έλαια, τα φίλτρα, το λίπος (γράσσο) και την βενζίνη καθαρισμού ή προκίνησης. Τα βιβλία συντηρήσης του μηχανήματος δίνουν λεπτομερείς οδηγίες για την προγραμματισμένη αλλαγή των παραπάνω υλικών. Η τήρηση των οδηγιών και η χρησιμοποίηση των προδιαγραφομένων τύπων και ποιοτήτων είναι απαραίτητη για την καλή λειτουργία και τη συντήρηση της μηχανής.
3. Το κόστος χειριστή και βοηθού.

Κόστος συντήρησης και επισκευών. Υπολογίζεται σε €/ h (ωριαίο κόστος λειτουργίας) το οποίο προκύπτει ως μέσο ωριαίο κόστος καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου απόσβεσης. Για την προκοστολόγηση χρησιμοποιούνται συμβατικοί συντελεστές, οι οποίοι έχουν προκύψει από στατιστικά στοιχεία. Κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς (Baugerateliste) το μέσο ωριαίο κόστος συντήρησης και επισκευών διαμορφώνεται ως εξής:

Ωριαίο κόστος ανταλλακτικών: $k_a = 0,36 * k_k$ (€/ h) ,όπου k_k : κόστος κεφαλαίου

Ωριαίο κόστος εργατικών: $k_e = 0,30 * k_k$ (€/ h) Επίπτωση γενικών επισκευών:

$k_\gamma = 0,12 * k_k$ (€/ h)

Σύνολο κόστους επισκευών $k_e = 0,78 * k_k$ (€/ h)

Κόστος καυσίμων: Η καλύτερα μέθοδος προσδιορισμού του κόστους καυσίμων είναι η μέτρηση της κατανάλωσης υπό διαφορετικές συνθήκες εργασίας και ο υπολογισμός αυτής επί την τρέχουσα τιμή καυσίμου όπως αυτή υπολογίστηκε παραπάνω.

Για την προκοστολόγηση γίνεται χρήση της σχέσης:

$$k_f = N_e * \varepsilon * \delta * f \text{ (€/ h)}$$

N_e = η πραγματική ισχύς του κινητήρα σε PS_e . ε = ειδική κατανάλωση καυσίμου σε $kg / PS_e * h$ για το πλήρες φορτίο και υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας. δ = κόστος καυσίμου σε €/ kg.

f = απόλυτος συντελεστής φορτίου = πραγματική κατανάλωση ανά ώρα : ε , η τιμή του f εξαρτάται από το μηχάνημα και τις συνθήκες λειτουργίας.

Κόστος λιπαντικών. Η κατανάλωση των λιπαντελαίων εξαρτάται από το μέγεθος και τον τύπο του κινητήρα. Όταν δεν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία, λαμβάνεται ίση με 1 % της κατανάλωσης του καυσίμου. Η τιμή αυτή προσδιορίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια, εάν είναι γνωστή η περιεκτικότητα της δεξαμενής του στροφαλοθαλάμου ή η απαιτούμενη ποσότητα ελαίου για μια πλήρη αλλαγή και το χρονικό διάστημα μεταξύ δυο διαδοχικών αλλαγών. Το διάστημα αυτό πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 100 και 125 ωρών εκτός και αν προδιαγράφεται αλλιώς από τον κατασκευαστή.

Για το συνολικό κόστος λιπαντικών, δηλαδή κινητήρα, συστημάτων μετάδοσης κίνησης, λίπους, φίλτρων κ. τ. λ οι στατιστικές μετρήσεις δίνουν:

$$K_l = 0,20 * k_f \{ \text{€/ h} \}$$

Η σχέση αυτή λαμβάνεται γενικώς υπόψη για την προεκτίμηση του κόστους λιπαντικών σε ντιζελοκίνητα μηχανήματα.

Κόστος χειριστή και βοηθών. Το προσωπικό υπηρετήσης του μηχανήματος αποτελείται κυρίως από ένα χειριστή και σε ορισμένες περιπτώσεις και από ένα λιπαντή. Ο λιπαντής συνήθως συντηρεί περισσότερα από ένα μηχανήματα, οπότε αυτό θα ενσωματώνεται στα αντίστοιχα λειτουργικά κόστη της εταιρείας. Οι αποδοχές του χειριστή διαφέρουν ανάλογα με την τοποθεσία του έργου και τις ισχύουσες συνθήκες. Οι αποδοχές του λιπαντή λαμβάνονται ίσες με το 0,75 – 0,80 των αμοιβών του χειριστή. **Έτσι το ωριαίο κόστος του μηχανήματος διαμορφώνεται ως εξής:**

$$\text{Κόστος κεφαλαίου} : k_k = (r_m * k_0) / t_{hm} \quad (t_{hm} = 200)$$

$$\text{Κόστος ελαστικών} : k_{ελ} = (r_m * k_{ελ}) / t_{hm}$$

$$\text{Κόστος επισκευών} : k_{επ} = 0,78 * k_k$$

$$\text{Κόστος καυσίμου} : k_f = N_e * \varepsilon * \delta * f$$

$$\text{Κόστος λιπαντικών} : k_l = 0,20 * k_f$$

$$\text{Κόστος χειριστού} : k_x$$

Με βάση λοιπόν όλες αυτές τις παραμέτρους διαμορφώνονται τα ημερομίσθια των εργατοτεχνιτών μιας παραγωγικής μονάδας αδρανών υλικών, όπως αυτά ενσωματώνονται στη μισθοδοσία της εταιρείας.

9.1.4. ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑ

Η μισθοδοσία αποτελεί ένα πάγιο κόστος για την μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών. Η λατομική μονάδα έχει ένα συγκεκριμένο αριθμό εργατικού δυναμικού στη διαθεσή της με καθορισμένα ημερομίσθια, άρα και συγκεκριμένες δαπάνες (εκροές) στην ταμειακή ροή της μεταλλευτικής εταιρείας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις παρόμοιων και συστηματικών μελετών του λειτουργικού κόστους, η μισθοδοσία αποτελεί μόλις το 2% του συνόλου του λειτουργικού κόστους της μονάδας.

Η μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών για την ομαλή και συστηματική της λειτουργία είναι απαραίτητο να διαθέτει το εξής εργατικό και επιστημονικό δυναμικό:

- 1 οδηγός του διατρητικού μηχανήματος (wagon drill).
- 3 οδηγούς ελαστικοφόρων φορτωτών (1 για φόρτωση του εξορυγμένου υλικού και 2 για φόρτωση έτοιμων προϊόντων και τη διεξαγωγή βοηθητικών εργασιών).
- 3 οδηγούς για φορτηγά αυτοκίνητα (dumpers).
- 1 οδηγός για ανατρεπόμενο τριαξονικό φορτηγό αυτοκίνητο.
- 1 οδηγός για υδροφόρο φορτηγό αυτοκίνητο.
- 1 οδηγός για ερπυστριοφόρο προωθητή (μπουλντόζα).
- 1 οδηγός για υδραυλικό σφυρί δευτερογενούς θραύσης.
- 1 οδηγός ερπυστριοφόρου εκσκαφέα για φόρτωση εξορυγμένου υλικού και μηχανική εξόρυξη του πετρώματος.
- 1 χειριστής του συγκροτήματος της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης.
- 2 εργατοτεχνίτες – μηχανικούς για την συντήρηση των μηχανημάτων και της μονάδας θραύσης – ταξινόμησης.
- 1 γομωτής
- 1 βοηθός γομωτή
- 1 υπάλληλο στην πλάστιγγα, ο οποίος θα καταγράφει και θα μετρά τις ποσότητες των υλικών που θα φεύγουν από τις πωλήσεις.

Ακόμη, απαραίτητοι για τη λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας για την παραγωγή αδρανών υλικών είναι:

- 1 επιβλέπων μεταλλειολόγος μηχανικός.
- 1 εργοδηγός.
- 1 λογιστής.

- 1 μηχανολόγος εγκαταστάσεων για την συντήρηση και την επίβλεψη του υποσταθμού παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα θραύσης – ταξινόμησης.

Τα ημερομίσθια των εργατοτεχνιτών, των οδηγών και των χειριστών που θα επιβαρύνουν τη λατομική μονάδα διαμορφώνονται ως εξής:

40 € / εργατοτεχνίτη, ενώ με 60 € ημερομίσθιο θα αμοιβεται ο εργοδηγός, 75 € ο μηχανικός και 70 € ο λογιστής, καθώς και με ένα πάγιο έξοδο των 600 € μηνιαίως που επιβαρύνεται η εταιρεία για την επίβλεψη του μηχανολόγου εγκαταστάσεων.

Η εταιρεία λοιπόν θα επιβαρύνεται με τα εξής κόστη:

$18 \text{ εργατοτεχνίτες} * 40 \text{ €} = 720 \text{ €} / \text{ημέρα} * 2 \text{ (βάρδιες)} = 1140 / \text{ημέρα}.$

Επιπλέον:

$60 \text{ €} / \text{ημέρα (ο εργοδηγός)} * 2 \text{ (βάρδιες που υποθέσαμε)} = 120 \text{ €} / \text{ημέρα} + 75 \text{ €} / \text{ημέρα (ο μηχανικός)} + 70 \text{ €} / \text{ημέρα (ο λογιστής)}.$

Σύνολο:

$1140 \text{ €} / \text{ημέρα} + 120 \text{ €} / \text{ημέρα} = 1260 \text{ €} / \text{ημέρα},$

$1260 \text{ €} / \text{ημέρα} + 75 \text{ €} / \text{ημέρα} + 70 \text{ €} / \text{ημέρα} = 1405 \text{ €} / \text{ημέρα},$ τα πάγια έξοδα μισθοδοσίας της εταιρείας.

$1405 \text{ €} / \text{ημέρα} * 226 \text{ εργάσιμες} / \text{έτος} = 317.530 \text{ €} / \text{έτος}.$

Αρα, τα πάγια έξοδα μισθοδοσίας της εταιρείας προσθέτοντας και την ετήσια αμοιβή του μηχανολόγου $600 * 12 \text{ μήνες} = 7.200 \text{ €}$ θα είναι:

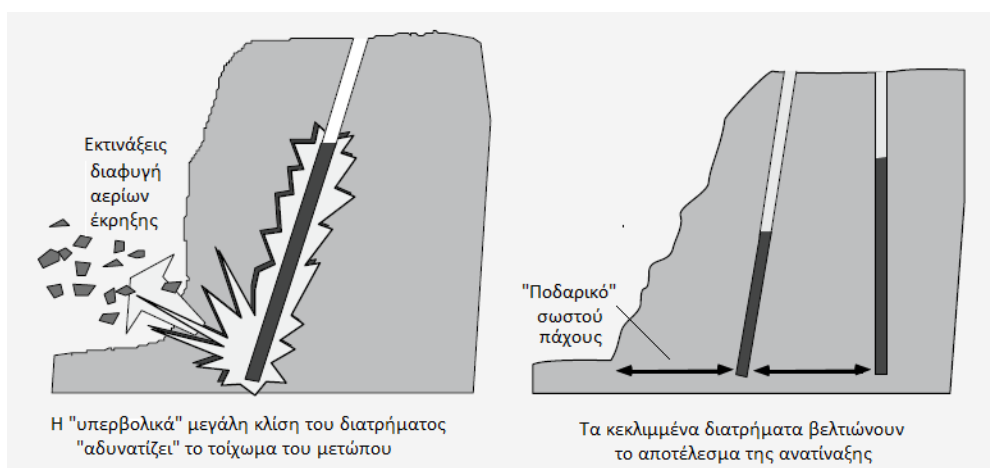
$317.530 \text{ €} + 7.200 \text{ €} = 324.730 \text{ €}$

Ετήσια έξοδα μισθοδοσίας: 324.730 €

Στο κόστος μισθοδοσίας της εταιρείας θα ενσωματωθεί και το κόστος των ασφαλιστικών εισφορών των εργαζομένων ανάλογα με τη συμφωνία του καθενός με την εταιρεία.

9.1.5. ΔΙΑΤΡΗΣΗ – ΑΝΑΤΙΝΑΞΗ

Η διάτρηση και η ανατίναξη αποτελούν δυο από τις σημαντικότερες εργασίες σε μια μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών. Η σωστή διαχείριση και ο συνδυασμός των δυο εργασιών μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τα λειτουργικά κόστη μιας λατομικής μονάδας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις οι δυο αυτές εργασίες συμμετέχουν κατά 11% και 13% αντίστοιχα στο κόστος παραγωγής της εταιρείας. Αποτελούν αναγκαίες και « αδιαίρετες » εργασίες μέσα σε μια μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών και διαδοχικά μια καλή διάτρηση διευκολύνει την ανατίναξη και κατ'επέκταση όλες τις επόμενες εργασίες όπως τη φόρτωση, τη μεταφορά, καθώς και τη θραύση του υλικού στη μονάδα θραύσης – ταξινόμησης.



Εικόνα 19. Ανατίναξη με εκρηκτικές ύλες.

Το «φορτίο» και το ύψος των βαθμίδων, η ποσότητα και το είδος των εκρηκτικών υλών, καθώς και οι ιδιότητες του πετρώματος καθορίζουν την τελική μορφή (σχήμα) και τον τεμαχισμό (μέγεθος τεμαχίων) του πετρώματος το οποίο θα φορτωθεί για να οδηγηθεί στη διαδικασία της Α' θραύσης.

Η γόμωση των εκρηκτικών υλών πρέπει να γίνεται σε πυκνά διατρήματα με χρήση κατάλληλων τύπων εκρηκτικής ύλης και εφαρμογή κατάλληλων χρόνων πυροδότησης έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης και κατακόρυφη όρυξη του τμήματος της βαθμίδας εκμετάλλευσης και το προϊόν να είναι ομοιογενές και να έχει την προαναφερθείσα μορφή.

Πιο συγκεκριμένα, τα κόστη της διάτρησης και της ανατίναξης που θα ενσωματωθούν στα λειτουργικά κόστη υπολογίζονται ως εξής:

Διάρθρωση: Στον υπολογισμό του κόστους διάρθρωσης περιλαμβάνεται το μεροκάματο του χειριστή όπως αυτό υπολογίζεται στη μισθοδοσία, καθώς και τα μεροκάματα του γομωτή και του βοηθού γομωτή αντίστοιχα, όπως επίσης και η κατανάλωση του διατηρητικού μηχανήματος όπως έχει υπολογιστεί παραπάνω. Στα κόστη της διάρθρωσης επίσης πρέπει να συμπεριληφθούν τα κοπτικά μέσα. Αυτά είναι η **αερόσφουρα που κοστίζει 200 € και χρειάζεται αλλαγή κάθε 30 km και το γαρύφαλλο κόστους 350 €/ 5 km.**

Ανατίναξη: Στα κόστη της ανατίναξης υπολογίζονται τα κόστη των εκρηκτικών υλών. **Οι εκρηκτικές ύλες που χρησιμοποιούνται είναι το ANFO με κόστος 0,60 €/ kg και ο αμμωνίτης με κόστος 0,90 €/ kg.**

Για τον υπολογισμό του τελικού λειτουργικού κόστους της διάρθρωσης – ανατίναξης θα προστεθούν οι καταναλώσεις του διατηρητικού μηχανήματος για το χρόνο που χρησιμοποιήθηκε καθώς και το ημερομίσθιο του χειριστή και οι ασφαλιστικές του εισφορές όπως αυτά έχουν καταγραφεί παραπάνω και θα γίνει αναγωγή στον παραγόμενο τόνο προϊόντος.

9.1.6. ΘΡΑΥΣΗ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΦΥΡΙ

Μετά τη φάση της διάρθρωσης και της ανατίναξης ακολουθεί η διαδικασία της θραύσης. Με τον όρο θραύση εννοούμε την « πρωτογενή » θραύση που διενεργείται με σφυρί μετά την εξόρυξη και μετά ακολουθεί η μηχανική θραύση στις μονάδες σπαστηροτριβείων.

Το φορτίο και το ύψος των βαθμίδων, η ποσότητα και το είδος των εκρηκτικών υλών, καθώς και οι ιδιότητες του πετρώματος καθορίζουν την τελική μορφή (μέγεθος, σχήμα τεμαχίων) του εξορυγμένου πετρώματος το οποίο θα φορτωθεί για να οδηγηθεί στη διαδικασία της Α΄ θραύσης.

Βασικός στόχος είναι το εξορυσσόμενο υλικό να έχει μέγεθος τέτοιο ώστε να μην καταπονεί τον σπαστήρα της Α΄ θραύσης. Σε περίπτωση μεγάλων τεμαχίων γίνεται χρήση του υδραυλικού σφυριού, επιβαρύνοντας όμως τη διαδικασία σε χρόνο και κόστος. Θα ήταν προτιμότερο και όχι ανέφικτο όσον αφορά την παραγωγική διαδικασία να αποφεύγονταν η θραύση με υδραυλικό σφυρί. Σύμφωνα με εκτιμήσεις αντοπροσωπεύει μόλις το 0,2% του λειτουργικού κόστους της παραγωγής και το πρόβλημα έγκειται στην ειδική μελέτη για τη χρήση εκρηκτικών υλών. Βέβαια, εδώ αξίζει να σημειωθεί παρά το γεγονός ότι η θραύση με υδραυλικό σφυρί υπό ιδανικές συνθήκες θα ήταν δυνατόν να

εξαλειφθεί με σωστή διάτρηση και ανατίναξη, παρόλα αυτά θα πρέπει να εκτιμηθεί το κόστος που επιβαρύνει περισσότερο την παραγωγική μονάδα στις δυο περιπτώσεις. Θα πρέπει να εκτιμηθεί τι επιβαρύνει περισσότερο τα λειτουργικά έξοδα της εταιρείας, η χρησιμοποίηση του υδραυλικό σφυριού ή η χρησιμοποίηση περισσότερης εκρηκτικής ύλης και περισσότερων διατρημάτων έτσι ώστε να γίνεται καλή θραύση του υλικού.

Η επιβάρυνση της θραύσης με υδραυλικό σφυρί θα ισούται με το κόστος εργασίας του χειριστή του μηχανήματος την κατανάλωση όπως αυτή υπολογίστηκε παραπάνω για το υδραυλικό σφυρί 330 C CAT, (30 λίτρα / ώρα) προσθέτοντας τα κόστη συντήρησης που αναλογούν.

9.1.7. ΦΟΡΤΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Η φόρτωση και η μεταφορά του υλικού αποτελούν δυο από τις σημαντικότερες και ταυτόχρονα και πιο κοστοβόρες διαδικασίες κατέχοντας σύμφωνα με εκτιμήσεις το 14% και 28% του συνολικού κόστους παραγωγής αντίστοιχα σε μια λατομική μονάδα. Είναι καταλυτικής σημασίας η σωστή κατανομή του χρόνου και του χώρου των δυο εργασιών για να προκύπτουν τα βέλτιστα αποτελέσματα, καθώς επηρεάζουν και το σύνολο των υπολοίπων εργασιών.

Ο εξοπλισμός για τη φόρτωση και τη μεταφορά του υλικού θα εξαρτηθεί από την δυνατότητα παραγωγής και την δυνατότητα τροφοδοσίας της μονάδας σπαστηροτριβείου. Είναι σημαντική η ύπαρξη όσο το δυνατόν λιγότερων νεκρών χρόνων. 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 και ο χρόνος κύκλου μεταφοράς για κάθε όχημα, ο αριθμός μετώπων εξόρυξης και το φορτίο του κάθε οχήματος, όσον αφορά την ποσότητα και το είδος. Πιο χαρακτηριστικά, διαθέτοντας μονάδα θραύσης ταξινόμησης δυναμικότητας 400 t/h και κύκλο μεταφοράς, δηλαδή χρόνο φόρτωσης – μεταφοράς – απόθεσης του υλικού και επιστροφής στο σημείο φόρτωσης, 15 λεπτά, απαιτούνται περίπου 12 δρομολόγια την ώρα. Τα δρομολόγια αυτά πρέπει να καλύψουν τα 3 φορτηγά (dumpers δυναμικότητας 35 t) για την ικανοποίηση των αναγκών της μονάδας θραύσης - ταξινόμησης.

Η πλατεία φόρτωσης του υλικού και ο χρόνος πρόσβασης σε αυτή παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση του χρόνου του κύκλου μεταφοράς. Ο χρόνος ελιγμών και φόρτωσης εξαρτάται από το μέγεθος της πλατείας σε σχέση με τα μηχανήματα, την ταχύτητα του φορτωτή και το μέγεθος του κάδου του φορτωτή σε σχέση με την δυναμικότητα (όγκος καρότσας) του φορτηγού μεταφοράς. Σε περίπτωση που τα μέτωπα εξόρυξης βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ τους ο αριθμός των φορτηγών πρέπει να μεταβάλλεται.



Εικόνα 20. Άποψη φόρτωσης υλικού στην «πλατεία» του λατομείου.

Το κόστος της φόρτωσης και μεταφοράς του υλικού υπολογίζεται προσδιορίζοντας τα κόστη των μέσων φόρτωσης και μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή, δηλαδή τις καταναλώσεις των μηχανημάτων και τη συντήρηση – ανταλλακτικά που θα χρειαστούν και έχουν ήδη αναφερθεί, προσθέτοντας το κόστος του χειριστή.

Στη φόρτωση και μεταφορά προϊόντων έτσι ώστε να γίνεται σωστά ο κύκλος των εργασιών, θα χρειαστούν απαραίτητα: Στο μέτωπο της εξόρυξης ένας ελαστιχοφόρος φορτωτής 992 C CAT (με κατανάλωση 70 λίτρα / ώρα), τρία dumpers (769 CAT 35 λίτρα / ώρα) για τη μεταφορά του εξορυγμένου υλικού στο θραυστήρα και ένας ελαστιχοφόρος φορτωτής 966 D CAT (με κατανάλωση 20 λίτρα / ώρα) για τη φόρτωση έτοιμων υλικών στις πωλήσεις.

Το λειτουργικό κόστος της φόρτωσης και μεταφοράς θα υπολογιστεί στο χρόνο που επιθυμούμε (μέρα, μήνα, έτος) λαμβάνοντας υπόψη και υπολογίζοντας τις καταναλώσεις των μηχανημάτων που θα συμβάλλουν στη φόρτωση και τη μεταφορά (φορτωτής, dumpers), τα ημερομίσθια των χειριστών των μηχανημάτων, καθώς επίσης και την ενδεχόμενη τακτική συντήρηση και τα ανταλλακτικά των μηχανημάτων που θα χρειαστούν και τις ασφαλιστικές εισφορές του κάθε χειριστή και εργατοτεχνίτη. Έτσι θα προκύψει ένα κόστος το οποίο θα αναχθεί στον τόνο παραγωγής του υλικού. Για τον ακριβή υπολογισμό του λειτουργικού κόστους μιας μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών θα πρέπει να υπολογίζονται με ακρίβεια τα παρακάτω μεγέθη: Κατά προτίμηση θα πρέπει να γίνεται αναγωγή στον τόνο (χωρίς βέβαια να είναι υποχρεωτικό) όλων των παραμέτρων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του λειτουργικού κόστους προσθέτοντας και τα λογιστικά μεγέθη της εταιρείας και ανάγωντάς τα και αυτά στον τόνο παραγωγής. Μεγέθη, δηλαδή όπως ο Φ. Π. Α. που προκύπτει από τις πωλήσεις, η φορολογία της εταιρείας, οι αποσβέσεις ακόμη και ενδεχόμενα δανειακά κεφάλαια ώστε να καθοριστεί και η τελική τιμή πώλησης των προϊόντων. Στην ενσωμάτωση του κόστους λειτουργίας πρέπει να γίνει ακριβής υπολογισμός πλην των καυσίμων, των εξόδων μισθοδοσίας και των υπολοίπων πάγιων μεγεθών της εταιρείας. Θα πρέπει να εσωματωθεί στη διαμόρφωση της τιμής και η συντήρηση και τα ανταλλακτικά της μονάδας παραγωγής και των μηχανημάτων, που προκύπτει ύστερα από περιοδική παρακολούθηση των εργασιών ανάγωντάς τα και αυτά στον τόνο για μεγαλύτερη ακρίβεια.

Ευχαριστίες,

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς όλους εκείνους τους ανθρώπους που με εμπιστεύθηκαν και με βοήθησαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας...

Θα ήθελα καταρχήν να εκφράσω τουλάχιστον ένα τεράστιο ευχαριστώ στον Επιβλέποντα και καθηγητή μου κ. Κώστα Τσακαλάκη, Καθηγητής Ε.Μ.Π. που με πίστη, επιμονή και τεράστια υπομονή με καθοδηγούσε και μου παρείχε την επιστημονική και την ηθική του βοήθεια καθ' όλη τη πορεία μου προς την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Λατομεία Καρδίτσας Α.Ε. τόσο για το φωτογραφικό υλικό, όσο και για τη χρήσιμη συζήτηση και ενημέρωση που μου παρείχε σε θέματα τόσο της παραγωγικής διαδικασίας όσο και του κόστους λειτουργίας μιας Μονάδας Παραγωγής Αδρανών Υλικών.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω την πολύτιμη βοήθεια των κ.κ. Γιώργου Αναστασίου και Ηλία Σαμμά (μέλος ΙΔΑΧ του εργαστηρίου Εμπλουτισμού Μεταλλευμάτων Ε.Μ.Π) Μεταλλειολόγων Μηχανικών για την τεχνική τους υποστήριξη, καθώς και τον Σήφη Πιταροκοίλη πρόσφατα διπλωματούχο και φίλο Μεταλλειολόγο Μηχανικό για την βοήθεια του στην παρουσίαση της εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τσακαλάκης, Κ. Γ., 2010, Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.

Τσακαλάκης, Κ. Γ., 2005, Αρχές Οικονομικής Ανάλυσης Εργοστασίων Εμπλουτισμού και Μονάδων Παραγωγής Αδρανών Υλικών, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.

Α. Ζ. Φραγκίσκος, Μελέτη και Κατασκευή Εργοστασίων Εμπλουτισμού Μεταλλευμάτων και Βιομηχανικών Ορυκτών, Ε. Μ. Π., 1992.

Τσακαλάκης, Κ. Γ.–Φραγκίσκος, Α. Ζ., 1990, Αρχές Αξιολόγησης Μεταλλευτικών Επενδύσεων και Χρησιμοποίησή τους στο Σχεδιασμό Εργοστασίων Εμπλουτισμού – Εφαρμογή των Αρχών της Αξιολόγησης στο Σχεδιασμό Εργοστασίων εμπλουτισμού, Μεταλλειολογικά-Μεταλλουργικά Χρονικά

Εφραιμίδης Χ. Ι., 1992, Τα Μέσα Εκμηχανίσεως των δομικών έργων, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.

Καλιαμπάκος Δημήτρης, Περιβάλλον ΙΙΙ, Προστασία Περιβάλλοντος στη Μεταλλευτική Δραστηριότητα, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.

Μενεγάκη Μ., 2010, Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.

Atlas Copco, Blasthole Drilling in Open Pit mining, [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com/blastholedrills) / blastholedrills &

<http://www.scribd.com/doc/69773093/Blasthole-Reference-Book-tcm892-1923757>, σελ. 57, σελ. 58, σελ. 59, σελ. 60.

www.oryktosploutos.net

www.adrani.gr

Ιστότοπος Google.