



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ- ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΤΑΛΙΑΔΟΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Τσακαλάκης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2019

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ-
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΤΑΛΙΑΔΟΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Τσακαλάκης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Τσακαλάκης Κωνσταντίνος

Καθηγητής Ε. Μ. Π

Αναστασάκης Γεώργιος

Καθηγητής Ε. Μ. Π

Χαλικιά Ηλιάννα

Καθηγήτρια Ε. Μ. Π

Περιεχόμενα

ABSTRACT	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΑΤΟΜΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ	9
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ	9
2.2. ΑΓΟΡΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	10
2.3 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	12
2.4 ΧΡΗΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	17
3.1. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ	17
3.2. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΘΡΑΥΣΗΣ	20
3.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	25
3.4 ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΟΣΚΙΝΩΝ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ	34
4.1 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΤΑΙΝΙΕΣ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	39
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	39
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	44
5.2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ	44
5.2.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ	45
5.2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ.....	45
5.2.4 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ	45
5.2.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ.....	47

5.3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΟΝΟΥΜΕΝΩΝ ΚΟΣΚΙΝΩΝ.....	48
5.3.1 ΘΕΩΡΙΑ	48
5.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	66
6.1 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	66
6.2 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΠΤΩΣΕΙΣ	67
6.3 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑ Η΄ΕΚΡΗΞΗ	68
6.4. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ.....	75

ABSTRACT

The present diploma thesis aims to study and design an aggregates' production plant.

Aggregates are a very important part of the domestic and global market for technical works. Their use varies, but they are mostly used in the production of concrete and HMA (hot mix asphalt).

At first we analyze all the processes and methods by which we produce, extract and exploit aggregates materials. Then, the entire unit of aggregates production is described and planned by analyzing each process and explaining what is derived from them. Along with these, the "critical" parameters to be considered are presented in the design of such a plant.

Finally, we present, the risks within the aggregate plant by indicating the most important for each category to which we have separated them, the security measures that should be taken into account within the unit, and how the environmental quarry is restored when the mining process is over.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική έχει ως στόχο το σχεδιασμό και τη μελέτη ενός συγκροτήματος θραύσης ταξινόμησης αδρανών υλικών. Τα αδρανή υλικά αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της εγχώριας αλλά και της παγκόσμιας αγοράς τεχνικών έργων. Η χρήση τους ποικίλει αλλά ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται στην παραγωγή σκυροδέματος και ασφαλτομιγμάτων.

Στην αρχή αναλύονται όλες οι διαδικασίες και οι μέθοδοι με τις οποίες εξορύσσονται τα πετρώματα, επεξεργάζονται με διαδικασίες θραύσης-ταξινόμησης και παράγονται τα αδρανή υλικά. Ακολούθως περιγράφεται και σχεδιάζεται όλη η μονάδα παραγωγής των αδρανών υλικών αναλύοντας κάθε απαραίτητη διαδικασία και διευκρινίζεται τι προκύπτει από αυτές. Ταυτοχρόνως, παρουσιάζονται και οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψιν στο σχεδιασμό της μονάδας.

Τέλος, παρουσιάζονται, οι κίνδυνοι εντός της μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών αναφέροντας τους σημαντικότερους για κάθε κατηγορία στην οποία τους έχουμε διαχωρίσει, τα μέτρα ασφαλείας τα οποία θα πρέπει να υπάρχουν εντός της μονάδας, αλλά και πως γίνεται η αποκατάσταση του λατομικού χώρου από περιβαλλοντικής άποψης όταν τελειώσει η διαδικασία της εξόρυξης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός ενός κυκλώματος θραύσης ταξινόμησης αδρανών υλικών. Θα ασχοληθούμε με την περιγραφή όλων των διεργασιών που συναντώνται σε ένα συγκρότημα «σπαστηροτριβείου», από την περιγραφή της εξόρυξης του πετρώματος το οποίο βρίσκεται εντός του λατομείου έως και την παραγωγή του τελικού προϊόντος όπως αυτό πωλείται.

Θα καταγράψουμε αναλυτικά κάθε μέρος της διαδικασίας εξαγωγής και εκμετάλλευσης των πετρωμάτων, διαλογής του και παραγωγής των κλασμάτων του. Στην αρχή παρουσιάζουμε τα ορυκτά τα οποία εξορύσσονται στα λατομεία. Στη συνέχεια περιγράφονται τα αδρανή υλικά, όπως είναι γνωστά σήμερα, αναπτύσσεται η ελληνική αγορά των αδρανών υλικών αλλά και η αγορά του εξωτερικού, και αναφέρονται οι τρόποι και οι μέθοδοι με τον οποίο εκμεταλλευόμαστε αυτά τα υλικά και τέλος δίνονται οι πιθανές χρήσεις που μπορεί να έχουν τα αδρανή υλικά και γιατί είναι απαραίτητα.

Όπως αναλύεται και παρακάτω στη διπλωματική εργασία, η εξόρυξη των υλικών γίνεται με ανατινάξεις. Για να παραχθεί το τελικό προϊόν, ακολουθείται μια διαδικασία από διαδοχικές θραύσεις ώστε το προϊόν να φτάσει στο επιθυμητό μέγεθος κλάσματος. Η διαδικασία της θραύσης πραγματοποιείται με μηχανήματα που ονομάζονται θραυστήρες, ενώ ο διαχωρισμός των κλασμάτων των υλικών γίνεται με τα γνωστά κόσκινα. Επίσης η διακίνηση των υλικών στα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας γίνεται με μεταφορικές ταινίες, όπως περιγράφεται πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο 3.

Έπειτα παρουσιάζονται ενδεικτικά διαγράμματα ροής ενός συγκροτήματος θραύσης ταξινόμησης αλλά και οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψιν στο σχεδιασμό του ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στην εκμετάλλευση αδρανών υλικών. Επίσης παρατίθεται και ένα παράδειγμα υπολογισμού της επιφάνειας των δονούμενων κοσκίνων.

Στα τελευταία κεφάλαια αυτής της διπλωματικής αναλύονται οι κίνδυνοι στο εργασιακό περιβάλλον του συγκροτήματος θραύσης ταξινόμησης, αναφέροντας πολλές πηγές κινδύνων εντός της μονάδος και τα μέτρα ασφαλείας που κάθε μονάδα οφείλει βάσει νομοθεσίας αλλά και η ίδια να τηρεί ώστε να αποφευχθεί οποιοδήποτε ατύχημα ή δυστύχημα, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η περιβαλλοντική αποκατάσταση των λατομικών χώρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΑΤΟΜΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

Τα λατομικά ορυκτά που εξορύσσονται κυρίως σε λατομεία ή επιφανειακά ορυχεία διακρίνονται, σύμφωνα με το ΥΠ.ΕΝ, στις εξής κατηγορίες:

α. μάρμαρα και φυσικοί λίθοι

αα. Στην κατηγορία των μαρμάρων ανήκουν διάφορα πετρώματα, ποικίλων χρωμάτων, εξορυσσόμενα σε όγκους, επιδεκτικά κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης, καθώς και ο πωρόλιθος, το αλάβαστρο και ο όνυχας.

ββ. Στην κατηγορία των φυσικών λίθων ανήκουν οι λαξευτοί δομικοί λίθοι, οι σχιστολιθικές και ασβεστολιθικές πλάκες και τα διακοσμητικά πετρώματα.

β. αδρανή υλικά

Στην κατηγορία των αδρανών υλικών ανήκουν :

α) τα υλικά διαφόρων διαστάσεων, που προέρχονται από την εξόρυξη και θραύση πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν όπως έχουν ή ύστερα από θραύση ή λειοτρίβηση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδεμάτων ή κονιαμάτων ή με μορφή σκύρων ή μεγαλύτερων τεμαχίων στην οδοποιία ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές,

β) τα υλικά που προέρχονται από την εξόρυξη ασβεστολιθικών πετρωμάτων και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστου ή υδραυλικών κονιών ή συλλιπασμάτων μεταλλουργίας,

γ) η μαρμαρόσκονη και η μαρμαροψηφίδα όταν εξορύσσονται από λατομικούς χώρους, στους οποίους, παρά το γεγονός ότι το περικλειόμενο πέτρωμα είναι επιδεκτικό κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης, εντούτοις δεν μπορεί να εξορυχθούν μάρμαρα σε όγκους λόγω τεκτονισμού του πετρώματος.

γ. βιομηχανικά ορυκτά

Στην κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών ανήκουν όσα λατομικά ορυκτά δεν υπάγονται στις κατηγορίες α' και β' της παρούσας παραγράφου και ιδίως ο καολίνης, ο μπεντονίτης, η κιμωλία, η γύψος, ο περλίτης, η κίσηρις, η θηραϊκή γη, ο χαλαζίας, η χαλαζιακή άμμος, οι ποζολάνες, οι ζεόλιθοι, καθώς και οι άργιλοι και μάργες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία. Επίσης, στην κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών κατατάσσεται και το ανθρακικό ασβέστιο, εφόσον τεκμηριώνεται, στην τεχνική μελέτη εκμετάλλευσης, ότι το εξορυσσόμενο πέτρωμα διαθέτει την κατάλληλη ορυκτολογική και χημική σύσταση και υπάρχει η δυνατότητα διάθεσής του για βιομηχανική χρήση.

Λατομικοί χώροι ή λατομεία είναι οι ενιαίοι χώροι για τους οποίους έχουν χορηγηθεί και βρίσκονται σε ισχύ οι προβλεπόμενες από την κείμενη νομοθεσία εγκρίσεις ή γνωστοποιήσεις: α) διενέργειας ερευνητικών εργασιών ή β) εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών.



Εικόνα 1: Δημόσια Λατομεία

(Πηγή: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=297&language=el-GR>)

Δημόσια λατομεία είναι οι λατομικοί χώροι επί δημόσιων εκτάσεων και ιδιωτικά ή δημοτικά λατομεία είναι οι λατομικοί χώροι επί ιδιωτικών ή δημοτικών εκτάσεων, αντίστοιχα.

Η λειτουργία των λατομείων διέπεται από τον Κανονισμό Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ)

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός λατομείου είναι δυνατόν να ελεγχθεί κι αυτό σχετίζεται με τον αποτελεσματικό σχεδιασμό, την ασφαλή λειτουργία, την διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων και την περαιτέρω αποκατάστασή του.

Λατομικές περιοχές αδρανών υλικών είναι οι εκτάσεις εντός των οποίων χωροθετούνται ένας ή περισσότεροι λατομικοί χώροι εκμετάλλευσης αδρανών υλικών και οι οποίες καθορίζονται με τη διαδικασία και τα κριτήρια των άρθρων 46, 47 και 48. Στις λατομικές περιοχές περιλαμβάνονται και οι θέσεις συγκέντρωσης λατομικών επιχειρήσεων αδρανών υλικών στην Περιφέρεια Αττικής, σύμφωνα με το άρθρο 15 του ν. 1515/1985 (Α' 18), που διατηρήθηκε σε ισχύ με το άρθρο 41 του ν. 4277/2014 (Α' 156).

Δικαίωμα έρευνας και εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών (άρθρο 44, ν. 4512/2018)

Το δικαίωμα έρευνας και επιφανειακής ή/και υπόγειας εκμετάλλευσης των λατομικών ορυκτών ανήκει στον ιδιοκτήτη της εδαφικής έκτασης, μέσα στην οποία υπάρχουν ή σε όποιον ο ιδιοκτήτης παραχώρησε το δικαίωμα αυτό. Το δικαίωμα της εκμετάλλευσης εκτείνεται σε όλα τα παραγόμενα υποπροϊόντα, καθώς και στην αξιοποίηση των εξορυκτικών αποβλήτων κατά τη διαχείρισή τους, που προέρχονται από την εξόρυξη και την επεξεργασία των λατομικών ορυκτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Αδρανή υλικά ονομάζεται το σύνολο των διαβαθμισμένων κατά μέγεθος τεμαχίων υλικών ορυκτής (σκύρα, χαλίκια, άμμοι) ή βιομηχανικής προέλευσης, (σκωρίες, ανακυκλωμένο σκυρόδεμα κ.α.) και άλλων υλικών ανόργανης σύστασης, που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάποιο συγκολλητικό μέσο (τσιμέντο, άσφαλτος, κ.λπ.) για παραγωγή συνθέσεων όπως σκυροδέματα, ασφατικά μίγματα και σκυρωτά οδοστρώματα ή και αυτούσια (π.χ. ως έρμα σιδηροδρομικών γραμμών). Επίσης ονομάζονται αδρανή γιατί στην πλειοψηφία τους δεν αντιδρούν χημικά με τις διάφορες «συγκολλητικές» ύλες.

Συνήθως η μεγαλύτερη ποσότητα των αδρανών υλικών παράγεται ή προέρχεται από τη θραύση των κατάλληλων εξορυγμένων πετρωμάτων, κυρίως ασβεστολιθικών, ή από τη θραύση φυσικών υλικών αποθέσεων ποταμών, θαλάσσης ακόμα και χειμάρρων, όπου βρίσκονται μίγματα ασβεστολιθικών, γρανιτικών και χαλαζιακών πετρωμάτων. Κύριο χαρακτηριστικό των αδρανών υλικών είναι η περιορισμένη ακτίνα εμπορίας, διότι το κόστος μεταφοράς των ιδίων όπως και του σκυροδέματος αποτελεί σημαντική επιβάρυνση για μία εταιρεία, γεγονός που παλαιότερα είχε ως αντίκτυπο να εμφανίζονται πολλές διάσπαρτες εκμεταλλεύσεις, κάποιες κοντά και άλλες στην καρδιά του αστικού ιστού, ενώ στις μέρες μας αυτές οι εκμεταλλεύσεις είναι υποχρεωμένες να λειτουργούν μέσα σε ειδικές λατομικές ζώνες, οι οποίες είναι θεσμοθετημένες για να μην προξενούν οχλήσεις σε κατοικημένες περιοχές ή να έρχονται σε σύγκρουση με άλλες οικονομικές δραστηριότητες.

Τα αδρανή υλικά διαχωρίζονται βάσει της κοκκομετρίας τους και οι κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονται είναι: τα χονδρόκοκκα αδρανή, τα λεπτόκοκκα αδρανή και η τελευταία κατηγορία η οποία ονομάζεται παιπάλη. Από τη μία μεριά χονδρόκοκκα αδρανή ορίζονται εκείνα των οποίων οι κόκκοι συγκρατούνται σε κόσκινο των 4,75 mm ή των 5,00 mm κατά τα Αμερικανικά, Βρετανικά και Γερμανικά πρότυπα αντίστοιχα. Από την άλλη μεριά λεπτόκοκκα ορίζονται είναι τα αδρανή υλικά των οποίων οι κόκκοι διέρχονται από το κόσκινο των 4,75 ή 5,00 mm, ανάλογα τα πρότυπα. Κοινώς τα λεπτόκοκκα αδρανή έχουν διαστάσεις άμμου.

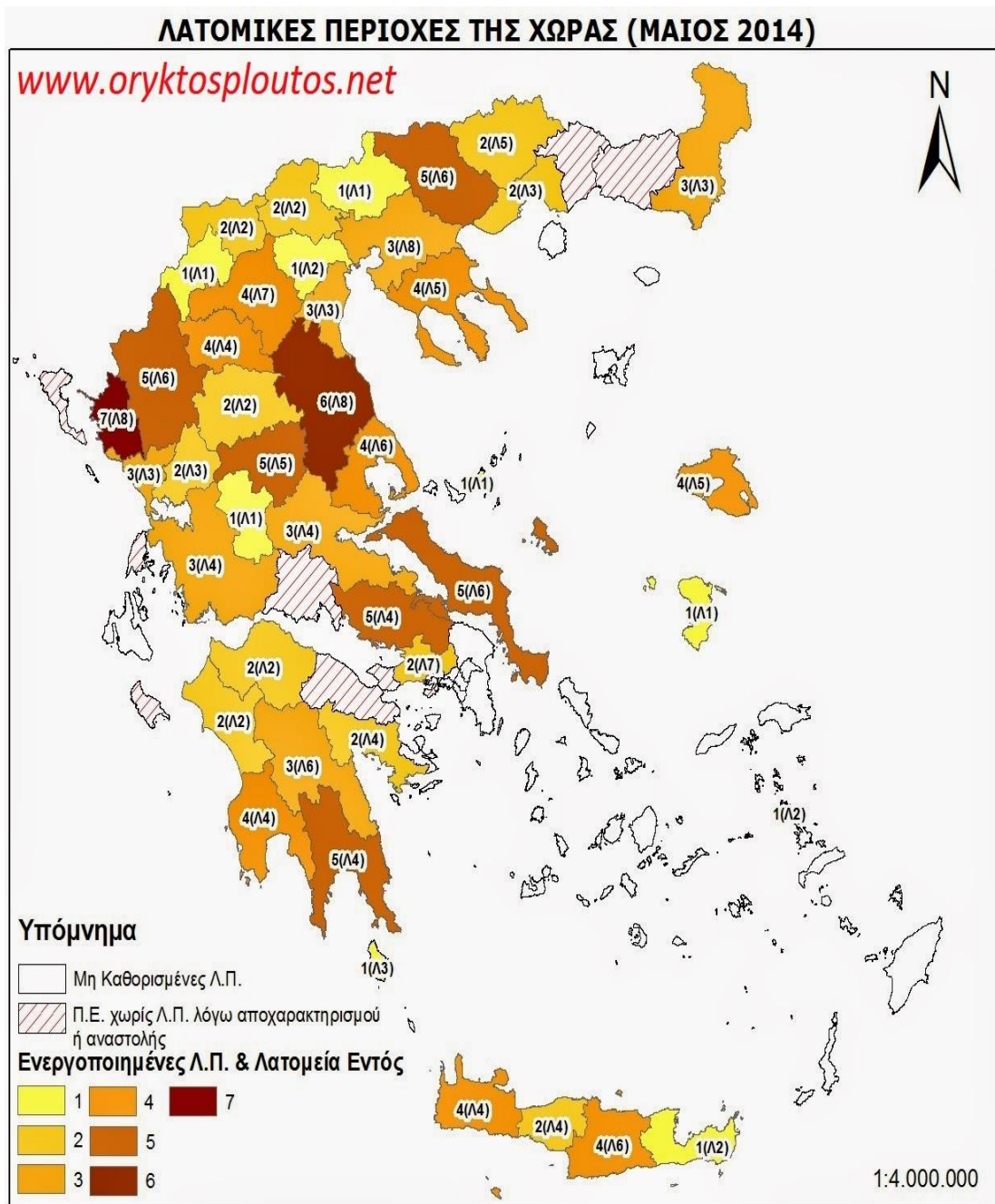
Σύμφωνα με τον ΚΤΣ_2016 ως «**Παιπάλη**» (fines) ορίζεται το μέρος του αδρανούς που περνάει από το κόσκινο 0,063mm (63μm) και προσδιορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 933-1 και έχει μορφή λεπτομερούς σκόνης.

2.2. ΑΓΟΡΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Ο κλάδος των αδρανών υλικών είναι πολύ σημαντικός τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Πιο συγκεκριμένα η παραγωγή των αδρανών υλικών κατέχει το 45,4% της συνολικής παραγωγής ορυκτών υλικών, συμπεριλαμβανομένων και των ενεργειακών πρώτων υλών, αλλά και το 39,5% των μονάδων. Από την άλλη σε παγκόσμιο επίπεδο τα αδρανή υλικά κατέχουν το 62% της παραγωγής σε σχέση με τη συνολική παραγωγή ορυκτών πρώτων υλών, σε αυτή την περίπτωση όμως εκτός των ενεργειακών.

Στην ελληνική επικράτεια λειτουργούν λατομεία αδρανών υλικών, είτε εντός των ορίων θεσμοθετημένων λατομικών περιοχών είτε σε μεμονωμένες θέσεις. Αξίζει να σημειωθεί προς πριν την περίοδο της ύφεσης η συνολική παραγωγή αδρανών υλικών ήταν μεγαλύτερη από τους 100 εκατομμύρια τόνους ετησίως, ενώ μετά την ύφεση της χώρας, η παραγωγή μειώθηκε στους 80 εκατομμύρια τόνους.

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς από την Εικόνα 2 παρακάτω, η οποία απεικονίζει τις περιοχές με λατομεία αδρανών υλικών, η λατομική δραστηριότητα στην Ελλάδα εξαπλώνεται σε όλους τους νομούς της χώρας.



Εικόνα 2: Λατομεία αδρανών περιοχών Μάϊος 2014 (Πηγή: www.oryktosploutos.net)

2.3 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα λατομεία των αδρανών υλικών είναι υπαίθρια και η μέθοδος με την οποία γίνεται η εκμετάλλευση τους ονομάζεται μέθοδος των ορθών βαθμίδων. Πιο κάτω στην Εικόνα 3 παρατίθεται ένα παράδειγμα για την κατανόηση της απεικόνισης αυτής της μεθόδου. Το ύψος και το πλάτος των ορθών βαθμίδων καθορίζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια και η ορθολογική εκμετάλλευση. Στο πρώτο στάδιο οριοθετείται το προς εκμετάλλευση τμήμα του κοιτάσματος και γίνεται η επιλογή της θέσης, από την οποία θα γίνει η προσπέλαση του και θα πραγματοποιηθεί εκκίνηση της εξόρυξης. Στη συνέχεια ακολουθεί η εξόρυξη, ως επί το πλείστον με χρήση συστήματος διάτρησης-ανατίναξης με χρήση εκρηκτικών υλών.



Εικόνα 3: Βαθμίδες Λατομείου Αδρανών Υλικών

Σε ορισμένες περιπτώσεις η εξόρυξη μπορεί να διενεργηθεί είτε με την χρήση εκρηκτικών υλικών είτε με την χρήση μηχανικών μέσων, στις περιπτώσεις όπου τα κοιτάσματα είναι χαλαρά, μη συνεκτικά.

Η κλίση των βαθμίδων όπως και η συνολική κλίση της εκσκαφής εξαρτώνται από τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του πετρώματος το οποίο εξορύσσεται και των υπερκείμενων, ενώ οι διαστάσεις των βαθμίδων και των οδών μεταφοράς από το μέγεθος του μηχανικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί, όπως τα φορτηγά μεταφοράς, τον εξοπλισμό φόρτωσης κι άλλα. Στην Εικόνα 4 παρακάτω μπορεί κανείς να δει την ολοκληρωμένη αλληλουχία ενεργειών που ακολουθείται για τη διάνοιξη και τη λειτουργία ενός λατομείου εξόρυξης πετρώματος για την παραγωγή αδρανών υλικών μέχρι και την υποχρέωση αποκατάστασής του.



Εικόνα 4: Παραγωγή αδρανών υλικών σε υπαίθριο λατομείο

Πηγή: Τσακαλάκης (2018) & www.orykta.gr

2.4 ΧΡΗΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα αδρανή υλικά αφορούν στην παραγωγή πολλών άλλων υλικών αλλά η κυριότερη χρήση τους αφορά την παραγωγή σκυροδέματος. Οι κόκκοι των αδρανών υλικών, εξαιτίας του γωνιώδους και ακανόνιστου σχήματος τους συνδέονται μεταξύ τους και συγκρατούνται στο σκυρόδεμα με τη βοήθεια της τσιμεντόπαστας, δηλαδή μίγμα τσιμέντου με νερό, η οποία έχει συγκολλητική δράση. Βέβαια το 70-80% του βάρους του σκυροδέματος αποτελείται από αδρανή υλικά, ώστε να διατηρείται χαμηλό το κόστος του σκυροδέματος, διότι τα αδρανή υλικά είναι φθηνά τόσο ως πρώτες ύλες όσο και στην διαδικασία επεξεργασίας τους και παραγωγής τους.

Επιπλέον τα πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρουν τα αδρανή υλικά είναι πολύ περισσότερα. Αυτά τα πλεονεκτήματα είναι τεχνικής φύσεως στο σκυρόδεμα. Επηρεάζουν θετικά την στατική συμπεριφορά των κατασκευών που κατασκευάζονται από σκυρόδεμα, εξασφαλίζουν μεγάλη σταθερότητα όγκου, αλλά και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των κατασκευών αυτών σε σχέση με τη χρήση μόνο τσιμεντοκονιάματος.

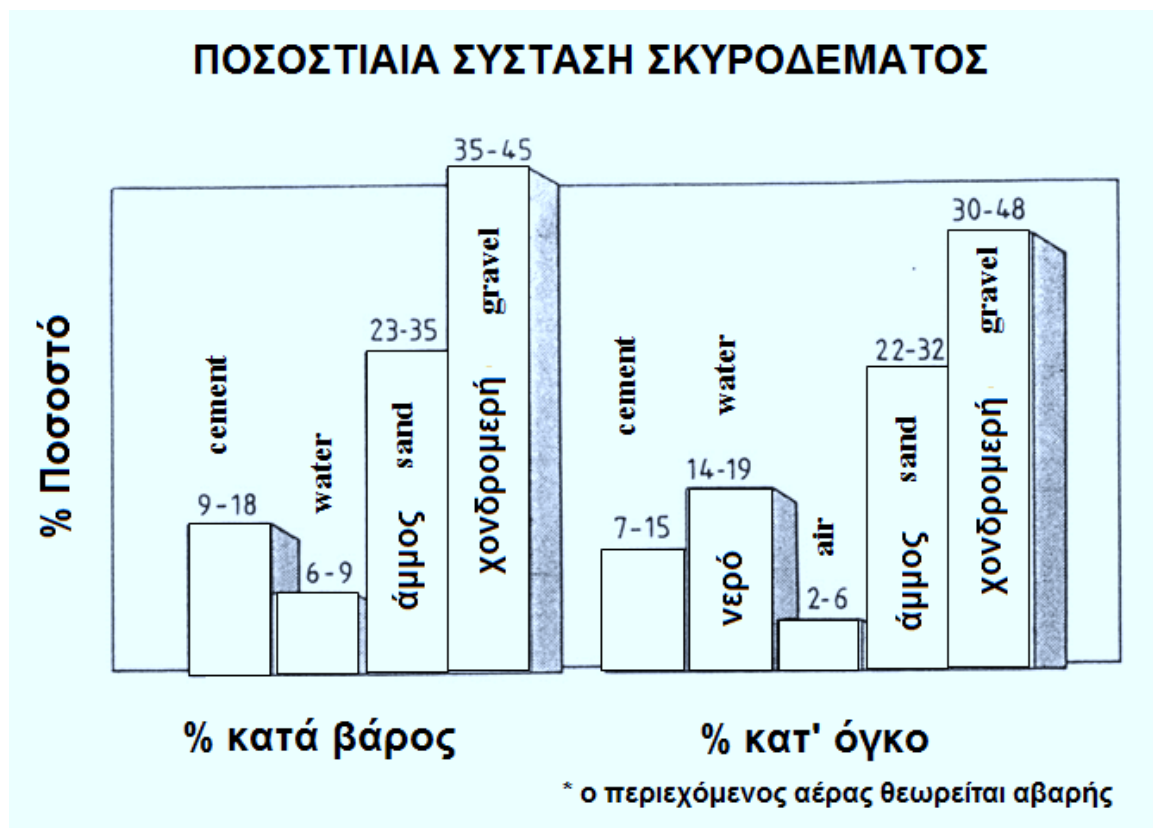
Για την παραγωγή σκυροδέματος χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά με διάφορα μεγέθη και ακανόνιστο σχήμα. Συνήθως διακρίνονται σε 4 βασικές κατηγορίες βάσει του μεγέθους και του σχήματος. Η πρώτη κατηγορία είναι η άμμος, η δεύτερη το λεγόμενο ρυζάκι, η τρίτη το γαρμπίλι και τελευταία κατηγορία το χαλίκι. Όλες οι κατηγορίες παράγονται με πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή θραύση και ταξινόμηση των προϊόντων κάθε φάσης θραύσης σε δονούμενα κόσκινα για την παραγωγή των διαφόρων κοκκομετρικών διαβαθμίσεων. Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναλυθεί περαιτέρω ο σχεδιασμός του κυκλώματος θραύσης και ταξινόμησης των αδρανών υλικών.

Τέλος, τα αδρανή υλικά διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους. Φυσικής προέλευσης είναι τα θραυστά πετρώματα, αποθέσεις από λίμνες, ποτάμια ή θάλασσες, τα προϊόντα από τα λατομεία και τα ηφαιστειογενή προϊόντα. Ανακυκλωμένα ονομάζονται τα αδρανή που προκύπτουν από την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών από υφιστάμενες κατασκευές όπως τα υλικά κατεδαφίσεων σκυροδέματος ή τα υλικά ασφαλικών έργων. Τρίτη και τελευταία κατηγορία είναι τα τεχνητά ή βιομηχανικά αδρανή και είναι εκείνα τα οποία έχουν προκύψει ως προϊόντα ή παραπροϊόντα βιομηχανικής

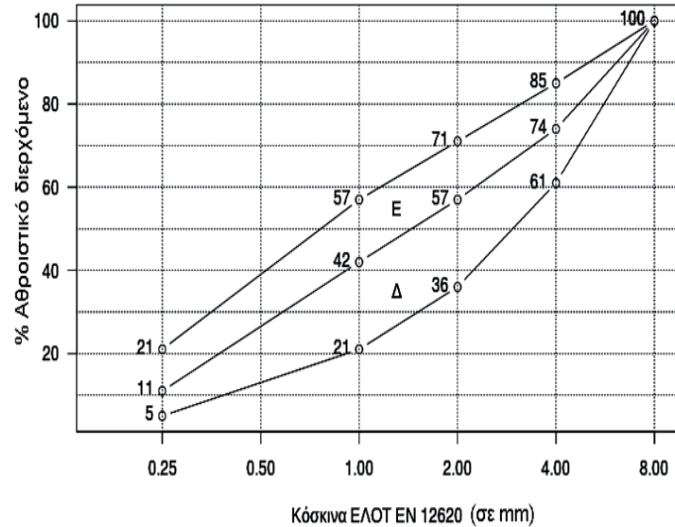
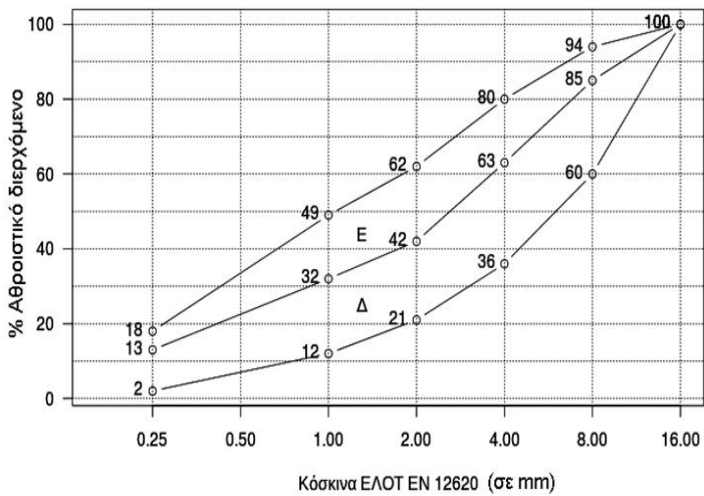
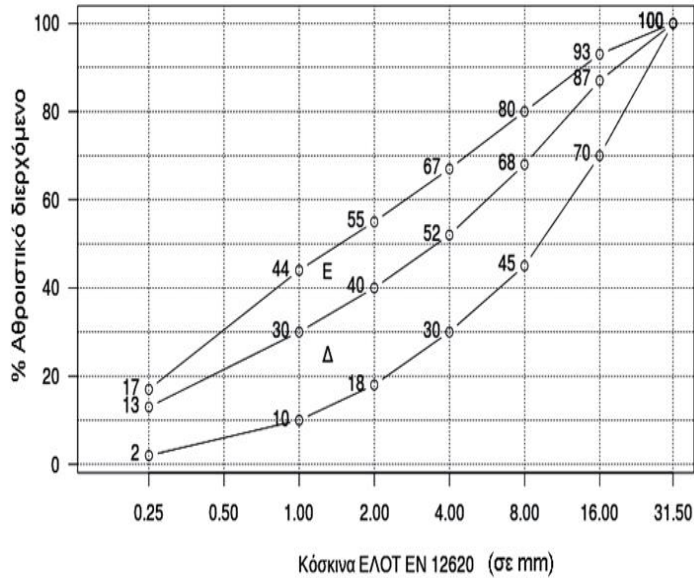
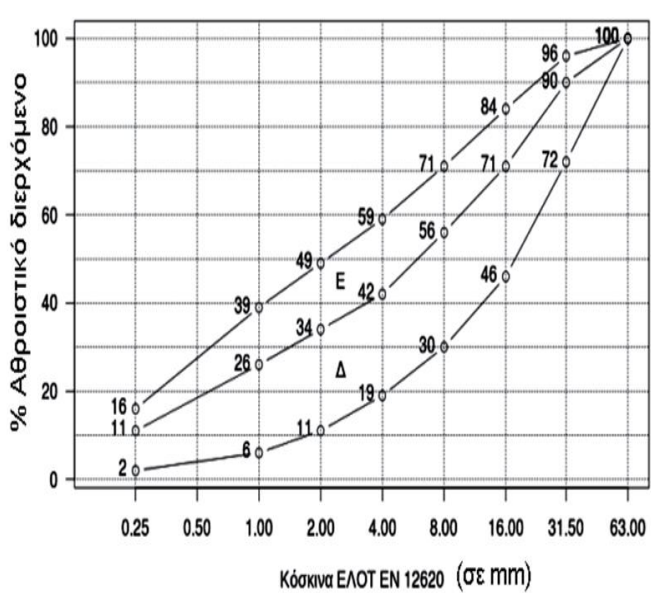
δραστηριότητας από χημική ή θερμική επεξεργασία πρώτων υλών ορυκτής και άλλης προέλευσης όπως τέφρα, περλίτη, βερμικουλίτη.



Εικόνα 5: Παραγωγή Σκυροδέματος (Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018))



Εικόνα 6: Ποσοστιαία Σύσταση Σκυροδέματος (Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018))



Εικόνα 7: Ενδεικτικές Κοκκομετρικές διαβαθμίσεις αδρανών σκυροδέματος ΚΤΣ-2016

Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

3.1. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ

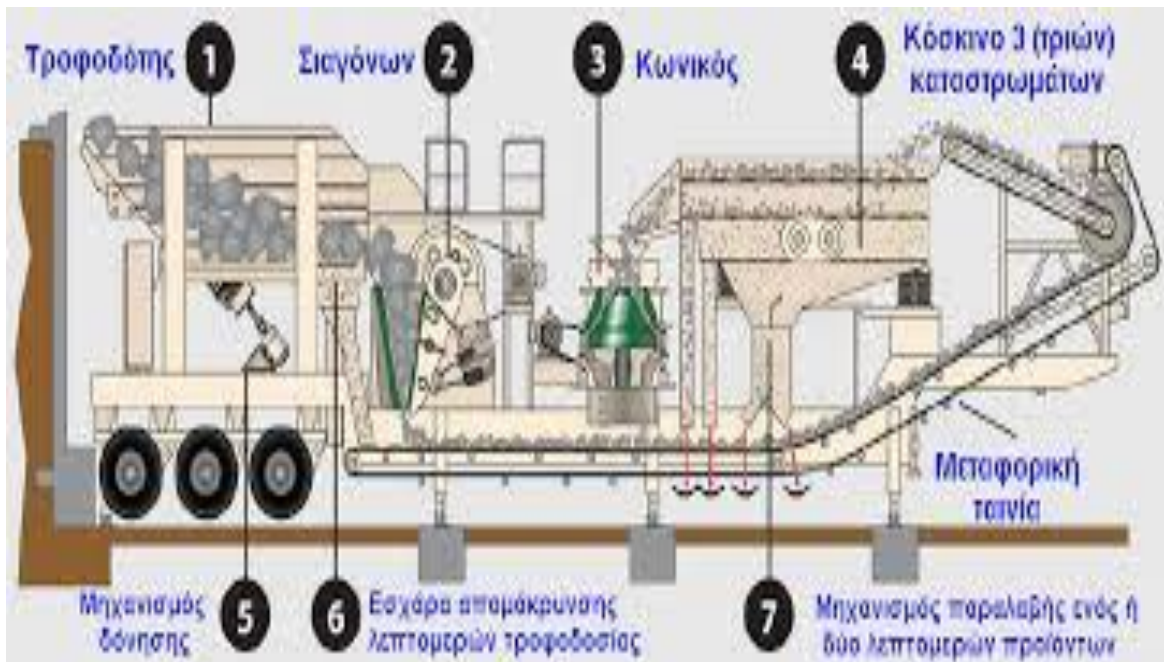
Με τον όρο θραύση ονομάζεται η διαδικασία που ακολουθείται για την ελάττωση του μεγέθους των ορυκτών υλών ή των πετρωμάτων, σε μέγεθος το οποίο να είναι κατάλληλο για περαιτέρω κατεργασία ή εμπλουτισμό. Η διαδικασία της θραύσης επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μιας δύναμης στο υλικό, η οποία είναι ικανή να το κατακερματίσει σε περισσότερα κομμάτια. Ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζεται η δύναμη αυτή δημιουργεί τις συνθήκες θραύσης αλλά και τη χρήση κατάλληλων μηχανών.

Ο όρος θραύση περιλαμβάνει όλες τις μεθόδους με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί η ελάττωση του μεγέθους των υλικών ανεξαρτήτως της αρχικής και της τελικής διάστασης των κομματιών που έχουν δημιουργηθεί. Επίσης, επειδή η θραύση διενεργεί αλλοίωση στον όγκο του υλικού θα μπορούσαμε να την ονομάσουμε και ογκοσμίκρυνση ορυκτών υλικών ή πετρωμάτων.

Τα κομμάτια ορυκτών υλικών υποβάλλονται σε μια φυσική λειτουργία, κατά την οποία εφαρμόζεται μια δύναμη πάνω τους, μεγαλύτερη από το όριο ελαστικότητας των κομματιών.

Η διαδικασία της θραύσης-ταξινόμησης εφαρμόζεται σε κάθε δυνατή μέθοδο εμπλουτισμού την οποία γνωρίζουμε, ώστε να επιτευχθεί η αποδέσμευση του χρήσιμου ορυκτού από το στείρο αλλά και να δημιουργήσουμε τις κατάλληλες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις ή κλάσματα. Επιπλέον χρησιμοποιείται και για τη θραύση ορυκτών σε μεγέθη κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν άμεσα από τις βιομηχανίες.

Είναι γνωστό πως ο σχεδιασμός ενός μηχανισμού θραύσης για την παραγωγή λεπτομερών κομματιών αποτελεί δαπανηρή εργασία. Πλέον μέσα από θεωρητικές και επιστημονικές έρευνες για το φαινόμενο της θραύσης αλλά και μελέτες σχεδιασμού βελτιωμένων τύπων μηχανών, οι μηχανικοί έχουν επαρκή δεδομένα ώστε να κατανοήσουν και να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα άμεσα με διακριτά αποτελέσματα στο κόστος για τις βιομηχανίες.

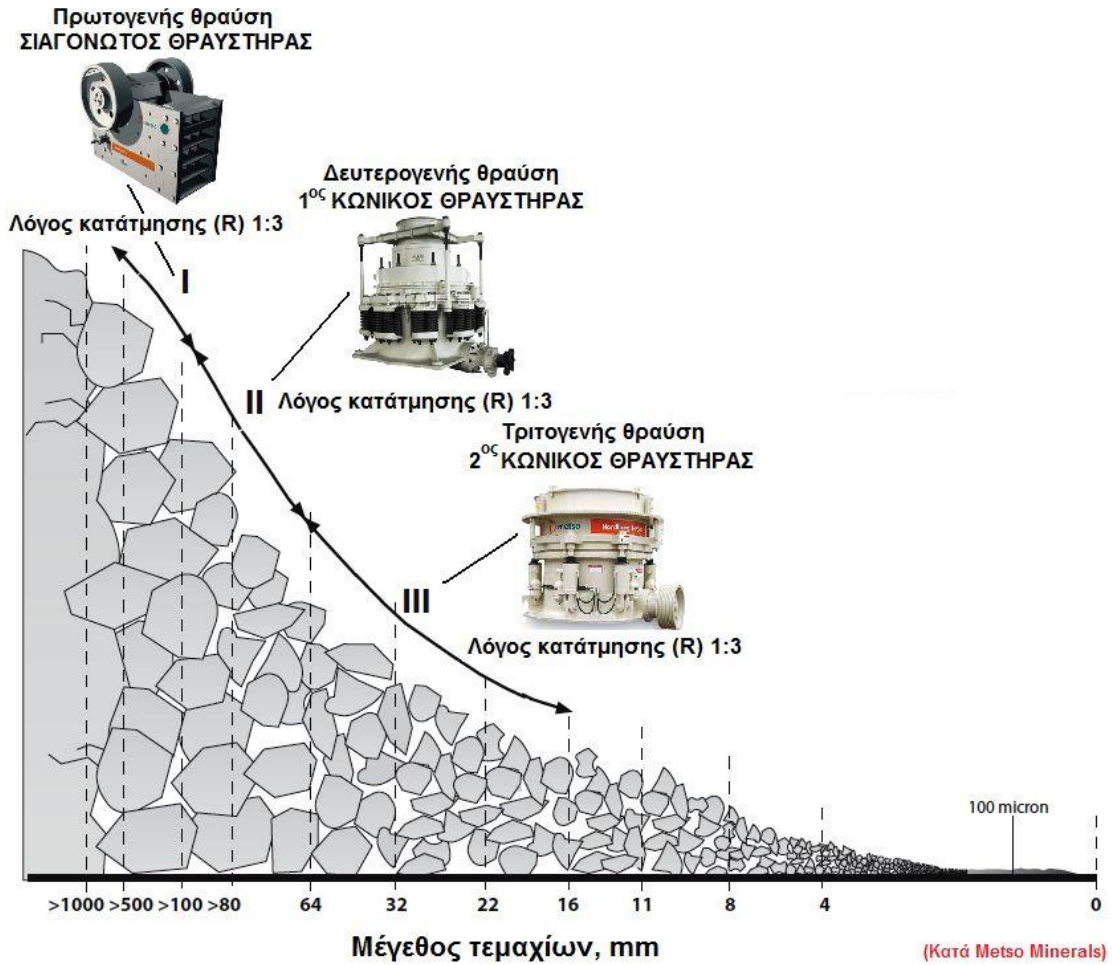


Εικόνα 8: Κινητό Συγκρότημα Θραύσης-Ταξινόμησης Αδρανών Υλικών

Πηγή: Τσακαλάκης (2018)

Η διαδικασία της θραύσης διαιρείται σε δύο επιμέρους στάδια και σε έξι φάσεις για την ολοκλήρωση του κύκλου της εφαρμογής. Το πρώτο στάδιο είναι η Θραύση το οποίο έχει τρεις φάσεις, την πρωτογενή, τη δευτερογενή και την τριτογενή. Το δεύτερο στάδιο είναι η λειοτρίβηση όπου κι αυτή χαρακτηρίζεται από τρεις επιμέρους φάσεις, την χονδρομερή, τη λεπτομερή και την λίαν λεπτομερή ή άλεση.

Δεν είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν όλα τα στάδια και όλες οι φάσεις της παραπάνω διαδικασίας. Ο βαθμός θραύσης αλλά και η φάση μέχρι την οποία θα γίνει η επεξεργασία των ορυκτών υλικών ή πετρωμάτων εξαρτάται από τις προδιαγραφές κατεργασίας κατά την βιομηχανική εφαρμογή.

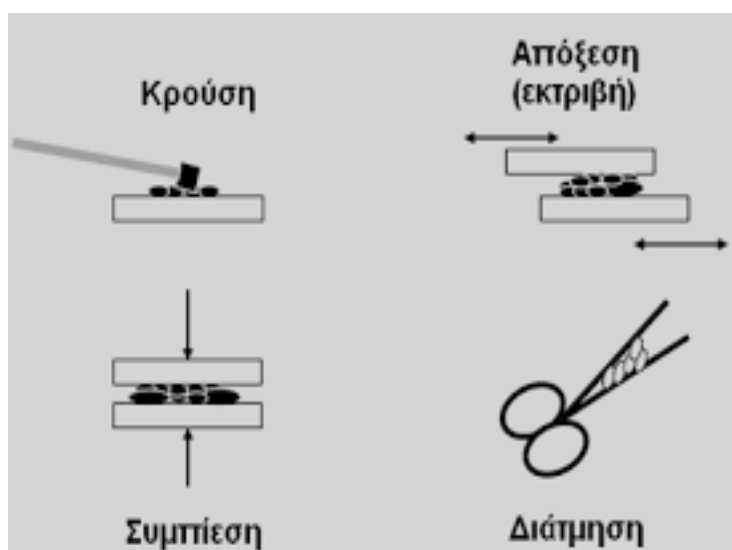


Εικόνα 9: Απεικόνιση διαδικασιών και σταδίων θραύσης με τα κατάλληλα μηχανήματα για κάθε στάδιο και λόγο κατάτμησης

Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018) - Μεταπτυχιακό

3.2. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΘΡΑΥΣΗΣ

Η θραύση κάθε υλικού όπως προαναφέρθηκε επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μιας δύναμης στα κομμάτια του υλικού προς θραύση. Οι δυνάμεις οι οποίες ασκούνται είναι η Θλίψη, η Κρούση, η Τριβή και η Διάτμηση.



Εικόνα 10: Τέσσερις δυνάμεις για θραύση αδρανών υλικών

Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018)

http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1007/document/%C8%D1%C1%D5%D3%C7-%CB%C5%C9%CF%D4%D1%C9%C2%C7%D3%C7_2018/%CA%C1%D4%C1%D4%CC%C7%D3%C7_2018.pdf

Η συνηθέστερη μορφή δύναμης για τη θραύση κομματιών είναι η Θλίψη. Η μέθοδος αυτή συμπιέζει τα κομμάτια μεταξύ δύο σκληρών επιφανειών. Τα μηχανήματα τα οποία ασκούν δυνάμεις θλίψης είναι οι θραυστήρες με σιαγόνες, οι γυροσκοπικοί, οι κωνικοί και αυτοί με κυλίνδρους. Ένα τέτοιο μηχάνημα (θραυστήρας σιαγόνων) φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 11.

Οι σιαγονωτοί θραυστήρες έχουν εφαρμογή κυρίως στην πρωτογενή θραύση. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η απλή κατασκευή τους, η σταθερή τους απόδοση, το υψηλό

ποσοστό θραύσης (ικανοποιητικός λόγος κατάτμησης) και το χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.



Εικόνα 11: Σιαγονωτός θραυστήρας (Πηγή: www.itd.gr)



Εικόνα 12: Κωνικός θραυστήρας (Πηγή: www.itd.gr)

Οι κωνικοί θραυστήρες (Εικόνα 12) είναι παλαιότερου τύπου αλλά και πιο διαδεδομένοι παγκοσμίως για δευτερογενή και τριτογενή θραύση. Οι κανονικοί χρησιμοποιούνται για μεσαία θραύση, οι μεσαίοι για λεπτομερή θραύση και εκείνοι με τις πιο χαμηλές κεφαλές για πολύ λεπτή θραύση. Ο άξονας του κωνικού θραυστήρα περιστρέφεται έκκεντρα περί κατακόρυφο άξονα συνεχώς έτσι ώστε να βρίσκεται συχνά κοντά στα τοιχώματα. Με αυτόν τον τρόπο τα ορυκτά υλικά ή πετρώματα συμπιέζονται και θραύονται.

Η δεύτερη δύναμη η οποία αναφέρθηκε πως μπορεί να εφαρμοσθεί είναι η Κρούση. Αποτελεί την πιο απλή μορφή θραύσης. Τα κομμάτια προσκρούουν απότομα πάνω σε χαλύβδινες επιφάνειες και θραύονται. Αυτό συνθέτει την πλήρη εικόνα θραύσης με τη χρήση της δύναμης Κρούσης. Αντίστοιχο αποτέλεσμα μπορεί να προκύψει με την εκσφενδόνιση κομματιών και την πρόσκρουση τους πάνω σε σιδερένιες επιφάνειες.

Τα μηχανήματα θραύσης που χρησιμοποιούν δυνάμεις κρούσεις είναι οι κρουστικοί/περιστροφικοί θραυστήρες.



Εικόνα 13: Κρουστικός/περιστροφικός Θραυστήρας (Πηγή: www.itd.gr)

Η επόμενη δύναμη είναι αυτή της Τριβής. Η τριβή θεωρείται δύναμη θραύσεως και δημιουργείται όταν το ορυκτό υλικό ή πέτρωμα τρίβεται με μία επιφάνεια θραύσεως ή τα κομμάτια του υλικού τρίβονται μεταξύ τους.

Κυριότερα μηχανήματα θραύσης με τριβή είναι οι σφυρόμυλοι. Η δύναμη της τριβής απαιτεί υψηλή ποσότητα ενέργειας για κατανάλωση και προκαλεί μεγάλες φθορές στα υλικά.



Εικόνα 14: Σφυρόμυλος θραύσης με τη χρήση δύναμης τριβής (Πηγή: www.itd.gr)

Η τέταρτη δύναμη με την οποία μπορεί να επιτευχθεί η θραύση είναι η διάτμηση. Η διάτμηση έχει περιορισμένη επίδραση. Δύναμη διάτμησης ασκούν κυρίως οι σφυρόμυλοι αλλά και οι θραυστήρες με δόντια.

Κατά τη διάρκεια της θραύσης είναι δυνατόν εντός της μηχανής να ασκηθούν όλες οι παραπάνω δυνάμεις, τις οποίες αναλύσαμε, ανεξαρτήτως του τύπου μηχανής ο οποίος χρησιμοποιείται. Ο τύπος του μηχανήματος καθορίζει από πριν την κύρια δύναμη που θα ασκηθεί αλλά για κανένα λόγο δεν εμποδίζει ή περιορίζει την άσκηση και των άλλων δυνάμεων.

3.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Με τον όρο ταξινόμηση αναφερόμαστε στην εργασία η οποία γίνεται για τον διαχωρισμό των θραυσμένων ορυκτών υλικών ή πετρωμάτων κατά μέγεθος σε ομάδες κομματιών με ίσες διαστάσεις όλα μεταξύ τους.

Η ταξινόμηση ως εργασία βοηθά στην γρήγορη κατάταξη κατά μέγεθος των κομματιών, τα οποία προήλθαν έπειτα από την θραύση ορυκτών υλικών ή πετρωμάτων ή απευθείας εξόρυξη, αλλά και στην διανομή των κομματιών κατά ομάδες.

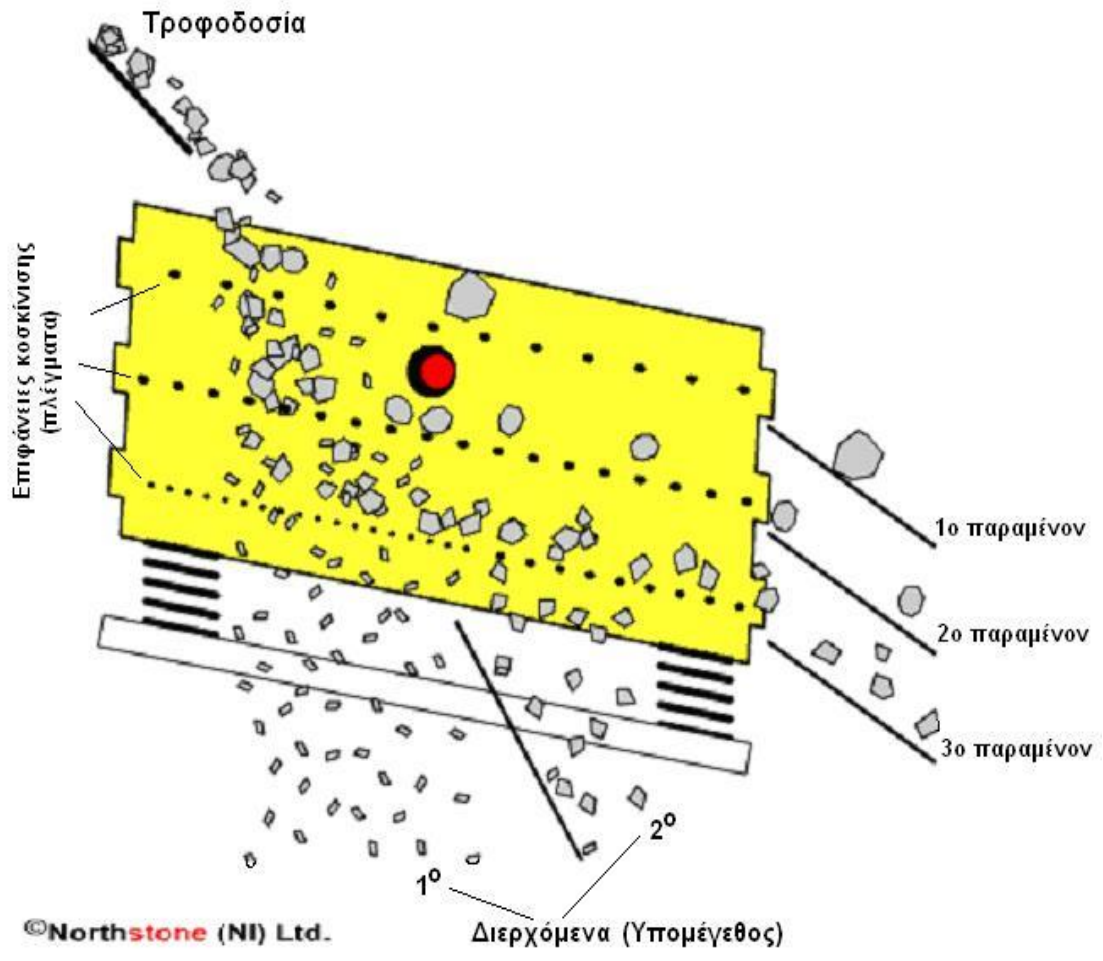
Η ταξινόμηση διακρίνεται με κοσκίνιση, υδροταξινόμηση και αεροταξινόμηση ανάλογα με τη μέθοδο διαχωρισμού και το μέγεθος των κομματιών για ταξινόμηση.

Τα τεμάχια του πετρώματος, αφού περάσουν από τη διαδικασία της θραύσης, στη συνέχεια διοχετεύονται πάνω σε διάτρητη επιφάνεια της οποίας οι οπές καθορίζουν το μέγεθος των κομματιών που θα περάσουν από αυτή και το μέγεθος αυτών που θα παραμείνουν πάνω στην επιφάνεια.

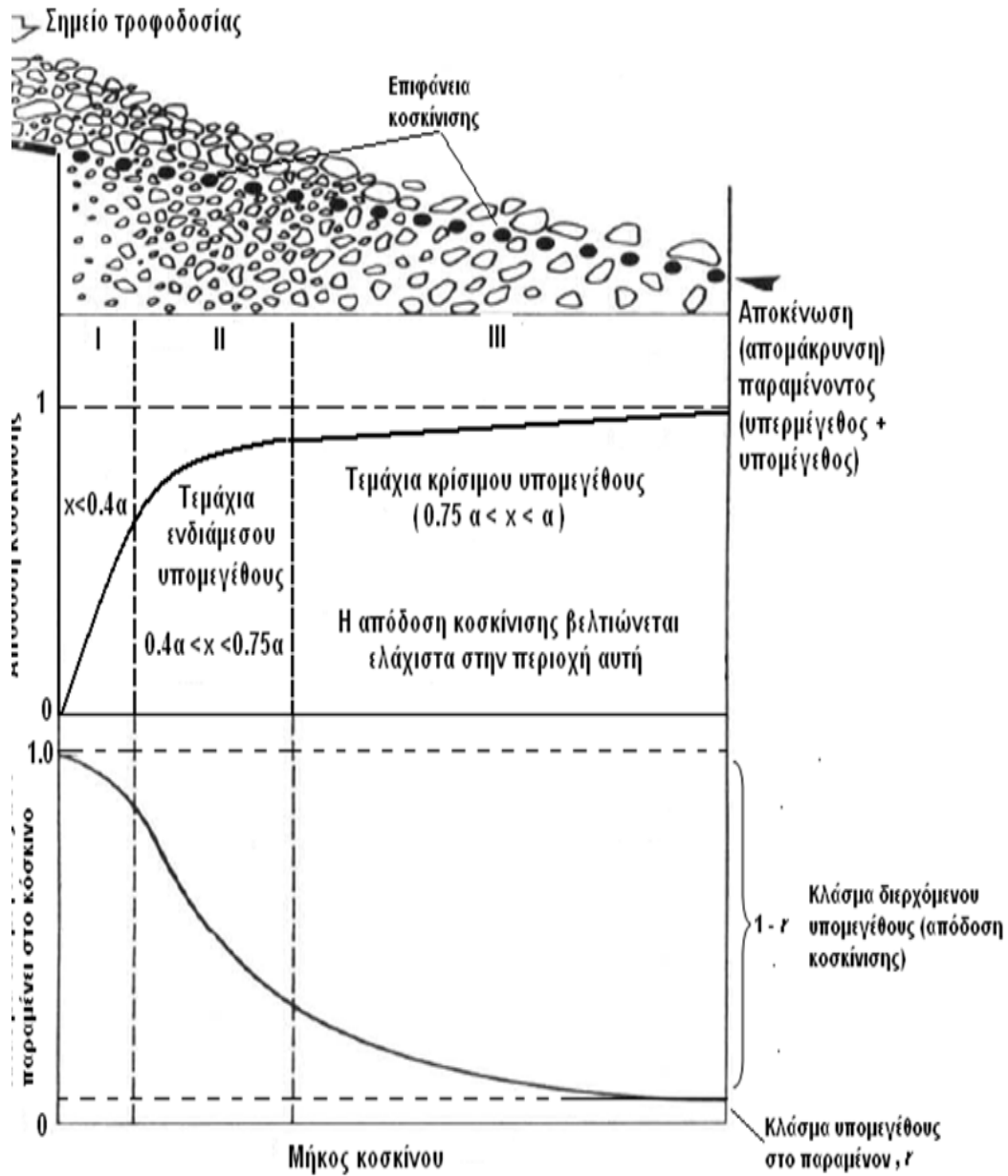
Έπειτα τα κομμάτια που «πέρασαν», διοχετεύονται σε άλλη διάτρητη επιφάνεια με μικρότερες βροχίδες, κάτι το οποίο δημιουργεί νέες ομάδες κομματιών, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 15 παρακάτω. Η πρώτη ομάδα των νεοεξεληθέντων κομματιών έχει ως μέγιστο μέγεθος τη διάσταση της πρώτης βροχίδας από την οποία πέρασαν τα κομμάτια και ως ελάχιστο μέγεθος τη διάσταση της δεύτερης βροχίδας. Η δεύτερη ομάδα κομματιών έχει ως μέγιστο μέγεθος τη διάσταση της δεύτερης βροχίδας και ως ελάχιστο μέγεθος, το μέγεθος του μικρότερου κομματιού, το οποίο περιέχεται στη συγκεκριμένη ομάδα.

Στην συνέχεια λαμβάνονται τα κοκκομετρικά κλάσματα όπως αυτά έχουν χαρακτηριστεί και επαναλαμβάνεται η εργασία της κοσκίνισης με τα όρια μεγέθους να καθορίζονται από τις διαστάσεις των βροχίδων των διάτρητων επιφανειών, από τις οποίες θα υποχρεωθούν να περάσουν.

Συνήθως χρησιμοποιούνται κόσκινα με δύο ή και περισσότερα καταστρώματα, όπως και στην Εικόνα 15, στα οποία θα πραγματοποιηθεί εκ νέου κοσκίνιση των δύο κοκκομετρικών ομάδων και έτσι λαμβάνεται ο αντίστοιχος αριθμός προϊόντων μαζί με το τελικό πέρασμα.



Εικόνα 15: Διαδικασία Κοσκίνισης



Εικόνα 16: Διεργασία κοσκίνησης

Για να διευκολυνθεί η διεργασία της κοσκίνησης, «εφαρμόζεται» κλίση στις επιφάνειες κοσκίνησης ή χρησιμοποιούνται κατάλληλοι μηχανισμοί δόνησης και κίνησης της επιφάνειας κοσκίνησης.

Η πρώτη επιφάνεια από την οποία διέρχονται τα υλικά πριν από το πρώτο στάδιο θραύσης είναι τα σταθερά ή «στατικά» κόσκινα όπως ονομάζονται, των οποίων η κλίση είναι

τουλάχιστον 35 μοίρες. Στην περίπτωση που το προς κοσκίνιση υλικό περιέχει υγρασία ανώτερη του 8%, τότε η χρησιμοποίηση των κόσκινων αντιμετωπίζει πρόβλημα καθώς φράζουν τα διάκενα και έτσι η διαδικασία σταματάει.

Η δεύτερη κατηγορία κοσκίνων περιλαμβάνει όλους τους τύπους μηχανικών κόσκινων. Κάθε τύπος κόσκινου έχει και διαφορετικό τρόπο κίνησης. Η διαδικασία περιστροφής της επιφάνειας κοσκίνισης δημιουργεί τα περιστροφικά κόσκινα, η αντίστοιχη διαδικασία παλμικής κίνησης τα παλλόμενα κόσκινα και η αντίστοιχη της δόνησης τα δονούμενα.

Στην πράξη όλοι οι τύποι των κόσκινων χρησιμοποιούνται, αλλά κυρίως τα δονούμενα είναι αυτά με τη μεγαλύτερη δυναμικότητα και απόδοση. Ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται η δόνηση, διακρίνει τα κόσκινα σε τέσσερις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει τα δονητικά κόσκινα με σταθερό έκκεντρο άξονα, η δεύτερη τα δονητικά με ελεύθερο έκκεντρο άξονα και αντίβαρα, η τρίτη τα δονητικά ισοζυγισμένου συντονισμού και τέλος η τέταρτη τα δονητικά ηλεκτρομαγνητικά κόσκινα.

Η δόνηση που δημιουργείται στην επιφάνεια κοσκίνισης γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η διέλευση των υλικών από τις βροχίδες να γίνεται ομαλά και ομοιόμορφα. Σε περίπτωση που υπάρξει κάποιο «φράξιμο» στις βροχίδες από κομμάτια περίπου ίσου μεγέθους με τη βροχίδα ή από γωνιώδη, το κόσκινο έχει την ικανότητα απόφραξης με διάφορους τρόπους.

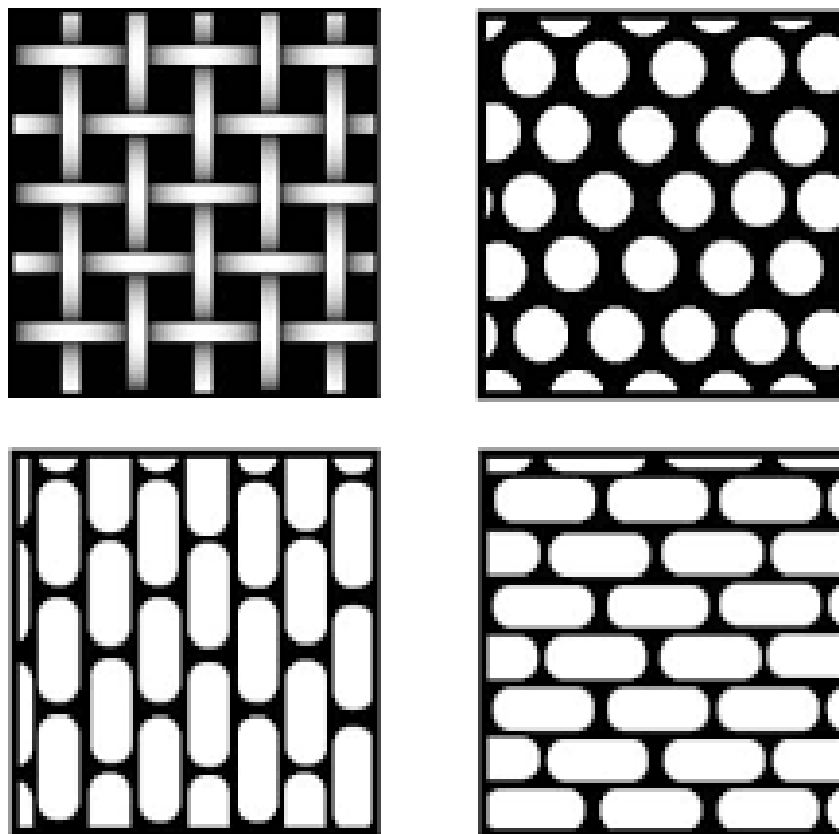
Επιπλέον τα δονούμενα κόσκινα διακρίνονται σε κυκλικά και ορθογώνια. Τα κυκλικά εφαρμόζονται σε κοκκομετρίες που ξεκινούν από 10 mm και φτάνουν τα 0.5 mm. Η θέση τους είναι οριζόντια και συνήθως έχουν δύο έκκεντρους δονητές σε αντιδιαμετρικά σημεία. Η «αυτοκάθαρση» («ξεβούλωμα») των βροχίδων πραγματοποιείται με ελαστικά σφαιρίδια, τα οποία χτυπούν το πλέγμα σε τυχαίες θέσεις από κάτω. Αντιθέτως τα ορθογώνια εφαρμόζονται σε κοκκομετρίες που ξεκινούν από 50 mm και φτάνουν μέχρι τα 2 mm. Έχουν μόνο ένα κεντρικό σώμα υπό κλίση το οποίο δονείται από έκκεντρους μηχανισμούς δόνησης. Εάν το υλικό κατανεμηθεί στην επιφάνεια κατά την εισαγωγή του με έναν δονούμενο τροφοδότη τότε επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση. Η «αυτοκάθαρση» στα ορθογώνια πραγματοποιείται με θερμαινόμενα πλέγματα ή παλμικούς εντατήρες που με «μικροκινήσεις» τεντώνουν και απελευθερώνουν το πλέγμα περιοδικά.



Εικόνα 17: Βούλωμα «φράξιμο» επιφάνειας κόσκινου (blinding)

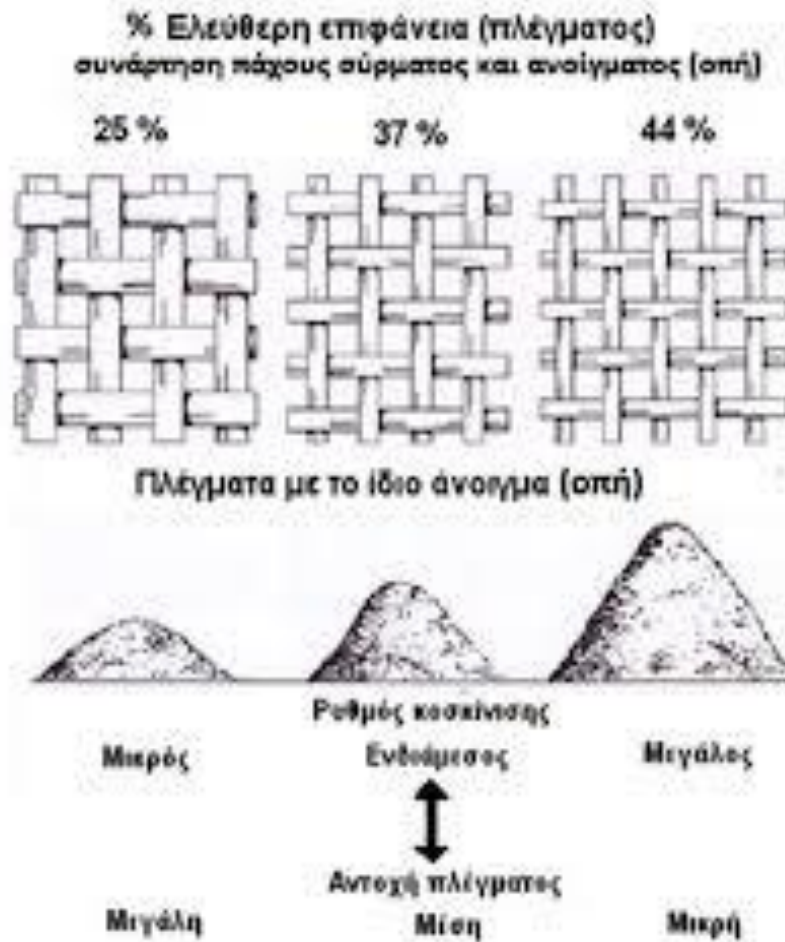
3.4 ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΟΣΚΙΝΩΝ

Κάθε κατάστρωμα κόσκινων ανεξαρτήτως τύπου, κατασκευάζεται από χαλύβδινα ελάσματα με οπές ή αποτελείται από πλέγματα χαλύβδινων συρμάτων. Όσα είναι φτιαγμένα από χαλύβδινα ελάσματα έχουν συνήθως κυκλικές ή ορθογώνιες οπές, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 18 παρακάτω, ενώ αυτά που αποτελούνται από πλέγματα χαλύβδινων συρμάτων έχουν τετραγωνικές οπές. Επίσης υπάρχουν διάτρητα φύλλα από πλαστικό συνθετικό ή φυσικό, ενισχυμένα ή όχι με χαλύβδινα υποστρώματα.



Εικόνα 18: Διάφοροι τύποι επιφανειών κοσκίνισης (Τσακαλάκης, 2018)

Τα καταστρώματα που είναι ελαστικά, πέραν των πολλών άλλων πλεονεκτημάτων όπως ο περιορισμός του θορύβου, η αποφυγή φραγής των οπών και άλλα, εμφανίζουν αυξημένη αντοχή σε σχέση με τα χαλύβδινα, όμως το κόστος τους είναι σαφώς μεγαλύτερο.

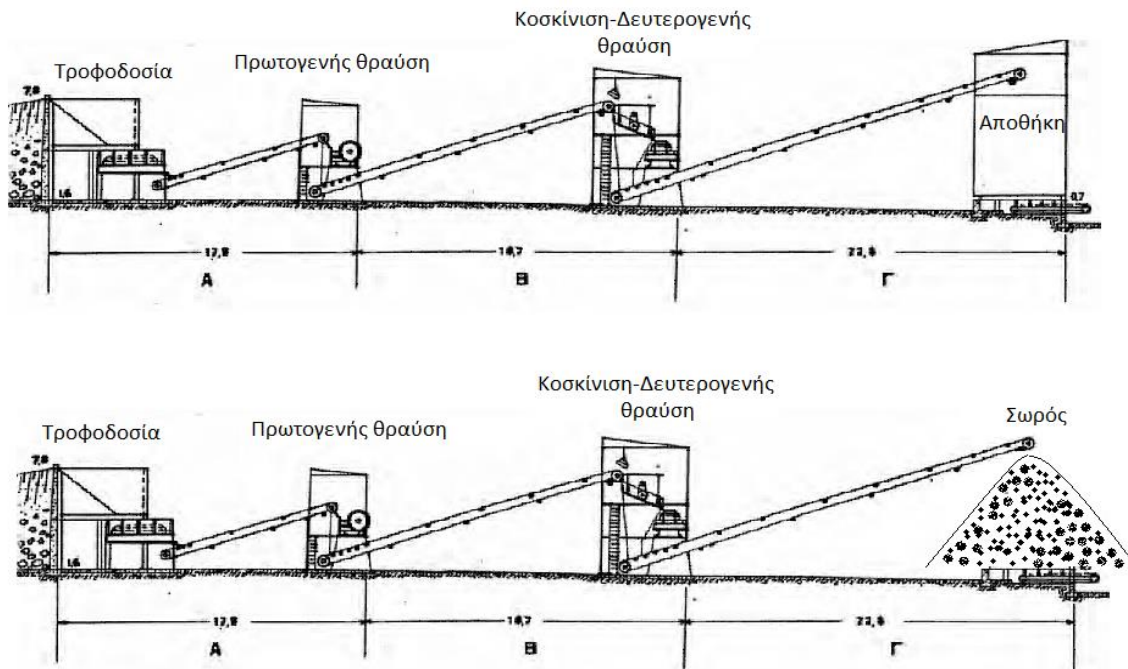


Εικόνα 19: Διάφοροι τύποι πλεγμάτων

Οι βροχίδες των πλεγμάτων μετρούνται σε cm, mm ή in. Ωστόσο υπάρχει και μονάδα μέτρησης για τις βροχίδες μικρών διαστάσεων, η οποία είναι η μονάδα μέτρησης Mesh, η οποία σύμφωνα με τα Γερμανικά πρότυπα δηλώνει τον αριθμό των οπών ανά γραμμικό cm ή τετραγωνικό cm, ενώ για τις υπόλοιπες ανά γραμμική in.

Η διαδικασία κοσκίνισης πραγματοποιείται είτε σε ξηρό είτε σε υγρό περιβάλλον. Όταν τα υλικά που εισέρχονται είναι ξηρά τότε η διαδικασία ονομάζεται ξηρή κοσκίνιση. Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται σκόνη κατά τη διαδικασία και πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την απομάκρυνση ή δέσμευσή της. Αντιθέτως όταν τα υλικά που εισέρχονται έχουν υγρασία μέχρι 10%, μπορεί να εφαρμοστεί ξηρή κοσκίνιση χωρίς όμως ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αν τα υλικά έχουν υγρασία ανώτερη του 10%, πρέπει να τοποθετηθούν ειδικά θερμαινόμενα πλέγματα, διαφορετικά η κοσκίνιση πραγματοποιείται με ισχυρή εκτόξευση νερού υπό πίεση μέσω ειδικών διατάξεων διάτρητων σωληνώσεων. Σε αυτή τη διαδικασία το μικρότερο κλάσμα ρέει μαζί με το νερό σε έναν υποδοχέα, ο οποίος βρίσκεται ακριβώς κάτω από το κόσκινο και έπειτα υποβάλλεται σε αφυδάτωση, όπου διαχωρίζεται το στερεό από το υγρό. Ανάλογα με τον βαθμό που θέλουμε να διαχωρίσουμε τα υλικά, η διαδικασία αυτή έχει διάφορες φάσεις. Η υγρή κοσκίνιση είναι πιο αποδοτική από την ξηρή αλλά με μεγαλύτερο κόστος πραγματοποίησης της.

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ-ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΘΡΑΥΣΗ & ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΔΑΦΟΣ



Εικόνα 20: Πρωτογενής θραύση και Ταξινόμηση (Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018))

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ

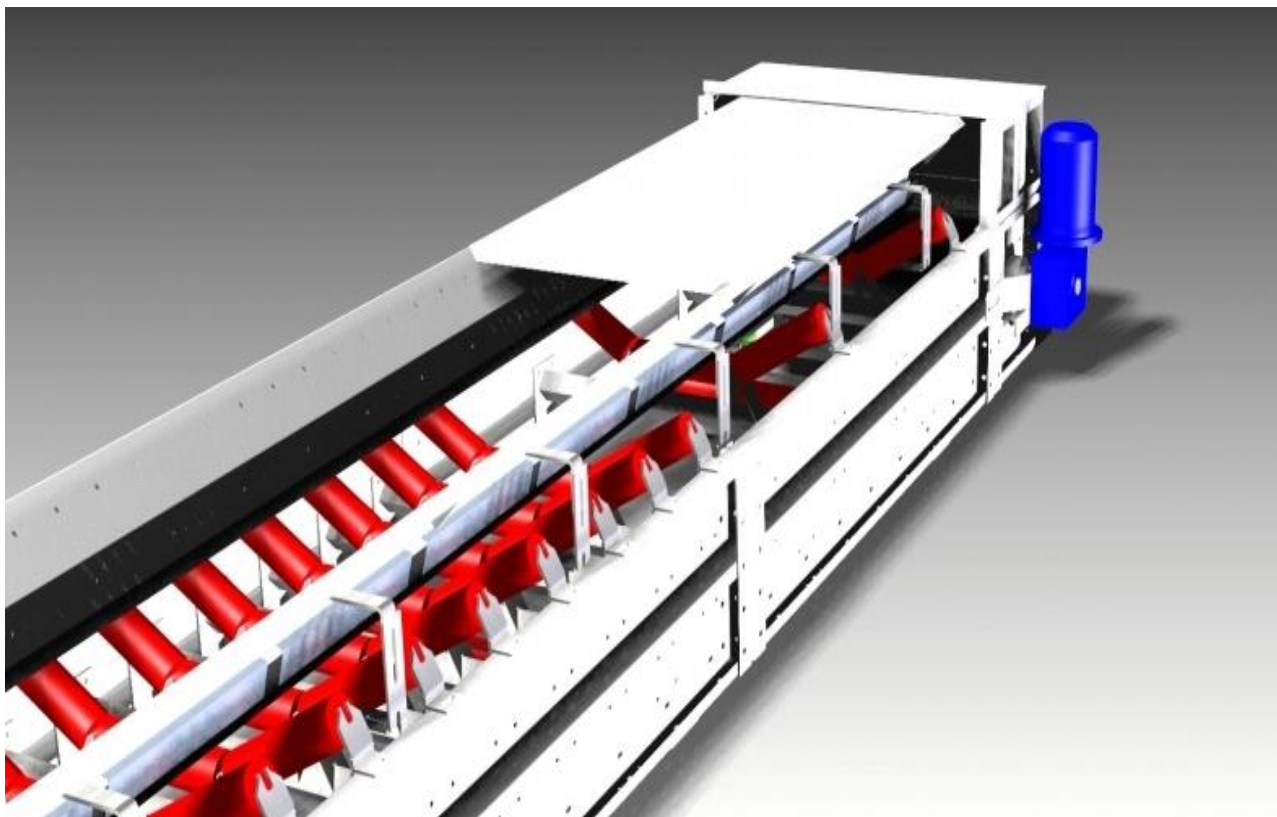
	Άνοιγμα κοσκίνου, mm	% Passing	
		Χονδρομερή	% Αθρ. διερχόμενο Λεπτομερή
Κοκκομετρική ανάλυση			
1 ½ in.	37.5	100.0	
1 in.	25	100.0	
¾ in.	19	100.0	
½ in.	12.5	94.0	
3/8 in.	9.5	86.3	
# 4	4.75	–	68.2
# 8	2.36	–	49.2
# 16	1.18	–	38.4
# 30	0.6	–	27.8
# 50	0.3	–	15.0
# 100	0.15	–	6.7
# 200	0.075	–	4.5

Εικόνα 21: Κοκκομετρική Ανάλυση Υλικού Ασφαλτομιγμάτων (Πηγή: Τσακαλάκης (2018))

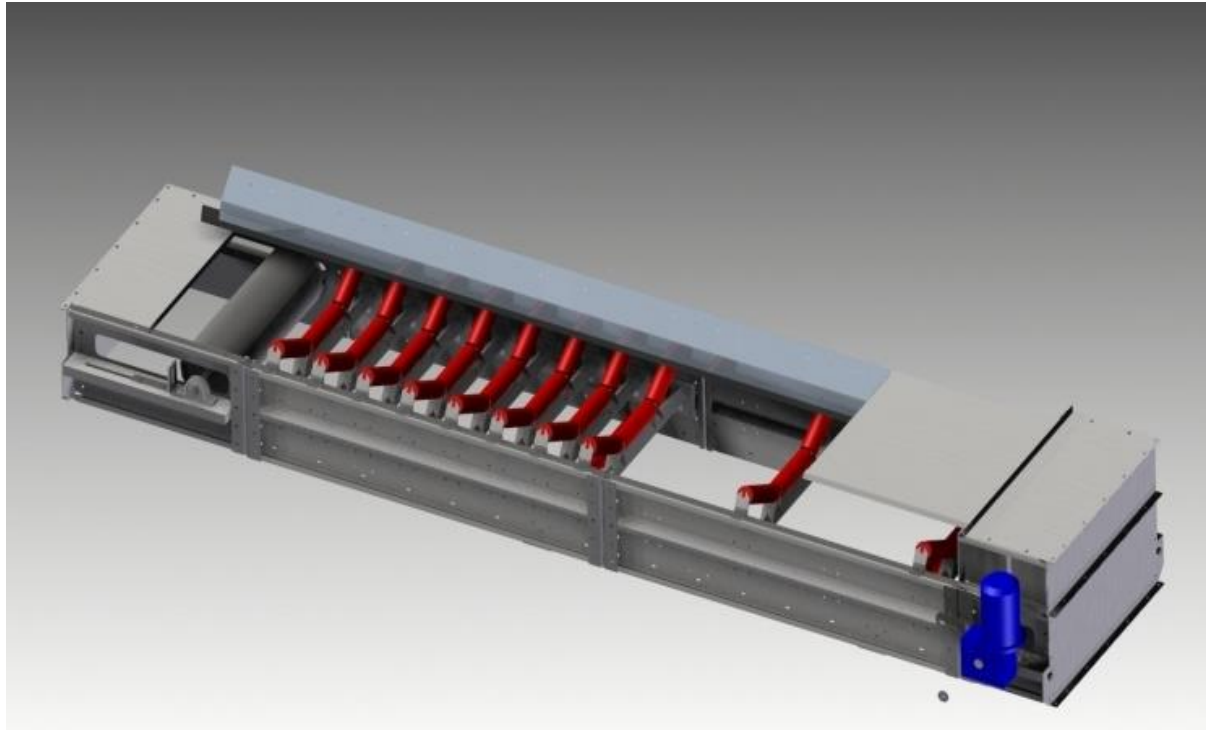
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ

4.1 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΤΑΙΝΙΕΣ

Για τις ανάγκες μεταφοράς (διακίνησης) των αδρανών υλικών στα λατομεία ή τα ορυχεία, σε θερμοκρασίες κανονικές ή ακραίες, υψηλές ή και πολύ χαμηλές, χρησιμοποιούνται οι ταινιόδρομοι ή μεταφορικές ταινίες με ελαστικό ιμάντα. Η μεταφορική ταινία είναι μία μεταλλική κατασκευή η οποία αποτελείται από δύο κυλινδρικά τύμπανα στα άκρα και πλαίσια κυλίνδρων κύλισης, τα λεγόμενα ράουλα, στο πάνω και στο κάτω μέρος της σε κανονισμένα διαστήματα, όπως φαίνεται και στις Εικόνες 22 και 23 παρακάτω.



Εικόνα 22: Απεικόνιση Μεταφορικής ταινίας



Εικόνα 23: Σχεδιάγραμμα Μεταφορικής ταινίας

Το τύμπανο που βρίσκεται στο μπροστινό τμήμα είναι αυτό που συνήθως δίνει κίνηση και περιστρέφεται μέσω ενός μειοκινητήρα ή έναν εσωτερικής διάταξης κινητήρα τους λεγόμενους τυμπανοκινητήρες. Το τύμπανο που βρίσκεται στο πίσω μέρος της μεταφορικής ταινίας περιστρέφεται πιο ελεύθερα και εδράζεται σε ένα σύστημα τάνυσης.

Τα ράουλα είναι τα κόκκινα τμήματα της ταινίας όπως φαίνεται και στην Εικόνα 23. Τα πάνω πλαίσια των ράουλων συνήθως περιλαμβάνουν δύο έως τρεις κυλίνδρους με ρουλεμάν. Οι κύλινδροι είναι τοποθετημένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν γωνία και όταν τα ράουλα αποτελούνται από τρεις κυλίνδρους, αυτοί σχηματίζουν το μισό τμήμα ενός εξαπλεύρου.

Από την άλλη μεριά τα κάτω πλαίσια έχουν ένα μοναδικό και οριζόντιο κύλινδρο και τοποθετούνται σε απόσταση διπλάσια από τα πάνω ράουλα.

Το σύστημα των τυμπάνων και των ράουλων συμπληρώνεται από μία σκαφοειδή ελαστική ταινία, την οποία κινεί το κινητήριο τύμπανο και ουσιαστικά είναι το μεταφορικό μέσο των αδρανών υλικών. Η ελαστική ταινία είναι ενισχυμένη εσωτερικά με πλέγματα λινού, νάιλον ή

άλλου υλικού, ανάλογα με το τι φορτίο χρειάζεται να μεταφέρει. Αυτά τα πλέγματα είναι συνήθως από δύο έως τέσσερα.

Η «κλειστή» ταινία η οποία μεταφέρει είναι συγκολλημένη με θερμή επεξεργασία ή ψυχρή κόλληση ώστε να είναι ένας συνεχής μάντας. Σε περίπτωση που κατά τη διάρκεια λειτουργίας της η ταινία κοπεί σε κάποιο σημείο, τότε προκειμένου να επαναλειτουργήσει το ταχύτερο δυνατό, τα δύο άκρα της ενώνονται με μεταλλικούς συνδέσμους. Αυτό αποτελεί έναν γρήγορο τρόπο επιδιόρθωσης, όμως ο μεταλλικός αυτός σύνδεσμος μπορεί να φθείρει την ταινία οπότε χρειάζεται για την πλήρη αποκατάστασή της να αφαιρεθεί και να γίνει εκ νέου κόλλησή της.

Επίσης κατά τη διάρκεια λειτουργίας της ταινίας, λόγω της μεγάλης πιθανότητας να εμπλακούν μεγάλα και γωνιώδη κομμάτια υλικών σε αυτή, τα ράουλα και τα τύμπανα επενδύονται με λάστιχο στα σημεία τροφοδοσίας ώστε να προστατευτεί η ταινία από τυχόν τραυματισμούς. Έπειτα στα σημεία τροφοδοσίας τοποθετούνται και ελαστικά παραπετάσματα ώστε να αποτραπεί η πτώση κομματιών του υλικού. Ωστόσο η τοποθέτηση πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην φθαρεί η ταινία.

Το πλάτος της ταινίας που θα χρησιμοποιηθεί στο λατομείο αλλά και ως άμεση συνέπεια το πλάτος των τύμπανων και το μήκος και η διάμετρος των ράουλων έχει άμεση εξάρτηση από το φορτίο (παροχή τροφοδοσίας) που θα χρειαστεί να μεταφερθεί, αλλά και από το μέγεθος των κομματιών του υλικού προς μεταφορά.

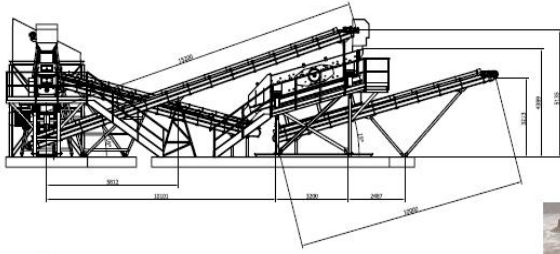


Εικόνα 24: Διάταξη Μεταφορικών ταινιών σε λατομείο αδρανών υλικών

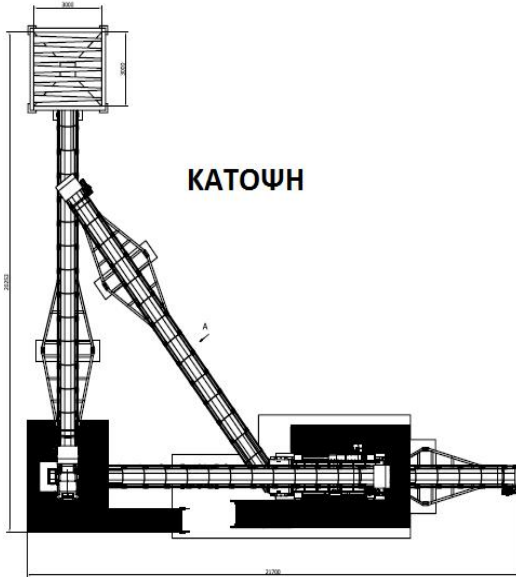
Πηγή: Καλαμάρας Ε. (2012)

Για να επιτευχθεί η κατάλληλη πρόσφυση της ταινίας γύρω από τα τύμπανα και τα ράουλα ευθυγραμμίζεται η κατασκευή και της δίνεται η κατάλληλη τάνυση «τέντωμα». Το τελευταίο μπορεί να επιτευχθεί με την απομάκρυνση του τύμπανου το οποίο είναι ελεύθερο ή με το σύστημα τύμπανου και αντίβαρου που χρησιμοποιείται συνήθως.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η ταχύτητα που μπορεί να επιτύχει η ταινία κυμαίνεται από 1 μέχρι 4 m/sec.



ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



ΚΑΤΟΨΗ



Πηγή: <http://www.sikosrl.com/en/mineral-aggregates-processing-equipment-plants.php>

Εικόνα 25: Διάταξη Μεταφορικών ταινιών κυκλώματος θραύσης (Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018))

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα προηγούμενα τρία κεφάλαια της παρούσας εργασίας αναλύσαμε την κάθε ενέργεια η οποία πραγματοποιείται σε ένα λατομείο και αφορά τα αδρανή υλικά. Επιπροσθέτως είδαμε την αγορά των αδρανών υλικών και εξηγήσαμε ποια είναι η χρήση τους. Σε αυτό το κεφάλαιο θα βάλουμε στη σειρά όλες τις διαδικασίες που αναλύσαμε προηγουμένως και θα δείξουμε την ροή την οποία ακολουθούν σε ένα συγκρότημα θραύσης-ταξινόμησης αδρανών υλικών.

Η διαδικασία που ακολουθείται σε κάθε λατομείο είναι η ακόλουθη. Αρχικά έχουμε την εξόρυξη του ορυκτού από τα μέτωπα του λατομείου. Εν συνεχεία αυτό μεταφέρεται με ειδικά φορτηγά στον τροφοδότη του συγκροτήματος, ο οποίος είναι παλινδρομικός.

Ο τροφοδότης αφού λάβει το ορυκτό, με ελεγχόμενο ρυθμό το ωθεί στο δονητικό προδιαλογέα ο οποίος έχει πλέγμα περίπου 30 mm. Πρέπει να σημειωθεί πως τα μέγιστα κομμάτια του ορυκτού όπου θα τοποθετηθούν στον τροφοδότη θα πρέπει να είναι μέχρι 1.5 m.

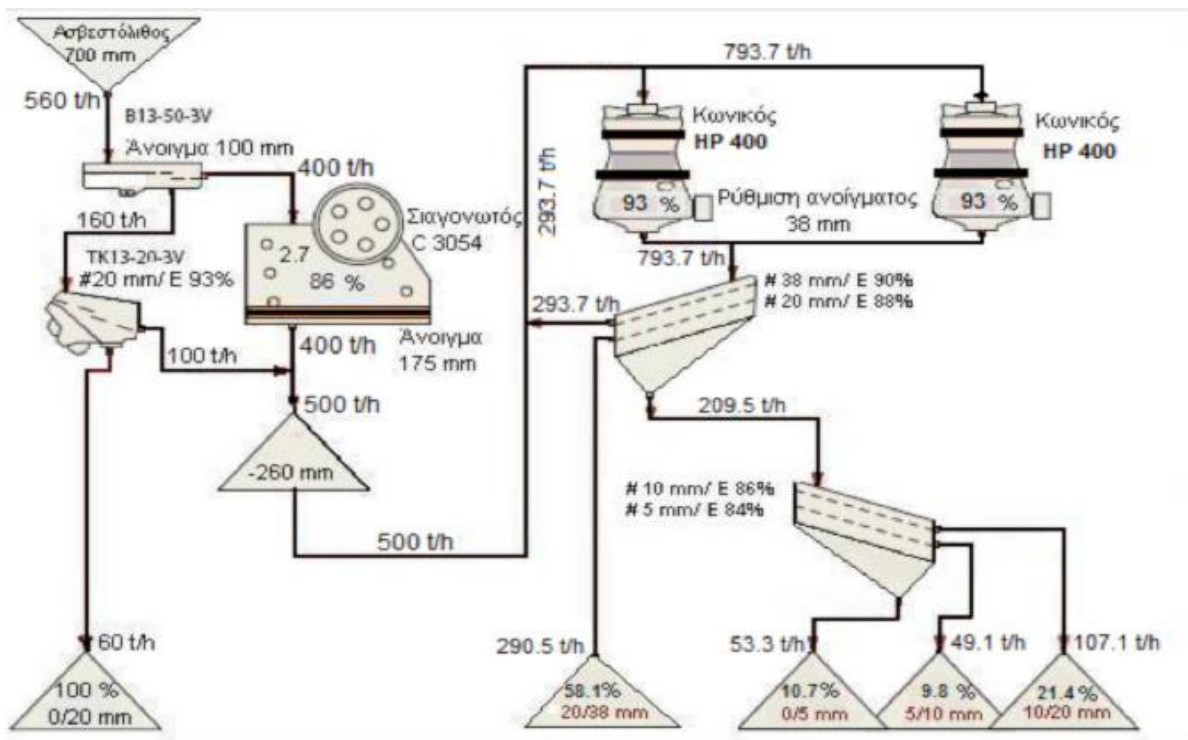
Η δουλειά του προδιαλογέα είναι να απομακρύνει αρχικά τα κλάσματα του εξορυγμένου υλικού που είναι αναμιγμένα με ανεπιθύμητο π.χ. αργλικό υλικό. Τα κλάσματα -30mm αφού περάσουν από τον προδιαλογέα, έπειτα με μεταφορική ταινία αποτίθενται σε υπαίθριο σωρό, ενώ εκείνα που είναι +30mm οδηγούνται στον θραυστήρα πρωτογενούς θραύσης.

Το πρωτογενώς θραυσμένο προϊόν, δηλ. το υλικό με τεμάχια περίπου -200 mm, οδηγείται σε δευτερογενή θραύση.

Μετά και τη δευτερογενή θραύση τα κλάσματα του υλικού μοιράζονται σε δύο δονούμενα κόσκινα τριών καταστρωμάτων με τη βοήθεια μιας μεταφορικής ταινίας και κατάλληλου σχετού τροφοδοσίας/διανομής. Από το πρώτο κατάστρωμα περνάει το υλικό που έχει διαστάσεις +16-28 mm, το λεγόμενο χαλίκι. Από το δεύτερο κατάστρωμα περνάει το υλικό με διαστάσεις +8-16 mm, το οποίο ονομάζεται ψηφίδα (γαρμπίλι), ενώ από το τρίτο κατάστρωμα

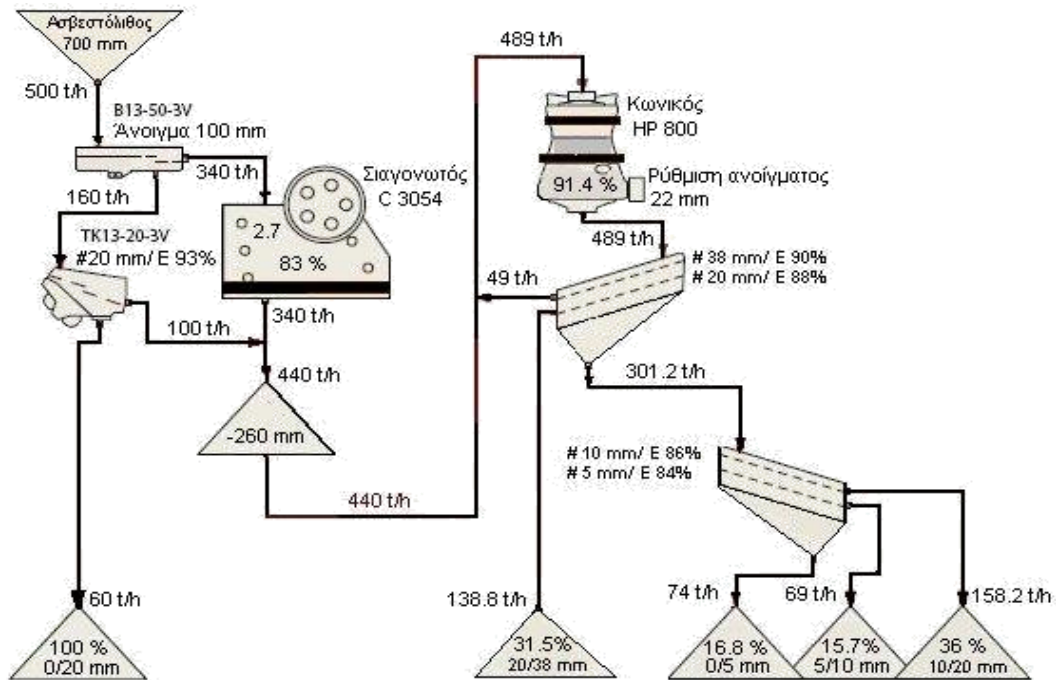
το υλικό έχει διαστάσεις 0-6 mm και ονομάζεται άμμος. Τα προϊόντα κάθε καταστρώματος είναι έτοιμα προς πώληση και μεταφέρονται και αποτίθενται ως σωροί σε ειδικούς χώρους.

Κάθε κατάστρωμα και στα δύο κόσκινα περιλαμβάνει λούκια τα οποία ένα μέρος των παραγόμενων κλασμάτων το «οδηγούν», αν παραστεί ανάγκη, με τη βοήθεια μιας μεταφορικής ταινίας, στο αμμοτριβείο, στο οποίο πραγματοποιείται η τριτογενής θραύση και παράγεται εκ νέου άμμος, η οποία με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας «πέφτει» σε κόσκινο με πλέγμα ανοίγματος βροχίδας 5 mm για να ταξινομηθεί. Το υλικό που προκύπτει από την κοσκίνιση, το οποίο είναι η «άμμος», έχει διαστάσεις 0-4 mm, ενώ το υλικό που δεν διέρχεται έχει διαστάσεις 4-8 mm, ονομάζεται γαρμπίλι και οδηγείται με ταινία στους χώρους που περιλαμβάνουν τα υλικά προς πώληση. Χαρακτηριστικά διαγράμματα παραγωγής αδρανών υλικών δίνονται στις Εικόνες 26, 27, 28, 29 και 30 για διάφορες ρυθμίσεις ανοίγματα αποκένωσης των θραυστήρων και βροχίδων κοσκίνων.

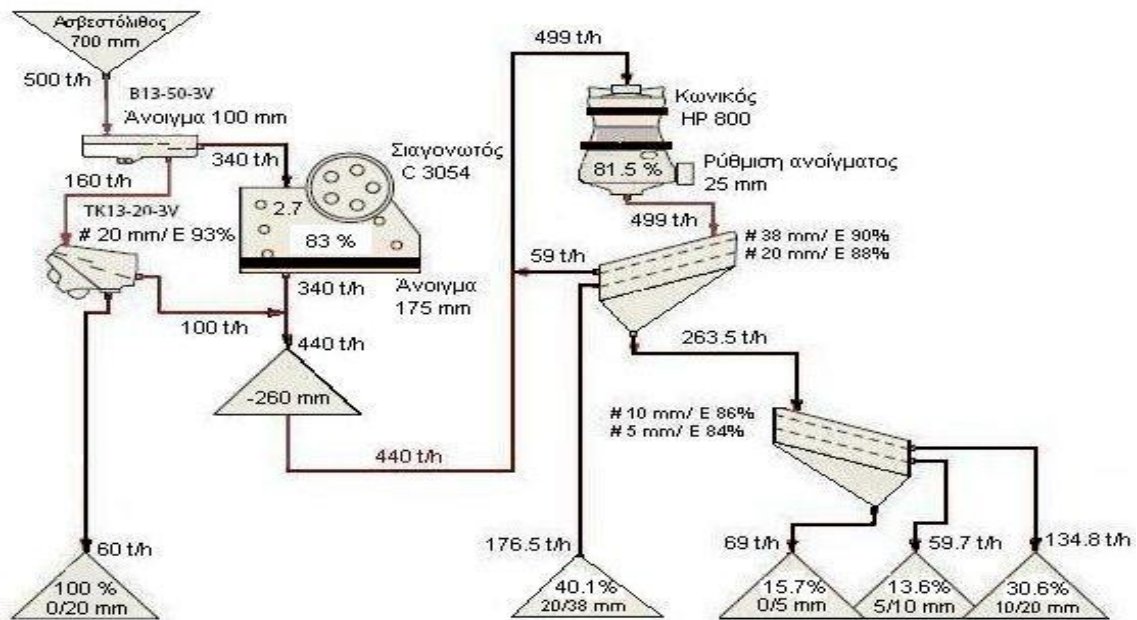


Εικόνα 26: Διάγραμμα ροής συγκροτήματος θραύσης-ταξινόμησης αδρανών υλικών

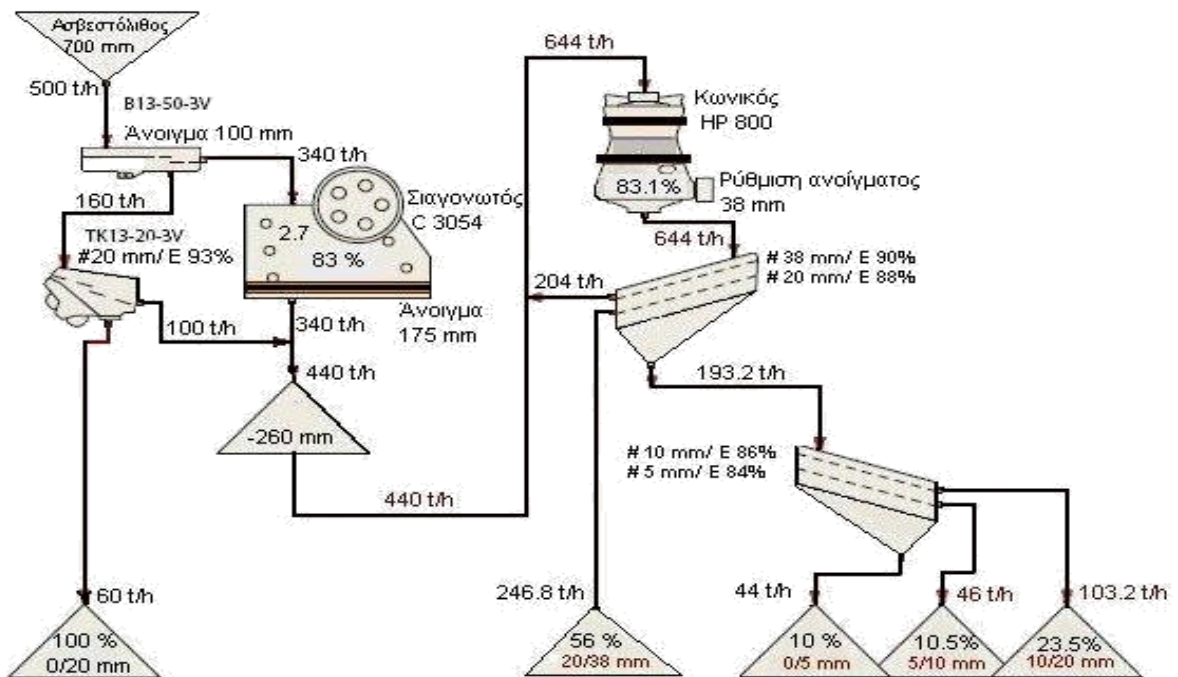
Πηγή: [Τσακαλάκης (2009), (2010) και (2018)]



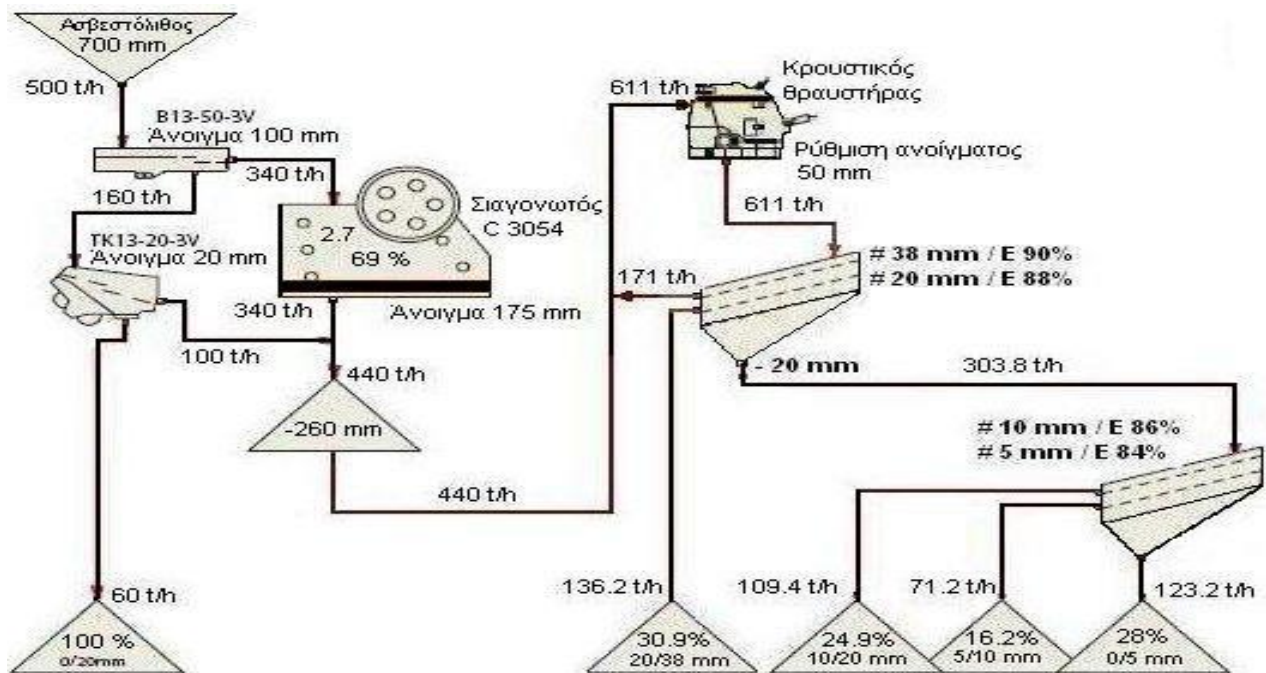
Εικόνα 27: Διάγραμμα ροής παραγωγής αδρανών υλικών (Συνδυασμός θραυστήρα σιαγόνων-κωνικού ανοίγματος αποκένωσης 22 mm) - Ποσοστιαία % κατανομή προϊόντων Πηγή: [Τσακαλάκης (2009), (2010) και (2018)].



Εικόνα 28: Διάγραμμα ροής παραγωγής αδρανών υλικών (Συνδυασμός θραυστήρα σιαγόνων-κωνικού ανοίγματος αποκένωσης 25 mm) - Ποσοστιαία % κατανομή προϊόντων Πηγή: [Τσακαλάκης (2009), (2010) και (2018)].

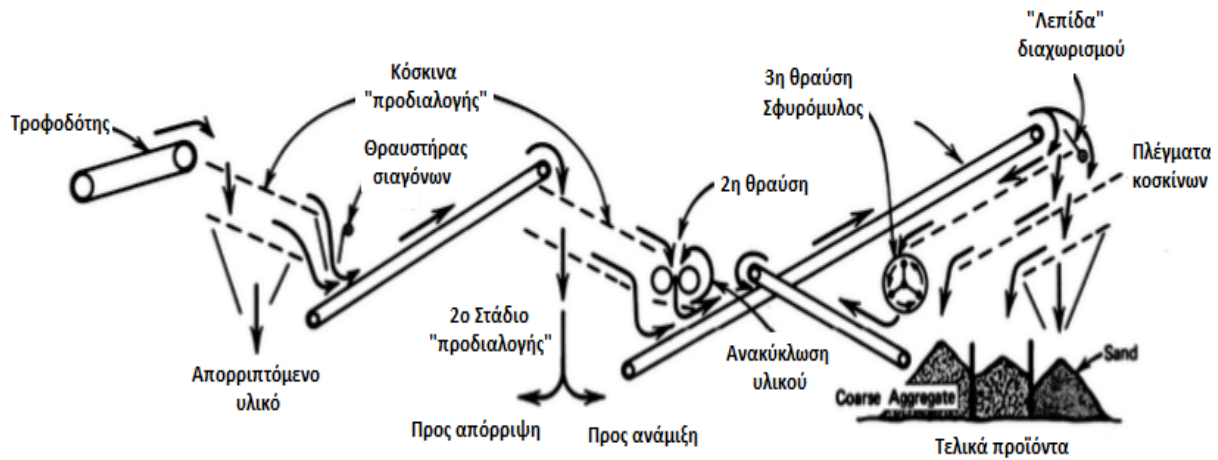


Εικόνα 29: Διάγραμμα ροής παραγωγής αδρανών υλικών (Συνδυασμός θραυστήρα σιαγόνων-κωνικού ανοίγματος αποκένωσης 38 mm) - Ποσοστιαία % κατανομή προϊόντων Πηγή: [Τσακαλάκης (2009), (2010) και (2018)].

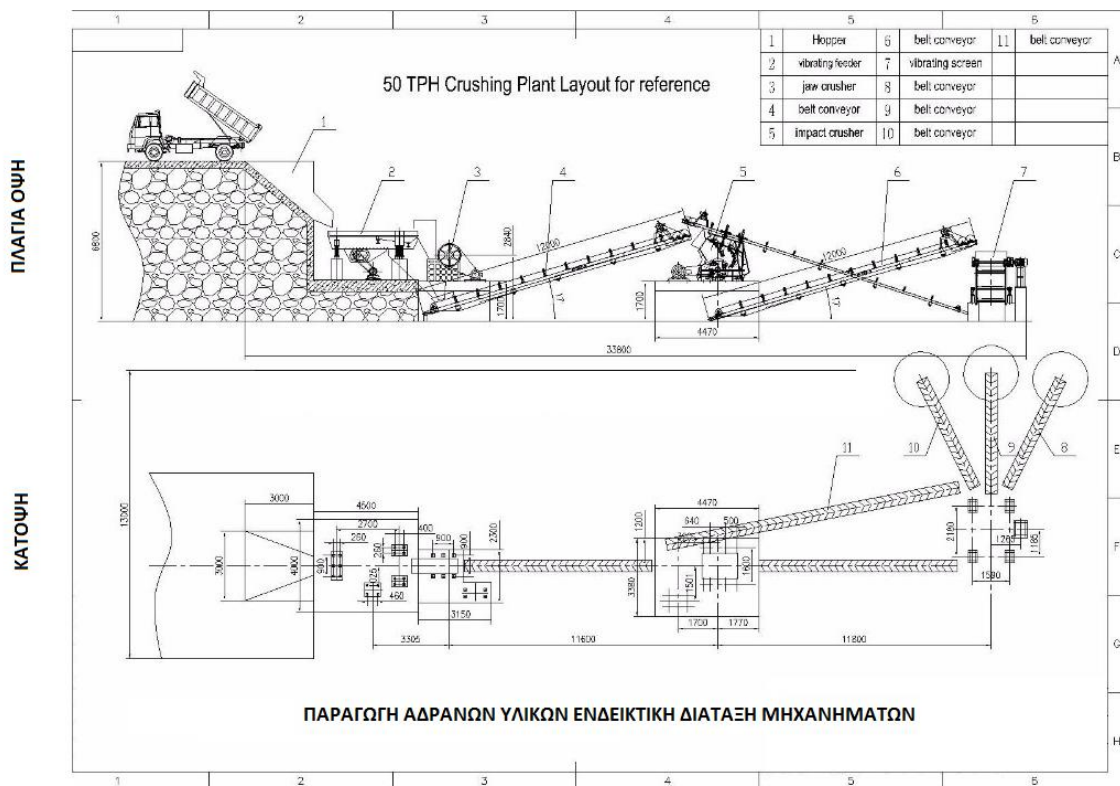


Εικόνα 30. Διάγραμμα ροής παραγωγής αδρανών υλικών (Συνδυασμός θραυστήρων σιαγόνων και κρουστικού ανοίγματος αποκένωσης 50 mm) - Ποσοστιαία % κατανομή προϊόντων, Πηγή: [Τσακαλάκης (2009), (2010) και (2018)]

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (Βασικές διεργασίες-Ακολουθία)



Εικόνα 31: Διάγραμμα Ροής Μονάδας Αδρανών Υλικών (Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018))



Εικόνα 32: Διάταξη Μηχανημάτων Παραγωγής Αδρανών Υλικών (Πηγή: Τσακαλάκης Κ. (2018))

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Για να μπορέσει να σχεδιαστεί και να μελετηθεί μια μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών είναι απαραίτητο αρχικά να πραγματοποιηθεί μια σειρά ενεργειών, οι οποίες στοχεύουν στη βέλτιστη λειτουργία της μονάδας αρχικά σχεδιάζοντας προσεκτικά την εξόρυξη και την ανατίναξη από την οποία θα προκύψει η τροφοδοσία της μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών. Κατόπιν υπολογίζονται και επιλέγονται τα κατάλληλα μηχανήματα, τα τρία στάδια θραύσης του υλικού, η ταξινόμησή του, αλλά και η κοκκομετρική ανάλυση και η ποσοστιαία κατανομή των κλασμάτων που πρέπει να παραχθούν.

Στις εκμεταλλεύσεις των αδρανών υλικών, όπως και σε όλες τις άλλες εκμεταλλεύσεις, έχοντας ως μέτρο την επίτευξη του καλύτερου και αποδοτικότερου αποτελέσματος, θα πρέπει να εξεταστούν οι βασικές παράμετροι εκμετάλλευσης οι οποίες είναι οι φυσικές παράμετροι, οι οικονομικές, οι περιβαλλοντικές, οι τεχνολογικές αλλά και οι νομοθετικές οι οποίες αναλύονται παρακάτω.

5.2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ

Τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά μιας εκμετάλλευσης, όπως τα γεωλογικά και τα ορυκτολογικά, έχουν επίπτωση στο σχεδιασμό της μονάδας. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η τοπογραφία της περιοχής όπου θα γίνει η εξόρυξη, η τεκτονική δομή της περιοχή όπως ρήγματα και συστήματα κατακλάσεων και τέλος τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα η τεκτονική δομή όπως και τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά παίζουν πιο σημαντικό ρόλο διότι βάση αυτών θα επιλεγεί η μέθοδος με την οποία θα γίνει η εκμετάλλευση, η τοποθεσία εγκατάστασης της μονάδας θραύσης, αλλά και η τοποθεσία φόρτωσης του τελικού προϊόντος.

5.2.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ

Όσον αφορά τους οικονομικούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν στην εκμετάλλευση της μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών, αυτοί είναι η εξόρυξη του υλικού, η φόρτωση και η μεταφορά του στα σημεία επεξεργασίας, το άνοιγμα δρόμων για την μεταφορά του, η θραύση του υλικού, η ταξινόμησή του με βάση την ποιότητα του, αλλά και η αποθήκευση και η διάθεση του τελικού προϊόντος μετά την επεξεργασία.

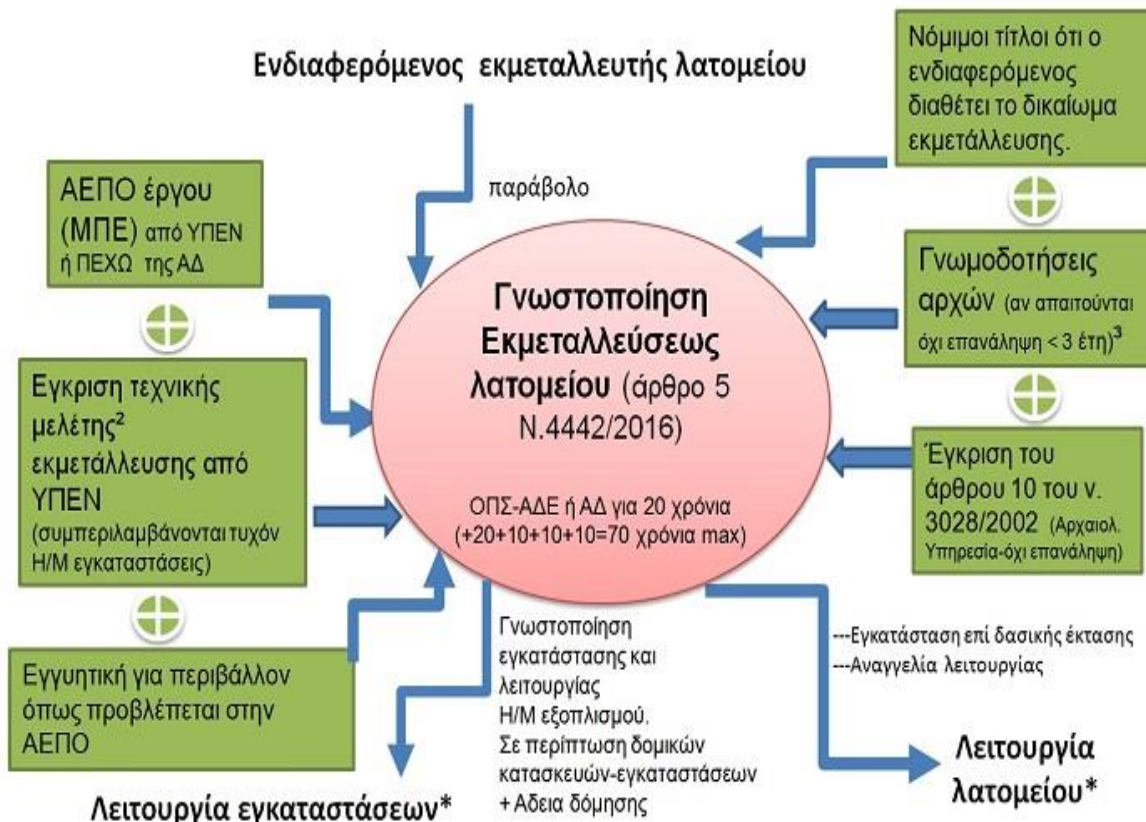
5.2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ

Στις τεχνολογικές παραμέτρους περιλαμβάνεται ο εξοπλισμός ο οποίος θα επιλεγεί για τη μονάδα. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας προσφέρονται και περισσότερες δυνατότητες στον εκμεταλλευτικό τομέα τόσο στο επίπεδο του εξοπλισμού όσο και στο επίπεδο των «εργαλείων» σχεδιασμού της μονάδας. Οι υπεύθυνοι με την επιλογή του κατάλληλου τύπου μηχανήματος για την εξόρυξη, τη θραύση και την ταξινόμηση του υλικού μπορούν να επηρεάσουν θετικά την απρόσκοπτη λειτουργία και την κερδοφορία της επιχείρησης.

5.2.4 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ

Όπως κάθε επιχείρηση έτσι και τα λατομεία υπόκεινται σε ρυθμιστικούς κανόνες με τους οποίους και πρέπει να συμμορφώνονται. Το σύνολο λοιπόν των απαιτήσεων στις οποίες θα πρέπει κάθε λατομική επιχείρηση να υπακούει αποτελούν τον Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών, Κ.Μ.Λ.Ε.- ΥΑ 2223 ΦΕΚ 1227 14/06/11. Αυτές οι απαιτήσεις έχουν να κάνουν τόσο με την ασφάλεια των εργασιών όσο και με την προστασία του τοπίου ώστε να προκύψει η ελάχιστη, κατά το δυνατόν επίπτωση, από περιβαλλοντική άποψη, στο χώρο εκμετάλλευσης.

ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ, on going reforms
 (μάρμαρα, βιομηχανικά ορυκτά και αδρανή¹) σε ιδιωτική έκταση, άρθρα 51,52
 του ν.4512/2018 και 60, 62, 64 του ν. 4442/2016 (καθεστώσ γνωστοποίησης)



*Οι έλεγχοι διενεργούνται εκ των υστέρων, σε πραγματικό χρόνο λειτουργίας, βάσει αξιολόγησης κινδύνου.

by P.G. Tzeferis

Εικόνα 33: Απαραίτητες προϋποθέσεις για την λειτουργία λατομείου.

Πηγή: Τζεφέρης Πέτρος (www.oryktosploutos.net)

5.2.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μίας μονάδας εκμετάλλευσης είναι αρκετά μεγάλες. Ο σχεδιασμός της μονάδας θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η περιβαλλοντική προστασία του χώρου στον οποίο θα εγκατασταθεί η μονάδα. Αυτό πρακτικά σημαίνει να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όσον αφορά στη χλωρίδα και στην πανίδα, να ελαχιστοποιηθεί η όχληση και να διαμορφωθεί αποτελεσματικά ένα σχέδιο αποκατάστασης του τοπίου.



Εικόνα 34: Αποκατάσταση περιβάλλοντος λατομείου

5.3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΟΝΟΥΜΕΝΩΝ ΚΟΣΚΙΝΩΝ

5.3.1 ΘΕΩΡΙΑ

Ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον και χρήσιμο αντικείμενο της διεργασίας της κοσκίνισης είναι ο προσδιορισμός της αναγκαίας επιφάνειας (σε m^2) πλέγματος (κοσκίνου) για την ταξινόμηση κατά μέγεθος των τεμαχίων θραυσμένων μεταλλευμάτων, βιομηχανικών ορυκτών ή πετρωμάτων. Ο ορθός υπολογισμός επηρεάζει σημαντικά το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων θραύσης-ταξινόμησης και τις διεργασίες που ακολουθούν την κοσκίνιση.

Ο υπολογισμός αυτός εξαρτάται από την παροχή του υλικού τροφοδοσίας (t/h), από τα χαρακτηριστικά του προς κοσκίνιση υλικού (κοκκομετρική ανάλυση, σχήμα τεμαχίων, υγρασία κλπ.), από τις απαιτήσεις που τίθενται όσον αφορά στον αριθμό των προϊόντων που θα προκύψουν (αριθμός διαφορετικών πλεγμάτων), στην επιδιωκόμενη απόδοση % των υπολογιζόμενων κοσκίνων ανά κοκκομετρικό κλάσμα (προϊόν) κλπ. Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται περιγράφεται παρακάτω.

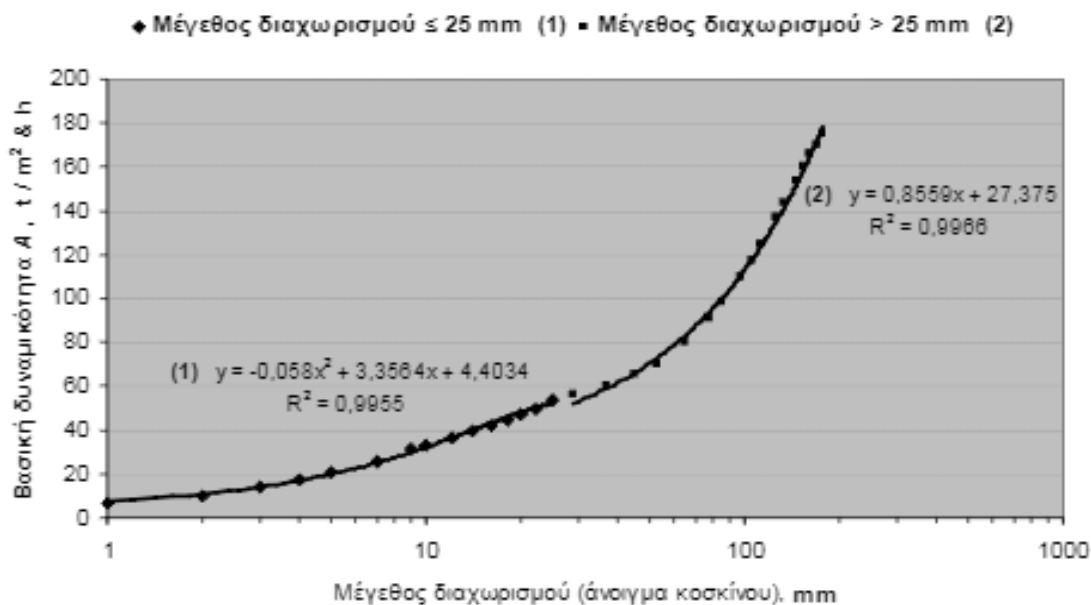
Για τον προσδιορισμό της επιφάνειας κοσκίνισης, όταν η τροφοδοσία του κοσκίνου είναι T (t/h) και περιέχει O (t/h) υπερμέγεθος, χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση, που περιλαμβάνει στον παρονομαστή διορθωτικούς συντελεστές (παράγοντες) στην περίπτωση «εκτροπής» από δεδομένες συνθήκες κοσκίνισης. Επίσης, στην περίπτωση κοσκίνων πολλαπλού καταστρώματος) είναι απαραίτητος ο ίδιος υπολογισμός για κάθε πλέγμα χωριστά και η επιλογή της μεγαλύτερης επιφάνειας που προκύπτει από τους υπολογισμούς. ($T - O$: είναι το υπομέγεθος στην τροφοδοσία κάθε πλέγματος)

Δεδομένες συνθήκες κοσκίνισης:

Τροφοδοσία με **25%** υπερμέγεθος, **40%** υπομέγεθος $\frac{1}{2}$ ανοίγματος, φαινόμενο ειδικό βάρος υλικού **1.6 t/m^3** και απόδοση κοσκίνισης **95%**.

$$\text{Επιφάνεια Κοσκίνου (S)} = \frac{T - O}{A * B * C * F * H * J * M * W} (m^2)$$

Ο παράγοντας **A** αναφέρεται στη βασική δυναμικότητα (σε $t / m^2 \cdot h$) του δεδομένου ανοίγματος (βροχίδας) κοσκίνου, όταν η τροφοδοσία του κοσκίνου περιέχει 25% υπερμέγεθος (παράγοντας **B**) και 40% υπομέγεθος μισού (1/2) ανοίγματος (παράγοντας **C**), υλικού φαινόμενου ειδικού βάρους $1.6 t / m^3$. Η τιμή της βασικής δυναμικότητας **A** για το συγκεκριμένο άνοιγμα (βροχίδα) κοσκίνου σε mm προσδιορίζεται γραφικά από το Διάγραμμα 1 ή με τη βοήθεια των εξισώσεων, οι οποίες, όπως φαίνεται προσεγγίζουν πολύ τα ικανοποιητικά δεδομένα.



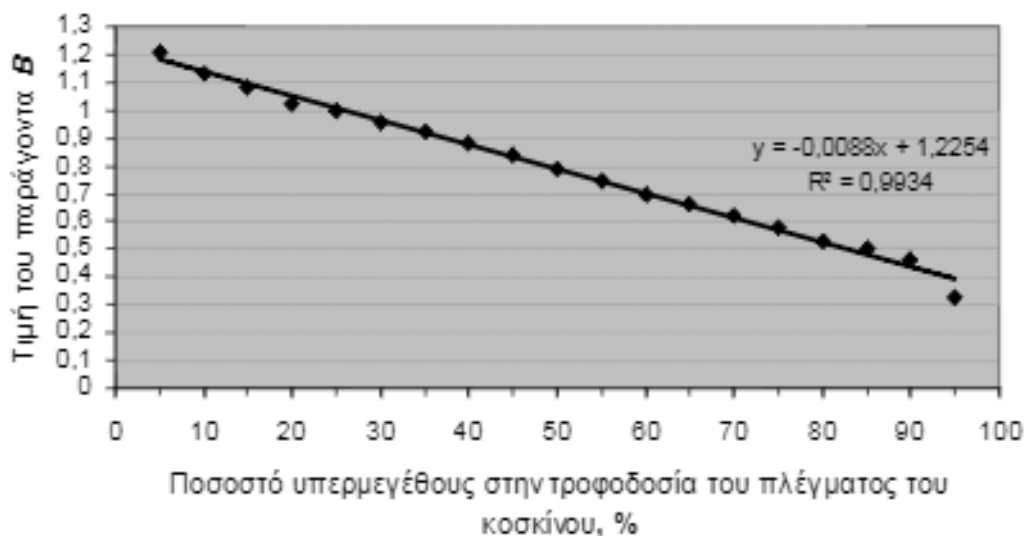
Διάγραμμα 1. Προσδιορισμός της βασικής δυναμικότητας **A** ($t/m^2 \cdot h$) κοσκίνων συναρτήσει του μεγέθους διαχωρισμού (άνοιγμα κοσκίνου), mm.

Ο παράγοντας **B** λαμβάνει υπόψη το % ποσοστό υπερμέγεθους στην τροφοδοσία (% ποσοστό τροφοδοσίας μεγαλύτερο από το άνοιγμα του κοσκίνου) σε σχέση με το ποσοστό υπερμέγεθους 25% που αναφέρεται στη βασική δυναμικότητα **A**.

Η τιμή του παράγοντα **B** για το συγκεκριμένο % ποσοστό υπερμέγεθους στην τροφοδοσία προσδιορίζεται γραφικά από το Διάγραμμα 2 ή με τη βοήθεια της γραμμικής εξίσωσης που προσεγγίζει ικανοποιητικά τα δεδομένα.

Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό υπερμέγεθους στην τροφοδοσία, τόσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του στρώματος των τεμαχίων που δεν μπορούν να περάσουν από τα ανοίγματα του πλέγματος. Το γεγονός αυτό κάνει δυσκολότερο το πέρασμα των λεπτομερών ανάμεσά τους και τη διαστρωμάτωση (stratification) κατά μέγεθος του υλικού. Δηλαδή, η ύπαρξη μεγάλου

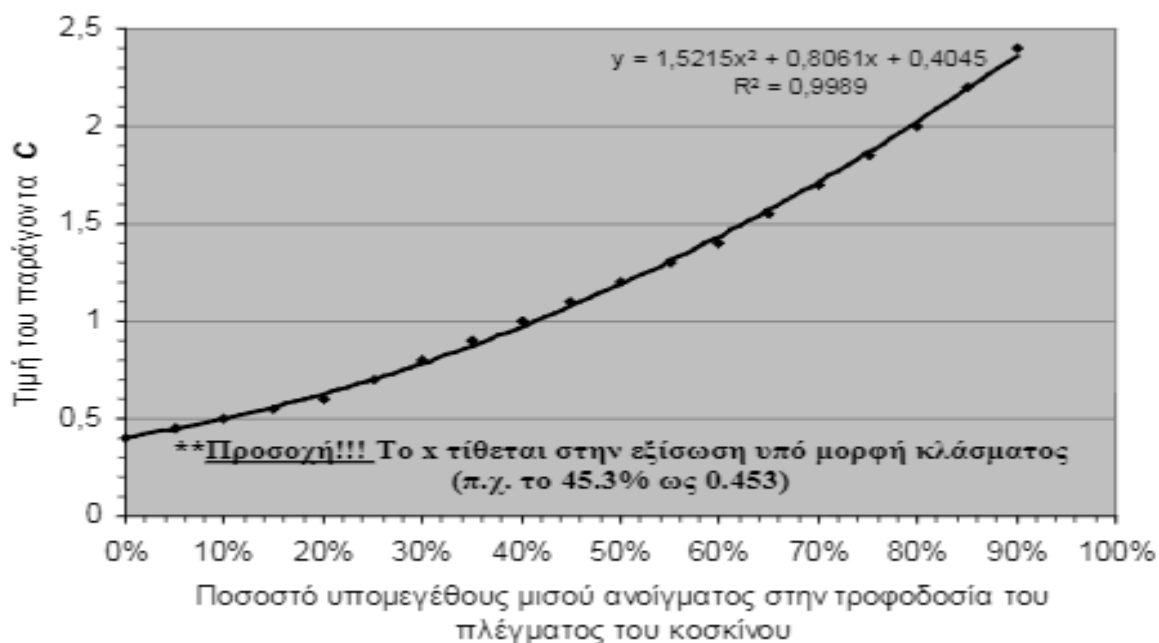
ποσοστού υπερμεγέθους στην τροφοδοσία δυσκολεύει τη διέλευση των τεμαχίων υπομεγέθους ανάμεσά τους και την εμφάνισή τους στην επιφάνεια του πλέγματος για να προσπαθήσουν να περάσουν από τα ανοίγματα. Άρα απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια πλέγματος κοσκίνου (μείωση της τιμής του παράγοντα Β ο οποίος εμφανίζεται στον παρονομαστή).



Διάγραμμα 2: Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα Β συναρτήσεως του ποσοστού % υπερμεγέθους στην τροφοδοσία του κοσκίνου.

Ο παράγοντας C λαμβάνει υπόψη το % ποσοστό υπομεγέθους μισού (1/2) ανοίγματος στην τροφοδοσία του πλέγματος του κοσκίνου (% ποσοστό τροφοδοσίας μικρότερο από το μισό άνοιγμα του πλέγματος του κοσκίνου) σε σχέση με το ποσοστό (40%) υπομεγέθους μισού (1/2) ανοίγματος που αναφέρεται στη βασική δυναμικότητα A.

Η τιμή του παράγοντα C, για το συγκεκριμένο % ποσοστό υπομεγέθους μισού (1/2) ανοίγματος στην τροφοδοσία του πλέγματος του κοσκίνου, προσδιορίζεται γραφικά από το Διάγραμμα 3 ή με τη βοήθεια της δευτεροβάθμιας εξίσωσης, η οποία προσεγγίζει πολύ ικανοποιητικά τα δεδομένα.



Διάγραμμα 3. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα **C** συναρτήσει του ποσοστού % υπομεγέθους ½ ανοίγματος στην τροφοδοσία του κοσκίνου.

Ο παράγοντας **D** εφαρμόζεται σε κόσκινα πολλαπλών καταστρωμάτων (πολλές επιφάνειες κοσκίνισης). Στο 1^ο πλέγμα του κοσκίνου, το οποίο δέχεται τη συνολική τροφοδοσία στο άκρο τροφοδοσίας, είναι διαθέσιμη η συνολική επιφάνεια του κοσκίνου, ενώ στα επόμενα πλέγματα είναι διαθέσιμη μικρότερη επιφάνεια κοσκίνισης λόγω της καθυστέρησης περάσματος του υλικού από το 1^ο πλέγμα. Για το λόγο αυτό, στα επόμενα πλέγματα, εκτός του 1^{ου} πλέγματος, χρειαζόμαστε μεγαλύτερη επιφάνεια (βλ. αυξημένο μήκος) από αυτήν που αντιστοιχεί στην παροχή τροφοδοσίας τους (διερχόμενο από το υπερκείμενο πλέγμα). Οι αντίστοιχες τιμές του παράγοντα **D** για τη «διόρθωση» του παραπάνω προβλήματος λαμβάνονται από τον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα **D**

Κατάστρωμα-Τροφοδοσία	Τιμή του παράγοντα D
1 ^ο (συνολική τροφοδοσία)	1.0
2 ^ο (διερχόμενο 1 ^{ου} πλέγματος)	0.9
3ο(διερχόμενο 2 ^{ου} πλέγματος)	0.8

Η χρήση του παράγοντα **F** εφαρμόζεται για κοσκίνιση υλικών φαινόμενου ειδικού βάρους διαφορετικού από **1.6 t / m³ (100 Lbs./ ft³)**, σύμφωνα με τις τιμές που δίνονται στον **Πίνακα 2**.

Πίνακας 2. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα **F**.

Φαινόμενο ειδ. βάρος		Παράγοντας F
t / m ³	Lbs./cu. ft.	
2.4	150	1.50
2	125	1.25
1.6	100	1.00
1.44	90	0.90
1.28	80	0.80
1.2	75	0.75
1.12	70	0.70
0.96	60	0.60
0.8	50	0.50
0.64	40	0.40
0.48	30	0.30

Η εξίσωση που μπορεί να εφαρμοστεί είναι:

$$F=0.625*\text{φαιν.ειδ.βάρος}$$

Η χρήση του παράγοντα **H** επιβάλλεται όταν το άνοιγμα (βροχίδα) του πλέγματος του κοσκίνου έχει διαφορετικό σχήμα από τετραγωνική βροχίδα. Τα επιμήκη ανοίγματα παρέχουν μεγαλύτερη ευχέρεια διέλευσης στο υλικό που κοσκινίζεται, οπότε η απαιτούμενη επιφάνεια κοσκίνισης είναι μικρότερη. Οι τιμές του παράγοντα **H** λαμβάνονται από τον **Πίνακα 3**.

Πίνακας 3. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα **H**.

Σχήμα ανοίγματος (βροχίδα) πλέγματος	Παράγοντας H
Τετραγωνική	1.00
Επίμηκες (3 έως 4 φορές x πλάτος)	1.15
Επίμηκες (μεγαλύτερο από 4 φορές x πλάτος)	1.20

Η χρήση του παράγοντα **J** (**Πίνακας 4**) επιβάλλεται όταν η απόδοση κοσκίνισης που επιδιώκεται είναι διαφορετική (μικρότερη) από αυτή (95 %), η οποία αναφέρεται στη βασική δυναμικότητα **A**.

Πίνακας 4. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα *J*.

Επιδιωκόμενη απόδοση κοσκίνισης <i>E</i>	Παράγοντας <i>J</i>
95%	1.00
90%	1.15
85%	1.35
80%	1.50
75%	1.70
70%	1.90

Σημαντική επίδραση στη διεργασία της κοσκίνισης έχει και η περιεχόμενη υγρασία στην τροφοδοσία, η οποία, όταν είναι σε μεγάλο ποσοστό δυσχεραίνει την διαδικασία περάσματος των τεμαχίων. Η χρήση του διορθωτικού παράγοντα *M* (moisture) επιβάλλεται όταν το ποσοστό υγρασίας είναι μεγαλύτερο από 0-1%, επειδή για να επιτευχθεί αποδοτική κοσκίνιση απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια πλέγματος. Οι τιμές του παράγοντα *M* δίνονται στον **Πίνακα 5**.

Πίνακας 5. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα **M**.

Ποσοστό % περιεχόμενης υγρασίας στην τροφοδοσία	Παράγοντας M
0-1	1.0
1-4	0.95
5	0.90
6	0.88
7	0.85
8	0.80
9	0.78
10	0.75
15	0.50

Η χρήση του παράγοντα **W** (Πίνακας 6) επιβάλλεται όταν γίνεται υγρή κοσκίνιση. Η προσθήκη νερού κατά την υγρή κοσκίνιση κυμαίνεται από ελάχιστη 11.4 λίτρα/λεπτό (3 GPM, γαλλόνια/λεπτό) έως 19 λίτρα/λεπτό (5 GPM).

Πίνακας 6. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα **W**

Άνοιγμα κοσκίνου (βροχίδα), mm	1-6	6-12	12-25	26-40	41-50	51-75	+75
	Τιμή του παράγοντα W	1.4	1.3	1.25	1.2	1.15	1.1

Όμως, άλλοι κατασκευαστές κοσκίνων προτείνουν για την τιμή του παράγοντα W (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Προσδιορισμός της τιμής του παράγοντα W

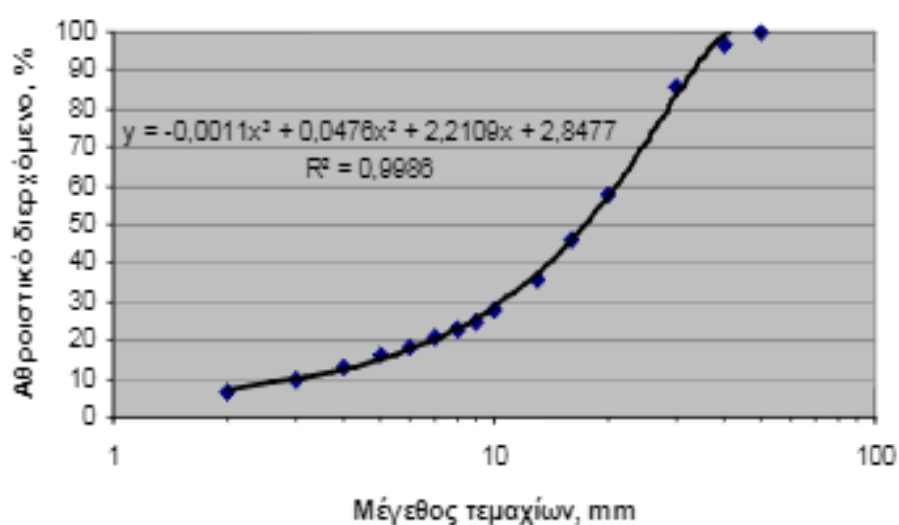
Τιμή του παράγοντα W		
Μέγεθος ανοίγματος (βροχίδα)		Τιμή του παράγοντα W
-0.85 mm	-20 mesh	1.25
-2 + 0.85 mm	-10+20 mesh	2.0 - 3.0
-12.7 + 5 mm	½ in. + 4 mesh	3.0 - 3.5
-25.4 + 12.7 mm	-1 in. + ½ in.	1.5 - 2.0
+25.4 mm	+1 in.	1.25

5.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Να προσδιοριστεί η επιφάνεια S (surface) κοσκίνου τριών (-3-) καταστρωμάτων συνολικής παροχής τροφοδοσίας 499 **t/h**. Η τροφοδοσία του κοσκίνου είναι προϊόν θραύσης κωνικού θραυστήρα κλειστού ανοίγματος αποκένωσης 25 mm (c.s.s. = 25 mm). Οι βροχίδες (ανοίγματα) των τριών πλεγμάτων είναι 32 mm, 20 mm και 10 mm, αντίστοιχα. Η κοσκίνιση είναι ξηρή, το φαινόμενο ειδικό βάρος της τροφοδοσίας είναι 1.8 t/m³, η επιδιωκόμενη απόδοση κοσκίνισης είναι 90% (και για τα τρία καταστρώματα) και το υλικό τροφοδοσίας έχει 5% υγρασία. Οι βροχίδες θεωρούνται τετραγωνικού σχήματος.

Η κοκκομετρική ανάλυση της τροφοδοσίας δίνεται στο Σχήμα 1 (επεξεργασία δεδομένων της Metso Minerals για προϊόν κωνικών θραυστήρων).

◆ Κοκκομετρική ανάλυση προϊόντος κωνικού θραυστήρα για c.s.s. = 25 mm



Σχήμα 1. Κοκκομετρική ανάλυση υλικού τροφοδοσίας κοσκίνισης (προϊόν κωνικού θραυστήρα). Πηγή: **Metso Minerals**

Λύση

A. ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΣΚΙΝΙΣΗΣ

Από την εξίσωση του Σχήματος 1, για τα τρία ανοίγματα πλέγματος του κοσκίνου, προκύπτει η κοκκομετρική ανάλυση που δίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κοκκομετρική ανάλυση αρχικής τροφοδοσίας

Μέγεθος τεμαχίων, mm	Αθροιστικό διερχόμενο, %
32	86.3
20	57.30
16	45.90
10	28.61
5	15
2.5	8.7

Από τα παραπάνω, με τη βοήθεια της θεωρίας, των εξισώσεων και Πινάκων, διαμορφώνονται οι Πίνακες 2, 3 και 4.

Πίνακας 2. Προσδιορισμός της βασικής δυναμικότητας **A** για τα τρία πλέγματα

Άνοιγμα κοσκίνου (βροχίδα), mm	Βασική δυναμικότητα A (t / m ² ·h)
32	54.76
20	48.33
10	32.17
5	19.74

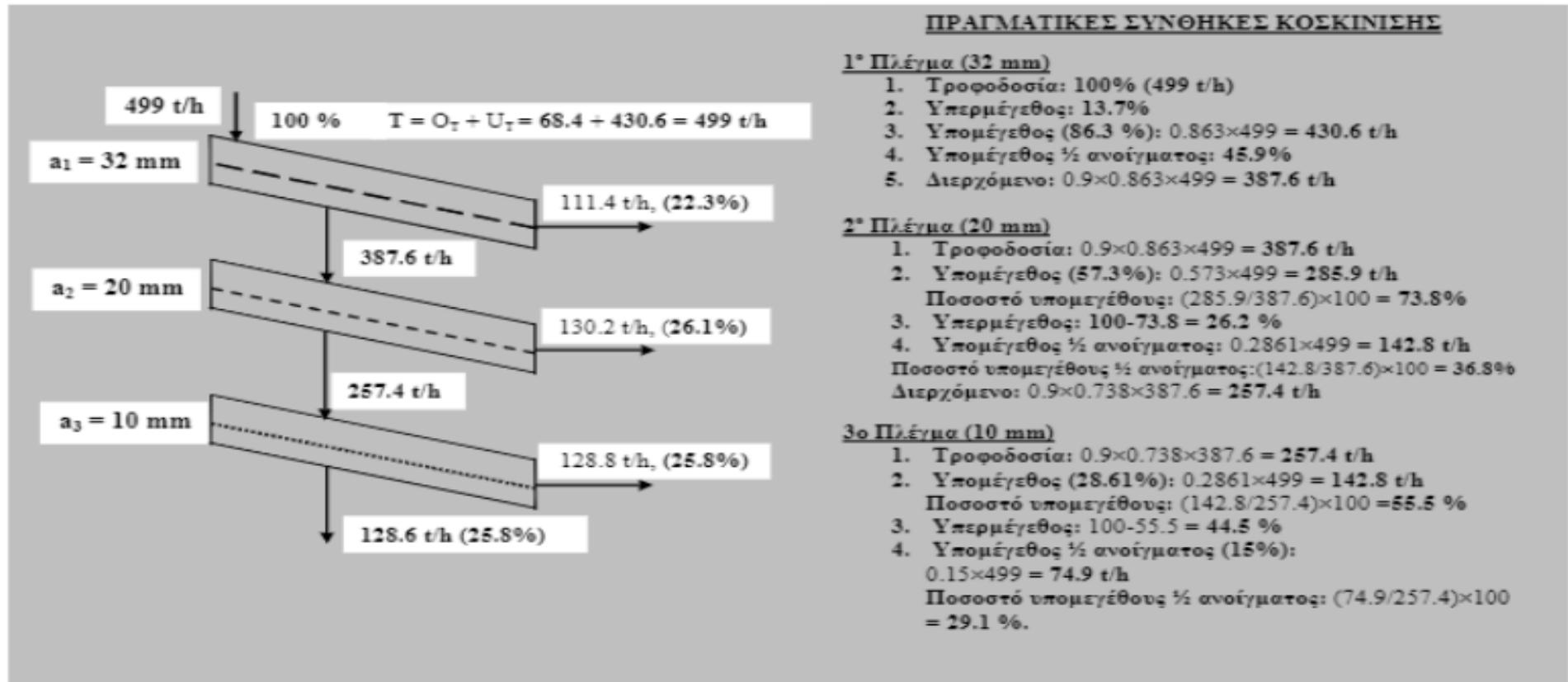
Πίνακας 3. Τιμές των διορθωτικών συντελεστών (παραμέτρων) *B, C, D* για τις πραγματικές συνθήκες κοσκίνισης από εξισώσεις και Πίνακα.

Διορθωτικοί συντελεστές (παραμέτροι)	Άνοιγμα κοσκίνου (βροχίδα)					
	32 mm		20 mm		10 mm	
	% υπερμέγεθος αρχικού	% υπομέγεθος ½ ανοίγματος αρχικού (16 mm)	% υπερμέγεθος τροφοδοσίας πλέγματος	% υπομέγεθος ½ ανοίγματος τροφ. πλέγματος (10 mm)	% υπερμέγεθος τροφοδοσίας πλέγματος	% υπομέγεθος ½ ανοίγματος τροφ. πλέγματος (5 mm)
	13.7	45.90	26.2	36.8	44.5	29.10
B	1.105		0.9948		0.834	
C		1.095		0.9072		0.768
D	1.0 (1 ^ο κατάστρωμα)		0.9 (2 ^ο κατάστρωμα)		0.8 (3 ^ο κατάστρωμα)	

Πίνακας 4. Τιμές διορθωτικών συντελεστών (παραμέτρων) *F, J, M* από εξίσωση και Πίνακες.

Διορθωτικοί συντελεστές (παραμέτροι)	Φαινόμενο ειδικό βάρος υλικού 1.8 t/m³	Επιδιωκόμενη απόδοση κοσκίνισης 90 %	Υγρασία τροφοδοσίας 5 %
F	1.125		
J		1.15	
M			0.9

Στην περίπτωση πραγματικών συνθηκών κοσκίνισης (απόδοση $E = 90\%$ για κάθε πλέγμα) και με τη βοήθεια του Πίνακα 1, προκύπτει το Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Διαμόρφωση ισοζυγίου παροχών τροφοδοσίας και τελικών προϊόντων (σε t/h και %) στην περίπτωση των πραγματικών συνθηκών κοσκίνισης ($E = 90\%$).

Από τη γνωστή εξίσωση, χρησιμοποιώντας τις τιμές των διορθωτικών συντελεστών (παραμέτρων), που υπολογίστηκαν παραπάνω, προσδιορίζονται οι επιφάνειες των τριών πλεγμάτων, όπως φαίνεται παρακάτω:

$$S (32 \text{ mm}) = \frac{430.6}{54.76 \cdot 1.105 \cdot 1.095 \cdot 1.0 \cdot 1.125 \cdot 1.15 \cdot 0.9} = 5.58 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S (20 \text{ mm}) = \frac{285.9}{48.33 \cdot 0.99480 \cdot 0.9072 \cdot 0.9 \cdot 1.125 \cdot 1.15 \cdot 0.9} = 6.25 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S (10 \text{ mm}) = \frac{142.8}{32.17 \cdot 0.8340 \cdot 0.768 \cdot 0.8 \cdot 1.125 \cdot 1.15 \cdot 0.9} = 7.44 \text{ (m}^2\text{)}$$

Έλεγχος πάχους στρώματος παραμένουτος υλικού στο άκρο αποκένωσης του πλέγματος

1. Διαστάσεις κοσκίνου

Ως επιφάνεια του κοσκίνου θεωρείται η μεγαλύτερη από αυτές που υπολογίστηκαν παραπάνω, η οποία όμως πρέπει να προσαυξηθεί κατά 10-12% περίπου, επειδή μέρος της υπολογισμένης επιφάνειας του κοσκίνου καλύπτεται από τα περιμετρικά ελάσματα στήριξης του πλέγματος τα οποία μειώνουν την «ενεργή» επιφάνεια.

Στην περίπτωση του πλέγματος των 10 mm, προκύπτει τελικά:

$$S_{\text{κοσκίνου}} = (7.44/0.9) = 8.27 \text{ m}^2$$

Όμως, οι λόγοι μήκος (L) /πλάτος (W_{id}) των βιομηχανικών κοσκίνων κυμαίνονται από 2.3:1 έως 3:1, περίπου.

Οπότε, για διαστάσεις κοσκίνου μήκος / πλάτος ($L / W_{id} = 2.5:1$) ή ($L / W_{id} = 2.9:1$), οι διαστάσεις του συγκεκριμένου (8.27 m^2) πλέγματος κοσκίνου είναι ($L = 4.55 \text{ m}$, $W_{id} = 1.82 \text{ m}$) και ($L = 4.90 \text{ m}$, $W_{id} = 1.69 \text{ m}$), αντίστοιχα.

Ως γενική αρχή ισχύει ότι, το μέγιστο επιτρεπόμενο πάχος στρώματος παραμένουτος υλικού στο άκρο αποκένωσης του πλέγματος του κοσκίνου είναι **4πλάσιο** του ανοίγματος πλέγματος (βροχίδα). Δηλαδή, για μέγεθος διαχωρισμού (βροχίδα) $a = 10 \text{ mm}$ το μέγιστο πάχος στρώματος στην αποκένωση είναι $4 \cdot 10 \text{ mm} = \mathbf{40 \text{ mm}}$, ενώ για $a = 15 \text{ mm}$ αυτό μπορεί να φθάσει μέχρι 60 mm .

Το πάχος στρώματος στην έξοδο του κοσκίνου εξαρτάται από:

1. την παροχή τροφοδοσίας (t/h ή m^3/h) του παραμένουτος, **2.** το φαινόμενο ειδικό βάρος της τροφοδοσίας, **3.** την ταχύτητα του υλικού πάνω στο πλέγμα και **4.** το πλάτος του κοσκίνου. Η εξίσωση που ισχύει, για το πάχος στρώματος D_σ υλικού στο άκρο αποκένωσης, είναι:

$$D_\sigma = \frac{(T_p / \Phi) * 1000}{V * W_{id}} (\text{mm})$$

Όπου:

- 1.** T_p είναι το παραμένον επί του πλέγματος σε **t/h**,
- 2.** Φ είναι το **φαινόμενο ειδικό βάρος** του υλικού σε **t / m³**,
- 3.** V είναι η ταχύτητα* του υλικού επί του πλέγματος (σε **m/h**), που κυμαίνεται μεταξύ **1080-2160 m/h**.
- 4.** W_{id} το πλάτος του κοσκίνου σε **m**

Η ταχύτητα V του υλικού πάνω στο πλέγμα εξαρτάται: από το υλικό (φαινόμενο ειδικό βάρος, μέγεθος τεμαχίων, υγρασία), από το μηχανισμό δόνησης και από την κλίση του κοσκίνου [τα όρια μεταβολής της ταχύτητας είναι (**18-36 m/min**) ή σε άλλες μονάδες (**0.30-0.60 m/s**)].

Για το πλέγμα των 10 mm, αν το $W_{id} = 1.82 \text{ m}$ ή 1.69 m (υπολογισμός παραπάνω), προκύπτει:

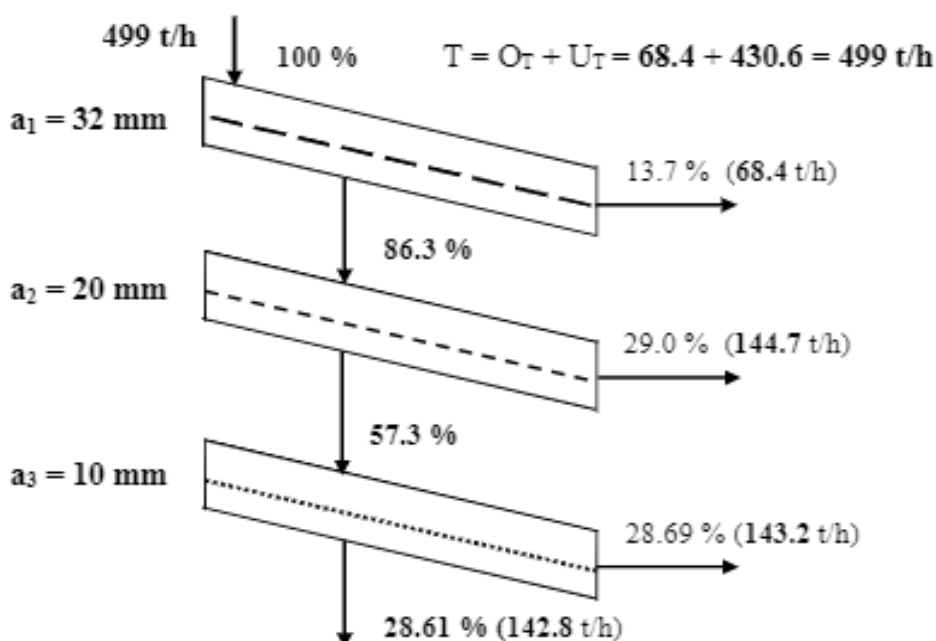
Για $T_P = 128.8 \text{ t/h}$ (Σχήμα 2), 1.8 t/m^3 (αρχικό δεδομένο), $V = 1500 \text{ m/h}$ (υπόθεση), το D_σ υπολογίζεται από την παραπάνω εξίσωση:

α. $D_\sigma = 26.2 \text{ mm} \text{ } 40 \text{ mm}$ (Εντός των ορίων της γενικής αρχής) και

β. $D_\sigma = 28.2 \text{ mm} \text{ } 40 \text{ mm}$ (Εντός των ορίων της γενικής αρχής).

Β. ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΣΚΙΝΙΣΗΣ (Σύγκριση)

Για τέλεια κοσκίνιση (απόδοση $E = 95-100\%$, σε κάθε πλέγμα), με τη βοήθεια του Πίνακα 1, διαμορφώνεται το Σχήμα 3 και ο Πίνακας 5.



Σχήμα 3. Γραφική παράσταση κατανομής προϊόντων υπό την προϋπόθεση τέλει κοσκίνισης (απόδοση $E = 95-100\%$).

Πίνακας 5. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών της τροφοδοσίας κάθε πλέγματος

Πλέγμα, mm	32	20	10
Τροφοδοσία πλέγματος, %	100	86.3	57.3
Υπομέγεθος, %	86.3	57.3	28.61
Υπερμέγεθος, % ως προς την τροφοδοσία του πλέγματος	<u>Ποσοστό %</u> 100-86.3=13.7 %	86.3-57.3 = 29 <u>Ποσοστό %</u> (29/86.3) 100 = 33.6 %	57.3-28.61 = 28.69 <u>Ποσοστό %</u> (28.61/57.3) 100 = 50.07 %
Υπομέγεθος ανοίγματος, % ως προς την τροφοδοσία του πλέγματος	$\frac{1}{2}$ (16 mm) <u>Ποσοστό %</u> 45.9 %	(10 mm) <u>Ποσοστό %</u> (28.61/86.3) 100 = 33.2 %	(5 mm) <u>Ποσοστό %</u> (15/57.3) 100 = 26.2 %

Τα δεδομένα του Πίνακα 5 επιτρέπουν τη διαμόρφωση του Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Τιμές των διορθωτικών συντελεστών (παραμέτρων) *B*, *C*, *D* από εξισώσεις και Πίνακα 5.

Διορθωτικοί συντελεστές (παραμέτροι)	Άνοιγμα κοσκίνου (βροχίδα)					
	32 mm		20 mm		10 mm	
	% υπερμέγεθος Αρχικού	% υπομέγεθος $\frac{1}{2}$ ανοίγματος αρχικού (16 mm)	% υπερμέγεθος τροφοδοσίας πλέγματος	% υπομέγεθος $\frac{1}{2}$ ανοίγματος τροφ. πλέγματος (10 mm)	% υπερμέγεθος τροφοδοσίας πλέγματος	% υπομέγεθος $\frac{1}{2}$ ανοίγματος τροφ. πλέγματος (5 mm)
<i>B</i>	13.7	45.90	33.6	33.2	50.07	26.20
<i>C</i>	1.105		0.93		0.785	
<i>D</i>	1.0 (1 ^ο κατάστρωμα)	1.095	0.9 (2 ^ο κατάστρωμα)	0.84	0.8 (3 ^ο κατάστρωμα)	0.72

Οι διορθωτικοί συντελεστές *F* και *M* παραμένουν οι ίδιοι, όπως στον Πίνακα 4, ενώ ο συντελεστής *J* παίρνει την τιμή 1.0.

Οι επιφάνειες κοσκίνισης που προκύπτουν (για τέλεια *E* = 95-100% απόδοση κοσκίνων) είναι οι παρακάτω:

$$S (32 \text{ mm}) = \frac{430.6}{54.7 \cdot 6 \cdot 1.105 \cdot 1.095 \cdot 1.0 \cdot 1.125 \cdot 0.9} = 6.42 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S (20 \text{ mm}) = \frac{285.9}{48.330.93 \cdot 0.84 \cdot 0.9 \cdot 1.125 \cdot 0.9} = 8.31 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S (10 \text{ mm}) = \frac{142.8}{32.170.785 \cdot 0.72 \cdot 0.8 \cdot 1.125 \cdot 0.9} = 9.69 \text{ (m}^2\text{)}$$

Αυτές οι διαφορές είναι λογικές, εφόσον για να επιτευχθεί μεγαλύτερη απόδοση κοσκίνισης (95-100 %) απαιτούνται μεγαλύτερες επιφάνειες κοσκίνισης. Επίσης, οι αυξήσεις στις υπολογιζόμενες τιμές επιφανειών οφείλονται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά (% υπερμέγεθος και % υπομέγεθος 1/2 ανοίγματος) της τροφοδοσίας κάθε πλέγματος (Πίνακας 5). Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της τροφοδοσίας, μαζί με την τιμή του συντελεστή απόδοσης κοσκίνισης ($J = 1.0$) αντί του $J = 1.15$ (στις πραγματικές συνθήκες), επηρεάζουν σημαντικά τις τιμές των διορθωτικών συντελεστών **B** και **C** και τελικώς τις υπολογιζόμενες επιφάνειες (m^2) και παροχές (% και t/h) των τελικών προϊόντων (Σχήμα 3) και συγκριτικός Πίνακας 7.

Πίνακας 7. Ποσοστιαία (%) κατανομή προϊόντων κοσκίνισης-σύγκριση πραγματικών και ιδανικών συνθηκών κοσκίνισης.

Κοκκομετρικό κλάσμα, mm	Ποσοστιαία κατανομή προϊόντων κοσκίνισης, %	
	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΣΚΙΝΙΣΗΣ	
	(90 % απόδοση)	(95-100% απόδοση)
+32	22.3	13.7
-32+20	26.1	29.0
-20+10	25.8	28.69
-10	25.8	28.61
	100	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Δεδομένο θα πρέπει να είναι πως καμία μονάδα δεν πρέπει να τίθεται σε λειτουργία αν πρώτα δεν τηρεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις και δεν έχει τις απαιτούμενες άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας. Οι διάφοροι κίνδυνοι που μπορεί να εμφανιστούν σε ένα συγκρότημα θραύσης-ταξινόμησης προκύπτουν κυρίως από την έλλειψη ενός συστήματος διαχείρισης της ασφάλειας. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε μερικούς από τους κινδύνους που εμφανίζονται συχνά σε μονάδες και αφορούν κυρίως το εργασιακό περιβάλλον.

6.1 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Στο πρώτο κομμάτι θα αναλύσουμε τους δυνητικούς κινδύνους κατά τη λειτουργία μηχανημάτων. Ένας από αυτούς είναι ο κίνδυνος εμπλοκής ενός μηχανήματος. Πολλές φορές τυγχάνει δύο ή περισσότερα μηχανήματα όπως εκσκαφείς να λειτουργούν αρκετά κοντά μεταξύ τους. Με την απουσία κάποιου υπεύθυνου στο χώρο είναι δυνατόν να πάθει εμπλοκή κάποιο μηχάνημα και να συγκρουστεί ή να ανατρέψει το άλλο. Για αυτό το λόγο χρειάζεται να τηρούνται αποστάσεις μεταξύ των μηχανημάτων.

Επιπλέον υπάρχει ο κίνδυνος ανατροπής μηχανήματος ή οχήματος. Αυτός ο κίνδυνος υπάρχει κυρίως σε οχήματα που κινούνται στις ανώμαλες επιφάνειες του λατομείου. Έχουν καταγραφεί αρκετά θανατηφόρα ατυχήματα οδηγών μετά από ανατροπή του οχήματος στο οποίο επέβαιναν.

Ένας ακόμη πολύ συχνός κίνδυνος είναι η εμπλοκή εργαζομένου με κινούμενα μέρη κάποιου μηχανήματος. Κατά την κίνηση αυτών των μηχανημάτων και λόγω έλλειψης ορατότητας στο χώρο εργασίας τους, πολλές φορές εμφανίζεται ο

κίνδυνος πρόσκρουσης ενός εργαζομένου με το κινητό μέρος ενός οχήματος. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κάποιας εργασίας οι χειριστές του μηχανήματος πρέπει να ειδοποιούν τους εργαζομένους που βρίσκονται στο χώρο για την αποφυγή τραυματισμών.

Επίσης ένας ακόμα βασικός κίνδυνος που προκύπτει όταν εξετάζουμε την χρήση μηχανημάτων είναι αυτός που συμβαίνει από την κακή συντήρηση και απουσία ελέγχου των μηχανημάτων. Η σωστή συντήρηση των μηχανημάτων αποτελεί προϋπόθεση για την ασφαλή λειτουργία της μονάδας. Παραβιάζοντας αυτή την προϋπόθεση, είτε λόγω βλάβης των κινούμενων μερών ενός μηχανήματος είτε λόγω ανεξέλεγκτης κίνησης των μηχανημάτων διότι έγινε κακή συντήρηση, μπορεί να γίνει η αιτία για θανατηφόρα ατυχήματα εντός της μονάδας.

6.2 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΠΤΩΣΕΙΣ

Αυτούς τους κινδύνους μπορούμε να τους κατηγοριοποιήσουμε σε πτώσεις υλικών από κάποιο ύψος και σε πτώσεις εργαζομένων.

Αρχικά θα αναφερθούμε στην κατηγορία πτώσης υλικών. Η αποκόλληση και πτώση σκυροδέματος αποτελεί τον συνηθέστερο κίνδυνο. Ο λόγος είναι η κακή πρόσφυση του σκυροδέματος. Η εκτόξευση πρέπει να γίνεται από ρομπότ και όχι χειροκίνητα, καθώς επίσης ο χειριστής πρέπει να απομακρύνεται από το σημείο εκτόξευσης.

Έπειτα υπάρχει ο κίνδυνος πτώσης ή εκτίναξης υλικών. Αυτός προέρχεται κυρίως από τα μηχανήματα που μεταφέρουν τα υλικά ή από τα μηχανήματα που εκτελούν διατηρητικές εργασίες.

Με βάση όλα αυτά προκύπτει και ο κίνδυνος ατυχήματος από πτώση υλικών κατά της μεταφορά τους. Η ελλιπής επίβλεψη των μηχανημάτων κατά την μετακίνηση τους και την ίδια στιγμή η συχνή μετακίνηση εργαζομένων εντός της μονάδος αποτελούν την αιτία πρόκλησης ατυχήματος. Τα διακινούμενα υλικά θα πρέπει να στοιβάζονται στα φορτηγά λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα κάλυψής τους.

Στη συνέχεια εξετάζονται οι κίνδυνοι από πτώσεις εργαζομένων. Πολλές φορές οι εργαζόμενοι είναι αναγκασμένοι να εργάζονται σε βαθμίδες για την τοποθέτηση εκρηκτικών υλικών. Οι βαθμίδες αυτές βρίσκονται σε αρκετά μεγάλο ύψος, άρα υπάρχει και κίνδυνος πτώσης για τους εργαζομένους.

Ο κίνδυνος πτώσης σε ανοικτές εκσκαφές αποτελεί έναν ακόμα σημαντικό κίνδυνο για τους εργαζομένους. Συνήθως αυτός εντοπίζεται διότι μετά από δυσμενείς καιρικές συνθήκες μπορεί να προξηνηθεί ολίσθηση του εδάφους. Θα πρέπει ο χώρος περιμετρικά της εκσκαφής να περιφράσσεται με κιγκλίδωμα για να αποφευχθεί αυτός ο κίνδυνος.

Η εργασία σε εξωτερικό χώρο δημιουργεί τους περισσότερους κινδύνους για ατύχημα. Ένας τέτοιος κίνδυνος είναι ο κίνδυνος πτώσης από ικρίωμα λόγω ανέμου. Σε περίπτωση ισχυρών ανέμων θα πρέπει να διακοπεί η εργασία στον εξωτερικό χώρο για να προφυλαχθούν οι εργαζόμενοι.

6.3 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑ Η΄ΕΚΡΗΞΗ

Ο κυριότερος κίνδυνος είναι αυτός από ανεξέλεγκτη εκτίναξη βράχου κατά την ανατίναξη. Αυτό συμβαίνει περισσότερο σε κλειστούς χώρους, όπου μπορεί να προκληθεί σπινθήρας και σε συνδυασμό με την ύπαρξη εύφλεκτων αερίων να προκληθεί ατύχημα. Από την άλλη μεριά σε ανοιχτούς χώρους ο κίνδυνος εστιάζεται στη συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

Έπειτα υπάρχει ο κίνδυνος άστοχης ανατίναξης, οποίος οφείλεται σε λάθος υπολογισμό ως προς τη θέση ανατίναξης ή σε κάποια αστοχία του ίδιου του υλικού που χρησιμοποιήθηκε για την ανατίναξη. Βέβαια πέρα από άστοχη ανατίναξη μπορεί το εκρηκτικό υλικό να ανατιναχθεί πρόωρα. Αυτός ο κίνδυνος μπορεί να προέλθει από λανθασμένο προσδιορισμό της ανατίναξης και την έλλειψη συντονισμού για τον χρόνο εκκένωσης της περιοχής από τους εργαζομένους.

Κατά τη μεταφορά επίσης των εκρηκτικών υλικών ελλοχεύει ο κίνδυνος πρόωρης ανατίναξης, σε περίπτωση που έχει γίνει κάποιο σφάλμα στην κατασκευή και την αποθήκευση τους.

Τέλος εφόσον σε κάθε μονάδα εκμετάλλευσης έχουμε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις υπάρχει ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας κατά τη χρήση μηχανημάτων είτε από καλώδια υψηλής τάσης.

6.4. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Με βάση όλους τους παραπάνω κινδύνους, αλλά και ακόμα περισσότερους, οι οποίοι μπορούν να συμβούν στην εργασιακή δραστηριότητα των μονάδων θα πρέπει κάθε μονάδα να τηρεί κάποιες οδηγίες ασφάλειας.

Επιβεβλημένη είναι η χρήση μέσων ατομικής προστασίας. Κάποια από αυτά είναι:

- το κράνος
- η ολόσωμη φόρμα
- τα προστατευτικά γάντια
- η μάσκα σκόνης
- οι ωτοασπίδες
- τα γυαλιά (goggles)

ανάλογα φυσικά και με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν αλλά και την θέση εργασίας τους κάθε εργαζομένου.

Παράλληλα με τα μέσα ατομικής προστασίας απαραίτητη είναι και η σήμανση ασφαλείας του χώρου όπως αυτή ορίζεται από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία.

Όλα αυτά είναι μέτρα ασφαλείας για να περιοριστούν οι κίνδυνοι εντός αλλά και εκτός από την μονάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Η επιφανειακή εξόρυξη στα λατομεία αδρανών υλικών έχει ορατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα στο φυσικό περιβάλλον, ειδικότερα στην περίπτωση των υπαίθριων εκμεταλλεύσεων (open pit). Παρόλα αυτά, η αναμενόμενη «βλάβη» είναι υπό προϋποθέσεις περιορισμένη, προσωρινή κι αναστρέψιμη. Οι επιπτώσεις της εξόρυξης αφορούν κυρίως στο τοπίο, τη βιοποικιλότητα, το θόρυβο και άλλες οχλήσεις για τις τοπικές κοινότητες. Επίσης είναι δυνατή η αέρια ρύπανση (έκλυση και διασπορά σκόνης ή καυσαερίων) κατά τις διάφορες φάσεις των εξορυκτικών εργασιών καθώς και -σπανιότερα- η ρύπανση των επιφανειακών και υπογείων υδάτων, λόγω αλλαγής τη κοίτης χειμάρρων ή καταστροφής του υδροφόρου ορίζοντα.

Το «περιβαλλοντικό» αποτύπωμα ενός εξορυκτικού έργου είναι δυνατόν να ελεγχθεί κι αυτό σχετίζεται με τον αποτελεσματικό σχεδιασμό, την ασφαλή λειτουργία, τη διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων και την περαιτέρω αποκατάστασή του λατομικού χώρου. Τα ληπτέα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος, συνήθως δεν στοχεύουν να εξαλείψουν τα «προβλήματα», αλλά να τα περιορίσουν σε ανεκτά επίπεδα.

Επίσης η διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων μπορεί να ελεγχθεί αν γίνεται με τρόπο ώστε α) να μην τίθεται σε κίνδυνο η ανθρώπινη υγεία β) να μην χρησιμοποιούνται μέθοδοι που μπορούν να βλάψουν το περιβάλλον, και ειδικότερα τα ύδατα, τον αέρα, το έδαφος, την πανίδα και τη χλωρίδα και γ) να μην προκαλείται όχληση από θόρυβο ή οσμές ούτε να επηρεάζεται αρνητικά το τοπίο και οι τοποθεσίες ιδιαίτερου ενδιαφέροντος ([ΚΥΑ 39624/2209/Ε103/2009 \(ΦΕΚ 2076Β/25.9.2009\)](#)), ενσωμάτωση οδηγίας 2006/21/ΕΥ, για τα απόβλητα εξορυκτικής βιομηχανίας).

Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος λόγω των επιπτώσεων από τη λατομική δραστηριότητα, αποτελεί μία σημαντική υποχρέωση του εξορύκτη, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις εγκεκριμένες μελέτες, που θα πρέπει να εκπληρώνεται

σταδιακά σε όλη τη διάρκεια λειτουργίας και σε όλες τις φάσεις της εκμετάλλευσης του κάθε λατομείου.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Άρθρο 8 του Ν.2115/93) απαιτείται η κατάθεση αρμοδίως εγγυητικής επιστολής εκπλήρωσης των υποχρεώσεων, που απορρέουν από τις εγκεκριμένες μελέτες αποκατάστασης του περιβάλλοντος. Με βάση εγκύκλιο του πρώην Υπουργείου Ανάπτυξης (Δ10-Β/Φ68/οικ.26054/15-12-97) το κόστος της αποκατάστασης του περιβάλλοντος προσδιορίζεται στις αποφάσεις Έγκρισης των Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), στις οποίες αναφέρονται α) το συνολικό κόστος αποκατάστασης που αντιστοιχεί στην συνολική επέμβαση επί του λατομικού χώρου μέχρι το πέρας της εκμετάλλευσης και β) το κόστος αποκατάστασης στο χρονικό διάστημα ισχύος της απόφασης ΕΠΟ.

Σε περίπτωση μη συμμορφώσεως του εκμεταλλευτή προς τις άνω υποχρεώσεις, η εγγυητική επιστολή καταπίπτει προς όφελος του Δημοσίου, το δε ποσό διατίθεται στις υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας για την περιβαλλοντική αποκατάσταση των λατομικών χώρων.

Οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την αποκατάσταση των θιγόμενων επιφανειών θα πρέπει να είναι ρεαλιστικές, και να συμπεριλαμβάνουν μέτρα για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος και μετά τη λήξη των εκμεταλλεύσεων. Στην περίπτωση των υπογείων εργασιών δεν υφίσταται τόσο το περιβαλλοντικό αποτύπωμα όσο ο κίνδυνος ενδεχόμενων κατολισθήσεων που είναι γνωστό, για τους παροικούντες την Ιερουσαλήμ, ότι μπορεί επίσης να ελεγχθεί.

Από τεχνικής άποψης η αποκατάσταση (Κ. Γιαννούχος, 2009) περιλαμβάνει την κατάλληλη διαμόρφωση του ανάγλυφου (μερική ή ολική επιχωμάτωση του λατομικού χώρου) ή την πλήρωση των βαθμίδων με εδαφικό υλικό ικανού πάχους, με σκοπό την αποκατάσταση και προετοιμασία των επιφανειών για την εγκατάσταση (α) της βλάστησης με φύτευση ή/και σπορά από κατάλληλα είδη (ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη) καθώς και (β) της υποδομής για τη συντήρησή της (δίκτυο άρδευσης κλπ). Οι εργασίες εγκατάστασης της βλάστησης προϋποθέτουν ότι τα υπόλοιπα έργα που σχετίζονται με τη μορφολογία του εδάφους, την ποιότητα

της φυτικής γης, τα αντιδιαβρωτικά και τη στερέωση των αποθέσεων έχουν εκτελεστεί με επιτυχία.

Όμως παράλληλα με τη φυσική αποκατάσταση, τα τελευταία χρόνια εξετάζεται με ιδιαίτερη βαρύτητα η δυνατότητα της εναλλακτικής αξιοποίησης των ανενεργών και εγκαταλειμμένων λατομικών χώρων με σκοπό τη μετεξέλιξή τους σε χώρους κοινωφελών χρήσεων (ανάπτυξη πρασίνου, ή αθλοπαιδιών, ή αναψυχής κ.α.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική αναπτύχθηκαν θέματα σχεδιασμού ενός κυκλώματος θραύσης και ταξινόμησης αδρανών υλικών. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα είδη των λατομικών ορυκτών στους οποίους αυτά εξορρύνονται αλλά και το τι μπορεί να θεωρηθεί δημόσιο λατομείο σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

Στο κεφάλαιο 2 έγινε προσπάθεια να γίνει κατανοητό τι είναι τα αδρανή υλικά, μιλήσαμε για την αγορά στην οποία απευθύνονται, τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η εκμετάλλευση τους αλλά για το ποια είναι η χρήση τους από τη στιγμή που έχει παραχθεί το τελικό προϊόν.

Στο κεφάλαιο 3 αναφερθήκαμε στο συγκρότημα θραύσης ταξινόμησης και τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Πρώτα αναλύθηκε η διαδικασία της θραύσης, τα στάδια της, τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί αλλά και τα μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούνται παρουσιάζοντας σε εικόνες παραδείγματα τους. Αυτοί οι τρόποι είναι η κρούση, η θλίψη, η διάτμηση και η τριβή. Ο βαθμός στον οποίο θα γίνει η θραύση των υλικών εξαρτάται από την κατεργασία που θέλει να επιτύχει κάθε μονάδα και τα προϊόντα που επιθυμεί να παράξει.

Κατόπιν παρουσιάστηκε η διαδικασία ταξινόμησης, δηλαδή η διαδικασία με την οποία διαχωρίζονται τα θραυσμένα υλικά ώστε να δημιουργηθούν ομάδες από κάθε μέγεθος κλάσματος, όπου σε κάθε ομάδα τα τεμάχια έχουν περίπου ίσες διαστάσεις. Τα κόσκινα είναι τα μηχανήματα τα οποία εξυπηρετούν αυτή τη διαδικασία και κάθε κατάστρωμα κοσκίνου έχει διαφορετική διάσταση πλέγματος και διαφορετικό τύπο ώστε σε κάθε κατάστρωμα να συγκρατεί το επιθυμητό μέγεθος κλάσματος.

Στο επόμενο κεφάλαιο, το κεφάλαιο 4, αναλύσαμε την διαδικασία με την οποία, εφόσον έχουμε ταξινομήσει τα θραυσμένα υλικά στις ομάδες κλάσματος τις οποίες θέλουμε, μεταφέρουμε το υλικό είτε στα φορτηγά και αυτά με τη σειρά τους στις αποθήκες όπου είναι τοποθετημένο το τελικό προϊόν, είτε γενικότερα σε

οποιαδήποτε διαδικασία θέλουμε εντός της μονάδας. Την μεταφορά αυτή την κάνουν οι λεγόμενες μεταφορικές ταινίες. Αναλύθηκε ο τρόπος με τον οποίο είναι κατασκευασμένες ώστε να αντέχουν την μεταφορά πολύ βαρέων υλικών αλλά και να συγκρατούν επάνω τους τα υλικά ώστε να μην υπάρξει ανεπιθύμητη πτώση τους κατά τη μεταφορά.

Έχοντας αναλύσει λοιπόν όλες τις διαδικασίες στο συγκρότημα θραύσης ταξινόμησης αδρανών υλικών, στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται η ροή που ακολουθεί το συγκρότημα και το πώς λειτουργεί καθημερινά μία τέτοια μονάδα. Από την εξόρυξη των υλικών, στην μεταφορά τους ώστε να γίνει η πρωτογενής θραύση έπειτα η δευτερογενής και η τριτογενής μέχρι να παραχθούν τα κλάσματα υλικού που είναι απαραίτητα, η κοσκίνιση του για την διαλογή των κλασμάτων και τέλος η μεταφορά του τελικού προϊόντος στις αποθήκες ώστε να οδηγηθεί προς πώληση.

Παράλληλα παρουσιάστηκαν οι παράμετροι οι οποίες υπάρχουν για την εκμετάλλευση μιας μονάδας αδρανών υλικών. Όλες οι παράμετροι είναι αναγκαίες ώστε να σχεδιαστεί και να μελετηθεί μία μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών, αλλά και να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικά η εξόρυξη των υλικών.

Στο κεφάλαιο 6 αυτής της διπλωματικής αναφέραμε όλους τους κινδύνους οι οποίοι μπορεί να υπάρξουν στο εργασιακό περιβάλλον μιας μονάδας. Οι πτώσεις υλικών ή εργαζομένων αποτελεί μια ομάδα κινδύνων, η κακή χρήση των μηχανημάτων αποτελεί μία δεύτερη ομάδα κινδύνων και τέλος πιθανές πυρκαγιές ή εκρήξεις μία τρίτη ομάδα πιθανών κινδύνων. Τελειώνοντας αναφέρθηκαν επιγραμματικά τα μέτρα ασφαλείας που θα πρέπει να λαμβάνουν όλες οι μονάδες για την αποφυγή των παραπάνω κινδύνων.

Στο τελευταίο κεφάλαιο μιλήσαμε για το πώς γίνεται η αποκατάσταση του χώρου των λατομείων, παρουσιάζονται και την ισχύουσα νομοθεσία γύρω από αυτό το ζήτημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΚΜΛΕ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (2016), <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=8jP1EcjPHIk%3D&tabid=296&language=el-GR> , ΥΑ 2223 ΦΕΚ 1227 14/06/11.
2. ΚΤΣ-2016, <https://www.teemag.gr/ftp/2016/fek.pdf>
3. Εφραιμίδης Χ. Ι., 1992, Τα Μέσα Εκμηχανίσεως των δομικών έργων, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.
4. Καλιαμπάκος Δημήτρης, Περιβάλλον ΙΙ, Προστασία Περιβάλλοντος στη Μεταλλευτική Δραστηριότητα, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.
5. Μενεγάκη Μ. (2010), Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων, Ε. Μ. Πολυτεχνείο.
6. Τσακαλάκης, Κ. Γ. (2018), Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος, Ε. Μ. Πολυτεχνείο, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, σελ. 350, http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1008/document/Cement_Aggregates_Concrete_Notes_November_2018.pdf
7. Α. Ζ. Φραγκίσκος (2000), Μελέτη και Κατασκευή Εργοστασίων Εμπλουτισμού Μεταλλευμάτων και Βιομηχανικών Ορυκτών, Ε. Μ. Π., http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1009/document/Sxediasmos_ergostasion_Frangiskos_Antonios_redu.pdf
8. Καλαμάρας Ε., (2012), ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ, Ε.Μ. Πολυτεχνείο, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργών http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/7347/kalamarase_technical.pdf?sequence=3

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

1. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=297&language=el-GR>
2. http://www.oryktosploutos.net/2011/01/blog-post_10.html#.VP3scPmsUas
3. <http://www.sikosrl.com/en/mineral-aggregates-processing-equipment-plants.php>

4. http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1007/document/%C8%D1%C1%D5%D3%C7-%CB%C5%C9%CF%D4%D1%C9%C2%C7%D3%C7_2018/%CA%C1%D4%C1%D4%CC%C7%D3%C7_2018.pdf [Τσακαλάκης Κ. (2018)]
5. http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1007/document/%CA%CF%D3%CA%C9%CD%C1_%C8%C5%D9%D1%C9%C1-%C5%D6%C1%D1%CC%CF%C3%C5%D3/Koskina_Theoria_2018.pdf [Τσακαλάκης Κ. (2018)]
6. http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1007/document/%CA%CF%D3%CA%C9%CD%C1_%C8%C5%D9%D1%C9%C1-%C5%D6%C1%D1%CC%CF%C3%C5%D3/%D5%F0%EF%EB%EF%E3%E9%F3%EC%FC%F2_%F4%E7%F2_%E5%F0%E9%F6%DC%ED%E5%E9%E1%F2_%EA%EF%F3%EA%DF%ED%EF%F5_%F4%F1%E9%FE%ED_--3--_%EA%E1%F4%E1%F3%F4%F1%F9%EC%DC%F4%F9%ED.pdf [Τσακαλάκης Κ. (2015)]
7. http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1007/document/%C5%C9%D3%C1%C3%D9%C3%C7_%CC%C7%D7_%D0%D1%CF%D0%C1%D1%C1%D3%CA%C5%D5%C7_%26_%C5%CC%D0%CB%CF%D5%D4%C9%D3%CC%CF%D3_%C9_%2B_%C1%D0%CF%C4%C5%D3%CC%C5%D5%D3%C7_2018/%C5%E9%F3%E1%E3%F9%E3%DE_%F3%F4%E7_%CC%E7%F7_%D0%F1%EF%F0_%26_%C5%EC%F0%EB%EF%F5%F4_%C9_Mineral_Processing_2018.pdf [Τσακαλάκης Κ. (2018)]
8. http://mycourses.ntua.gr/courses/PSTGR1115/document/%D0%E1%F1%EF%F5%F3%E9%DC%F3%E5%E9%F2_%CC%E1%E8%DE%EC%E1%F4%EF%F2/%2304_09112018_Aggregates/Adrani_DPMS_TEXNOL_YLIKON_November_2018.pdf [Τσακαλάκης Κ. (2018), Μεταπτυχιακό]
9. www.axiontek.gr
10. www.itd.gr
11. www.orykta.gr
12. www.oryktosploutos.net