

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

### Υπολογισμός μηχανημάτων (και κατασκευών) εμπλουτισμού

Κατά κανόνα τα μηχανήματα εμπλουτισμού κατασκευάζονται με τυποποιημένες διαστάσεις, που χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένο μέγεθος ή τύπο και καλύπτουν μια περιοχή δυναμικότητας, η οποία συνήθως είναι συνάρτηση του μεγέθους των τεμαχίων της τροφοδοσίας.

Οι ειδικές τυποποιημένες διαστάσεις μπορεί να διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, χωρίς αυτό να επιδρά πολύ στις αντίστοιχες δυναμικότητες.

Στα τεχνολογικά φυλλάδια κάθε μηχανήματος ο ενδιαφερόμενος βρίσκει τα απαραίτητα τεχνικά στοιχεία και με βάση τις συνισταμένες του προβλήματός του μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο μέγεθος ή τον τόπο για το μηχάνημα.

Υπάρχουν βέβαια και εξαιρέσεις, όπως π.χ. τα κόσκινα, που έχουν αντίστοιχη μεθοδολογία υπολογισμού, από την οποία καθορίζονται οι γενικές διαστάσεις που προσαρμόζονται κατόπιν στις υπάρχουσες τυποποιημένες.

Παρακάτω αναλύεται η διαδικασία υπολογισμού-επιλογής κατασκευών και μηχανημάτων εμπλουτισμού σε συνάρτηση με τα ζητούμενα του προβλήματος, είτε μέσα από μεθοδολογίες υπολογισμού είτε από πίνακες τεχνολογικών φυλλαδίων ή άλλων βοήθημάτων.

Ο υπολογισμός ή η επιλογή συνοδεύεται, αν θεωρείται απαραίτητο, από αντίστοιχο αριθμητικό παράδειγμα.

#### 1.2. Αποθήκες μεταλλεύματος και προϊόντων (Silos, bins)

Οι αποθήκες του μεταλλεύματος ή των προϊόντων αποτελούν απαραίτητα στοιχεία για τη λειτουργία αλλά και λειτουργικότητα ενός εργοστασίου εμπλουτισμού.

Ο υπολογισμός μιας αποθήκης μεταλλεύματος ή προϊόντος είναι θέμα υπολογισμού όγκου, αφού προηγουμένως έχει αποφασιστεί η θέση όπου θα τοποθετηθεί και η εξυπηρέτηση που θα προσφέρει.

Οι αποθήκες διακρίνονται σε:

- 1.2.1. Επίγειες – Το μέταλλευμα αποτίθεται επί του δαπέδου.
- 1.2.2. Εσώγειες – Κατασκευάζονται μέσα στο έδαφος και αποτελούν τον αρχικό δέκτη του εργοστασίου.
- 1.2.3. Υπέργειες – Κατασκευάζονται μέσα ή έξω από το εργοστάσιο και δέχονται ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα. Ρυθμίζουν τη λειτουργία του εργοστασίου.

Ο υπολογισμός του όγκου της αποθήκης, αφού έχει επιλεγεί το σχήμα, αποτελεί απλό γεωμετρικό πρόβλημα. Μεγαλύτερη σημασία έχει ο καθορισμός του βάρους ενός κυβικού μέτρου μεταλλεύματος που προέρχεται από την εξόρυξη ή τη θραύση.

Επειδή το επίπλησμα, δηλαδή ο όγκος που καταλαμβάνουν τα κενά μεταξύ των τεμαχίων, διαφέρει από μέταλλευμα σε μέταλλευμα, δεν είναι δυνατή η απευθείας συσχέτιση με το ειδικό βάρος του μεταλλεύματος.

Το επίπλησμα καταλαμβάνει όγκο 40% ως 50% του χώρου, δηλαδή μειώνει αντίστοιχα το ειδικό βάρος του μεταλλεύματος κατά 40-50%.

Έτσι, ένα μέταλλευμα με ειδικό βάρος 2,8 έχει ειδικό βάρος θραυσμένου από  $2,8 \times 0,6 = 1,68$  έως  $2,8 \times 0,5 = 1,4$ .

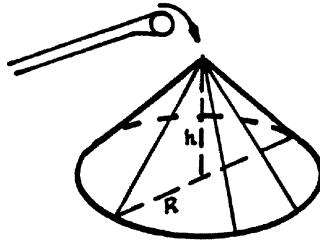
Για περισσότερη ακρίβεια ζυγίζεται το βάρος του θραυσμένου υλικού μέσα σ' ένα χώρο γνωστού όγκου.

Στον πίνακα 1.1. δίνονται διάφορες τιμές βάρους 1 m<sup>3</sup> θραυσμένου μεταλλεύματος.

**Πίνακας 1.1.**

Τιμές βάρους σε t ανά m<sup>3</sup> θραυσμένου μεταλλεύματος

| Μέταλλευμα             | Μέγεθος<br>mm | Βάρος 1 m <sup>3</sup> θραυσμένου μεταλ.<br>t |
|------------------------|---------------|-----------------------------------------------|
| Βαρύτης                | -10 + 0       | 2,4                                           |
| Αντιμονίτης            | -30           | 1,72                                          |
| Μαγνησίτης Σερπεντίνης | -3 + 0        | 1,45                                          |
| Χαλαζίας               | -3 + 0        | 1,54                                          |
| Δολομίτης              | -30           | 1,57                                          |
| Χρωμίτης               | -20           | 1,53                                          |
| Μαγνησίτης             | -20           | 1,85                                          |



Σχήμα 1.1. Όγκος κωνικής υπαίθριας απόθεσης μεταλλεύματος

### 1.2.1. Επίγειες αποθήκες

Οι επίγειες αποθήκες έχουν συνήθως κωνικό σχήμα με γωνία πρανούς ανάλογη αυτής που δίνει το συγκεκριμένο μετάλλευμα. Κι αυτό είναι στοιχείο που για περισσότερη ακρίβεια μετράται σε κάθε περίπτωση. Η γωνία πρανούς για τα μεταλλεύματα κυμαίνεται από  $40^\circ$  -  $45^\circ$ .

Ο όγκος του κώνου παρέχεται από τον τύπο:

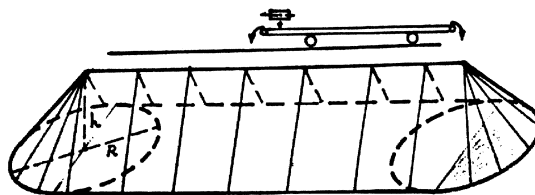
$$O_k = \frac{1}{3} \pi R^2 \cdot h \text{ m}^3 \quad (1.1)$$

όπου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.1, R είναι η ακτίνα του κύκλου, h το ύψος του κώνου.

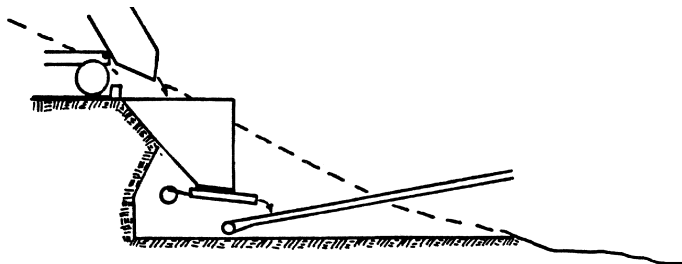
Συνήθως, από τη σχεδίαση του εργοστασίου προκύπτει το h. Σχεδιαστικά, με h γνωστό, προσδιορίζεται η ακτίνα σύμφωνα με τη γωνία πρανούς του υλικού.

Αν το πέρασ του εκφορτωτικού μέσου είναι παράλληλα μετακινούμενο, τότε στον όγκο προστίθεται και το σχηματιζόμενο πρίσμα. Ο όγκος του κώνου παραμένει ως έχει, αφού προστίθενται τα δύο ήμισυ, δηλαδή της αρχής και του πέρατος του σωρού, όπως φαίνεται στο σχ. 1.2., είναι δηλαδή  $O = O_k + O_{\pi}$  ή

$$O = \frac{1}{3} \pi R^2 \cdot h + \frac{1}{2} 2R \cdot h = \frac{1}{3} (\pi R^2 \cdot h + R \cdot h) \text{ m}^3 = Rh \left( \frac{1}{3} \pi R + 1 \right) \text{ m}^3$$



Σχήμα 1.2. Όγκος κωνικοπρισματικής υπαίθριας απόθεσης μεταλλεύματος



Σχήμα 1.3. Αποθήκη μεταλλεύματος σε κεκλιμένο έδαφος

### 1.2.2. Εσώγειες αποθήκες

Οι εσώγειες αποθήκες κατασκευάζονται για να αποτελέσουν τον αρχικό αποδέκτη του εργοστασίου από το μεταλλείο.

Επειδή δέχονται την εκφόρτωση από φορτηγά αυτοκίνητα, το επάνω χείλος βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, όπως φαίνεται στα σχ. 1.3 και 1.4.

Ο όγκος εξαρτάται από το ύψος ή το βάθος που εξυπηρετεί για την κατασκευή τους ή από τις απαιτήσεις της παραγωγής. Ο όγκος αυτός προσαρμόζεται στο τελικό σχήμα.

Ο όγκος για το σχ. 1.3, όπως φαίνεται στο σχ. 1.5(α), είναι:

$$O = \frac{1}{6} (2\alpha + \gamma) \cdot \beta \quad (\text{Όγκος οβελίσκου}) \quad (1.3)$$

και η χωρητικότητα σε τόνους =  $O \cdot \rho$  (όπου  $\rho$  το βάρος  $1 \text{ m}^3$ ).

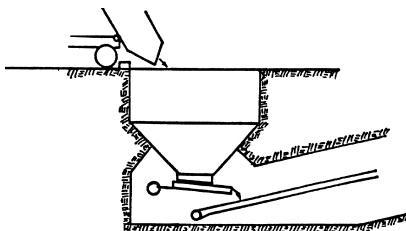
Ο όγκος για το σχήμα 1.4, με βάση το σχήμα 1.5(β), είναι:

$$O_o = O_1 + O_2$$

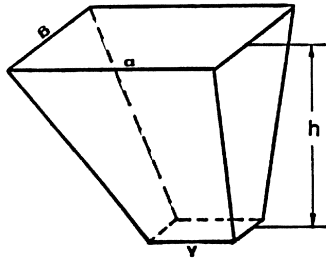
όπου  $O_o$  = ολικός όγκος

$O_1$  = όγκος τετραγώνου παραλληλεπίπεδου

$O_2$  = όγκος οβελίσκου



Σχήμα 1.4. Αποθήκη μεταλλεύματος σε οριζόντιο έδαφος



Σχήμα 1.5α. Όγκος αποθήκης σε κεκλιμένο έδαφος

Είναι δηλαδή:

$$O_o = a^2 \cdot \beta + \frac{h}{6} (2a + \gamma) \cdot a \quad (1.4)$$

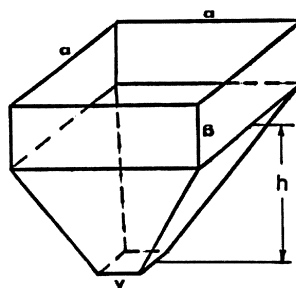
Πρέπει να σημειωθεί ότι για να ολισθαίνει απρόσκοπτα το υλικό μέσα στην αποθήκη, η γωνία του δαπέδου της πρέπει να είναι τουλάχιστο κατά 20% - 30% μεγαλύτερη από τη γωνία του πρανούς του υλικού. Μεγαλύτερες τιμές επιβάλλονται, αν το μέταλλευμα είναι λασπωμένο.

Επίσης πάντοτε πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μείωση της τιμής της δίδερης γωνίας στην τομή δύο εδρών της αποθήκης.

Στον πίνακα 1.2 δίνονται τιμές της δίδερης γωνίας σε συνάρτηση με τις γωνίες των εδρών που τη σχηματίζουν.

Για να υπάρχει ροή (ολίσθηση) του υλικού στην αποθήκη, πρέπει η δίδερη γωνία να είναι μεγαλύτερη από τη γωνία πρανούς του υλικού. Συνήθως η αναχαίτιση (κόλλημα) του υλικού αρχίζει από τη δίδερη γωνία και απλώνεται τελικά σ' ολόκληρο το χώρο της αποθήκης.

Ο στατικός υπολογισμός στις αποθήκες αυτές γίνεται για οπλισμένο σκυρόδεμα, με το οποίο και κατασκευάζονται.



Σχήμα 1.5β. Όγκος αποθήκης σε οριζόντιο έδαφος