

Οικονομοτεχνική Σύγκριση μεταξύ
Υπαιθρίου και Υπογείου Μεθόδου Εκμεταλλεύσεως
Μαρμάρου

Μ.Μενεγάκη
Αν. Καθηγήτρια

Απαιτήσεις αρχικών κεφαλαίων

- Αγορά οικοπέδων, πάγιες εγκαταστάσεις, μηχανολογικός εξοπλισμός (μόνιμος και κινητός)
- Ερευνητικές εργασίες (π.χ. γεωτρήσεις)
- Προσπελαστικά έργα
- Δοκιμαστική λειτουργία εγκαταστάσεων
- Τόκοι δανειακών κεφαλαίων
- Τρέχουσες δαπάνες λειτουργίας (κεφάλαιο κίνησης)

Στάδια οικονομοτεχνικής μελέτης

Δαπάνες για:

- Αγορά οικοπέδων
- Πάγιες εγκαταστάσεις (κτίρια, αποθήκες, σιλό)
- Προσπελαστικά έργα
- Ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό (μόνιμο και κινητό)
- Τοποθέτηση μόνιμου εξοπλισμού και βοηθητικών εγκαταστάσεων (σωληνώσεις κ.λπ.)
- Δοκιμαστική λειτουργία εγκαταστάσεων
- Οριστική τεχνική μελέτη εκμετάλλευσης
- Τόκοι κατασκευαστικής περιόδου
- Απρόβλεπτα

Μέθοδοι Εκμετάλλευσης

Υπαίθρια μέθοδος

Μέθοδος των ορθών βαθμίδων
ανοικτού ή κλειστού μετώπου



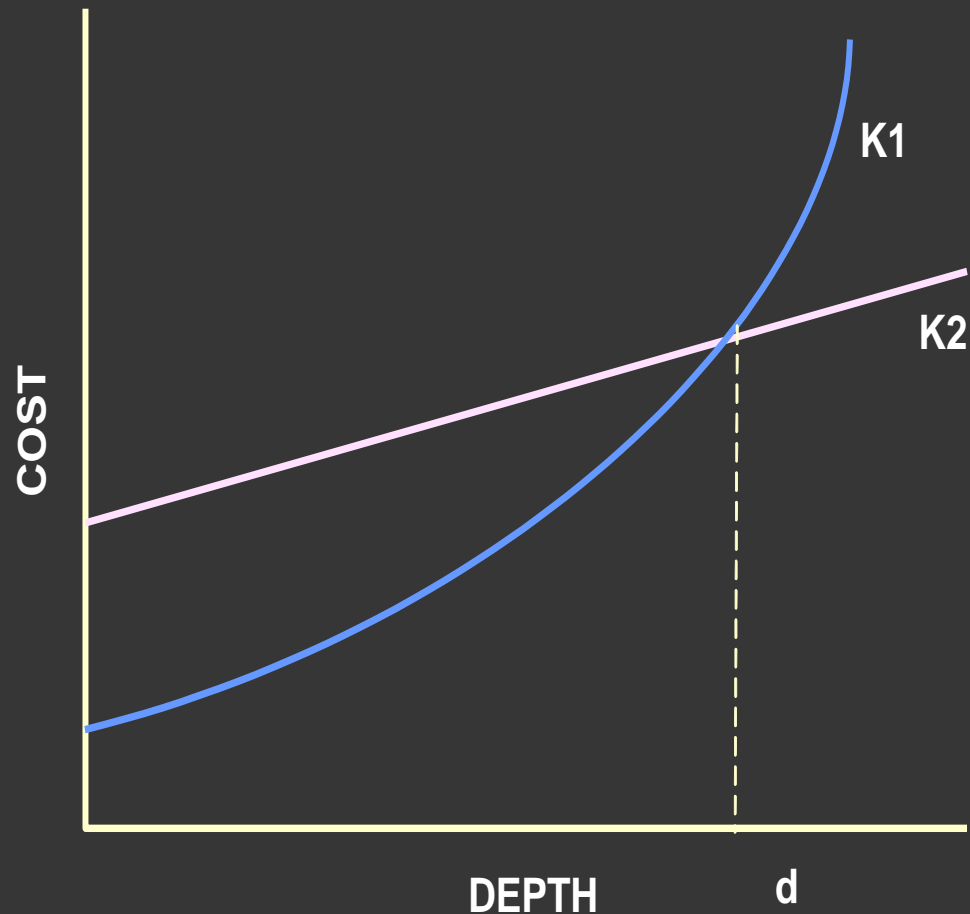
Υπόγεια μέθοδος

Μέθοδος των θαλάμων και στύλων



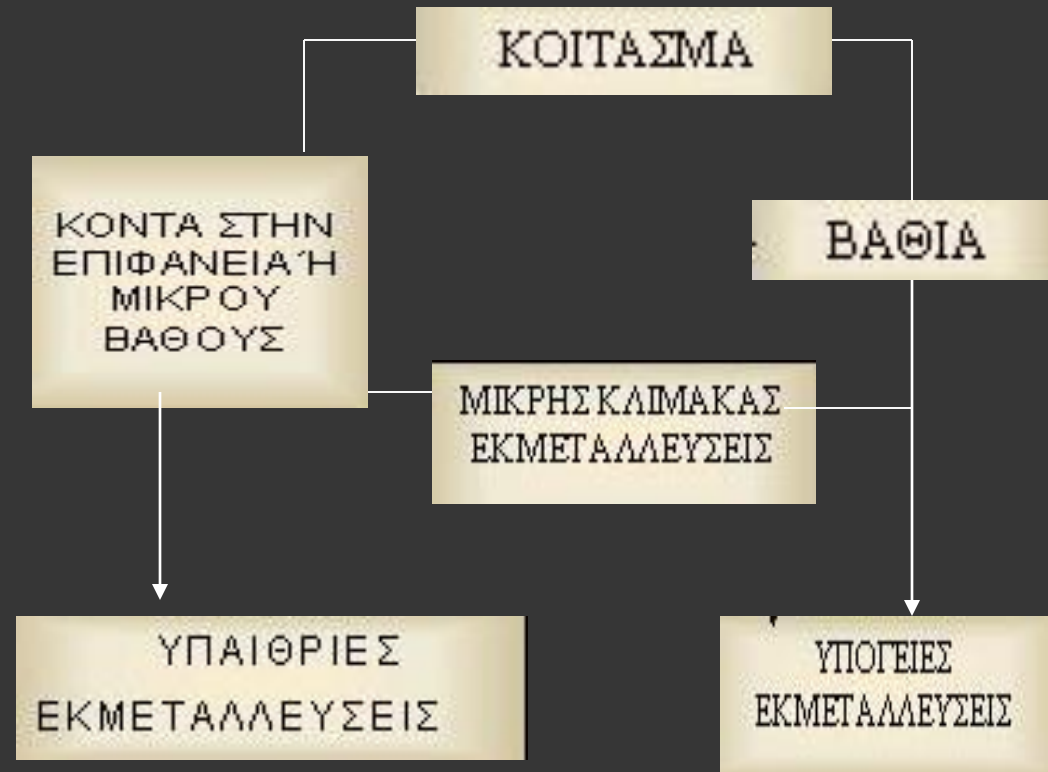
Κριτήρια Επιλογής Μεθόδου Εκμετάλλευσης

- Περιβαλλοντικοί λόγοι
- Κόστος εκμετάλλευσης
- Σχέση αποκάλυψης
- Εμπορική αξία του μαρμάρου, αποθέματα, αποληψιμότητα



Κριτήρια Επιλογής Μεθόδου Εκμετάλλευσης

- Γεωμετρία κοιτάσματος
- Μηχανικές ιδιότητες του κοιτάσματος και των περιβαλλόντων πετρωμάτων
- Τεκτονική (εναλλαγές άρρηκτου και τεκτονισμένου πετρώματος)



Μέθοδοι Εξόρυξης

Υπαίθρια εκμετάλλευση

- Μέθοδος κοπής με συρματοκοπή
- Μέθοδος παράλληλων διατρημάτων και εκρηκτικών υλών (για επίπεδο μειωμένης συνοχής – πρόσωπο)



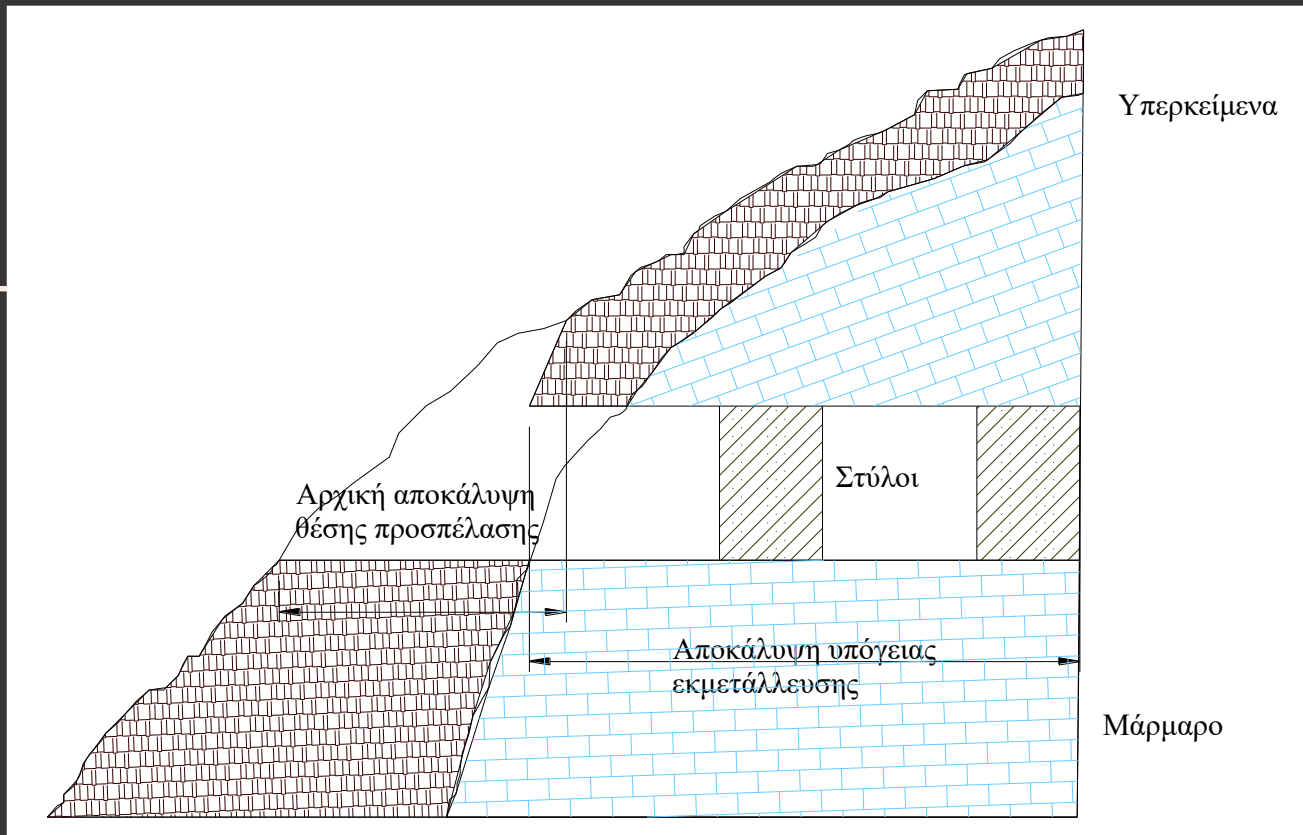
Υπόγεια εκμετάλλευση

- Μέθοδος κοπής με αλυσοπρίονο
- Μέθοδος κοπής με συρματοκοπή



Μέθοδοι Εξόρυξης

Υπόγεια εκμετάλλευση



Αρχικό Κεφάλαιο για Υπαίθρια Εκμετάλλευση

- Συρματοκοπή
- Φορτωτής
- Προωθητήρας γαιών
- Ερπυστριοφόρο διατρητικό φορείο
- Ελαστιχοφόρο διατρητικό φορείο
- Χωματοουργικά αυτοκίνητα

Αρχικό Κεφάλαιο για Υπόγεια Εκμετάλλευση

- Αλυσοπρίονο υπογείων
- Συρματοκοπή
- Φορτωτής
- Commando
- Σύστημα αερισμού, φωτισμού, άντλησης υδάτων
- Χωματοουργικά αυτοκίνητα

Ενδεικτικές τιμές αγοράς εξοπλισμού

Μηχάνημα	Κόστος αγοράς(€)	Κατάσταση μηχανήματος
Συρματοκοπή	17.000	Καινούριο
Φορτωτής	250.000	Καινούριο
Αλυσσοπρίονο υπογείων	200.000	Καινούριο
Liner	150.000	Καινούριο
Χωματοουργικό αυτοκίνητο	90.000	Μεταχειρισμένο
Νύχι	150.000	Μεταχειρισμένο
Wagon drill	35.000	Μεταχειρισμένο

Μεθοδολογία Υπολογισμού Κόστους Εξόρυξης

1. Τεχνικές παράμετροι κάθε εξορυκτικής φάσης
2. Παράγοντες που διαμορφώνουν το κόστος εξόρυξης και σχέση που τους συνδέει με τις τεχνικές παραμέτρους
3. Υπολογισμός κόστους κάθε παράγοντα ανά μέτρο διάτρησης (με WD ή Liner) και ανά m^2 κοπής (με συρματοκοπή ή αλυσοπρίονο) – σημερινές ενδεικτικές τιμές αγοράς εξοπλισμού & αναλωσίμων, παραδοχές
4. Εφαρμογή στις τυποποιημένες διαστάσεις ογκομαρμάρων που εξορύσσονται στα λατομεία Διονύσου-Πεντέλης
5. Υπολογισμός κόστους εξόρυξης για τις δεδομένες διαστάσεις
6. Αναγωγή στη μονάδα όγκου
7. Υπολογισμός ποσοστιαίας συμμετοχής κάθε παράγοντα στη διαμόρφωση του τελικού κόστους
8. Σύγκριση κόστους εξόρυξης ανά μονάδα όγκου μεταξύ των μεθόδων

Μέθοδος Κοπής με Συρματοκοπή

1.Τεχνικές παράμετροι για τη διάτρηση

- Ταχύτητα διάτρησης
- Μήκος διατρημάτων
- Αριθμός διατρημάτων
- Καθαρός χρόνος διάτρησης
- Συνολικός χρόνος διάτρησης με τις καθυστερήσεις
- Διάρκεια ζωής διατρητικών στελεχών

2.Τεχνικές παράμετροι για τη συρματοκοπή

- Ταχύτητα κοπής
- Διάσταση τομών
- Καθαρός χρόνος κοπής
- Συνολικός χρόνος κοπής με τις καθυστερήσεις
- Διάρκεια ζωής σύρματος

Παράγοντες Κόστους

- Αποσβέσεις μηχανολογικού εξοπλισμού: (WD, συρματοκοπή)
Η απόσβεση γίνεται σε 5 έτη λειτουργίας. Εξαρτάται από το κόστος κτήσης και το συνολικό χρόνο απασχόλησης κάθε μηχανήματος.
- Αναλώσιμα: (διατηρητικά στελέχη, αδαμαντοφόρο σύρμα). Εξαρτώνται από τη διάρκεια ζωής τους & τις φθοροποιές ιδιότητες του μαρμάρου
- Καύσιμα – ενέργεια, λιπαντικά:
Η επιβάρυνση λιπαντικών ανέρχεται στο 20% του συνολικού κόστους ενέργειας. Εξαρτάται από τον καθαρό χρόνο απασχόλησης κάθε μηχανήματος.
- Εργατικά: Εξαρτώνται από το συνολικό χρόνο εξόρυξης.
- Συντήρηση και επισκευή εξοπλισμού:
Το ετήσιο κόστος συντήρησης ανέρχεται στο 10% της αρχικής αξίας του μηχανήματος. Εξαρτάται από τον καθαρό χρόνο απασχόλησης κάθε μηχανήματος.
- Νερό: (για τη συρματοκοπή)

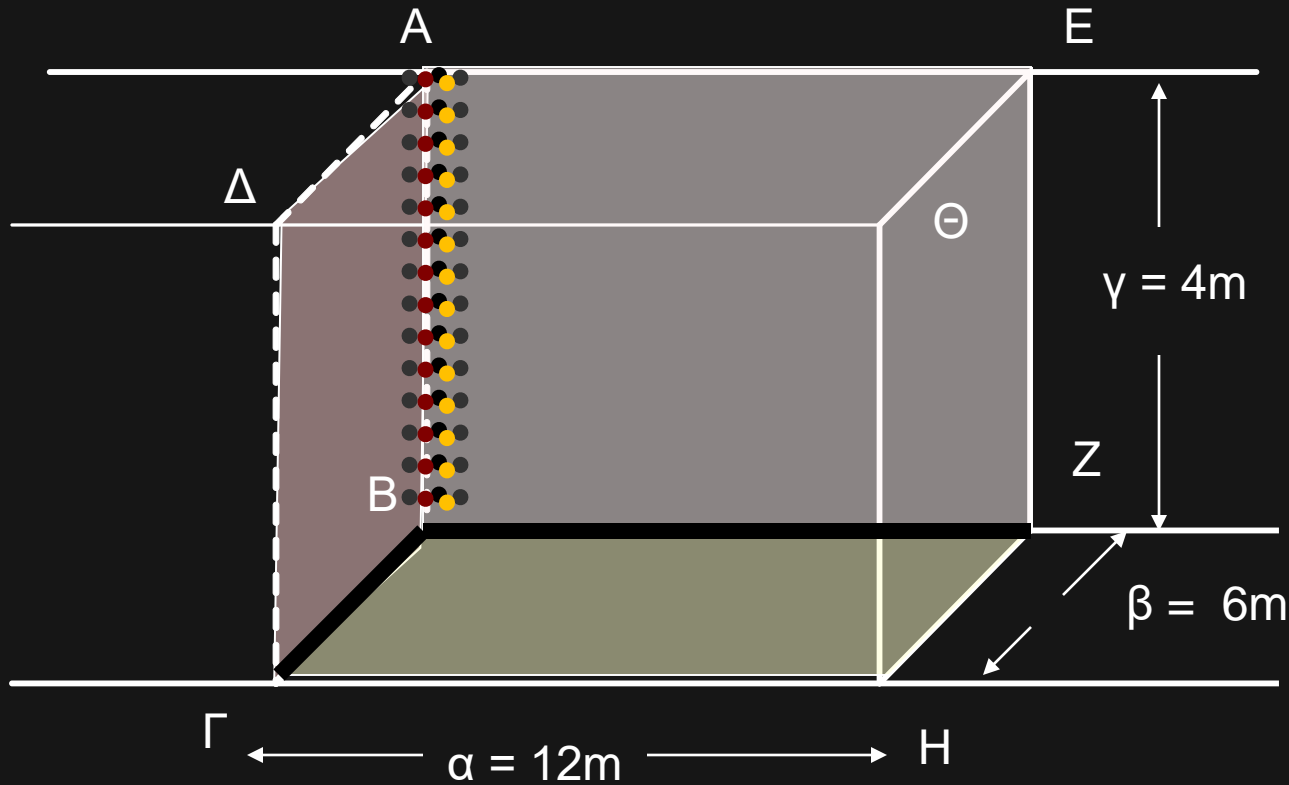
Παράγοντες Κόστους

- Αποσβέσεις μηχανολογικού εξοπλισμού: (WD, συρματοκοπή)
Αναλώσιμα: (διατρητικά στελέχη, αδαμαντοφόρο σύρμα).
- Καύσιμα – ενέργεια, λιπαντικά
Εργατικά
- Συντήρηση και επισκευή εξοπλισμού
Νερό: (για τη συρματοκοπή)

Παραδοχές

- Η διάρκεια ζωής του σύρματος των 60m είναι $\sim 3600 \text{ m}^2$ και η αναγόμευση γίνεται ανά 900 m^2 κοπής.
- Η διάρκεια ζωής των διατρητικών στελεχών είναι $\sim 1200 \text{ m}$ διάτρησης.
- Η κατανάλωση νερού ανέρχεται στα $0,6 \text{ lt/sec}$.
- Απαιτούνται 2 εργαζόμενοι καθ' όλη τη διάρκεια της εξόρυξης

Εξόρυξη με Συρματοκοπή



Συνολικό μήκος
διάτρησης 38 m

Συνολική
επιφάνεια κοπής
144 m²

Συνολικός όγκος
288 m³

Εξόρυξη με Συρματοκοπή

$$U_{\delta} = 0,33 \text{ m/min}$$



$$t_{\delta} = 38/0,33 = 115,15 \text{ min} = 1,9 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 43%

Συνολικός χρόνος διάτρησης



$$T_{\delta} = 2,7 \text{ h}$$

$$U_{\sigma} = 10 \text{ m}^2/\text{h}$$



$$t_{\sigma} = 144/10 = 14,4 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 40%

Συνολικός χρόνος συρματοκοπής



$$T_{\sigma} = 20,16 \text{ h}$$

Εξόρυξη με Συρματοκοπή

Παράγοντες	Τιμή (€)
Συρματοκοπή	17.000 €
Wagon drill	35.000 €
Αεροσυμπιεστής	15.000 €
Κόστος βιομηχανικού ρεύματος	0,075 €/KWh
Κόστος πετρελαίου	0,65 €/lt
Κόστος νερού	2,4 €/m ³
Κόστος σύρματος (60 m)	100 €/m
Κόστος πέρλας (κάθε m σύρματος έχει 27 πέρλες)	1,9 €/τεμ.
Κόστος διατρητικών στελεχών	160 €/τεμ.
Κόστος εργατικών	6,25 €/h

Παράμετροι	Τύπος υπολογισμού
Αποσβέσεις (€/m) ή (€/m ²)	$\frac{0,2 * K * T}{220 * 8 * (l)}$ ή S
Κατανάλωση πετρελαίου Wagon drill (lt/m)	13,4 lt/h * (tδ/l)
Κατανάλωση πετρελαίου αεροσυμπιεστή (lt/m)	$\frac{3500lt / yr * tδ}{220 * 8 * l}$
Αριθμός διατρητικών στελεχών για l μέτρα διάτρησης	(1/1200) * l
Ενέργεια συρματοκοπής (kwh/m ²)	Pσ (45 kwh) * τσ/S
Κατανάλωση νερού m ³ /m ²	(? m ³ /m ²)
Κατανάλωση σύρματος m/m ² κοπής	(60/3600)
Αναγόμευση σύρματος m/m ² κοπής	(60/900)
Λιπαντικά (€/m)	20%*κόστος ενέργειας
Εργατικά (εργατοώρες)	2.T/(l ή s)
Κόστος συντήρησης (€/m) ή (€/m ²)	$\frac{10% * K * T}{220 * 8 * (l)}$ ή S

Εξόρυξη με Συρματοκοπή

Παράγοντες	Τιμή (€)
Συρματοκοπή	17.000 €
Wagon drill	35.000 €
Αεροσυμπιεστής	15.000 €
Κόστος βιομηχανικού ρεύματος	0,075 €/KWh
Κόστος πετρελαίου	0,65 €/lt
Κόστος νερού	2,4 €/m ³
Κόστος σύρματος (60 m)	100 €/m
Κόστος πέρλας (κάθε m σύρματος έχει 27 πέρλες)	1,9 €/τεμ.
Κόστος διατρητικών στελεχών	160 €/τεμ.
Κόστος εργατικών	6,25 €/h

Παράμετροι	Τύπος υπολογισμού
Αποσβέσεις (για το σύνολο του όγκου)	$\frac{0,2 * K.*T}{220*8}$
Κατανάλωση πετρελαίου Wagon drill (lt)	13,4 lt/h * tδ
Κατανάλωση πετρελαίου αεροσυμπιεστή (lt)	$\frac{3500lt / yr * tδ}{220*8}$
Αριθμός διατρητικών στελεχών για I μέτρα διάτρησης	(1/1200) * I
Ενέργεια συρματοκοπής (kwh)	Pσ (45 kwh) * τσ
Κατανάλωση νερού m ³ /m ² για κοπή επιφάνειας S	(? m ³ /m ²) * S
Κατανάλωση σύρματος m/m ² για κοπή επιφάνειας S	(60/3600)*S
Αναγόμευση σύρματος m/m ² για κοπή επιφάνειας S	(60/900)*S
Λιπαντικά (€/m)	20%*κόστος ενέργειας
Εργατικά (εργατοώρες)	2.T
Κόστος συντήρησης (€)	$\frac{10% * K.*T}{220*8}$

$$\underline{0,6\text{lt/sec}=2.160 \text{ lt/hr}=2,160 \text{ m}^3/\text{hr}}$$

$$\underline{10 \text{ m}^2 \rightarrow 2,160 \text{ m}^3 \text{ οπότε } 1 \text{ m}^2 \rightarrow 0,22 \text{ m}^3 \text{ νερού/m}^3}$$

Εξόρυξη με Συρματοκοπή

Παράγοντες	Τιμή (€)
Συρματοκοπή	17.000 €
Wagon drill	35.000 €
Αεροσυμπιεστής	15.000 €
Κόστος βιομηχανικού ρεύματος	0,075 €/KWh
Κόστος πετρελαίου	0,65 €/lt
Κόστος νερού	2,4 €/m ³
Κόστος σύρματος (60 m)	100 €/m
Κόστος πέρλας (κάθε m σύρματος έχει 27 πέρλες)	1,9 €/τεμ.
Κόστος διατρητικών στελεχών	160 €/τεμ.
Κόστος εργατικών	6,25 €/h

Παράμετροι	Τύπος υπολογισμού
Αποσβέσεις (για το σύνολο του όγκου)	$\frac{0,2 * K.*T}{220*8}$
Κατανάλωση πετρελαίου Wagon drill (lt)	13,4 lt/h * tδ
Κατανάλωση πετρελαίου αεροσυμπιεστή (lt)	$\frac{3500lt / yr * tδ}{220*8}$
Αριθμός διατρητικών στελεχών για I μέτρα διάτρησης	(1/1200) * I
Ενέργεια συρματοκοπής (kwh)	Pσ (45 kwh) * τσ
Κατανάλωση νερού m ³ /m ² για κοπή επιφάνειας S	(0,22 m ³ /m ²) * S
Κατανάλωση σύρματος m/m ² για κοπή επιφάνειας S	(60/3600)*S
Αναγόμωση σύρματος m/m ² για κοπή επιφάνειας S	(60/900)*S
Λιπαντικά (€/m)	20%*κόστος ενέργειας
Εργατικά (εργατοώρες)	2.T
Κόστος συντήρησης (€)	$\frac{10% * K.*T}{220*8}$

	Wagon drill	Συρματοκοπή	Σύνολο (ανά όγκο)
Αποσβέσεις εξοπλισμού			
Ενέργεια			
	<i>Κατανάλωση πετρελαίου Wagon drill</i>		
	<i>Κατανάλωση πετρελαίου αεροσυμπιεστή</i>		
Νερό			
Αναλώσιμα			
	<i>Διατηρητικά στελέχη</i>		
	<i>Σύρμα</i>		
	<i>Αναγόμευση</i>		
Συντήρηση			
Λιπαντικά			
Εργατικά			
Σύνολο			

		Wagon drill	Συρματοκοπή	Σύνολο (ανά όγκο)
Αποσβέσεις εξοπλισμού		15,3	39	54,3
Ενέργεια		19,1	48,6	67,7
	<i>Κατανάλωση πετρελαίου Wagon drill</i>	<i>16,6</i>	<i>-</i>	
	<i>Κατανάλωση πετρελαίου αεροσυμπιεστή</i>	<i>2,5</i>	<i>-</i>	
Νερό		-	76	76
Αναλώσιμα		5	732,5	737,5
	<i>Διατηρητικά στελέχη</i>	<i>5</i>	<i>-</i>	
	<i>Σύρμα</i>	<i>-</i>	<i>240</i>	
	<i>Αναγόμευση</i>	<i>-</i>	<i>492,5</i>	
Συντήρηση		7,65	19,5	27,15
Λιπαντικά		3,8	9,7	13,5
Εργατικά		33,75	252	285,75
Σύνολο		84,6	1177,3	1261,9

Κόστος Εξόρυξης με Συρματοκοπή

Κόστος εξόρυξης όγκου 12 X 6 X 4 m³ (€ / τεμ)	Κόστος εξόρυξης ανά κυβικό μέτρο (€ / m³)
1261,9	4,38

Παράλληλα Διατρήματα και Εκρηκτικές Ύλες

1.Τεχνικές παράμετροι για τη διάτρηση

- Ταχύτητα διάτρησης (1,2m/min)
- Μήκος διατρημάτων
- Αριθμός διατρημάτων
- Απόσταση διατρημάτων 25 - 30cm
- Καθαρός χρόνος διάτρησης
- Συνολικός χρόνος διάτρησης με τις καθυστερήσεις
- Διάρκεια ζωής διατρητικών στελεχών

2.Τεχνικές παράμετροι για τη γόμωση

- Μήκος εκρηκτικής θρυαλλίδας
- Χρόνος γόμωσης (2min / διάτρημα)
- Μήκος θρυαλλίδας ασφαλείας ανά έκρηξη (1m)
- Αριθμός καψυλλίων ανά έκρηξη (1τεμ.)

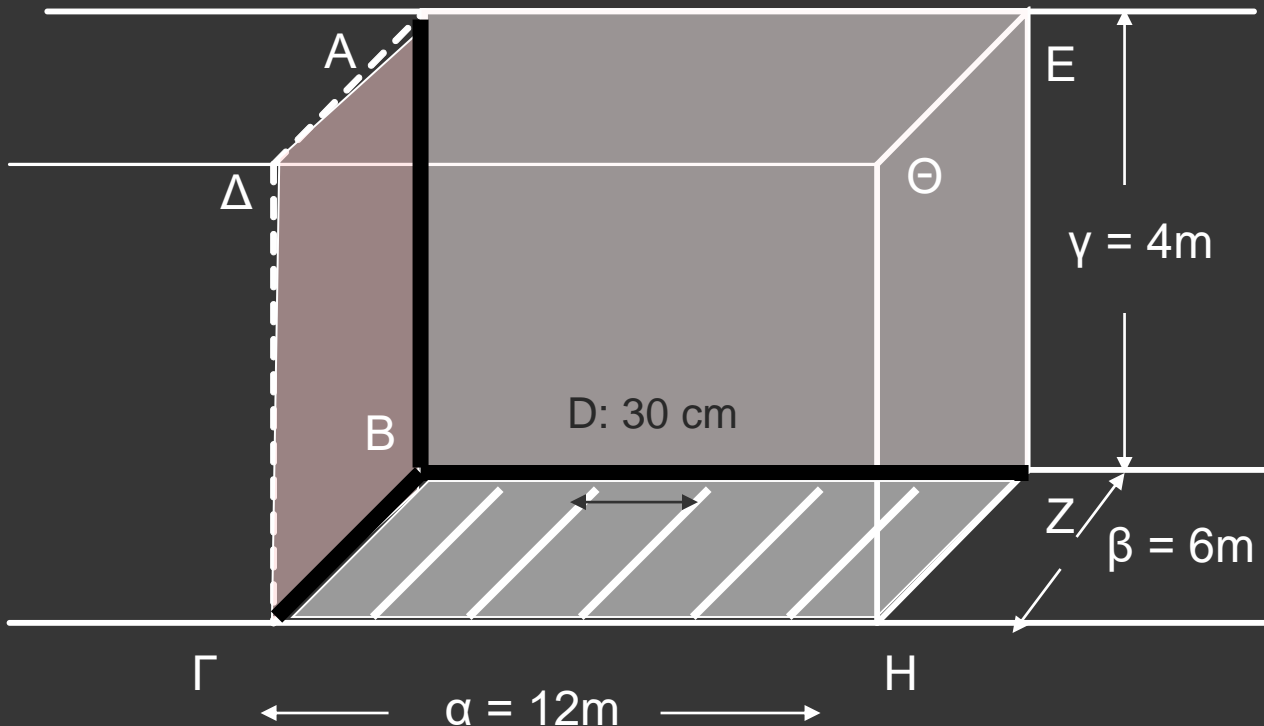
Παράγοντες Κόστους

- Αποσβέσεις μηχανολογικού εξοπλισμού: (liner)
Η απόσβεση γίνεται σε 5 έτη λειτουργίας
- Αναλώσιμα: (διατρητικά στελέχη)
- Εκρηκτικές ύλες και μέσα εναύσεως
- Καύσιμα – ενέργεια, λιπαντικά: 20% του συνολικού κόστους ενέργειας
- Εργατικά
- Συντήρηση και επισκευή εξοπλισμού: 10% της αρχικής αξίας του μηχανήματος

Παραδοχές

- Η διάρκεια ζωής των διατρητικών στελεχών είναι ~1200 m διάτρησης
- Στο μήκος της εκρηκτικής θρυαλλίδας συνυπολογίζεται η αναδίπλωσή της κατά 30 cm στον πυθμένα του διατρήματος, ένα προεξέχον τμήμα 20 cm και το μήκος της γραμμής πυροδοτήσεως (μήκος όγκου + 0,3 m).
- Η θρυαλλίδα ασφαλείας για την έναυση έχει μήκος 1 m
- Απαιτείται 1 καψύλλιο ανά έκρηξη
- Απαιτούνται 2 εργαζόμενοι καθ' όλη τη διάρκεια της εξόρυξης

Εξόρυξη με συνδυασμένη χρήση συρματοκοπής - εκρηκτικών υλών



Συνολικό μήκος
διάτρησης με WD
38m

Συνολική
επιφάνεια κοπής
72m²

Σύνολο
διατρημάτων: 39
Συνολικό μήκος
διάτρησης με liner
234m

Μήκος θρυαλλίδας: $39 * (6 + 0,5) + 12 + 0,3$
Συνολικό μήκος θρυαλλίδας: 265.8 m

Συνολικός όγκος
288 m³

Εξόρυξη με συνδυασμένη χρήση συρματοκοπής - εκρηκτικών υλών

$$U_{\delta} = 0,33 \text{ m/min}$$



$$t_{\delta} = 38/0,33 = 115,15 \text{ min} = 1,9 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 43%

Συνολικός χρόνος διάτρησης



$$T_{\delta} = 2,7 \text{ h}$$

$$U_{\sigma} = 10 \text{ m}^2/\text{h}$$



$$t_{\sigma} = 72/10 = 7,2 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 40%

Συνολικός χρόνος συρματοκοπής



$$T_{\sigma} = 10,08 \text{ h}$$

$$U_{\delta_L} = 1,2 \text{ m/min}$$



$$t_{\delta_L} = 234/1,2 = 195 \text{ min} = 3,25 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 33%

Συνολικός χρόνος διάτρησης με Liner



$$T_{\delta_L} = 4,32 \text{ h}$$

$$T_{\gamma} = 2 \text{ min/ διάτρημα}$$



$$T_{\gamma} = 78 \text{ min} = 1,3 \text{ h}$$

Εξόρυξη με συνδυασμένη χρήση συρματοκοπής - εκρηκτικών υλών

Παράγοντες	Τιμή (€)
Συρματοκοπή	17.000 €
Wagon drill	35.000 €
Αεροσυμπιεστής	15.000 €
Liner	150.000 €
Κόστος βιομηχανικού ρεύματος	0,075 €/KWh
Κόστος πετρελαίου	0,65 €/lt
Κόστος νερού	2,4 €/m ³
Κόστος σύρματος (60 m)	100 €/m
Κόστος πέρλας (κάθε m σύρματος έχει 27 πέρλες)	1,9 €/τεμ.
Κόστος διατρητικών στελεχών	160 €/τεμ.
Κόστος θρυαλλίδας	0,15 €/m
Κόστος καψυλλίων	0,15 €/τεμ
Κόστος εργατικών	6,25 €/h

Παράμετροι	Κόστος ανά m ή m ²
Αποσβέσεις (€/m) ή (€/m ²)	$\frac{0,2 * K * T}{220 * 8 * (lorS)}$
Κατανάλωση πετρελαίου Wagon drill (lt/m)	13,4 lt/h * (tδ/l)
Κατανάλωση πετρελαίου αεροσυμπιεστή (lt/m)	$\frac{3500lt / yr * t\delta}{220 * 8 * (l)}$
Κατανάλωση πετρελαίου liner	37 lt/h*(tδ/l)
Αριθμός διατρητικών στελεχών	(1/1200)
Ενέργεια συρματοκοπής (kwh/m ²)	Pσ (45 kwh)* τσ / S
Κατανάλωση νερού m ³ /m ² κοπής	(0,22 m ³ /m ²)
Κατανάλωση σύρματος m/m ² κοπής	60/3600
Αναγόμωση σύρματος m/m ² κοπής	60/900
Λιπαντικά (€/m)	20%*κόστος ενέργειας
Εργατικά (εργατοώρες /m)	2.T/l
Κόστος συντήρησης (€/m) ή (€/m ²)	$\frac{10% * K * T}{220 * 8 * (lorS)}$

	Wagon drill	Συρματοκοπή	Liner	Σύνολο (ανά όγκο)
<u>για το σύνολο του όγκου</u>				
Αποσβέσεις εξοπλισμού	15,3	19,47	73,64	108,4
Ενέργεια	19,1	24,3	78,16	121,56
<i>Κατανάλωση Wagon drill</i>	<i>16,6</i>	<i>-</i>		
<i>Κατανάλωση αερ/στή</i>	<i>2,5</i>	<i>-</i>		
<i>Κατανάλωση Liner</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>78,16</i>	
Νερό	<i>-</i>	38,2	<i>-</i>	38,2
Αναλώσιμα	5	366,24	71,37	441,61
<i>Διατηρητικά στελέχη</i>	<i>5</i>	<i>-</i>	<i>31,2</i>	
<i>Σύρμα</i>	<i>-</i>	<i>120</i>	<i>-</i>	
<i>Αναγόμωση</i>	<i>-</i>	<i>246,24</i>	<i>-</i>	
<i>Εκρηκτική θρυαλλίδα</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>39,87</i>	
<i>Θρυαλλίδα ασφαλείας</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>0,15</i>	
<i>Καψύλλιο</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>0,15</i>	
Συντήρηση	7,65	9,74	36,82	54,21
Λιπαντικά	3,8	4,86	15,63	24,29
Εργατικά	33,75	126	70,25	230
Σύνολο	84,6	588,63	345,87	1019,1

Κόστος Εξόρυξης με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής
& Εκρηκτικών Υλών

<p>Κόστος εξόρυξης όγκου 12 X 6 X 4 m³ (€ / τεμ)</p>	<p>Κόστος εξόρυξης ανά κυβικό μέτρο (€ / m³)</p>
<p>1019,1</p>	<p>3,54</p>

Μέθοδος Κοπής με Αλυσοπρίονο

Τεχνικές παράμετροι για την κοπή

- Διάσταση τομών
- Ταχύτητα κοπής ($2\text{m}^2/\text{h}$)
- Καθαρός χρόνος κοπής
- Συνολικός χρόνος κοπής με τις καθυστερήσεις
- Διάρκεια ζωής αλυσίδας αλυσοπρίονου

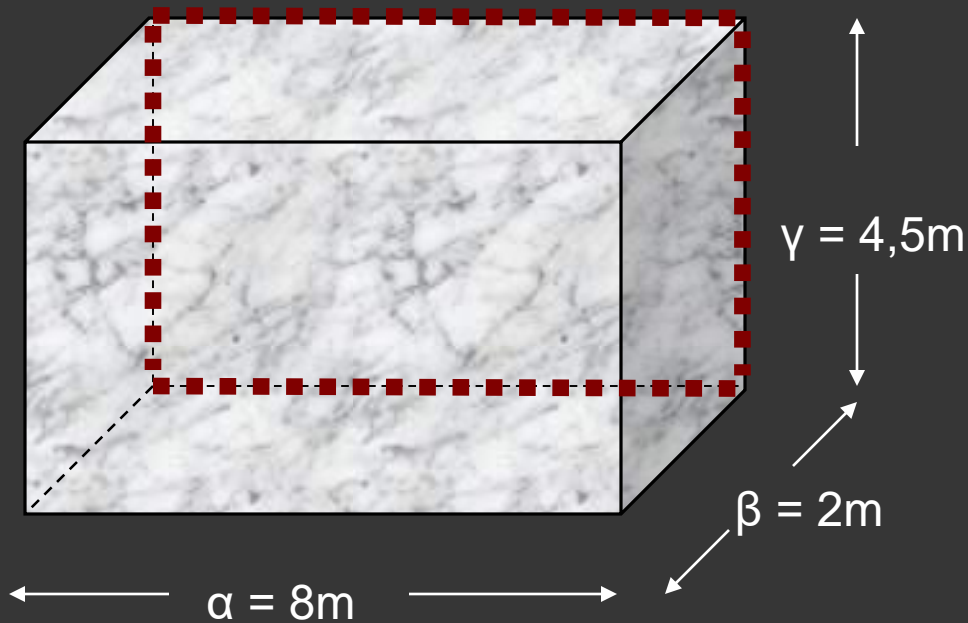
Παράγοντες Κόστους

- Αποσβέσεις μηχανολογικού εξοπλισμού: (Αλυσοπρίονο)
Η απόσβεση γίνεται σε 5 έτη λειτουργίας
- Αναλώσιμα: (Αλυσίδα αλυσοπρίονου, βιομηχανικά διαμάντια και τα στελέχη αυτών)
- Καύσιμα – ενέργεια, λιπαντικά:
Η επιβάρυνση λιπαντικών ανέρχεται στο 20% του συνολικού κόστους ενέργειας.
- Εργατικά
- Συντήρηση και επισκευή εξοπλισμού:
Το ετήσιο κόστος συντήρησης ανέρχεται στο 10% της αρχικής αξίας του μηχανήματος.

Παραδοχές

- Η διάρκεια ζωής της αλυσίδας είναι ~2500 m² κοπής
- Η επιβάρυνση λιπαντικών ανέρχεται στο 20% του συνολικού κόστους ενέργειας
- Απαιτούνται 2 εργαζόμενοι καθ' όλη τη διάρκεια της εξόρυξης

Εξόρυξη με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής & Αλυσοπρίονου

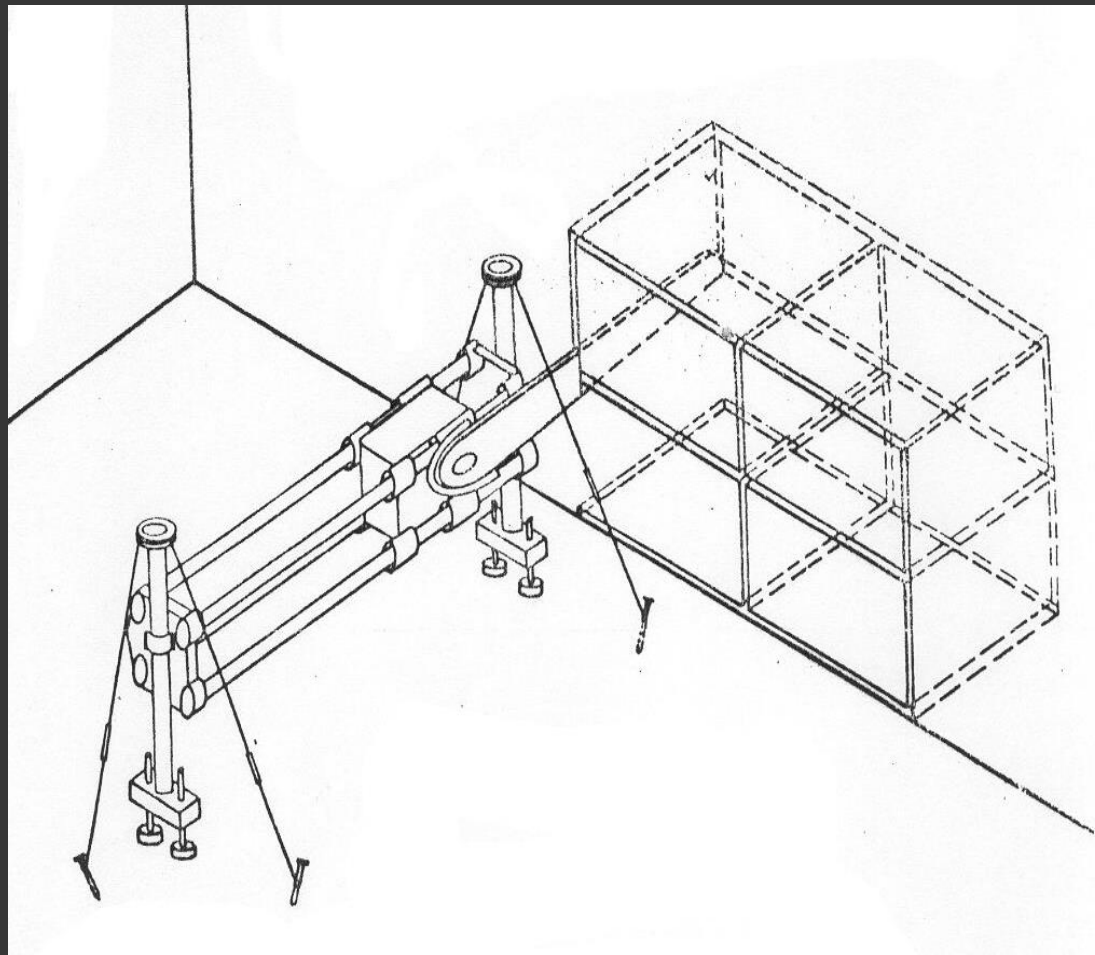


Συνολική επιφάνεια
κοπής με αλυσοπρίονο
 50m^2

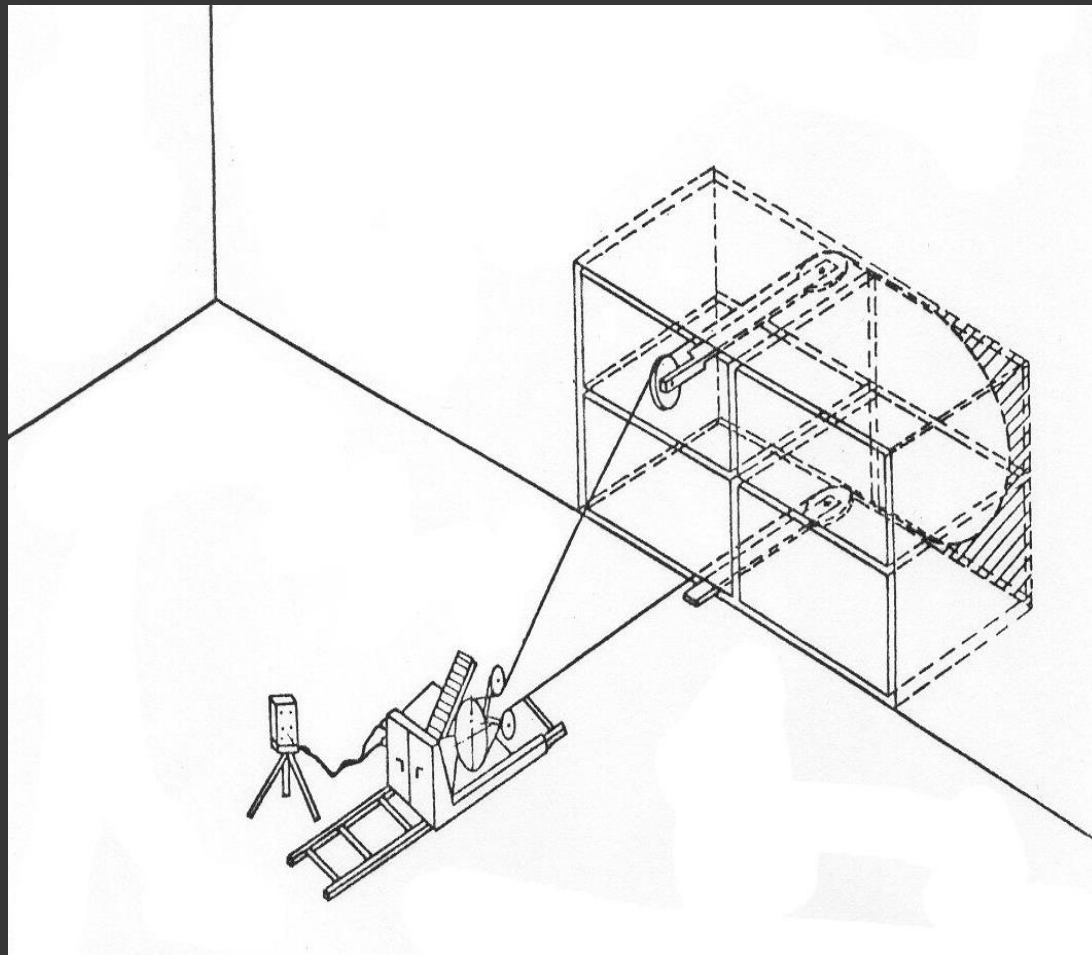
Συνολική επιφάνεια
κοπής με συρματοκοπή
 36m^2

Συνολικός όγκος 72 m^3

Εξόρυξη με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής & Αλυσοπρίονου



Εξόρυξη με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής & Αλυσοπρίονου



Εξόρυξη με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής & Αλυσοπρίονου



Εξόρυξη με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής & Αλυσοπρίονου



Εξόρυξη με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής & Αλυσοπρίονου

$$U_{\alpha} = 2 \text{ m}^2/\text{h}$$



$$t_{\alpha} = 50/2 = 25 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 40%

Συνολικός χρόνος αλυσοπρίονου  $T_{\alpha} = 35 \text{ h}$

$$U_{\sigma} = 10 \text{ m}^2/\text{h}$$



$$t_{\sigma} = 36/10 = 3,6 \text{ h}$$

Χρόνος καθυστερήσεων: + 40%

Συνολικός χρόνος συρματοκοπής  $T_{\sigma} = 5,1 \text{ h}$

Εξόρυξη με συνδυασμένη χρήση συρματοκοπής - αλυσοπρίονου

Παράγοντες	Τιμή (€)
Συρματοκοπή	17.000 €
Αλυσοπρίονο	200.000 €
Κόστος βιομηχανικού ρεύματος	0,075 €/KWh
Κόστος νερού	2,4 €/m ³
Κόστος σύρματος (60 m)	100 €/m
Κόστος πέρλας (κάθε m σύρματος έχει 27 πέρλες)	1,9 €/τεμ.
Κόστος αναλωσίμων αλυσίδας	6728 €/τεμ.
Κόστος εργατικών	6,25 €/h

Παράμετροι	Κόστος ανά m ή m ²
Αποσβέσεις (€/m) ή (€/m ²)	$\frac{0,2 * K.*T}{220*8*(lorS)}$
Ενέργεια συρματοκοπής (kwh/m ²)	$P_{\sigma} * t_{\sigma} / S$
Ενέργεια αλυσοπρίονου (kwh/m ²)	$P_{\rho} (60kwh) * t_{\rho} / S$
Κατανάλωση νερού m ³ /m ² κοπής	(0,22 m ³ /m ²)
Κατανάλωση σύρματος m/m ² κοπής	60/3600
Αναγόμευση σύρματος m/m ² κοπής	60/900
Λιπαντικά (€/m)	20%*κόστος ενέργειας
Εργατικά (εργατοώρες /m)	2.T/l
Κόστος συντήρησης (€/m) ή (€/m ²)	$\frac{10% * K.*T}{220*8*(lorS)}$

$$\frac{0,2 * K.*T}{220*8*(lorS)}$$

		Αλυσοπρίονο	Συρματοκοπή	Σύνολο (ανά όγκο)
Αποσβέσεις εξοπλισμού		795,45	9,85	805,31
Ενέργεια		112,5	12,15	124,65
Νερό		-	19,01	19,01
Αναλώσιμα		134,56	183,12	317,68
	<i>Αλυσίδα</i>	<i>134,56</i>	-	
	<i>Σύρμα</i>	-	<i>60</i>	
	<i>Αναγόμεωση</i>	-	<i>123,12</i>	
Συντήρηση		397,73	4,93	402,65
Λιπαντικά		22,50	2,43	24,93
Εργατικά		437,5	63,75	501,25
Σύνολο		1900,24	295,24	2195,48

Κόστος Εξόρυξης με Συνδυασμένη χρήση Συρματοκοπής
& Αλυσοπρίονου

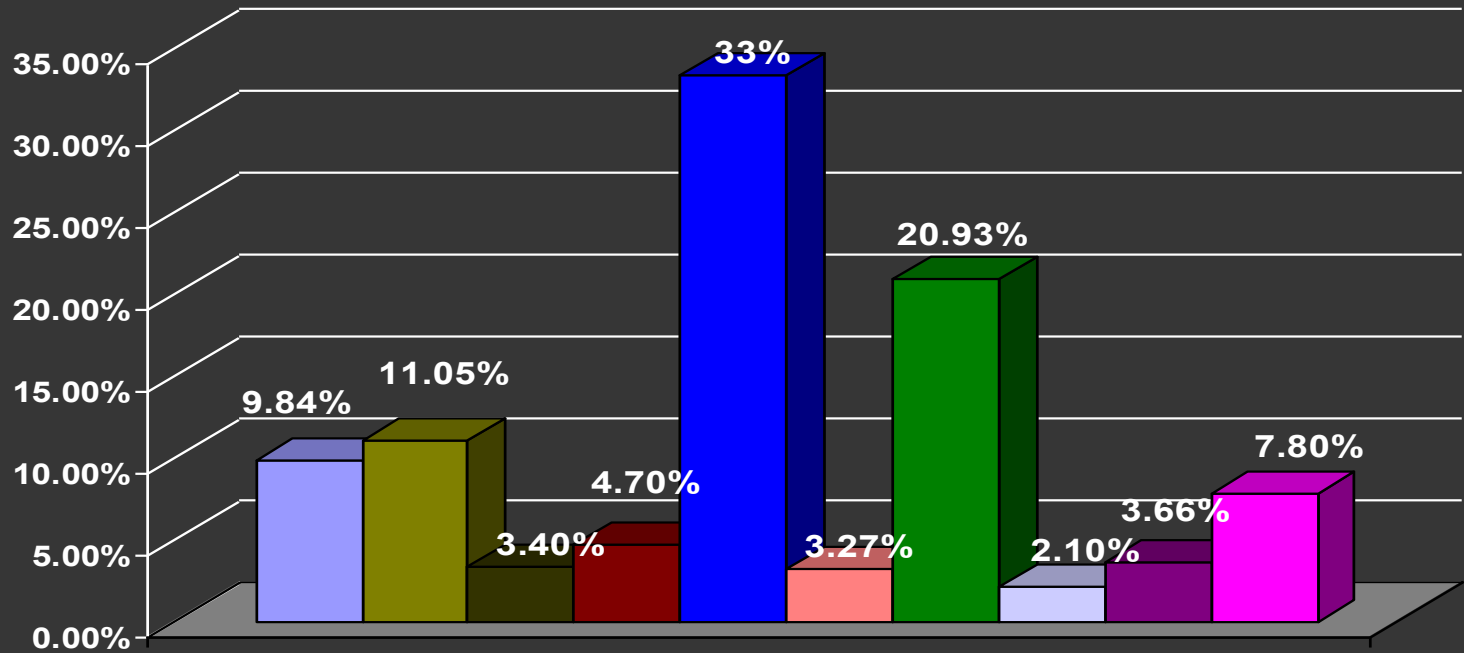
**Κόστος εξόρυξης όγκου
8 X 2 X 4,5
(€ / τεμ)**

2195,48

**Κόστος εξόρυξης ανά
κυβικό μέτρο
(€ / m³)**

30,5

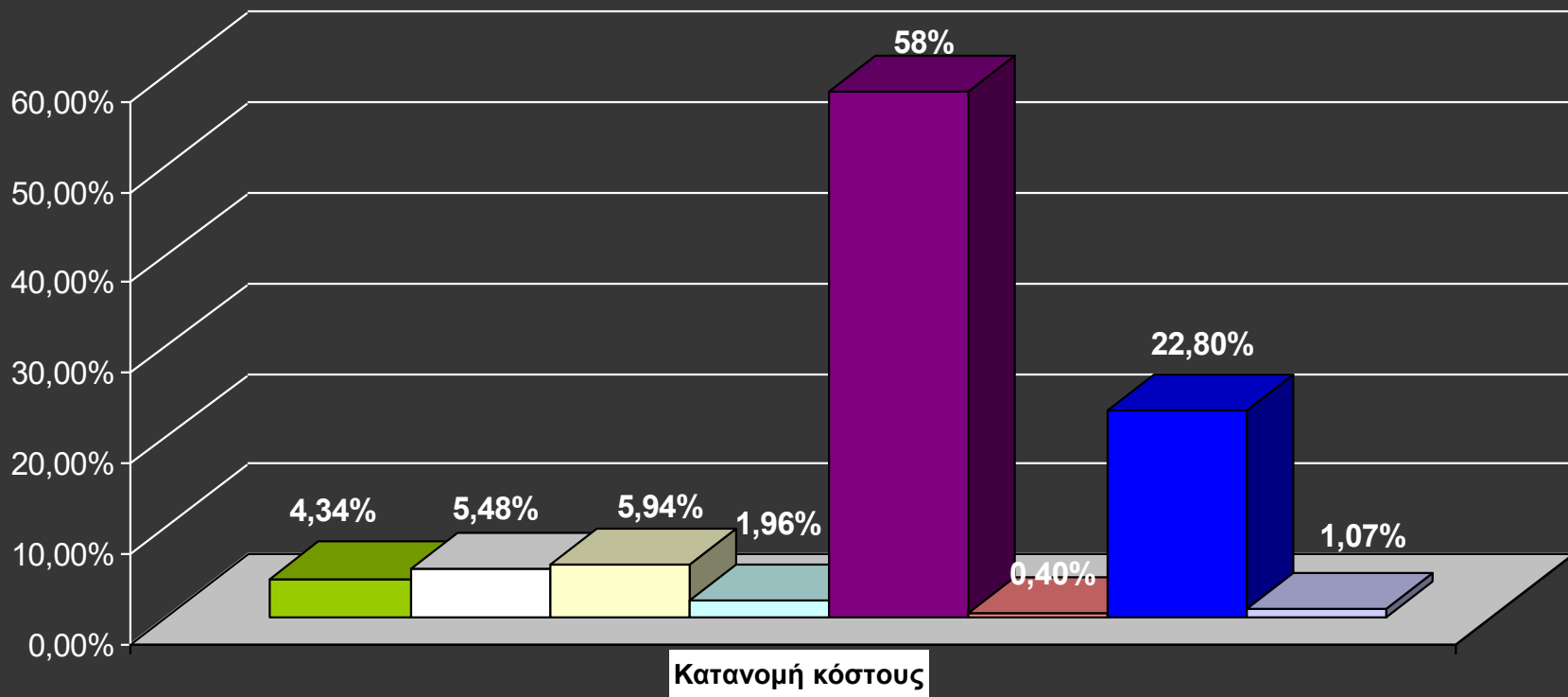
Ποσοστιαία συμμετοχή κάθε παράγοντα στη διαμόρφωση τελικού κόστους



Κατανομή κόστους

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| ■ Αποσβέσεις | ■ Κόστος ενέργειας |
| ■ Κόστος νερού | ■ Κόστος συντήρησης |
| ■ Αλλαγή & αναγόμωση σύρματος | ■ Κόστος διατρητικών στελεχών |
| ■ Εργατικά | ■ Λιπαντικά |
| ■ Κόστος εκρηκτικής θρυαλλίδας | ■ Κόστος μέσων εναύσεως |

Ποσοστιαία συμμετοχή κάθε παράγοντα στη διαμόρφωση τελικού κόστους



■ Αποσβέσεις

■ Κόστος νερού

■ Αλλαγή & αναγόμωση σύρματος

■ Εργατικά

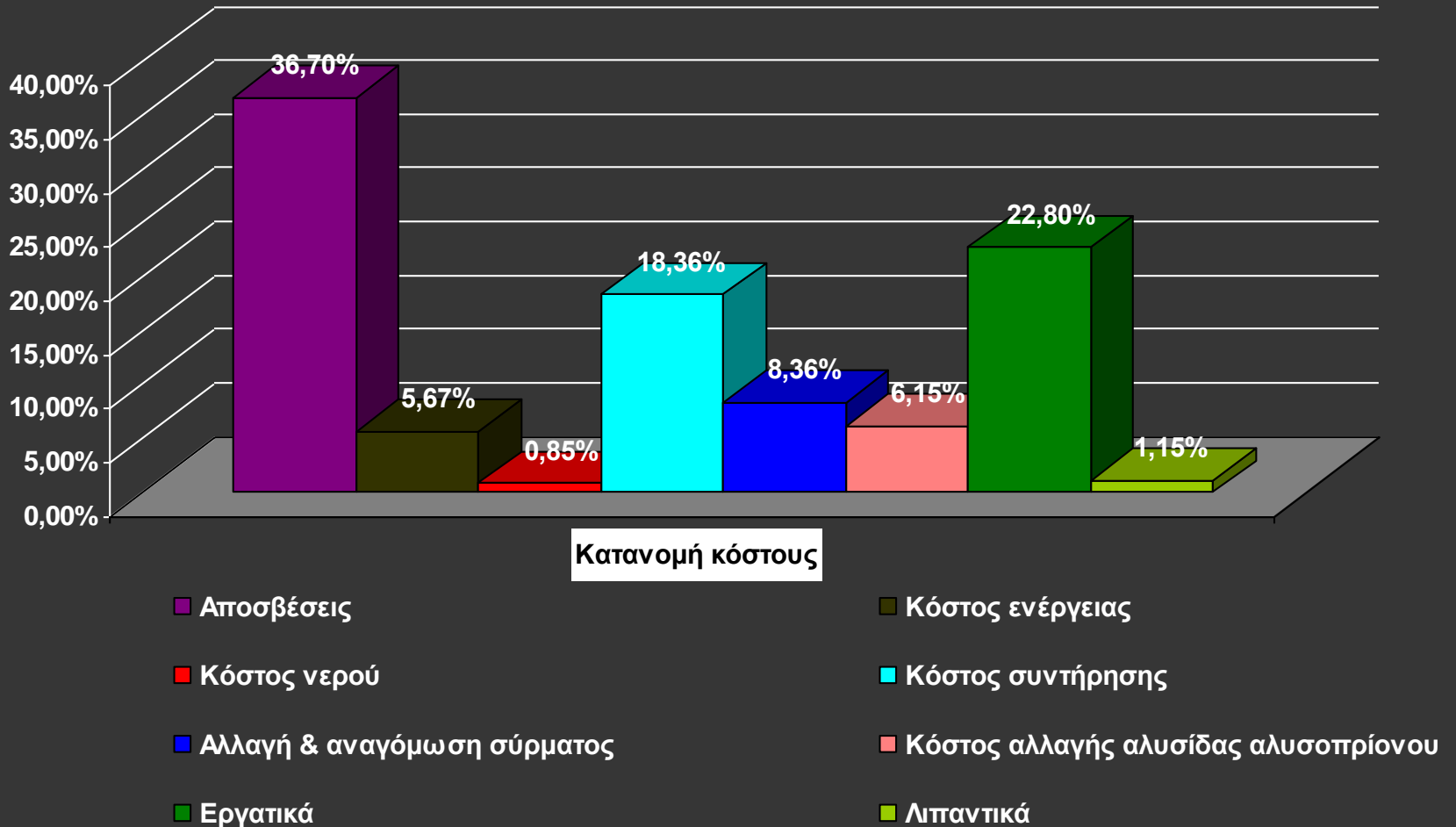
■ Κόστος ενέργειας

■ Κόστος συντήρησης

■ Κόστος διατρητικών στελεχών

■ Λιπαντικά

Ποσοστιαία συμμετοχή κάθε παράγοντα στη διαμόρφωση τελικού κόστους



Συγκριτικά Αποτελέσματα Κόστους για τις δύο Μεθόδους
Εκμετάλλευσης

	Υπαίθρια Μέθοδος		Υπόγεια Μέθοδος
Μέθοδος εξόρυξης	Συρματοκοπή	Συρματοκοπή – εκρηκτικές ύλες	Συρματοκοπή - αλυσοπρίονο
Κόστος εξόρυξης ανά μονάδα όγκου προϊόντος μαρμάρου	4,38	3,54	30,5

Συμπεράσματα

- Το κόστος εξόρυξης με υπόγεια εκμετάλλευση προκύπτει περίπου πολλαπλάσιο του κόστους εξόρυξης με υπαίθρια μέθοδο
- Το κόστος εξόρυξης με υπόγεια μέθοδο επιβαρύνεται λόγω χρήσης αλυσοπρίονου το οποίο έχει υψηλό κόστος κτήσης και χαμηλή απόδοση
- Το κόστος εξόρυξης με συρματοκοπή κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα λόγω χαμηλού κόστους κτήσης και υψηλής απόδοσης του μηχανήματος
- Το κόστος εξόρυξης με εκρηκτικές ύλες μπορεί να παρουσιάσει μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες
- Το κόστος εξόρυξης με μηχανικά μέσα είναι δύσκολο να υπολογιστεί
- Στο κόστος της υπόγειας εκμετάλλευσης θα πρέπει να συνυπολογιστεί ένα επιπλέον κόστος υποστήριξης και ελέγχου ευστάθειας οροφής & στύλων, φωτισμού, αερισμού και άντλησης υδάτων

Το κόστος μπορεί να διαφοροποιηθεί λόγω αστάθμητων παραγόντων