

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ**Ελαχιστοποίηση του κόστους ή
Μεγιστοποίηση της παραγόμενης αξίας****Πρόλογος**

Η παραδοσιακή προσέγγιση για τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων της εξόρυξης με χρήση εκρηκτικών (ανατίναξη), εστιάζει στην ελαχιστοποίηση του κόστους ανά τόνο εξορυγμένου υλικού και αγνοεί την επίδραση των αποτελεσμάτων της ανατίναξης σε διεργασίες που ακολουθούν, όπως φόρτωση & μεταφορά - θραύση & ταξινόμηση κλπ, αλλά και σε άλλες κρίσιμες παραμέτρους όπως το βαθμό αποδέσμευσης.

Επίσης, συνήθως δεν λαμβάνει υπόψη την αξία του τελικού προϊόντος.

Στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται μια διαφορετική προσέγγιση (ολιστική) στο πρόβλημα της βελτιστοποίησης, μέσα από παρουσίαση συγκεκριμένου παραδείγματος.

Από την παρουσίαση αποδεικνύεται ότι:

- η ελαχιστοποίηση του κόστους εξόρυξης δεν οδηγεί σε βέλτιστη λύση
- για να επιτευχθεί η βέλτιστη λύση, είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητή η επίδραση των επιμέρους διαδικασιών μεταξύ τους
- η παραδοσιακή προσέγγιση δεν μπορεί να οδηγήσει σε μεγιστοποίηση των κερδών της εκμετάλλευσης, που είναι ο κύριος στόχος κάθε μεταλλευτικής επιχείρησης, αφού δεν υπάρχει καν η ιδέα της αύξησης του κόστους μιας επιμέρους διαδικασίας ώστε να αυξηθεί η συνολική κερδοφορία
- το κόστος για ορισμένες διαδικασίες πρέπει να αυξηθεί, ώστε τελικά να μειωθεί το συνολικό κόστος ή/και να αυξηθούν τα έσοδα της εκμετάλλευσης.

Στην ολιστική προσέγγιση κάθε *επιμέρους διαδικασία βελτιστοποιείται με την προσεκτική εξέταση των επιπτώσεων της τόσο στο κόστος όλων των διεργασιών που ακολουθούν, αλλά και στη συνολική κερδοφορία.*

Εισαγωγή

Σε όλες τις εργασίες εξόρυξης οι γεωλογικοί σχηματισμοί υποβάλλονται σε διάφορες διαδικασίες, όπως διάτρηση – γόμωση - ανατίναξη – δευτερογενής θραύση όγκων στο μέτωπο εξόρυξης - φόρτωση – μεταφορά – θραύση – ταξινόμηση – λειοτρίβηση - εμπλουτισμός κλπ, με απώτερο στόχο την «αποδέσμευση» του χρήσιμου συστατικού (μετάλλευμα), ώστε τελικά να έχουμε ένα εμπορεύσιμο προϊόν.

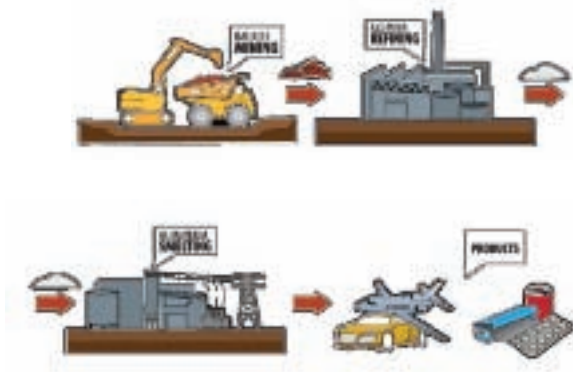


Για απλοποίηση της παρουσίασης θεωρούμε ότι οι παραπάνω διαδικασίες ομαδοποιούνται σε τρεις διακριτές φάσεις:

- την εξόρυξη και το διαχωρισμό του μεταλλεύματος από το μητρικό πέτρωμα (στείο υλικό) στη φυσική τους θέση (in-situ)
- τη φόρτωση και μεταφορά των υλικών εξόρυξης

- τη μετατροπή των υλικών της εξόρυξης, με απλές μη χημικές μεθόδους (μηχανική προ-παρασκευή & εμπλουτισμός) σ' ένα τελικό προϊόν υψηλής αξίας, όπως πχ άνθρακας ή κάποιο μέταλλευμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις αντί του μεταλλεύματος, ένα ενδιάμεσο προϊόν (συμπύκνωμα) μπορεί να αποτελέσει το τελικό προϊόν.

Τέλος ακολουθεί η μεταλλουργική κατεργασία (χημική ή/και θερμική) του «προϊόντος της εξορυκτικής δραστηριότητας», ώστε τελικά να προκύψει το χρήσιμο υλικό (πχ χαλκός, αλουμίνιο, χρυσός κλπ). Η τελική αυτή φάση δεν θα μας απασχολήσει στην παρούσα ανάλυση.



Είναι προφανές πως η αξία που δημιουργείται ανά τόνο εξορυγμένου μεταλλεύματος, είναι η διαφορά μεταξύ της τιμής πώλησης και των δαπανών που απαιτούνται για την παραγωγή του. Παραθέτουμε εν συντομία τη μεθοδολογία υπολογισμού της παραγόμενης αξίας, του κέρδους δηλαδή που προκύπτει από την εκμετάλλευση.

$$\text{Κέρδος} = \text{Αξία πώλησης} - \text{Λειτουργικό κόστος} - \text{Σταθερό κόστος}$$

$$\text{Αξία πώλησης} = \text{Τιμή} \times \text{Παραγωγικότητα}$$

$$\text{Τιμή πώλησης} = (\text{Περιεκτικότητα σε χρήσιμο υλικό} \times \text{Βαθμό ανάκτησης} \times \text{Τιμή χρήσιμου υλικού}) / (1 + \text{Αραίωση μεταλλεύματος})$$

$$\text{Λειτουργικό κόστος} = \text{Κόστος μονάδας} \times \text{Παραγωγικότητα}$$

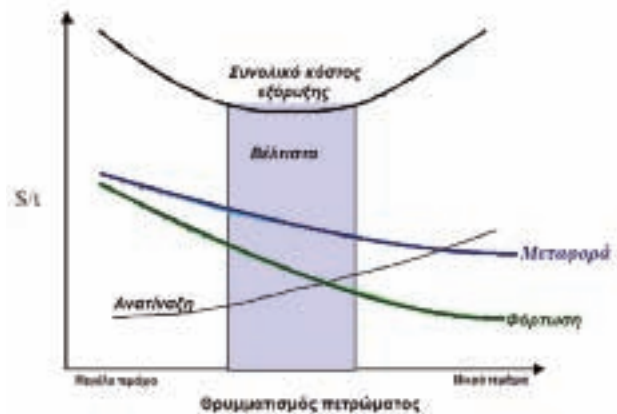
$$\text{Κόστος μονάδας} = \text{Κόστος για διάτρηση} + \text{ανατίναξη} + \text{φόρτωση} + \text{μεταφορά} + \text{θραύση} + \text{ταξινόμηση} + \text{λειτουργία για τελική αποδέσμευση χρήσιμου υλικού από τα στείρα} + \text{εμπλουτισμό}$$

$$\text{Σταθερό κόστος} = \text{Κόστος κεφαλαίου} + \text{Κόστος διοίκησης}$$



Τόσο η **διάτρηση** όσο και **ανατίναξη** αποτελούν **σημαντικά βήματα** σε αυτή την παραγωγική διαδικασία με σημαντική επιρροή στο τελικό αποτέλεσμα, αφού χαρακτηριστικά μεγέθη που προκύπτουν από αυτή (όπως ο θρυμματισμός, το σχήμα και η «χαλαρότητα» του σωρού των υλικών εξόρυξης κλπ) καθορίζουν το βαθμό απόδοσης των μεταγενέστερων διαδικασιών.

Ωστόσο στην παραδοσιακή προσέγγιση, λαμβάνεται υπόψη η επιρροή μόνο στις διαδικασίες της φόρτωσης και της μεταφοράς που αποτυπώνεται στο κάτωθι σχήμα.



Η επιρροή αυτή συνοψίζεται επιγραμματικά ως ακολούθως:

«Όσο βελτιώνεται ο θρυμματισμός (μειώνεται δηλαδή το μέγεθος των τεμαχίων που παράγονται κατά την ανατίναξη) αυξάνεται το κόστος της ανατίναξης (διάτρηση και εκρηκτικά) με ταυτόχρονη μείωση του κόστους για φόρτωση και μεταφορά των υλικών της εξόρυξης.»

Στην πράξη όμως τα αποτελέσματα των ανατινάξεων επηρεάζουν και τις υπόλοιπες διεργασίες που συνθέτουν την παραγωγική δραστηριότητα της εκμετάλλευσης του μεταλλείου ή του ορυχείου, άλλες σε μικρότερο κι άλλες σε μεγαλύτερο βαθμό.

Η γενική περιγραφή δεν είναι εφικτή σε αυτή την περίπτωση, γιατί πρέπει να ληφθούν υπόψη και παράγοντες όπως η μέθοδος εκμετάλλευσης, το είδος και τα χαρακτηριστικά του πετρώματος που φιλοξενεί το μετάλλευμα (μητρικό πέτρωμα) καθώς επίσης το είδος και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ίδιου του μεταλλεύματος. Σημαντικό ρόλο έχει επίσης και η τιμή πώλησης του χρήσιμου υλικού.

Είναι προφανές πως για εκμεταλλεύσεις με αντικείμενο υλικά σημαντικής αξίας (πχ χρυσός, ουράνιο κλπ) υπάρχει οικονομικό περιθώριο για βελτιώσεις που απαιτούν σημαντικές επενδύσεις, ακόμα και για διεργασίες μικρής κλίμακας.

Έτσι λοιπόν για την παρουσίαση της ολιστικής προσέγγισης στο πρόβλημα της βελτιστοποίησης της εξόρυξης, θα χρησιμοποιήσουμε ένα παράδειγμα από εκμετάλλευση σε κοιτάσμα χρυσού με μέση περιεκτικότητα 3 gr/ton.

Τα στοιχεία ελήφθησαν από το άρθρο του Sarma S. Kanchibotla, με τίτλο «*Optimum Blasting ? Is it minimum cost per broken rock or maximum value per broken rock*», που παρουσιάστηκε στο περιοδικό “Fragblast: International Journal for Blasting and Fragmentation” (Volume

7 – Issue 1) που εκδίδεται από το International Society of Explosives Engineers (ISEE).

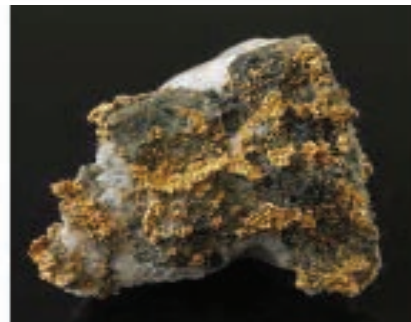
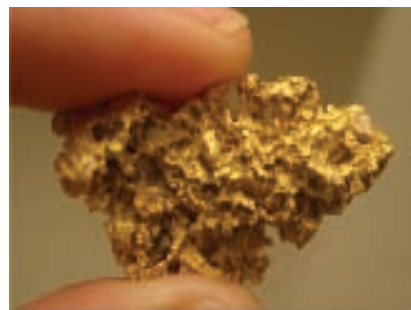
Το εν λόγω άρθρο παρουσιάζει τις μελέτες των στελεχών της εταιρείας DynoConsult Kanchibotla (1998), Kojovic (1998), Floyd (1998), Simkus & Dance (1998), Scott & Nielsen (1999), Grundstrom (2001) σχετικά με το θέμα.

Μελέτη περίπτωσης

Η εξεταζόμενη περίπτωση αφορά επιφανειακή εκμετάλλευση χρυσοφόρου κοιτάσματος, με μέση περιεκτικότητα 3 gr/ton.

Ο γεωλογικός σχηματισμός που φιλοξενεί τον χρυσό, εξορύσσεται με ανατινάξεις σε ορθές βαθμίδες, φορτώνεται και μεταφέρεται σε συγκρότημα θραύσης – λειοτρίβησης ώστε να μειωθεί το μέγεθος των τεμαχίων προς επίτευξη κατάλληλης κοκκομετρίας.

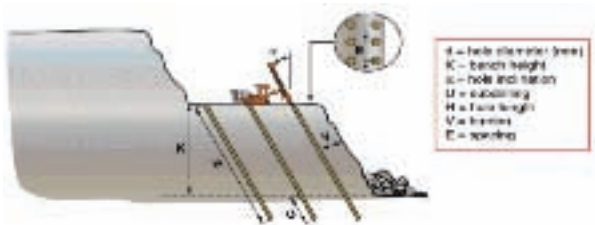
Λόγω της φύσης του μεταλλεύματος το μέγεθος αποδέσμευσης είναι αρκετά μικρό, οπότε η επίτευξη ικανοποιητικού βαθμού ανάκτησης κατά τον εμπλουτισμό με επίπλευση και έκπλυση, επιβάλλει τη λειοτρίβηση του υλικού της εξόρυξης.



Συνεπώς για την επίτευξη ικανοποιητικής απόδοσης στο συγκρότημα θραύσης – λειοτρίβησης, πρέπει **οι ανατινάξεις να δίνουν το μικρότερο δυνατό ποσοστό τεμαχίων μεγέθους άνω του 600 mm, καθώς και το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό υλικού με μέγεθος τεμαχίων μικρότερο από 10 mm.**

Έτσι λοιπόν ανατέθηκε στην εταιρεία Dyno-Consult να παρουσιάσει εναλλακτικές προτάσεις για τις ανατινάξεις, ώστε να ικανοποιούνται οι παραπάνω απαιτήσεις και να επιτευχθεί τελικά το βέλτιστο αποτέλεσμα από την εκμετάλλευση.

Η εφαρμοζόμενη πρακτική στο μεταλλείο, προβλέπει εξόρυξη με ανατινάξεις σε ορθές βαθμίδες ύψους 10 m, με διατρήματα μήκους 11 m και διαμέτρου Φ 200 mm, σε κάναβο 5,5 x 6,5 m, που γομώνονται με χύδην Heavy Anfo περιεκτικότητας 70 % matrix (Titan 4070).



Προτάθηκαν δύο εναλλακτικά σενάρια για τις ανατινάξεις στις βαθμίδες των 10 m, τα οποία και μελετήθηκαν^(*).

Το **πρώτο σενάριο** προβλέπει:

- μεγαλύτερης διαμέτρου διατρήματα Φ 229 mm (αντί Φ 200 mm)
- πυκνότερη διάτρηση σε κάναβο 4,5 x 5,5 m (αντί 5,5 x 6,5 m)
- μείωση της υποδιάτρησης σε 0,5 m (μήκος διατρήματος 10,5 m αντί για 11 m)
- γόμωση με χρήση του υπάρχοντος υλικού Titan 4070 (Heavy Anfo περιεκτικότητας 70 % matrix

Η εφαρμογή των πιο πάνω αλλαγών οδηγεί περίπου σε **διπλασιασμό της ειδικής κατανάλωσης** εκρηκτικής ύλης (400 από 220 gr/ton), που πρακτικά σημαίνει **αύξηση του κόστους εξόρυξης (διάτρηση & γόμωση) κατά περίπου 60 %!**

Στο **δεύτερο σενάριο** προτάθηκε επιπρόσθετα και αλλαγή στο υλικό κύριας γόμωσης, με χρήση Heavy Anfo περιεκτικότητας 80 % matrix (Titan 4080), που έχει μεγαλύτερη ταχύτητα έκρηξης (VoD) κατά περίπου 15% από αυτό που ήδη χρησιμοποιείται, μεγαλύτερο ειδικό βάρος (1,25 αντί 1,20) καθώς επίσης και υψηλότερη τιμή αγοράς (περίπου 7% ακριβότερο).

Τούτο σημαίνει πρακτικά μεγαλύτερη ποσότητα εκρηκτικών ανά διάτρημα, που εκφράζεται σε **υπερδιπλασιασμό της ειδικής κατανάλωσης** εκρηκτικής ύλης (510 από 220 gr/ton).

Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω αλλαγών του 2^{ου} σεναρίου, οδηγεί πρακτικά σε **αύξηση του κόστους:**

- **των εκρηκτικών κατά 50 %!**
- **εξόρυξης κατά 80% επιπλέον, δηλαδή συνολικά κατά 140 % περίπου!**

Τα δεδομένα από την εφαρμογή των δύο εναλλακτικών σεναρίων παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Με την εφαρμογή του σεναρίου 1 προβλέπεται για τα υλικά της εξόρυξης (μπάζα):

- **μείωση του αναμενόμενου μέγιστου μεγέθους** τεμαχίων στο 1m (από 1,5 m)
- μείωση του ποσοστού των τεμαχίων με μέγεθος άνω του 0,6 m σε μόλις 1% (από 6%)
- **αύξηση του ποσοστού των τεμαχίων με μέγεθος κάτω από 10 mm** (λεπτόκοκκο υλικό) σε 15% (από 9%). Η αύξηση αυτή οφείλεται στη χρήση μεγαλύτερης ποσότητας εκρηκτικών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1			
	Εφαρμοζόμενο σχέδιο	Σενάριο 1 ^(*)	Σενάριο 2 ^(**)
Ύψος βαθμίδας (m)	10	10	10
Διάμετρος διατρήματος (mm)	200	229 (+14%)	229
Φορτίο (m)	5,5	4,5 (-18%)	4,5
Απόσταση μεταξύ διατρημάτων (m)	6,5	5,5 (-15%)	5,5
Συνολικό μήκος διατρήματος (m)	11	10,5 (-5%)	10,5
Μήκος επιγύμωσης (m)	5,3	5 (-5%)	4,5
Μήκος υποδιάτρησης (m)	1	0,5 (-50%)	0,5
Υλικό κύριας γύμωσης	Titan 4070	Titan 4070	Titan 4080
VoD (m/sec)	5.100	5.100	6.000
Ποσότητα εκρηκτικών ανά διάτρημα (kg)	216	272 (+25%)	310 (+43%)
Κόστος εκρηκτικών (σχετικό)	100	125 (+25%)	150 (+50%)
Ειδική κατανάλωση (gr/ton)	220	400 (+82%)	510 (+132%)
Κόστος εξόρυξης (διάτρηση & γύμωση)	0,18 \$/ton	0,29 \$/ton (+61%)	0,44 \$/ton (+144%)

Αντίστοιχα με την εφαρμογή του σεναρίου 2 προβλέπεται για τα υλικά της εξόρυξης (μπάζα):

- **περαιτέρω μείωση του αναμενόμενου μέγιστου μεγέθους** τεμαχίων μόλις στο 0,5 m, οπότε πρακτικά μηδενίζεται το ποσοστό των τεμαχίων με μέγεθος άνω του 0,6 m
- **περαιτέρω αύξηση του ποσοστού των λεπτόκοκκων** σε 24%. Η επιπλέον αυτή αύξηση οφείλεται στην ισχυρότερη εκρηκτική ύλη.

Είναι προφανές πώς οι αλλαγές στην κοκκομετρία των υλικών της ανατίναξης θα οδηγήσουν στην αύξηση της παραγωγικότητας στα στάδια παραγωγής που ακολουθούν, δηλαδή φόρτωση – μεταφορά - θραύση και λειοστρίβηση, με συνακόλουθη μείωση του κόστους φυσικά.



Με τα πιο πάνω δεδομένα τροφοδοτήθηκε το υπολογιστικό μοντέλο για την εκτίμηση της απόδοσης του μύλου λειοτρίβησης, που αναπτύχθηκε από το Julius Kruttschnitt Mineral Research Center (JKMRC).

Το μοντέλο προβλέπει για το σενάριο 1 αύξηση της απόδοσης του μύλου κατά περίπου 14%, ενώ για το σενάριο 2 αύξηση 18%, συγκριόμενα πάντα με το εφαρμοζόμενο σχέδιο.

Όλα τα ανωτέρω αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Έχοντας πλέον όλα τα δεδομένα, τόσο από την τρέχουσα κατάσταση όσο και από τα υπολογιστικά μοντέλα, οι μελετητές της DynoConsult προχώρησαν σε οικονομική αποτίμηση των τριών περιπτώσεων, κάνοντας τις εξής παραδοχές:

- μέση περιεκτικότητα μεταλλεύματος σε χρυσό 3 gr/ton
- τιμή πώλησης χρυσού 250 \$/ουγγιά (1 ουγγιά = 28,34 gr)
- η αναλογία των σταθερού κόστους (κόστος κεφαλαίου + κόστος διοίκησης) σε σχέση με το μεταβλητό κόστος λειτουργίας, θεωρείται ως 50 : 50
- η βελτίωση της κοκκομετρίας στα υλικά των ανατινάξεων θα βελτιώσει το κόστος φόρτωσης και μεταφοράς κατά 2%

- δεν απαιτούνται επιπλέον επενδύσεις για την εφαρμογή των προτεινόμενων σεναρίων 1 & 2, αφού το συγκρότημα της επίπλευσης μπορεί να απορροφήσει την επιπλέον ποσότητα που θα προκύψει από την αύξηση της παραγωγικότητας του μύλου λειοτρίβησης
- η λειοτρίβηση είναι κρίσιμη δραστηριότητα της παραγωγικής διαδικασίας. Συνεπώς για τον υπολογισμό της ετήσιας παραγωγής της εκμετάλλευσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής διαθεσιμότητας του μύλου
- ο συντελεστής διαθεσιμότητας του μύλου λειοτρίβησης είναι 85%
- η αύξηση της ειδικής κατανάλωσης εκρηκτικών θα οδηγήσει σε βιαιότερη μετακίνηση των υλικών εξόρυξης από τη φυσική τους θέση. Συνεπώς είναι λογικό να αναμένεται ανάμιξη του μεταλλεύματος με τα στείρα υλικά, που μεταφράζεται σε αύξηση του συντελεστή αραίωσης. Εκτιμάται αύξηση του συντελεστή σε 13% από 10%
- η αυξημένη ταχύτητα έκρηξης στα εκρηκτικά του σεναρίου 2, σημαίνει και αυξημένη θραυστικότητα. Συνεπώς αναμένεται ότι θα δημιουργηθεί πλήθος μικρορωγμών στα υλικά της ανατίναξης, με αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού της αποδέσμευσης. Έτσι

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

	Εφαρμοζόμενο σχέδιο	Σενάριο 1 ^(*)	Σενάριο 2 ^(**)
Μέγιστο μέγεθος τεμαχίων ανατίναξης (m)	1,5	1	0,5
Ποσοστό ευμεγέθων τεμαχίων (+600 mm)	6 %	1 %	0
Ποσοστό λεπτόκοκκων υλικών (-10 mm)	9 %	15 %	24 %
Απόδοση μύλου λειοτρίβησης (ton/h)	673	764	791
Ποσοστιαία αύξηση		+ 14 %	+ 18 %

(*) Η μεταβολή του ύψους της βαθμίδας δεν είναι πρακτικά εφικτή, αφού προϋποθέτει αλλαγή στον ευρύτερο σχεδιασμό της εκμετάλλευσης. Τέτοιου είδους επεμβάσεις προϋποθέτουν μακροχρόνιο σχεδιασμό και δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας ανάλυσης.

(**) Η σύγκριση γίνεται με το εφαρμοζόμενο σχέδιο.

εκτιμάται αύξηση του ποσοστού ανάκτησης κατά περίπου 0,5 %

- η αναμενόμενη αύξηση του βαθμού ανάκτησης στο σενάριο 2, επιβάλει συχνότερο και σχολαστικότερο εργαστηριακό έλεγχο για τη διακρίβωση της μέσης περιεκτικότητας των εξορυγμένων υλικών σε χρυσό. Εκτιμάται αύξηση του κόστους των εργαστηριακών δοκιμών σε 0,6 \$/ton αντί του συνήθους 0,2 \$/ton

- ο σχολαστικότερος εργαστηριακός έλεγχος θα επιτρέψει την καλύτερη διαχείριση των υλικών από την εξόρυξη, οπότε και αναμένεται μείωση του συντελεστή αραίωσης. Εκτιμάται μείωση του συντελεστή σε 9% από 10%.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3			
	Εφαρμοζόμενο σχέδιο	Σενάριο 1 ^(*)	Σενάριο 2 ^(**)
(1) Διάρθρωση & ανατίναξη (\$/ton)	0,18	0,29	0,44
(2) Φόρτωση & μεταφορά (\$/ton)	0,85	0,83	0,83
(3) Εργαστηριακός έλεγχος Au (\$/ton)	0,20	0,20	0,60
(4) Συνολικό κόστος εξόρυξης 1+2+3 (\$/ton)	1,23	1,32	1,87
(5) Θραύση & λειοτριβήση (\$/ton)	2,50	2,19	1,88
(6) Παραγωγικότητα (ton/h)	670	784	791
(7) Ποσοστιαία αύξηση παραγωγικότητας		+14%	+18%
(8) Λειτουργικό κόστος 4+5 (\$/ton)	3,73	3,52	3,73
(9) Κόστος κεφαλαίου & διοίκησης (\$/ton)	3,73	3,27	3,16
(10) Συνολικό κόστος 8+9 (\$/ton)	7,46	6,79	6,89
(11) Ποσοστό αραίωσης μεταλλεύματος	10%	13%	9%
(12) Μέση περιεκτικότητα Au	3%	3%	3%
(13) Ποσοστό ανάκτησης	80%	80%	80,5%
(14) Τιμή πώλησης Au (\$/ounce)	250	250	250
(15) Συνολικό ετήσιο κόστος (\$)	37.216.597	38.604.587	40.574.684
(16) Συνολικό ετήσιο έσοδο (\$)	87.497.574	97.099.077	104.845.573
(15) Ετήσιο κέρδος 16-15 (\$)	50.280.977	58.494.491	64.270.889
(16) Αύξηση κερδών εκμετάλλευσης (\$)		8.213.514	13.989.913
(17) Ποσοστιαία αύξηση κερδών		+ 16%	+ 28%



Από τα μεγέθη του πίνακα 3, είναι προφανές πως και οι δύο προτεινόμενες λύσεις (σενάρια 2 & 3) οδηγούν σε σημαντική βελτίωση της κερδοφορίας της εκμετάλλευσης, αν και προβλέπουν σημαντική αύξηση του κόστους εξόρυξης.

Ιδίως δε η 2^η προτεινόμενη λύση δίνει **το βέλτιστο αποτέλεσμα** (αύξηση κερδοφορίας κατά 28%) **υιοθετώντας πρακτικές** (πυκνότερη διάτρηση, ακριβότερα εκρηκτικά) **που αυξάνουν το κόστος εξόρυξης κατά 140 % !!**

Συμπεράσματα

Από την πιο πάνω ανάλυση είναι προφανές πως η παραδοσιακή προσέγγιση στο πρόβλημα της βελτιστοποίησης θα είχε οδηγήσει σε απόρριψη της 2^{ης} προτεινόμενης λύσης, που είναι με διαφορά η καλύτερη.

Θεωρούμε λοιπόν πως **η ολιστική προσέγγιση είναι η πλέον κατάλληλη για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων** κάθε μεταλλευτικής εκμετάλλευσης.

Η βελτίωση της διάτρησης και η χρήση καλής ποιότητας εκρηκτικών δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως κέντρα κόστους που πρέπει να ελαχιστοποιηθούν, αλλά ως επένδυση.

Η μείωση του κόστους της εξόρυξης δεν οδηγεί κατ' ανάγκη στο βέλτιστο αποτέλεσμα.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Στις πιο κάτω φωτογραφίες παρουσιάζουμε χαρακτηριστικά στιγμιότυπα από ανατινάξεις, εργασίες διάτρησης, αλλά και εικόνες του παρελθόντος.

Όλες τους μεταφέρουν ένα ιδιαίτερο μήνυμα, αναδεικνύοντας διαφορετικές όψεις της καθημερινής προσπάθειας των συναδέλφων που δρα-

στηριοποιούνται στον τομέα των ανατινάξεων.

Περιμένουμε και τις δικές σας φωτογραφίες από την καθημερινότητα στο εργοτάξιο ή και το προσωπικό σας αρχείο, προκειμένου να τις φιλοξενήσουμε στο επόμενο τεύχος. Στο τέλος της χρονιάς θα βραβεύσουμε την καλύτερη.



Βίαιη εκτίναξη τεμαχίων Η πιο συνηθισμένη αιτία πρόκλησης ατυχημάτων από ανατινάξεις Πηγή : <http://lowvelder.co.za>



Διάτρηση για δημιουργία τάφρου με ελεγχόμενη ανατίναξη Πηγή : <http://gulfrack.com>



Διατρήση σε δυσπρόσιτη περιοχή. Πηγή www.hardrockblasting.com



Εικόνες από το παρελθόν. Διάτρηση με εργαλεία χειρός Πηγή : <http://www.library.arizona.edu>



Εργασίες γόμωσης σε μέτωπο οδικής σήραγγας (Tampere Finland) Πηγή : <http://www.yle.fi>