

III. Υδρομεταλλουργική επεξεργασία φτωχών μεταλλευμάτων χαλκού της Κύπρου για παραγωγή καθόδων με ηλεκτράνάκτηση



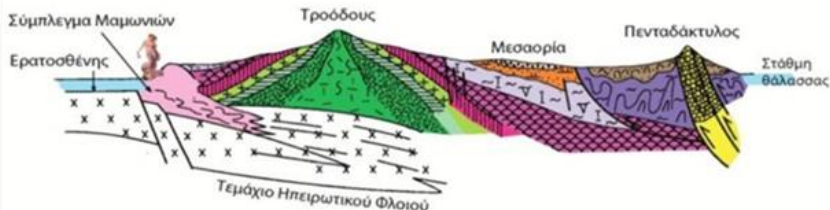
***Εορτασμός 70 ετών από την ίδρυση της Σχολής
Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών ΕΜΠ
Παρασκευή, 24 Νοεμβρίου 2017***



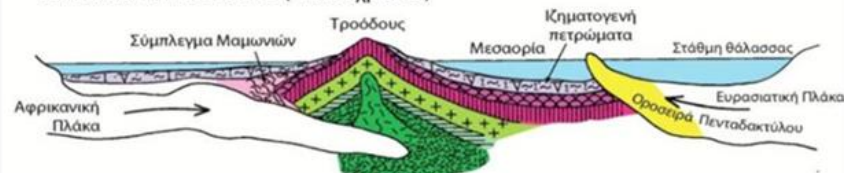


Η Κοιτασματογένεση και τα Ορυκτολογικά Στοιχεία των Κοιτασμάτων της Σκουριώτισσας

Ε. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ (2,5 - 0,01 εκ. χρόνια)



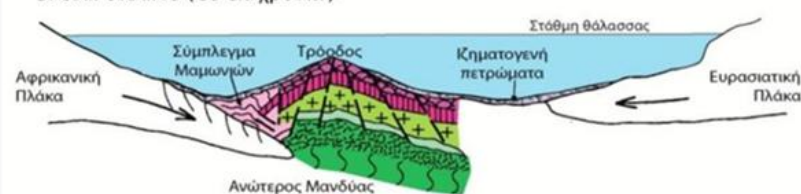
Δ. ΑΝΩΤΕΡΟ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ (10 εκ. χρόνια)



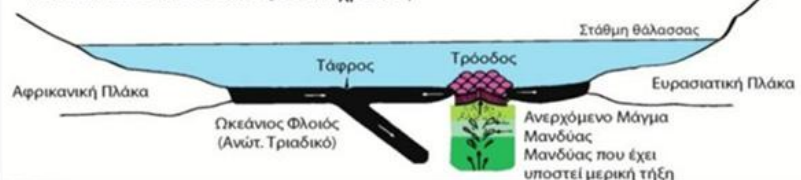
Γ. ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ (20 εκ. χρόνια)



Β. ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ (35 εκ. χρόνια)



Α. ΑΝΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ (90 εκ. χρόνια)



ΤΥΠΟΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Υφαλογενής Ασβεστόλιθος Κορωνιάς
Σχηματισμός Πάχνας

Σχηματισμός Λευκάρων

Σχηματισμός Περαπεδίου
Ούμβρα

Ανώτερος Οριζοντας Λαβών

Κατώτερος Οριζοντας Λαβών

Οριζοντας Βάσης

Σύστημα Πολλαπλών Φλεβών
(Διαβάσης)

Πλαγιογρανίτης

Γάββρος

Σειρά Υπερβασικών Πετρωμάτων

ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ

Συμπαγή θειούχα Μεταλλεύματα

Διάσπαρτα θειούχα Μεταλλεύματα
σε φλέβες και φλεβίδια

Θειούχα Μεταλλεύματα
σε διακλάσεις

Μεταλοφορία
Fe-Cu-Co-Ni

Χρωμίτης

Αμίαντος



Η Κοιτασματογένεση και τα Ορυκτολογικά Στοιχεία των Κοιτασμάτων της Σκουριώτισσας

Πρωτογενή θειούχα ορυκτά

Σιδηροπυρίτης: FeS_2

Χαλκοπυρίτης: CuFeS_2

Σφαλερίτης: ZnS



Σιδηροπυρίτης - Χαλκοπυρίτης

Δευτερογενή ορυκτά χαλκού και σιδήρου

Θειούχα

Βορνίτης Cu_5FeS_4

Ιδαΐτης Cu_3FeS_4

Χαλκοσίνης CuS_2

Κοβελίνης CuS

Διγενίτης Cu_9S_5

Οξειδία

Κυπρίτης Cu_2O

Τενορίτης CuO

Μαλαχίτης $\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$

Αζουρίτης $2\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$

Χρυσόκολλα $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Γκετίτης $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Αιματίτης $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Ιαροσίτης $\text{KFe}^{3+}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$



Κοβελίνης - Διγενίτης



Αζουρίτης



Μορφολογία και Μικροτεκτονική των Λαβών και ο Ρόλος τους στην Υδρομεταλλουργική Επεξεργασία Κοιτασμάτων



Προσκεφαλοειδείς λάβες
σε μεγάλη και μικρή κλίμακα



Προπυλιτική Λάβα



Παράδειγμα επικάλυψης
μικρού pillow
με διαλύματα άλλων ορυκτών



Δοκιμή Ημιβιομηχανικής Κλίμακας – I) Η εγκατασταθείσα μονάδα

Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός της μονάδας αποτελούνταν από τα εξής:

- 1) **Πλατεία εκχύλισης 2500 m²** σε μεμβράνη πολυαιθυλενίου για απόθεση 7.000 tn απιλοσμένου μεταλλεύματος μεγέθους μετά την θραύση -60 mm.
- 2) **Δύο δεξαμενές** χαλκούχων διαλυμάτων κυοφορούντος διαλύματος **PLS και ILS** χωρητικότητας 100 m³ και 300 m³ αντίστοιχα.
- 3) **Αντλιοστάσια και σωληνώσεις** για κατάβρεξη του σωρού και τροφοδοσία της μονάδας Solvent Extraction (SX).
- 4) **Μονάδα 2+1 Solvent Extraction** δυναμικότητας 7m³/h με τις αναγκαίες βοηθητικές εγκαταστάσεις (tank farm).
- 5) **Δεξαμενή καταβύθισης** θειικού πενταϋδρικού χαλκού από τον εμπλουτισμένο ηλεκτρολύτη και **ανακύκλωσης** του απεμπλουτισθέντος (spent) ηλεκτρολύτη.

THE SKOURIOTISSA TRIAL TEST

A Report Prepared by Hellenic Mining Company Ltd

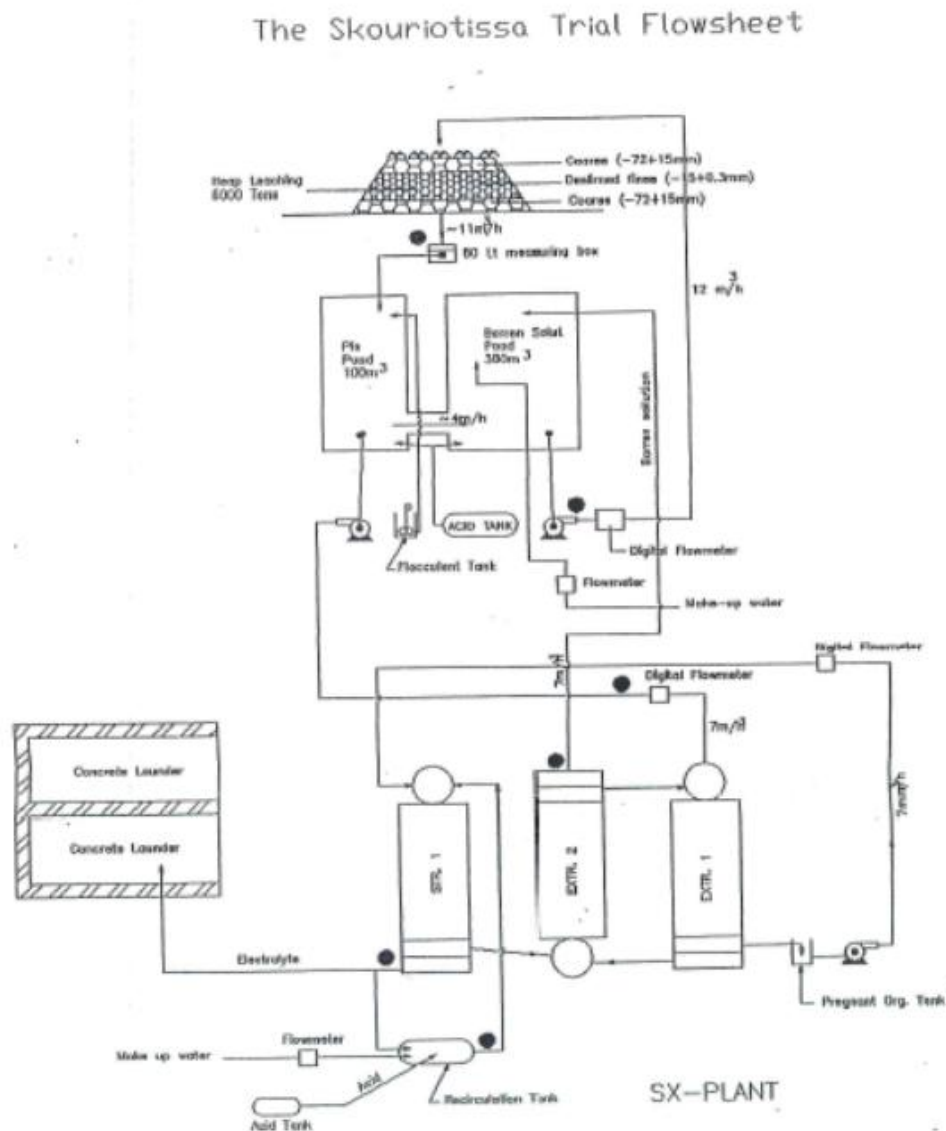


Nicosia

20 March 1994



Δοκιμή Ημιβιομηχανικής Κλίμακας – II) Διάγραμμα Ροής





Δοκιμή Ημιβιομηχανικής Κλίμακας – III) Αποτελέσματα

1. Η μονάδα λειτούργησε επιτυχώς για **ένα χρόνο**.
2. Τα τρία βασικά τμήματα έδωσαν **εξαιρετικής σημασίας και απόδοσης** στοιχεία και αποτελέσματα.
3. Η ανάκτηση από τον σωρό μετρήθηκε με **τρεις τρόπους**:
$$R_1 = C/F, \quad R_2 = F-T/F \quad R_3 = C/C+T$$

Η ανάκτηση και με τους τρεις τρόπους μετρήθηκε στα **73,69%**.
(79,5% στο ορθά αποτεθέν).
4. Ο αποληφθείς θειικός πενταϋδρικός χαλκός ήταν εμπορεύσιμης ποιότητας.
5. Η μονάδα Solvent Extraction έδωσε ανακτήσεις χαλκού **άνω του 90%**.



Δοκιμή Ημιβιομηχανικής Κλίμακας – IV) Αξιολόγηση

1. Απεδείχθη η **εκχυλισιμότητα** των μεταλλευμάτων των κοιτασμάτων Σκουριώτισσας κατά μεγάλη σύγκλιση αποτελεσμάτων προς τις πιλοτικές δοκιμές.
2. Λήφθηκαν **ικανοποιητικές αποδόσεις** που μπορούσαν να στηρίξουν βιομηχανική μονάδα.
3. Έγινε **εκπαίδευση και εξειδίκευση** μηχανικών και χειριστών στην νέα τεχνολογία, ιδιαίτερα στο solvent extraction.
4. Αποκτήθηκαν ουσιώδεις πληροφορίες για τον **σχεδιασμό** της βιομηχανικής μονάδος.

Σημαντικές επισημάνσεις:

A) την πορεία του έργου παρακολουθούσαν ‘εκ του σύνεγγυς’ οι μετέπειτα χρηματοδότες και οι επενδυτές.

B) Το έργο στην βιομηχανική κλίμακα κατασκευάστηκε με υπέρβαση του προϋπολογισμού μόλις 3% (λόγω ανόδου της τιμής του ανοξείδωτου χάλυβα μετά τον προϋπολογισμό του) αλλά συμπληρώθηκε 17 ημέρες ενωρίτερα από την προγραμματισθείσα ημερομηνία.

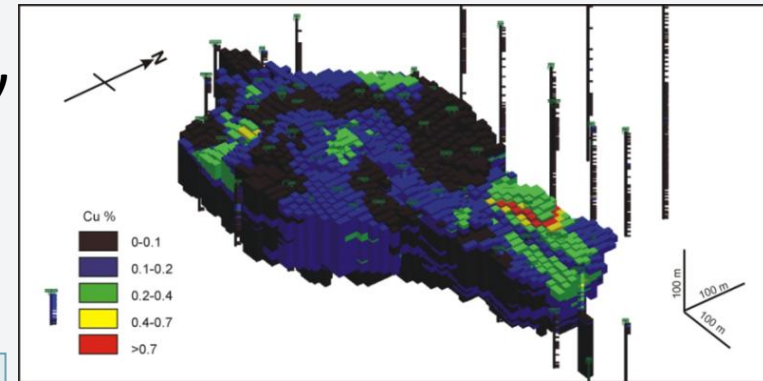


Ο Ρόλος του Σχεδιασμού του Ορυχείου και ο Ορισμός της ποιότητας αποκοπής

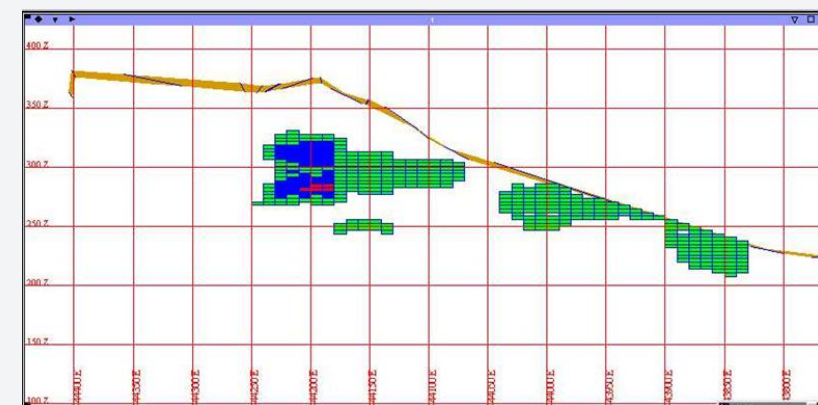
- Εκλεκτική Εξόρυξη μεγάλης κλίμακας
- Σχεδιασμός μεταλλείου – Υπολογισμός αποθεμάτων – Μεταβαλλόμενη ποιότητα αποκοπής – Γεωστατιστική – Συνεχής επαλήθευση ποιότητας κατά βαθμίδα (reconciliation) – Χρήση μεταλλευτικού προγράμματος Geovia Surpac

Περιεκτικότητα αποκοπής x Ανάκτηση μεταλλεύματος x Τιμή μετάλλου = Ολικό κόστος
ή

Περιεκτικότητα αποκοπής = Ολικό κόστος / (Ανάκτηση μεταλλεύματος x Τιμή μετάλλου)



Το block model του κοιτάσματος του Δυτικού Απλικίου



Τομή του κοιτάσματος του Δυτικού Απλικίου

Χρονική Περίοδος	Ελάχιστη Περιεκτικότητα Cu%	Μέση Περιεκτικότητα Cu%
Αρχαία και Μεσαιωνική Περίοδος		7-10% (70-100kg/t)
Περίοδος CMC (1912 1974)	0.5% (5.0kg/t)	2.5-7% (25-70kg/t)
Περίοδος HCM	0.125% (1,25kg/t)	0.35% (3.5kg/t)

Οι περιεκτικότητες των μεταλλευμάτων σε Cu ιστορικά



Ο Ρόλος του Σχεδιασμού του Ορυχείου και ο Ορισμός της ποιότητας αποκοπής

Τα εκμεταλλεύσιμα
αποθέματα της μικρής
εκσκαφής του Δυτικού
Απλικιού για ποιότητα
αποκοπής **0,13% Cu** για
το φτωχό μετ/μα και
0,275% Cu για το
πλούσιο μετ/μα έως το
υψόμετρο 225 m, για
πατώματα 15 m

Υψόμετρα πατωμάτων (m)	Όρια περιεκτικότητας Cu%	Ποσότητα tn	Περιεκτικότητα Cu %	Περιεχόμενο καθαρό μέταλλο (τόνοι χαλκού)	Αθροιστική ποσότητα tn	Αθροιστικό περιεχόμενο καθαρό μέταλλο (τόνοι χαλκού)	Περιεκτικότητα Cu %
330 -> 315	-1.0 -> 0.13	21,420			21,420		
	0.13 -> 0.275	-	-	0	0	0	0.00
	0.275 -> 100.0	-	-	0	0	0	0.00
Σύνολο Μεταλλεύματος		-	0.00	0	0	0	0.00
Σύνολο		21,420		0	21,420	0	
Σύνολο		339,780		686	982,005	2,188	
255 -> 240	-1.0 -> 0.13	67,425			362,820		
	0.13 -> 0.275	194,145	0.21	414	561,795	1,176	0.21
	0.275 -> 100.0	90,090	0.36	324	409,050	1,750	0.43
Σύνολο Μεταλλεύματος		284,235	0.26	738	970,845	2,926	0.30
Σύνολο		351,660		738	1,333,665	2,926	
240 -> 225	-1.0 -> 0.13	85,215			448,035		
	0.13 -> 0.275	156,090	0.20	306	717,885	1,482	0.21
	0.275 -> 100.0	54,930	0.34	185	463,980	1,935	0.42
Σύνολο Μεταλλεύματος		211,020	0.23	491	1,181,865	3,417	0.29
Σύνολο		296,235		491	1,629,900	3,417	
Σύνολο Μεταλλεύματος		1,181,865	0.29	3417			
Σύνολο		1,629,900		3417			



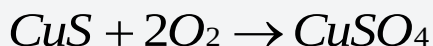
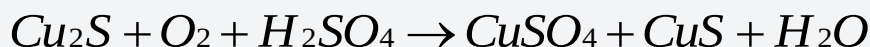
Αντιδράσεις Εκχύλισης – Ο ρόλος του Fe^{+++} και των βακτηρίων

Η βιοεκχύλιση ορυκτών είναι μια πολύπλοκη – σύνθετη διεργασία, η οποία επηρεάζεται από βιολογικούς ορυκτολογικούς, ηλεκτροχημικούς και μεταλλουργικούς παράγοντες.

- **Είδος και πληθυσμός βακτηριδίων**
- **Τύπος των ορυκτών**
- Παρουσία **οξυγόνου – θρεπτικές ουσίες**
- **Θερμοκρασία – pH - Eh**
- **Κοκκομετρία υλικών**

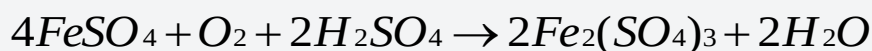
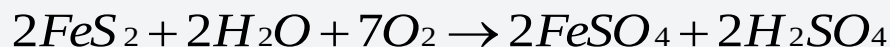
Δράση Βακτηρίων

Άμεση Δράση: Οξείδωση θειούχων ορυκτών σε θειικά ορυκτά. (Διαλυτά στο θειικό οξύ)

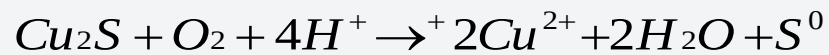
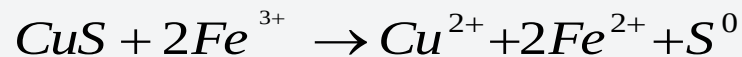
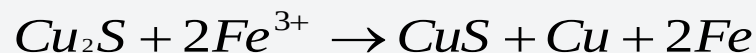


Έμμεση Δράση:

Οξείδωση $Fe(II)$ σε $Fe(III)$



Οξείδωση χαλκοσίνη από τον $Fe(III)$





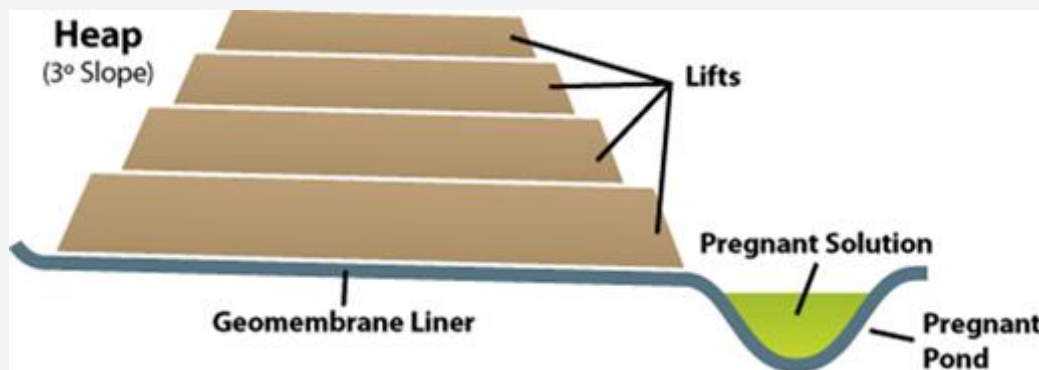
Εκχύλιση μεταλλεύματος – Η Κατασκευή και Λειτουργία των Σωρών

Φυσικές παράμετροι της εκχύλισης σε σωρούς

Διάλυμα εκχύλισης	pH:1.8 Cu: 0,03 – 0,05gpl Fe:1,5gpl
Ρυθμός διαβροχής	8ℓ/m ² .h
Μετάλλευμα εκχύλισης	-60+25mm -25+0,1mm
Βαθμίδα σωρών εκχύλισης	Ύψος: 5 m Κλίση: 34° – 36°/27°



Κατασκευή βάσης των σωρών εκχύλισης



Σχεδιάγραμμα διεργασίας εκχύλισης σε
πολλαπλές βαθμίδες



Σωλήνες αποστράγγισης (drain coils) στη
βάση των σωρών εκχύλισης



Εκχύλιση μεταλλεύματος – Η Κατασκευή και Λειτουργία των Σωρών

- Εκχύλιση των διαλυμάτων σε πολλαπλές βαθμίδες
- Διανομή του διαλύματος με σύστημα σταγόνων
- Συλλογή διαλυμάτων με σωλήνες αποστράγγισης

*Προβλήματα που αντιμετωπίζονται κατά
την εκχύλιση πολλαπλών βαθμίδων*

- ✓ Μείωση διαπερατότητας λόγω συμπίεσης
- ✓ Κακός αερισμός – αναστολή βιοεκχύλισης
- ✓ Δημιουργία καναλιών ροής στους σωρούς
- ✓ Δημιουργία μεγάλου αποθέματος (inventory) χαλκούχου διαλύματος στους σωρούς.
- ✓ Μείωση της ανάκτησης χαλκού στα υπερκείμενα στρώματα λόγω αύξησης του pH του δ/τος εκχύλισης



Κατασκευή σωρών εκχύλισης



Φραγή των σταγόνων εκχύλισης

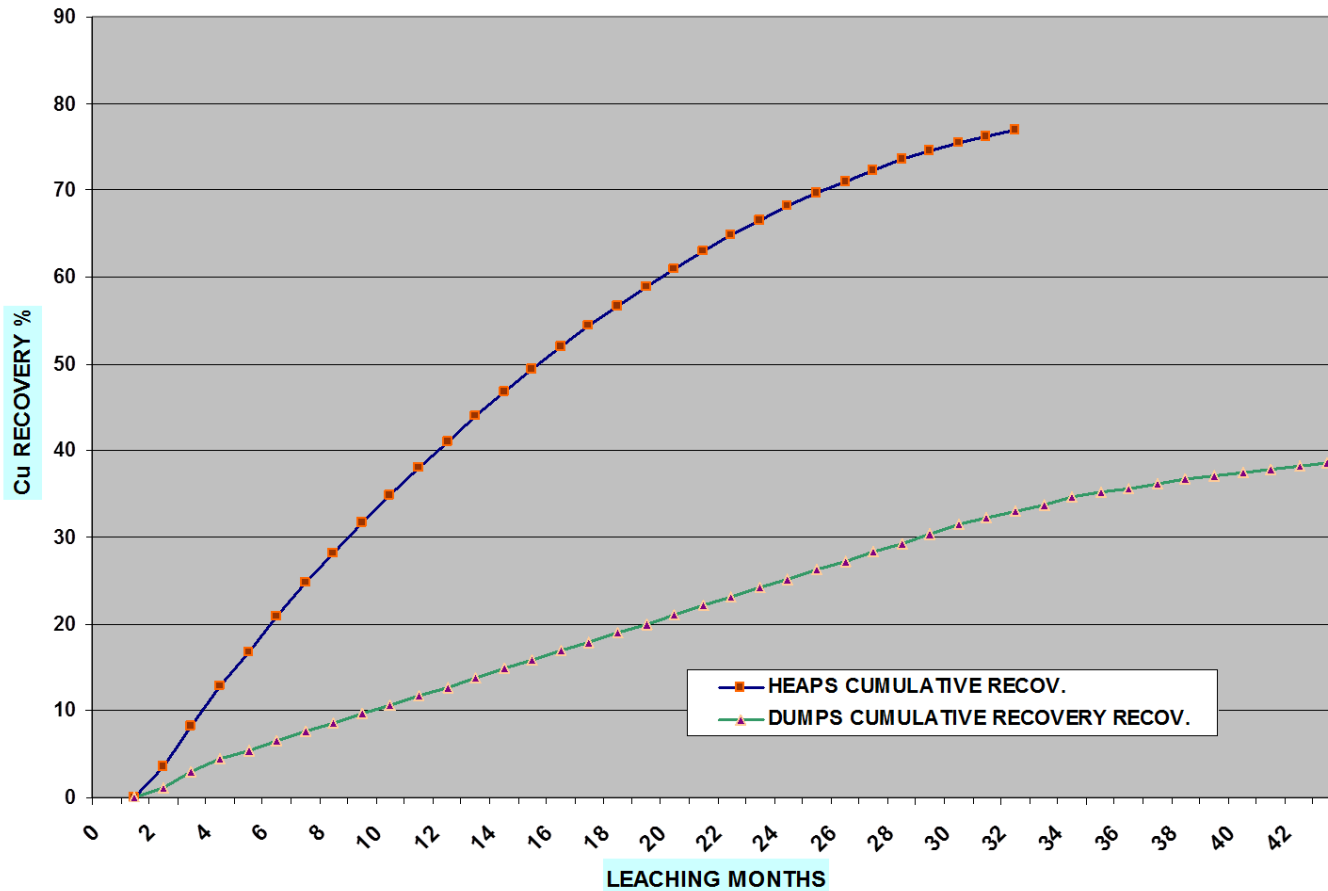


Τεχνολογίες Εκχύλισης που χρησιμοποιεί η HCM

- ✓ Εκχύλιση σωρών **επεξεργασμένου** μεταλλεύματος
- ✓ Εκχύλιση **μη επεξεργασμένων** σωρών (run of mine-dump leaching)
- ✓ Εκχύλιση με ανάδευση σε **θερμοκρασία περιβάλλοντος**
- ✓ Εκχύλιση με ανάδευση **με χρήση θερμαινόμενων διαλυμάτων**. Η θερμότητα προέρχεται από την μονάδα ανάκτησης του ηλεκτροπαραγωγού σταθμού και από το ηλιακό πάρκο
- ✓ **Επί τόπου** εκχύλιση (in situ leaching)
- ✓ Εκχύλιση υποκειμένων πατωμάτων **διά γεωτρήσεων** στους σωρούς με **κάλυψη με μεμβράνη** των ενδιαμέσων πατωμάτων
- ✓ Εκχύλιση σωρών **με θερμαινόμενα διαλύματα**



Καμπύλες Ανάκτησης χαλκού πλούσιου (heap leaching) και φτωχού χαλκούχου μεταλλεύματος (dump leaching)





Ερευνητικό Πρόγραμμα Εκχύλισης Χαλκοπυρίτη

Αντικείμενο της έρευνας

Εκχύλιση πρωτογενών θειούχων μεταλλευμάτων χαμηλής περιεκτικότητας ($<0,5\% \text{ Cu}$)

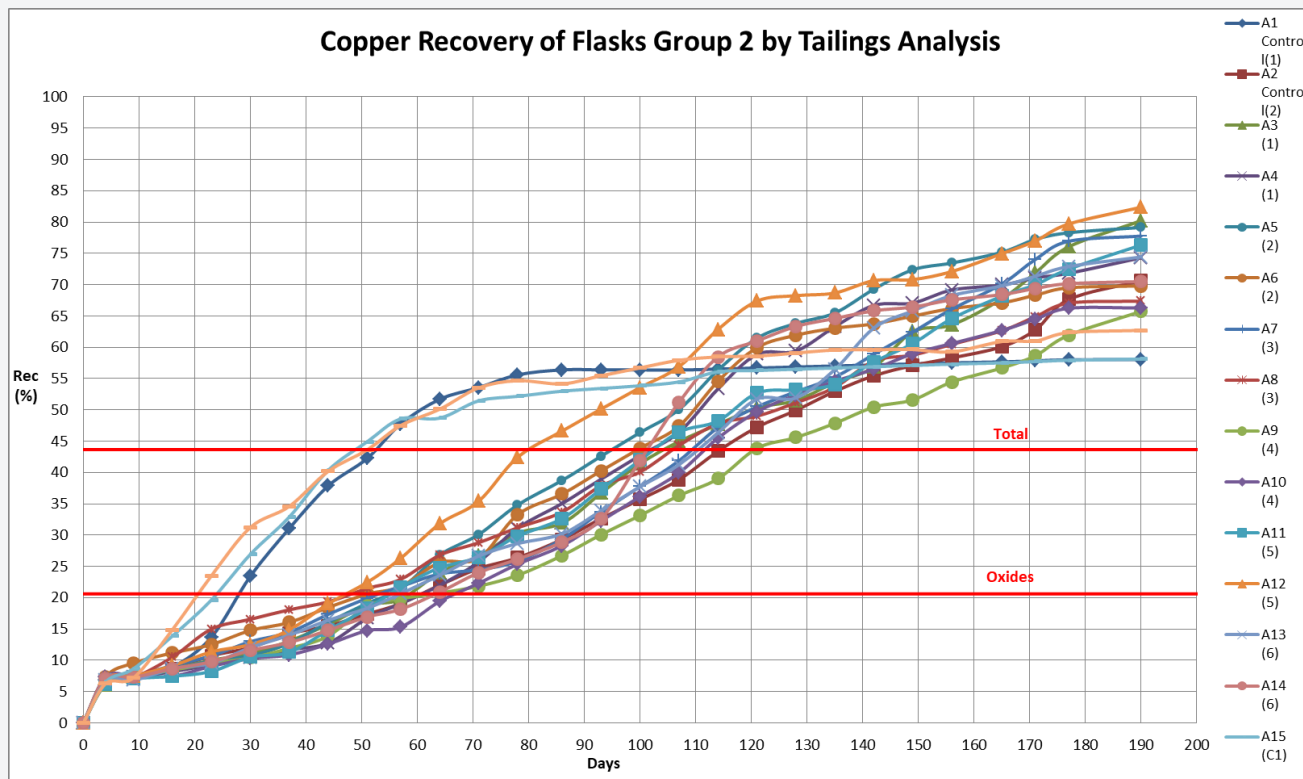
Επιλεγείσες διεργασίες

Εντοπισμός των πεδήσεων, η αντιμετώπισή τους για βακτηριακή εκχύλιση υψηλής απόδοσης, με προσομοίωση βιοεκχύλισης βιομηχανικής εφαρμογής



Ερευνητικό Πρόγραμμα Εκχύλισης Χαλκοπυρίτη

Είδη βακτηρίων που απομονώθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν σε δοκιμές εργαστηριακής κλίμακας: *Leptospirillum ferriphilum*, *Leptospirillum ferrodiazotrophum*, *Acidiphilum sp.*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*, *Acidithiobacillus caldus*, *Acidithiobacillus thiooxidans*



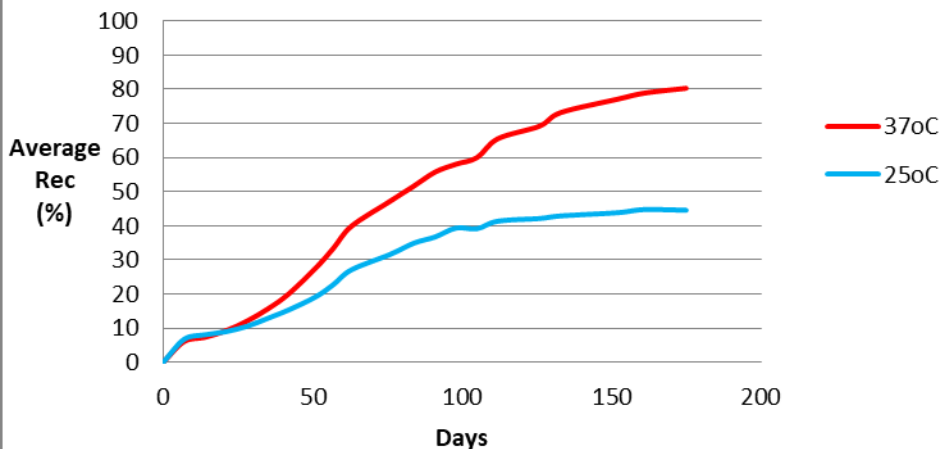
Καλλιέργεια βακτηρίων σε
εκκολαπτήριο

Καμπύλες ανάκτησης από χρήση διαλυμάτων με
διαφορετικά βακτήρια

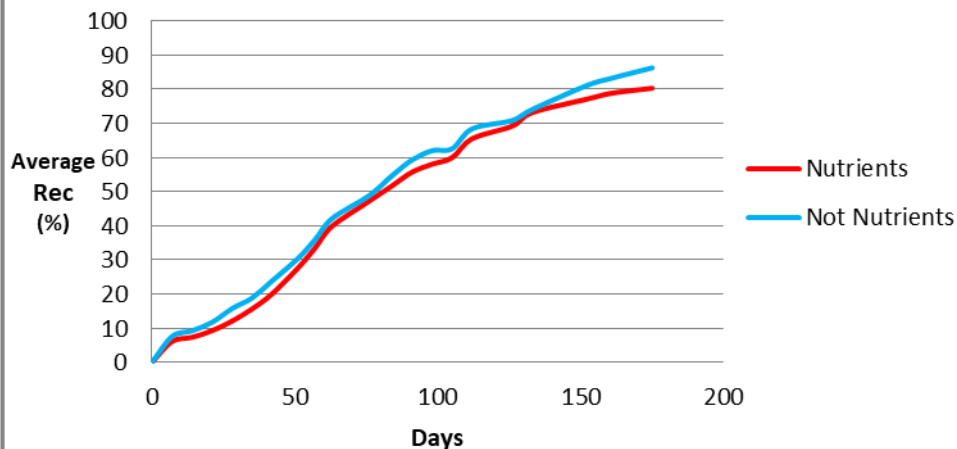


Ερευνητικό Πρόγραμμα Εκχύλισης Χαλκοπυρίτη

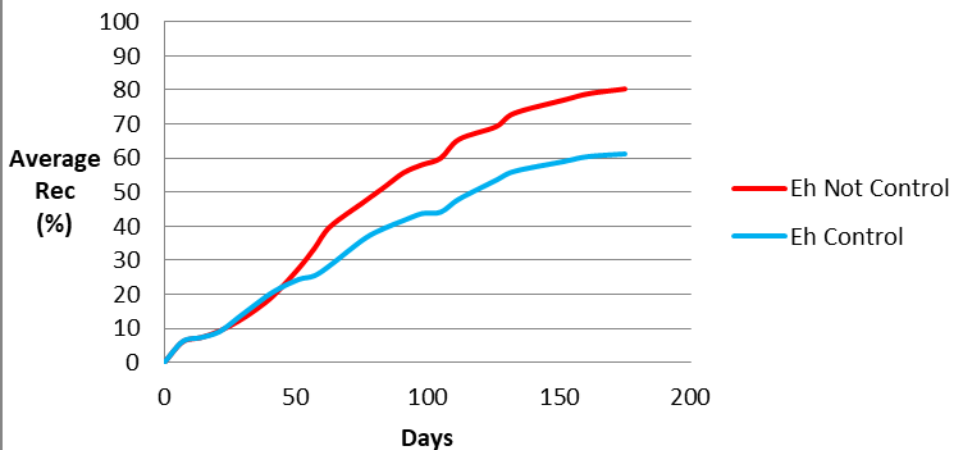
Flask Leaching Test-Temp effect



Flask Leaching Test-Nutrients effect



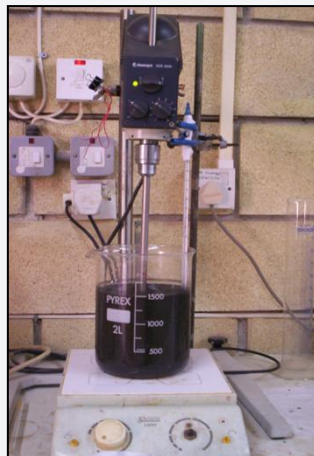
Flask Leaching Test-Eh Control effect



Διαγράμματα που δείχνουν την επίδραση της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας και των θρεπτικών στην απόδοση της εκχύλισης



Βακτηριακή Εκχύλιση – Εργαστηριακές και Πιλοτικές δοκιμές



Πειραματική δοκιμή
εργαστηριακής κλίμακας



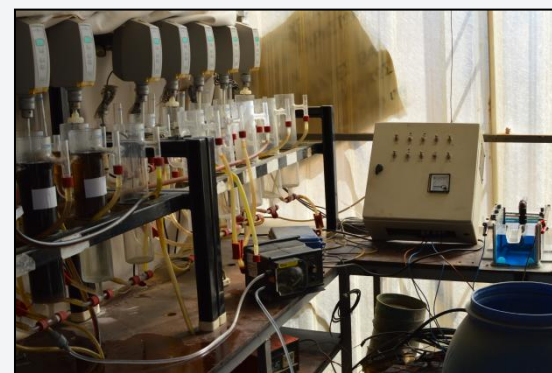
Τράπεζα rolling bottles



Πειραματικές δοκιμές σε
πιλοτική κλίμακα με/και
απουσία βακτηρίων



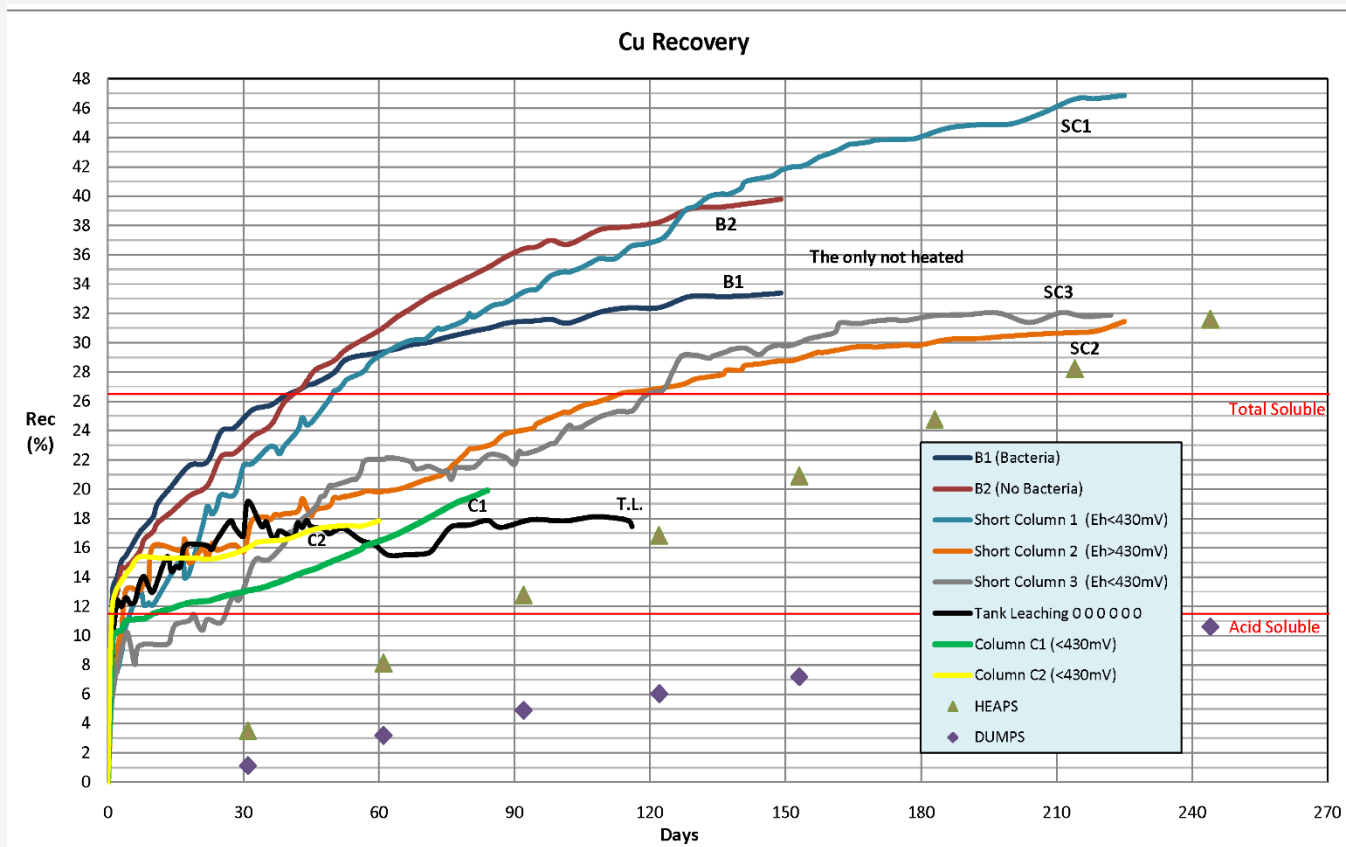
Πιλοτικές δοκιμές εκχύλισης εν θερμώ: Στήλες εκχύλισης
1m και 2m



Δοκιμή Solvent Extraction
- Electrowinning

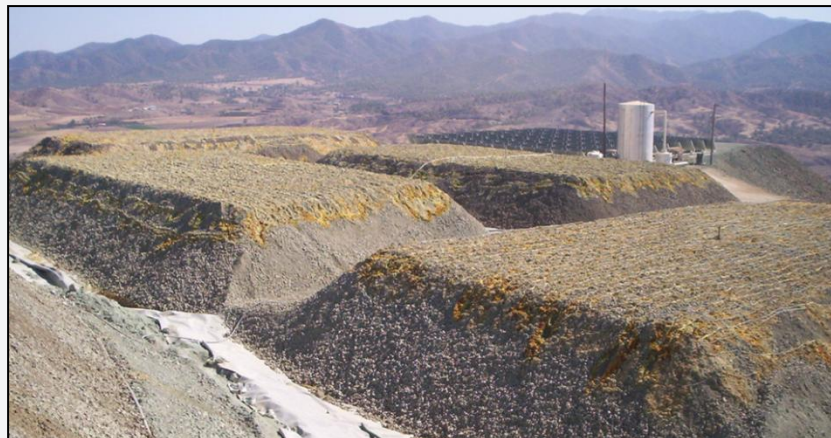


Έρευνα για Εκχύλιση Χαλκοπυρίτη

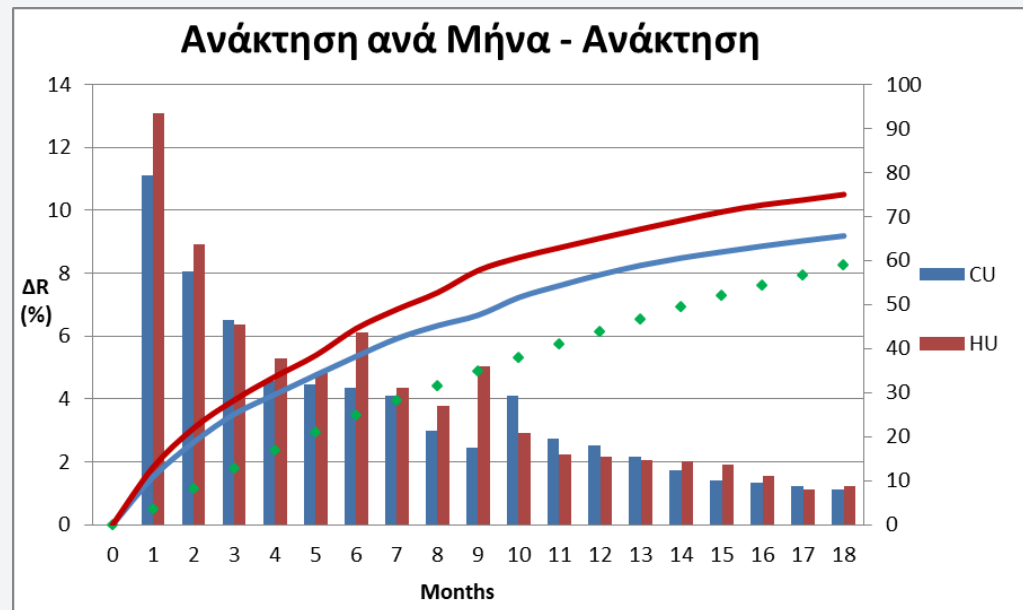




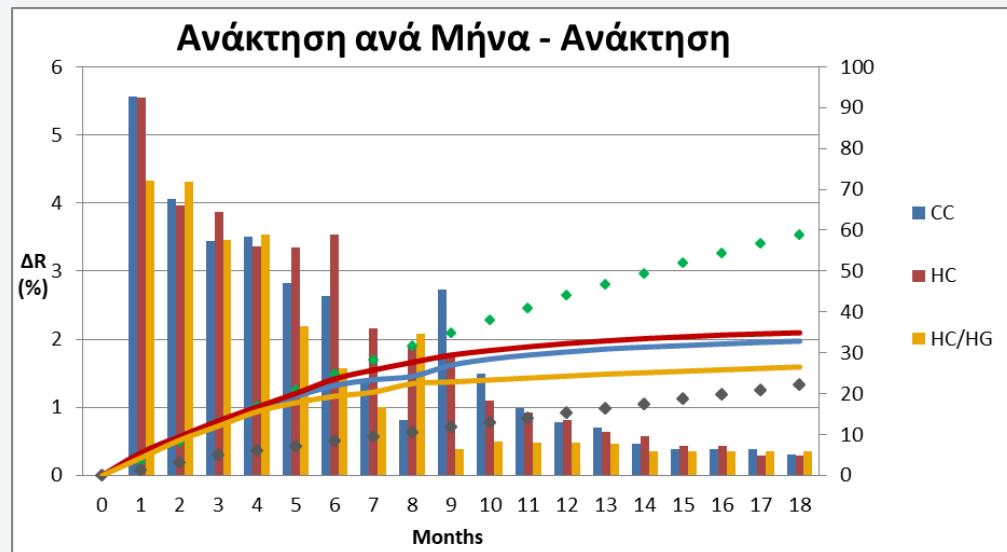
Βακτηριακή Εκχύλιση – Δοκιμή Ημιβιομηχανικής Κλίμακας



Σωροί ημιβιομηχανικής κλίμακας

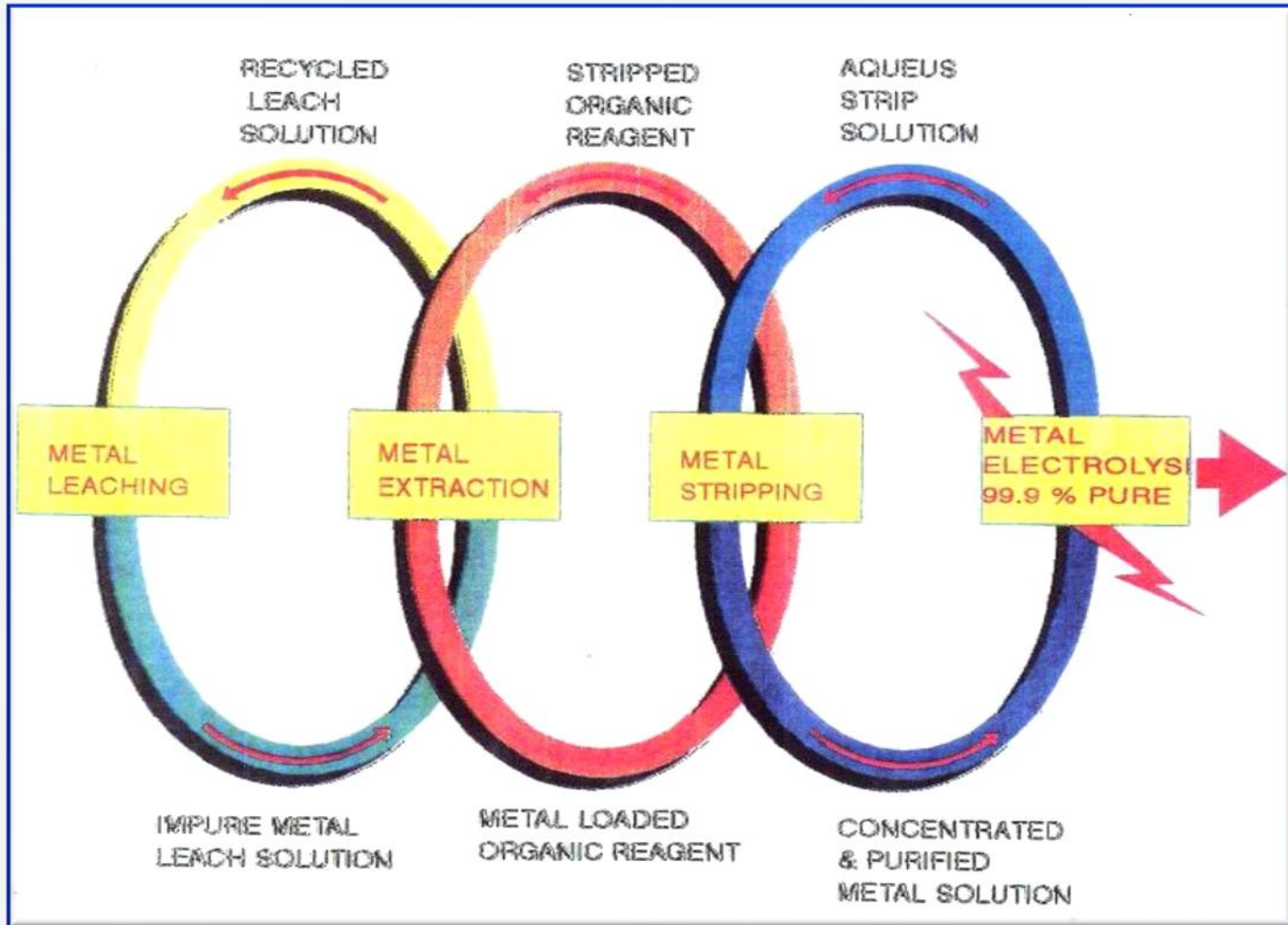


Ηλιακό Πάρκο





Ο κύκλος του Heap Leaching-Solvent Extraction-Electrowining





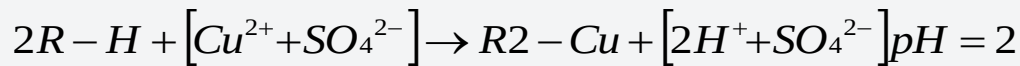
Ο ρόλος της Μονάδας Solvent Extraction

Η **επιλεκτική μεταφορά** και συγκέντρωση ενός μεταλλικού ιόντος **από μια υδατική φάση** (δια μέσου μιας οργανικής φάσης) σε κάποια **άλλη 'καθαρή' υδατική φάση**, από την οποία το ζητούμενο **μέταλλο μπορεί να ανακτηθεί** σε πιο χρήσιμη μορφή.

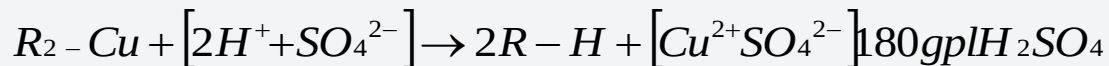
Η διαδικασία Solvent Extraction αποτελείται από:

- ✓ Στάδια **εξαγωγής** (extraction)
- ✓ Στάδιο **απόδοσης** (stripping)

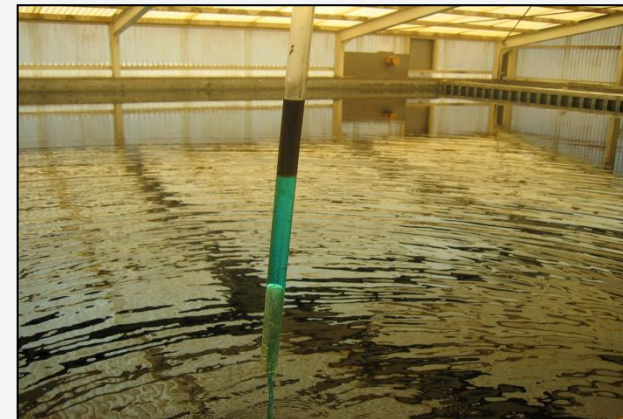
Χημική Αντίδραση Μεταφοράς Χαλκού από την Υδατική στην Οργανική Φάση (extraction)



Χημική Αντίδραση Μεταφοράς Χαλκού από την Οργανική στην Υδατική φάση (stripping)



SX πιλοτικής κλίμακας



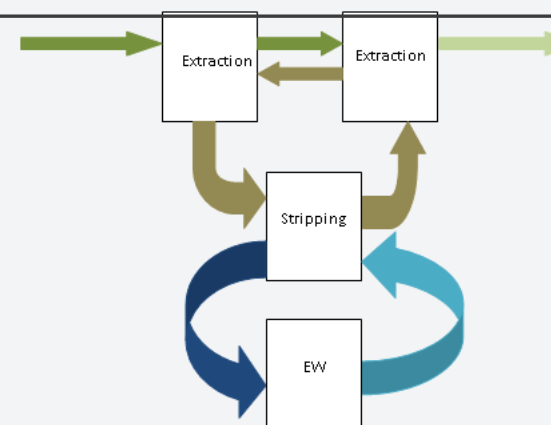
Διαχωρισμός φάσεων οργανικού και ηλεκτρολύτη κατά το SX



Ο ρόλος της Μονάδας Solvent Extraction

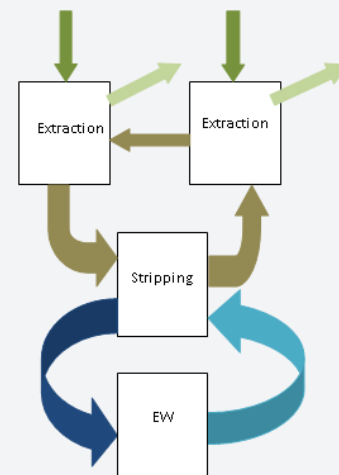
Προβλήματα προς αντιμετώπιση μονάδων Solvent Extraction στη βιομηχανική κλίμακα:

- Δημιουργία **γαλακτώματος** ανάμεσα στην υδατική και την οργανική φάση (κρούστα)
- Ανταγωνισμός **ανάκτησης χαλκού** και **μεταφοράς σιδήρου** στον ηλεκτρολύτη (εκλεκτικότητα αντιδραστηρίων)
- Περιορισμένος αριθμός των κατασκευαστών των αντιδραστηρίων
- Ανάγκη προστασίας των εγκαταστάσεων από **διάβρωση**
- 'Εύκολη' απορρύθμιση του κυκλώματος
- Απαιτείται **ακριβής σχεδιασμός** και **ελεγχόμενη λειτουργία** για αποφυγή απωλειών χαλκού και αντιδραστηρίων



Διάταξη σε σειρά σε περίπτωση πλούσιου PLS > 2 gr/ lt Cu

Aqueous phase
Organic phase
Electrolyte

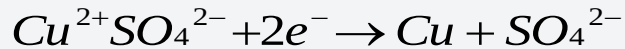


Διάταξη σε εν παραλλήλω σε περίπτωση χαμηλότερης συγκέντρωσης PLS < 2 gr/ lt Cu

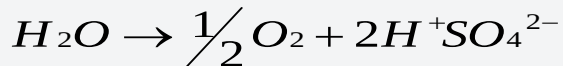


Η Ηλεκτρόλυση, η Τεχνολογία Mount Isa, οι σημαντικές παράμετροι

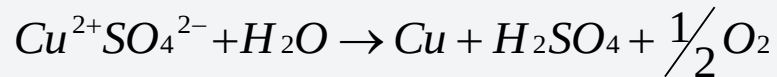
- **Κάθοδος**



- **Άνοδος**



- **Ηλεκτρολυτική Αντίδραση**

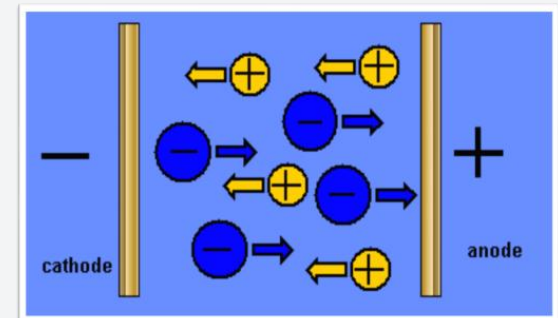


Σημαντικές ελεγχόμενες παράμετροι κατά την ηλεκτρόλυση:

- ✓ Η παρασιτική παρουσία του Fe στον ηλεκτρολύτη
- ✓ Η πυκνότητα του ρεύματος (current density)
- ✓ Η θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη
- ✓ Η παρουσία χλωριόντων στην ηλεκτρόλυση και η διάβρωση των καθόδων
- ✓ Παρουσία μολύβδου στο τελικό προϊόν



Εργοστάσιο Ηλεκτρόλυσης



Διεργασία Ηλεκτρόλυσης



Η Ποιότητα των Καθόδων



Κάθοδοι χαλκού – 99.9999 %Cu

Element	Chemical Compositions LME Grade "A" Maximum Permitted Concentrations %(m/m)	HCM Cathodes %(m/m)
SELENIUM	0.00020	<0.00001
TELLURIUM	0.00020	<0.00001
BISMUTH	0.00020	<0.00001
CHROMIUM	-	<0.00001
MANGANESE	-	<0.00001
ANTIMONY	0.0004	<0.00001
CADMIUM	-	<0.00001
ARSENIC	0.0005	<0.00001
PHOSPHOROUS	-	<0.00001
LEAD	0.0005	0.00003
SULPHUR	0.0015	0.00009
TIN	-	<0.00001
NICKEL	-	<0.00001
IRON	0.0010	0.00039
SILICON	-	0.00001
ZINC	-	<0.00001
COBALT	-	<0.00001
SILVER	0.0025	0.00005
MAX TOTAL IMPURITIES	0.00650	0.00056
MIN Cu %	99.9935	99.9994



Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα Υδρομεταλλουργίας

- ✓ Περιβαλλοντικά **φιλικότερη μέθοδος** σε σχέση με την παραδοσιακή πυρομεταλλουργία
- ✓ **Χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας** – μη ενεργοβόρες διαδικασίες, συνεπώς χαμηλότερες ενεργειακές ανάγκες
- ✓ **Ενιαίος χώρος εργασιών** μεταλλευτικής και μεταλλουργικής δραστηριότητας
 - ✓ Μείωση κόστους – μεταφορών – περιβαλλοντικού αποτυπώματος
 - ✓ Καλύτερος έλεγχος τυχόν περιβαλλοντικών θεμάτων
- ✓ **Ανακύκλωση νερού και διαλυμάτων**
- ✓ Αξιοποίηση **φτωχών** μεταλλευμάτων – Αειφορία
- ✓ Αξιοποίηση **παλαιών μεταλλευτικών αποβλήτων** (οξειδωμένων σωρών μεταλλεύματος – τελμάτων) για παραγωγή χρήσιμου μετάλλου
- ✓ Παραγωγή **εξαιρετικής ποιότητας προϊόντος** (κάθοδοι χαλκού) – Βιώσιμη ανάπτυξη



Κύρια Περιβαλλοντικά Θέματα Υδρομεταλλουργίας

- Διατάραξη της **γεωμορφολογίας** του εδάφους – **Αισθητική ρύπανση**
- Απαίτηση **εκτάσεων** – Αλλαγή χρήσης γης – Τελική **αποκατάσταση** του χώρου
- Πιθανότητα υποβάθμισης της ποιότητας των **υπογείων και επιφανειακών υδάτων** κατά τη διαδικασία της εκχύλισης – Ανάγκη αντιμετώπισης **απορροών και διαρροών**.
- Θέματα που σχετίζονται με τα παραγόμενα **εξορυκτικά απόβλητα** – Διαχείριση **τελμάτων**
- Πρόκληση **θορύβου, δονήσεων**
- **Αέριες** εκπομπές
- Διαχείριση και κατανάλωση **νερού** και **ενέργειας**
- Περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με την χρήση και αποθήκευση **χημικών ουσιών**

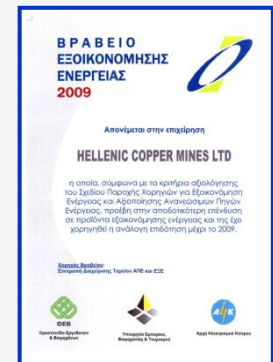


Αποκατάσταση οροφής σωρού εκχύλισης



Οι αρχές της HCM σχετικές με περιβαλλοντικά ζητήματα

- Τήρηση Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης πιστοποιημένο με βάση το **EMAS**
- Η HCM εισήγαγε ευθύς εξ αρχής σύγχρονα πρωτοποριακά προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας που περιλαμβάνουν:
 - **Σχεδιασμό** των λειτουργιών και εγκαταστάσεων ώστε να εξασφαλίζεται από την φάση αυτή η περιβαλλοντική προστασία.
 - **Καταγραφή, παρακολούθηση (monitoring)** και **κοινοποίηση** παραμέτρων που αφορούν το περιβάλλον με μετρήσιμα στοιχεία.
- Σύνταξη διακηρυγμένης **περιβαλλοντικής πολιτικής** και ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης σε όλη την ιεραρχία της Εταιρείας.
- **Διαφάνεια** και διατήρηση διαρκούς και ανοικτής συζήτησης με τους περιοίκους και τις Αρχές.
- **Τήρηση όλων των υποχρεώσεων και των δεσμεύσεων κατά γράμμα.**





Λειτουργικό, Κεφαλαιουχικό Κόστος και Κεφάλαιο Κίνησης

- Όταν οι υδρομεταλλουργικές μονάδες παραγωγής χαλκού που εφαρμόζουν την μέθοδο HL-SX-EW φθάσουν στο **στάδιο της ωριμότητας**, δηλαδή εξισορρόπησης του απολήψιμου αποτιθέμενου χαλκού με τον παραγόμενο, **το κόστος παραγωγής είναι πολύ ανταγωνιστικό** λόγω απουσίας διεργασιών υψηλού κόστους. Είναι στα **χαμηλότερα επίπεδα του cash cost curve** για ίσο κόστος μεταλλευτικής παραγωγής ανά μονάδα χαλκού.
- Το κόστος της **κεφαλαιουχικής επένδυσης** ανά μονάδα δυναμικότητας παραγωγής είναι **αρκετά κάτω του 50%** εκείνου που θα χρειαζόταν για παραγωγή με συμβατική τεχνολογία (παραγωγή συμπυκνωμάτων και πυρομεταλλουργία).
- Ανάλογα με την χρονική διάρκεια του κύκλου εκχύλισης, το **κεφάλαιο κινήσεως** μπορεί να είναι **σημαντικό και συγκριτικά μεγάλο**. Είναι απαραίτητο να προυπολογιστεί και να ελέγχεται, ιδίως στις περιόδους αύξησης της παραγωγής και χαμηλών τιμών χαλκού.



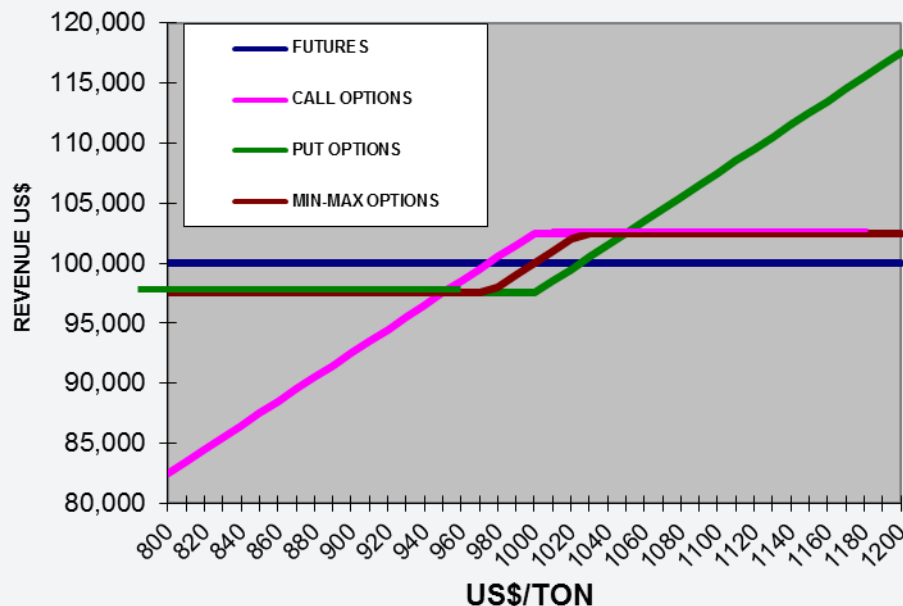
Έσοδα Πωλήσεων και Προστασία τους

- Εμπορικά ο χαλκός, ως χρηματιστηριακό προϊόν, ανήκει στα βασικά μέταλλα των οποίων η **τιμή καθορίζεται από το LME**.
- Ιστορικά, η τιμή πώλησης ανά τόνο πωλουμένου χαλκού περιεχομένου σε συμπύκνωμα είναι της τάξεως του 70% της τιμής LME. Ενώ η ανά τόνο τιμή που απολαμβάνεται, όταν αυτός πωλείται ως **κάθοδος υδρομεταλλουργικής παραγωγής, είναι >100%**, λόγω είσπραξης πριμ ποιότητας. Αυτό συνιστά σημαντική αύξηση της αξίας του εθνικού ορυκτού πλούτου.
- Οι σύγχρονες εταιρείες προστατεύουν τα εισοδήματά τους (προσοχή! Όχι καιροσκοπικά) χρησιμοποιώντας ως 'εργαλεία' τα **χρηματιστηριακά παράγωγα** (τα derivatives, futures, options, forward selling κ.λ.π.). Η HCM έχει αναπτύξει δικό της πρόγραμμα, για τα δικά της δεδομένα, για –κατά το δυνατόν- προστασία των εισοδημάτων και επιβίωσή της.



Πρόγραμμα της HCM για προστασία της ρευστότητας της με Χρήση Χρηματιστηριακών Παραγώγων (derivatives)

REVENUE STATEMENT
EXPECTED REVENUE AT EACH DERIVATIVE TOOL



HELLENIC COPPER MINES

MANAGEMENT OF METALS PRICES RISK

- a 32,000,000 Minimum operating cash expenses in \$ annually
b 50 Other risk protection cost in \$/ton
c variable Protected quantity of metal in tons
d 5,000 Full production achieved in tons/yr
e 5,500 possible future minimum price of metal in \$/ton
p Average copper price that can be safely received during the protection period in \$/ton
f 5,000 Average expected cost at steady state \$/ton

p	Min required	Quantity of copper tons that shall be hedged (variable c)					
		20% of product hedged	30% of product hedged	40% of product hedged	50% of product hedged	60% of product hedged	70% of product hedged
\$/ton	income \$	income \$	income \$	income \$	income \$	income \$	income \$
5,500	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
5,700	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
5,900	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
6,100	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
6,300	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
6,500	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
6,700	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
6,900	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
7,100	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	32,300,000	33,100,000
7,300	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	32,900,000	33,800,000
7,500	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	32,500,000	33,500,000	34,500,000
7,700	32,250,000	FALSE	FALSE	FALSE	33,000,000	34,100,000	35,200,000
7,900	32,250,000	FALSE	FALSE	32,300,000	33,500,000	34,700,000	35,900,000
8,100	32,250,000	FALSE	FALSE	32,700,000	34,000,000	35,300,000	36,600,000
8,300	32,250,000	FALSE	FALSE	33,100,000	34,500,000	35,900,000	37,300,000
8,500	32,250,000	FALSE	FALSE	33,500,000	35,000,000	36,500,000	38,000,000
8,700	32,250,000	FALSE	32,300,000	33,900,000	35,500,000	37,100,000	38,700,000
8,900	32,250,000	FALSE	32,600,000	34,300,000	36,000,000	37,700,000	39,400,000
9,100	32,250,000	FALSE	32,900,000	34,700,000	36,500,000	38,300,000	40,100,000
9,300	32,250,000	FALSE	33,200,000	35,100,000	37,000,000	38,900,000	40,800,000
9,500	32,250,000	FALSE	33,500,000	35,500,000	37,500,000	39,500,000	41,500,000
9,700	32,250,000	FALSE	33,800,000	35,900,000	38,000,000	40,100,000	42,200,000
9,900	32,250,000	FALSE	34,100,000	36,300,000	38,500,000	40,700,000	42,900,000
10,100	32,250,000	FALSE	34,400,000	36,700,000	39,000,000	41,300,000	43,600,000
10,300	32,250,000	32,300,000	34,700,000	37,100,000	39,500,000	41,900,000	44,300,000
10,500	32,250,000	32,500,000	35,000,000	37,500,000	40,000,000	42,500,000	45,000,000
10,700	32,250,000	32,700,000	35,300,000	37,900,000	40,500,000	43,100,000	45,700,000
10,900	32,250,000	32,900,000	35,600,000	38,300,000	41,000,000	43,700,000	46,400,000
11,100	32,250,000	33,100,000	35,900,000	38,700,000	41,500,000	44,300,000	47,100,000
11,300	32,250,000	33,300,000	36,200,000	39,100,000	42,000,000	44,900,000	47,800,000
11,500	32,250,000	33,500,000	36,500,000	39,500,000	42,500,000	45,500,000	48,500,000
11,700	32,250,000	33,700,000	36,800,000	39,900,000	43,000,000	46,100,000	49,200,000



Προοπτικές

- Η δυνατότητα οικονομικής αξιοποίησης μεταλλευμάτων με **χαμηλότερη περιεκτικότητα αποκοπής (c.o.g.) πολλαπλασιάζει το αποθεματικό δυναμικό** σε εταιρικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.
- Δίδεται η **δυνατότητα αξιοποίησης παλαιών αποθέσεων μεταλλευμάτων** χαμηλής, μη εκμεταλλεύσιμης περιεκτικότητας κατά τον χρόνο της εξόρυξής τους, που σήμερα συνιστούν χρήσιμα αποθέματα.
- Δίδεται η δυνατότητα **βιώσιμης εκμετάλλευσης** των τεραστίων **αποθέσεων απορριμάτων (tailings) παλαιότερων μονάδων** επίπλευσης θειούχων μεταλλευμάτων, τα οποία συν τω χρόνω οξειδώνονται και είναι 'εκχυλίσιμα'. Τα αποθέματα αυτά συμποσούνται ίσως μέχρι και σε δισεκατομμύρια τόνους, χαμηλής περιεκτικότητας σε χαλκό ή και άλλα μέταλλα.
- Πραγματοποιώντας **χαμηλού ύψους επενδύσεις** για κατασκευή μονάδων μόνο HL-SX για παραγωγή ηλεκτρολύτη υψηλής συγκέντρωσης (χωρίς τις υψηλού κόστους μονάδες ηλεκτρόλυσης), μπορούν να γίνουν εκμεταλλεύσεις **περιφερειακών κοιτασμάτων**, χωρίς μεταφορά μεταλλεύματος αλλά μόνο ηλεκτρολύτη και με συνολικά χαμηλότερη κεφαλαιακή επένδυση.
- **Μικρές μονάδες solvent extraction** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αντιμετώπιση επωφελώς, **ρυπογόνων οξίνων απορροών σε εγκαταλειμμένα μεταλλεία**, χωρίς επιβάρυνση του κράτους, ή άλλου φορέα.



HELLENIC COPPER MINES LTD

Ευχαριστούμε για την προσοχή σας

