

Η παράφρων διαχείριση του αρσενικού στη προτεινόμενη μεταλλουργία συμπυκνωμάτων «πυριτών» στη ΒΑ Χαλκιδική και η παραπληροφόρηση της εταιρείας «Ελληνικός Χρυσός»

Κυριάκος Αρίκας

Υφηγητής Ινστιτούτου Ορυκτολογίας–Πετρογραφίας Πανεπιστημίου Αμβούργου

1. Εισαγωγή

Στις 21 Δεκεμβρίου 2017 δημοσίευσε το «Παρατηρητήριο Μεταλλευτικών Δραστηριοτήτων (Π.Μ.Δ.)» ένα άρθρο με τίτλο «*Βρήκε η Ελληνικός Χρυσός μια τρύπα για το αρσενικό*» [1], στο οποίο σχολιάζεται η από την εταιρεία «Ελληνικός Χρυσός (Ε.Χ.)» παρουσίαση περιεκτικότητας αρσενικού στο κοίτασμα ($As=4,4\%$ κ.β.) και στο συμπύκνωμα πυριτών ($As=9,0\%$) της Ολυμπιάδας, και των αντίστοιχων περιεκτικότητας χρυσού ($Au=9,0$ g/t στο κοίτασμα και $24,5$ g/t στο συμπύκνωμα). Ο/Η αρθογράφος παρατηρεί ότι ο συντελεστής εμπλουτισμού του χρυσού ($24,5$ g/t : $9,0$ g/t = **2,7**) είναι υψηλότερος του συντελεστή εμπλουτισμού του αρσενικού (2,0) και συμπεραίνει ότι το αρσενικό στο συμπύκνωμα θα έπρεπε να είναι: $4,4\% \times 2,7 = \mathbf{11,9\%}$ κ.β.

Στη συνέχεια φέρνει στη δημοσιότητα δύο χημικές αναλύσεις από την «Τεχνική Έκθεση του Υποέργου Ολυμπιάδας» (Ιούλιος 2011) της «European Goldfields» (τότε μητρικής της Ε.Χ., που εξαγοράστηκε από την «Eldorado Gold»), οι οποίες παρουσιάζουν περιεκτικότητες αρσενικού $4,62\%$ στο δυτικό και $8,23\%$ στο ανατολικό τμήμα του κοιτάσματος Ολυμπιάδας. Με βάση τον ίδιο συντελεστή εμπλουτισμού υπολογίζονται αντίστοιχα δύο ακραίες τιμές αρσενικού στο συμπύκνωμα: $As=12,5\%$ και $22,2\%$.

Επειδή το ετήσιο ή μηνιαίο πρόγραμμα παραγωγής από κάθε περιοχή παραμένει άγνωστο εκ μέρους της εταιρείας, ο/η αρθογράφος καταλήγει στο συμπέρασμα, ότι η περιεκτικότητα αρσενικού στο συμπύκνωμα σε «καμμία περίπτωση δεν είναι 9% αλλά είναι αρκετά παραπάνω, πιθανότατα κοντά στο 17% . Τέλος τονίζεται επί λέξει: «*Επιπλέον, το ερευνητικό πρόγραμμα της Ελληνικός Χρυσός στα έτη 2015-2017 προσδιόρισε νέα αποθέματα στο ανατολικό κοίτασμα, δηλαδή υψηλού αρσενικού. Με την έμφαση στην ανατολική ζώνη, η μέση περιεκτικότητα του εξορυσσόμενου μεταλλεύματος σε αρσενικό αναμενόμενα θα αυξηθεί σε σχέση με τις εκτιμήσεις του 2010 και του 2011*».

Η παρούσα εισήγηση διευρύνει το θέμα αυτό, εξετάζει τα δεδομένα της «Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ)» της Ε.Χ [2] και τα παραπάνω συμπεράσματα του Π.Μ.Δ., και παρουσιάζει μια σειρά στοιχείων ορυκτοχημικών σχέσεων του αρσενικού στο εξορυκτέα κοιτάσματα και στο συμπύκνωμα πυριτών της Ολυμπιάδας.

Το θέμα «Αρσενικό» έχει διπλή σημασία, διότι οι υπέρμετρα μεγάλες ποσότητες αρσενικού στα εξορυκτέα κοιτάσματα και στα συμπυκνώματα δεν αποτελούν μόνο μεγάλη απειλή στη δημόσια υγεία παρά δημιουργούν και μεγάλο τεχνικό πρόβλημα στην αμφισβητούμενη εφαρμογή της από την Ε.Χ. προταθείσας μεταλλουργικής μεθόδου της «Ακαριαίας Τήξης (Flash Smelting)» για την ανάκτηση χρυσού και χαλκού από το μίγμα του συμπυκνώματος πυριτών της Ολυμπιάδας (250.000 t/y) με το συμπύκνωμα θειούχων της προγραμματιζόμενης εκμετάλλευσης των Σκουριών (30.000 t/y), με λόγο $8,33/1$. Το συμπύκνωμα σιδηροπυρίτη-αρσενοπυρίτη της Ολυμπιάδας θα αποτελεί λοιπόν το κυρίαρχο μέρος του εν λόγω μίγματος και θα καθορίζει την περιεκτικότητα του αρσενικού.

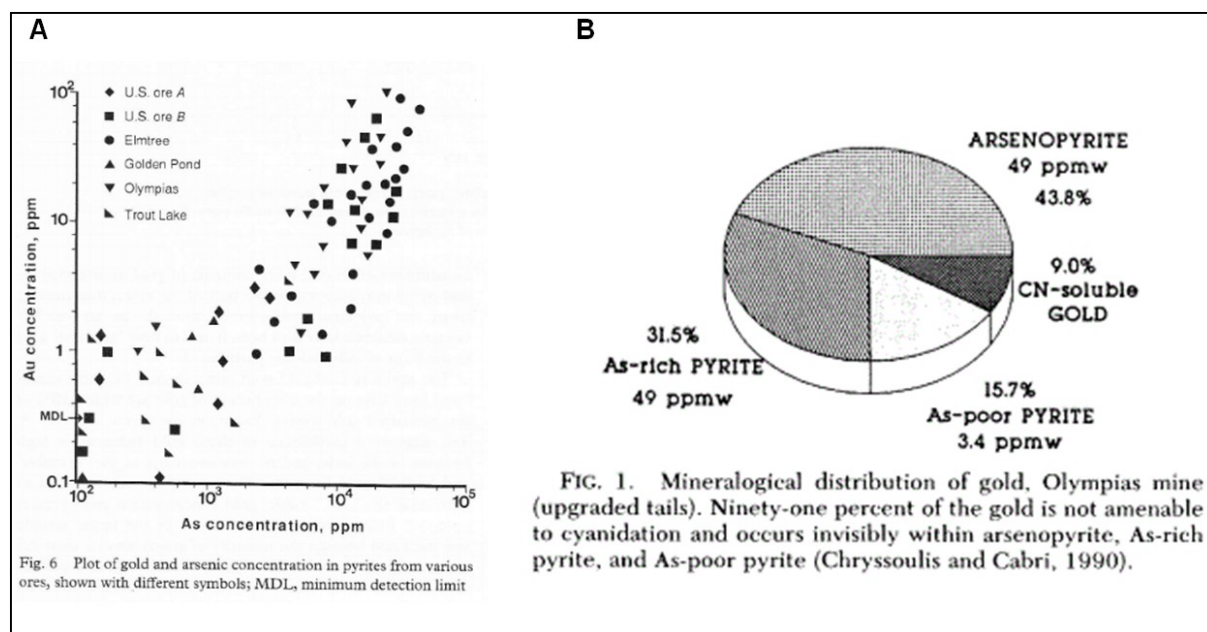
2. Το αρσενικό στα κοιτάσματα Ολυμπιάδας

Το αρσενικό αποτελεί μεγάλο πρόβλημα ειδικά στις μεικτές θειούχες μεταλλοφορίες της Χαλκιδικής, όπως στο κοίτασμα της Ολυμπιάδας, επειδή η μεταλλοφορία σιδήρου, που συνήθως κυριαρχεί ποσοτικά στα μεικτά θειούχα κοιτάσματα, δεν αντιπροσωπεύεται μόνο από τον συνηθισμένο σιδηροπυρίτη (FeS_2) παρά εξ' ίσου και από

αρσеноπυρίτη (FeAsS), ο οποίος βασει του χημικού του τύπου περιέχει: αρσενικό (As)=46,0%!!!, σίδηρο (Fe)=34,3% και θείο (S)=19,7%. Μικροαναλύσεις επιστημονικής εργασίας [3] σε αρσеноπυρίτες από το επίπεδο -40 του κοιτάσματος Ολυμπιάδας προσδίδουν περίπου όμοια χημική συνθεση (Μ.Ο. από 18 αναλύσεις): As=41,6%, Fe=35,3, S=22,5.

Οι βιβλιογραφικές περιγραφές της ορυκτολογικής σύνθεσης του κοιτάσματος Ολυμπιάδας παρουσιάζουν τον σιδηροπυρίτη και αρσеноπυρίτη σαν πρώτα μεταλλικά ορυκτά και με υψηλότερες περιεκτικότητες απ' ότι τα εκμεταλλεύσιμα θειούχα ορυκτά του μολύβδου και ψευδαργύρου, γαληνήτη και σφαλερίτη. Ο σιδηροπυρίτης και αρσеноπυρίτης είναι κατά τόπους σε ίση ποσοτική αναλογία μεταξύ τους, όπως αποδεικνύεται σε παρακάτω παράδειγμα ανάλυσης του ανατολικού τμήματος του κοιτάσματος Ολυμπιάδας.

Σημειώνεται ότι εκτός του αρσеноπυρίτη, θεωρείται και ο σιδηροπυρίτης σαν φορέας αρσενικού. Σύμφωνα με βιβλιογραφικά στοιχεία [4] οι σιδηροπυρίτες έχουν τη δυνατότητα να δεσμεύουν μέχρι 10% αρσενικό (arsenic pyrite - αρσενικούχοι σιδηροπυρίτες). Η βιβλιογραφία αναφέρει σιδηροπυρίτες στην Ολυμπιάδα [5, 6] με «υψηλές» και «χαμηλές» περιεκτικότητες αρσενικού («As-rich Pyrite» και «As-poor Pyrite»). Επιστημονική εργασία [5] παρουσιάζει διάγραμμα As-Au (Σχήμα 1Α), το οποίο δείχνει περιεκτικότητα αρσενικού στον σιδηροπυρίτη μέχρι πάνω από 2% και αναμένονται υψηλότερες τιμές σε περίπτωση επέκτασης αναλύσεων σε σιδηροπυρίτες διαφόρων θέσεων του κοιτάσματος.



Σχήμα 1Α: Διάγραμμα συσχέτισης αρσενικού (As) – χρυσού (Au) σε σιδηροπυρίτες διαφόρων κοιτασμάτων (▼ Σιδηροπυρίτες Ολυμπιάδας) [5]

Σχήμα 1Β: Κατανομή «αόρατου» χρυσού στους αρσеноπυρίτες και αρσενικούχους σιδηροπυρίτες της Ολυμπιάδας [6]

Μεγάλη σημασία αποδίδεται αναφορικά με τη διάθεση αρσενικού (βλ. παρακάτω: Συμπεράσματα), στο ότι ο χρυσός κατά κανόνα συσχετίζεται με το αρσενικό (Σχήμα 1Α) και ότι στην Ολυμπιάδα οι αρσеноπυρίτες και οι πλούσιοι σε αρσενικό σιδηροπυρίτες παρουσιάζουν τις υψηλότερες περιεκτικότητες και συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μέρος του χρυσού (Σχήμα 1Β) [6]. Η συσχέτιση αρσενικού – χρυσού αποδεικνύεται άλλωστε και στις εισαγωγικά αναφερόμενες αναλύσεις της European Goldfields, οι οποίες δείχνουν ότι το πλούσιο σε αρσενικό κοιτάσμα του ανατολικού τομέα περιέχει υψηλότερες περιεκτικότητες σε χρυσό.

Συμπεράσματα:

Η εταιρεία στην επέκταση των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων θα επιδιώκει στο μελλον εξορύξεις το δυνατόν πλούσιων σε αρσеноπυρίτη. Αυτό ενισχύει την εισαγωγικά αναφερόμενη άποψη του Π.Μ.Δ., ότι οι εξορύξεις θα επεκταθούν με έμφαση στην ανατολική ζώνη του κοιτάσματος, με αποτέλεσμα να αυξηθεί δραματικά η διάθεση

αρσενικού στο περιβάλλον. Αφήνεται λοιπόν στον αναγνώστη να κρίνει τι θα σημαίνει αυτό σε μερικές δεκαετίες, αναφορικά με τη διάχυση αρσενικού στο υδρολογικό σύστημα, στα εδάφη και γενικά με τις επιπτώσεις στη Δημόσια Υγεία.

Σημειώνεται τέλος ότι οι επιστημονικές μελέτες [5, 6] χαρακτηρίζουν τον εμπιερχόμενο χρυσό στους αρσеноπυρίτες-σιδηροπυρίτες σαν «αόρατο» χρυσό («invisible» gold). Ο χρυσός κατανέμεται δηλαδή στους πυρίτες σε υπομικροσκοπική-κolloειδή μορφή. Το πλουσιο σε αρσενικό συμπύκνωμα πυριτών θεωρείται ούτως ή άλλως σαν δυσκατέργαστο μέταλλευμα, και η ανάκτηση του χρυσού σε τέτοια μορφή και κατανομή θα πρέπει να είναι εξαιρετικά προβληματική. Η Ε.Χ. οφείλει να εξηγήσει πώς θα αντιμετωπίσει το πρόβλημα αυτό με τη μέθοδο της «Ακαριαίας Τήξης».

3. Η παραπληροφόρηση της Ε.Χ.

«Κυάνιο» και «Αρσενικό» είναι στην κοινή γνώμη τα πιο γνωστά δηλητήρια που συνδέονται με την εκμετάλλευση πολυμεταλλικών κοιτασμάτων στη Β. Ελλάδα και προκαλούν δικαίως φόβους και αντιδράσεις στους πολίτες των περιοχών όπου προγραμματίζονται σχετικές μεταλλευτικές δραστηριότητες. Οι εταιρείες γνωρίζουν βέβαια το πρόβλημα των αντιδράσεων της Κοινής Γνώμης και καταβάλλουν κάθε προσπάθεια να παραπλανήσουν τους πολιτικούς, τη Δικαιοσύνη και τις αρμόδιες υπηρεσίες, προβάλλοντας αμφίβολα σχέδια και αμφιλεγόμενες μεθόδους διαχείρισης των εν λόγω δηλητηρίων.

Γνωστό παράδειγμα είναι ο ελιγμός της Ε.Χ. μετά την απόφαση του Συμβουλίου της Επικρατίας (απόφαση ΣΤΕ 613/2002) κατά του σχεδίου ανάκτησης χρυσού από συμπυκνώματα αρσενικούχων «πυριτών» με χρήση κυανίου από την TVX Gold. Η Ε.Χ. θεώρησε λοιπόν σκόπιμο για ευνόητους λόγους να αλλάξει τακτική, αφαιρώντας από τις προτάσεις της το καυτό θέμα «Κυάνωση» και προτείνοντας την αμφισβητήσιμη εφαρμοσιμότητας πυρομεταλλουργική μέθοδο της «Ακαριαίας Τήξης».

Το δεύτερο δηλητήριο, το αρσενικό προβληματίζει επίσης την εταιρεία στο να περάσει τα σχέδια της στη Κοινή Γνώμη στο πλαίσιο της διαδικασίας αδειοδοτήσεων και καταβάλλει περίσσια προσπάθεια να υποτιμήσει τις περιεκτικότητες του αρσενικού στα εκμεταλλευσιμα κοιτάσματα και τα προκύπτοντα προβλήματα στη Δημόσια Υγεία.

Εκ μέρους της Ε.Χ. δεν υπάρχουν ουσιαστικά χρήσιμες ορυκτολογικές - χημικές αναλύσεις και μέχρι σήμερα η εταιρεία δεν ενδιαφέρθηκε να δημοσιεύσει και να ενημερώσει την Κοινή Γνώμη σχετικά με την ορυκτοχημική σύσταση και τη ποιοτική-ποσοτική αξιολόγηση των αρσενικούχων κοιτασμάτων και των συμπυκνωμάτων «πυριτών». Αυτό και μόνο αποτελεί καταδικαστέα πράξη, διότι είναι απαράδεκτο μια επιχείρηση να προτείνει την παραγωγή και διάθεση ενός προϊόντος με δηλητηριώδεις ουσίες χωρίς δημόσια πληροφόρηση για τη χημική του σύσταση.

Η Ε.Χ. παρουσιάζει δύο άκρως πενιχρές και επιστημονικά χαμηλού επιπέδου αναλύσεις στον πίνακα 5.8.3-2 της Μ.Π.Ε με μόνο μια τιμή περιεκτικότητας των μεταλλικών στοιχείων: Pb, Zn, Fe και As για το κοιτάσμα και μία για το συμπύκνωμα πυριτών Ολυμπιάδας. Αυτό είναι απαράδεκτο, διότι μια τέτοια ελλιπής ανάλυση δεν είναι δυνατό να είναι αντιπροσωπευτική για εκατομμύρια τόνους εξορυκτών υλικών και ούτε είναι αξιόπιστη, διότι δίνει την εντύπωση ότι πρόκειται για ανάλυση μόνο ενός δείγματος ή ενός ενιαίου σώματος. Κάθε γεωεπιστήμονας γνωρίζει ότι ένα πέτρωμα-κοιτάσμα μπορεί να διαφέρει από μέτρο σε μέτρο (συχνά μάλιστα σε περιθώρια εκατοστών του μέτρου). Εάν οι τιμές στις προκείμενες «αναλύσεις» αποτελούν «Μέσους Όρους», θα έπρεπε να γίνει αναφορά στον αριθμό των αναλυθέντων δειγμάτων, στα περιθώρια διακύμανσης των τιμών μετρήσεων και με ποιούς στατιστικούς υπολογισμούς θεμελιώνεται η αξιοπιστία των δεδομένων που αντιπροσωπεύουν το σύνολο των εξορυκτών υλικών και των αποτεθειμένων συμπυκνωμάτων.

Οι εισαγωγικά αναφερόμενες αναλύσεις της πρώην εταιρείας «European Goldfields» που σχολιάζονται παρακάτω, είναι μεν απλοποιημένες, αλλά διαχωρίζουν τουλάχιστον τη χημική σύσταση του δυτικού και ανατολικού τομέα του κοιτάσματος Ολυμπιάδας (βλ. κάτω, Πιν. 3). Η τιμή περιεκτικότητας αρσενικού As=4,4% στην ανάλυση της Ε.Χ. για το ολικό κοιτάσμα δεν μπορεί να είναι αξιόπιστη όταν οι αναλύσεις της προκατόχου μητρικής εταιρείας παρουσιάζουν για το δυτικό τμήμα του κοιτάσματος As=4,6% και για το ανατολικό διπλάσια ποσότητα αρσενικού As=8,2%. Η μία και μοναδική αυτή ανάλυση της Ε.Χ. διαστρεβλώνει σε μεγάλο βαθμό την περιεκτικότητα του αρσενικού στο κοιτάσμα, αντίστοιχα και στο συμπύκνωμα πυριτών (βλ. παρακάτω), και

αποπροσανατολίζει την κοινή γνώμη από τη διάσταση επικινδυνότητας του αρσενικού.

Οι συγκεντρώσεις αρσενικού κορυφώνονται φυσικά στα συμπυκνώματα «πυριτών» που θα προκύπτουν ύστερα από την ανάκτηση των βασικών θειούχων ορυκτών του μολύβδου και ψευδαργύρου (του γαληνήτη και σφαλερίτη, με τη μέθοδο της επίπλευσης. Επειδή, όπως αναφέρθηκε επάνω, ο χρυσός συγκεντρώνεται κυρίως στους αρσενικούχους «πυρίτες», εξυπακούεται ότι το σχέδιο της Ε.Χ. προβλέπει ξεχωριστό συμπύκνωμα το δυνατόν πλούσιο σε αρσеноπυρίτη-αρσενικούχο σιδηροπυρίτη.

Για το συμπύκνωμα αυτό παρουσιάζει η Ε.Χ. στον αναφερόμενο πίνακα 5.8.3-2 περιεκτικότητα αρσενικού 9%. Η τιμή αυτή είναι σαφώς υποβαθμισμένη και είναι παράδοξο, η περιεκτικότητα αυτή αρσενικού του συμπυκνώματος να είναι σχεδόν ίδια με αυτήν του ανατολικού τμήματος του κοιτάσματος (As=8,2%). Παλαιότερη έκθεση της πρώην εταιρείας Α.Ε.Ε.Χ.Π&Λ [7, 1] παρουσιάζει ανάλυση του συμπυκνώματος πυριτών ετήσιας παραγωγής 50.000 τόνων από την εκμετάλλευση της Ολυμπιάδας (κυρίως δυτικό κοίτασμα) με μέση περιεκτικότητα σε As=12%. Επιστημονική μελέτη [6] αναφέρει μάλιστα για το συμπύκνωμα πυριτών Ολυμπιάδας **As=14,2%** και είναι σίγουρο ότι σε περίπτωση εκτενέστερου προγράμματος αναλύσεων θα προκύψουν υψηλότερες περιεκτικότητες, όπως αποδεικνύουν και οι παρακάτω υπολογισμοί. Σημειώνεται ότι το συμπύκνωμα, όπως και το κοίτασμα, δεν είναι ένα ενιαίο σώμα ώστε να μπορεί κανείς να το χαρακτηρίσει με μόνο μία χημική ανάλυση. Η χημική σύνθεση του συμπυκνώματος διαφέρει κατά θέσεις ή ενστρώσεις ανάλογα με τη καθημερινή διακύμανση της σύστασης του εξορυχθέντος κοιτάσματος και του προϊόντος της διαδικασίας εμπλουτισμού.

Παρακάτω παρουσιάζεται η σύσταση του κοιτάσματος και του συμπυκνώματος πυριτών σε θειούχα μεταλλικά ορυκτά, τα οποία εύκολα υπολογίζονται από τις αναφερόμενες χημικές αναλύσεις. Οι παρακάτω υπολογισμοί βασίζονται κυρίως στις ποσοτικές αναλογίες των μεταλλικών ορυκτών, αφού άλλωστε η διαδικασία του εμπλουτισμού μεταλλευμάτων αφορά το διαχωρισμό ορυκτών.

Ο υπολογισμός περιεκτικότητας των κύριων μεταλλικών ορυκτών γίνεται με βάση την αναλογία των χημικών στοιχείων Pb, Zn, As στα αντίστοιχα ορυκτά γαληνήτη: PbS, Σφαλερίτη: ZnS, Αρσеноπυρίτη: AsFeS. Ο σιδηροπυρίτης (FeS₂) υπολογίζεται από τον σίδηρο (Fe) της ανάλυσης αφαιρώντας το μέρος του σιδήρου που αντιστοιχεί στον αρσеноπυρίτη. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η χημική ανάλυση του κοιτάσματος και του συμπυκνώματος της Ε.Χ. (Πιν. 5.8.3-2 της ΜΠΕ) και στον Πίνακα 2 οι υπολογισμένες περιεκτικότητες θειούχων ορυκτών γαληνήτη, σφαλερίτη αρσеноπυρίτη και σιδηροπυρίτη.

Πίνακας 1: Χημική ανάλυση του κοιτάσματος και του συμπυκνώματος πυριτών Ολυμπιάδας όπως παρουσιάζεται στην ΜΠΕ (Πιν. 5.8.3.-2) της Ε.Χ.

	Pb %	Zn %	As %	Fe %
Κοίτασμα	4,6	6,1	4,4	14,9
Συμπύκνωμα Πυριτών	1,1	1,3	9,0	37,4

Οι αναλύσεις περιέχουν επίσης στο κοίτασμα και συμπύκνωμα αντίστοιχα: S 19,6 και 40,0%, Au 9,0 και 24,5 g/t,

Ag 137 και 32,0 g/t

Πίνακας 2: Ποσοτική σύσταση των θειούχων ορυκτών στο κοίτασμα και στο συμπύκνωμα «πυριτών» Ολυμπιάδας, υπολογισμένη από τις τιμές του πίνακα 1

	Γαληνήτης PbS %	Σφαλερίτης ZnS %	Αρσеноπυρίτης AsFeS %	Σιδηροπυρίτης FeS ₂ %
Κοίτασμα	5,3	9,1	9,6	25,0
Συμπύκνωμα Πυριτών	1,3	1,9	19,6	65,9

Από τη σχέση του σιδηροπυρίτη στο συμπύκνωμα με τον σιδηροπυρίτη στο κοίτασμα προκύπτει ο λόγος

(συντελεστής εμπλουτισμού) $65,9\%:25,0\%=2,64$. Ο αντίστοιχος όμως συντελεστής του αρσеноπυρίτη είναι $19,6\%:9,6\%=2,05$. Δηλαδή η Ε.Χ. παρουσιάζει αισθητά λιγότερο τον αρσеноπυρίτη στο συμπύκνωμα. Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι ο συντελεστής εμπλουτισμού παραμένει κατά κανόνα σταθερός, θα έπρεπε η περιεκτικότητα αρσеноπυρίτη στο συμπύκνωμα να είναι $9,6\% \times 2,64 = 25,3\%$ και όχι 19,6 όπως τον παρουσιάζει η Ε.Χ. Από 25,3% αρσеноπυρίτη υπολογίζεται περιεκτικότητα αρσενικού **As=11,6%**.

Το άθροισμα σιδηροπυρίτη+αρσеноπυρίτη (υπολογισμένου) στο συμπύκνωμα πυριτών είναι: $65,9\% + 25,3\% = 91,2\%$. Σε παρακάτω υπολογισμούς θα χρησιμοποιηθεί για διευκόλυνση σαν άθροισμα σιδηροπυρίτη + αρσеноπυρίτη = στρογγυλοποιημένα 90% (περίπου 10% του συμπυκνώματος περιέχουν γαληνίτη + σφαλερίτη + διάφορα άλλα μεταλλικά ορυκτά + πυριτικά και ανθρακικά ορυκτα).

Από τις αναφερόμενες χημικές αναλύσεις της πρώην μητρικής εταιρείας «European Goldfields» υπολογίζονται ορισμένες αποκαλυπτικές ποσοτικές αναλογίες σιδηροπυρίτη:αρσеноπυρίτη στα κοιτάσματα του δυτικού και ανατολικού τμήματος και στα απορρέοντα αντίστοιχα συμπυκνώματα πυριτών. Ο πίνακας 3 παρουσιάζει τις εν λόγω χημικές αναλύσεις και ο πίνακας 4 τις υπολογισμένες περιεκτικότητες των μεταλλικών ορυκτών.

Πίνακας 3: Χημικές αναλύσεις του κοιτάσματος Ολυμπιάδας από την πρώην εταιρεία «European Goldfields»

Κοίτασμα	Pb %	Zn %	As %	Fe %
Δυτικό Τμήμα	4,38	5,68	4,62	15,18
Ανατολικό Τμήμα	5,77	6,43	8,23	14,76

Οι αναλύσεις περιέχουν επίσης στο Δυτικό και Ανατολικό Τμήμα αντίστοιχα: Au 9,26 και 14,89 g/t, Ag 138,2 και 178,7 g/t

Πίνακας 4: Ποσοτική σύσταση των θειούχων ορυκτών στο κοιτάσμα Ολυμπιάδας, υπολογισμένη από τις τιμές του πίνακα 3

Κοίτασμα	Γαληνίτης, PbS %	Σφαλερίτης, ZnS %	Αρσеноπυρίτης, AsFeS %	Σιδηροπυρίτης, FeS ₂ %
Δυτικό Τμήμα	5,06	8,48	10,53	25,21
Ανατολικό Τμήμα	6,66	9,60	17,89	18,50

Με την προϋπόθεση ότι ο αρσеноπυρίτης και ο σιδηροπυρίτης αποτελούν περίπου 90% (βλ. επάνω) του συμπυκνώματος πυριτών και ότι η ποσοτική σχέση σιδηροπυρίτη : αρσеноπυρίτη στο κοιτάσμα παραμένει ίδια στο αντίστοιχο συμπύκνωμα, καθώς επίσης η σχέση (FeS₂+AsFeS):AsFeS, υπολογίζεται εύκολα ότι το συμπύκνωμα πυριτών του δυτικού τμήματος του κοιτάσματος θα πρέπει αριθμητικά να περιέχει 26,5% αρσеноπυρίτη και 63,5% σιδηροπυρίτη, του δε ανατολικού τμήματος 44,2% αρσеноπυρίτη και 45,7% σιδηροπυρίτη. Από τις τιμές αρσеноπυρίτη υπολογίζονται για τα απορρέοντα συμπυκνώματα πυριτών οι περιεκτικότητες αρσενικού **As=12,9%** από το δυτικό και **As=20,3% (!)** από το ανατολικό τμήμα του κοιτάσματος.

Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Η χημική ανάλυση του κοιτάσματος που παρουσιάζει η Ε.Χ. στο πίνακα 5.8.3-2 της ΜΠΕ είναι ελλιπής. Περιέχει μόνο 5 κύρια χημικά στοιχεία (Pb, Zn, Fe, As, S) που εκπροσωπούν μόνο το 49,6% του κοιτάσματος. Η σύσταση του 50% των μεταλλικών και μη μεταλλικών υλικών παραμένει άγνωστη. Η χημική ανάλυση του κοιτάσματος Ολυμπιάδας είναι ουσιαστικά άχρηστη και δεν είναι δυνατόν να αντιπροσωπεύει τη σύσταση και των δύο τμημάτων του κοιτάσματος, τα οποία έχουν αισθητές διαφορές, κυρίως στις περιεκτικότητες αρσενικού.

Το ίδιο ισχύει και για τη χημική ανάλυση του συμπυκνώματος. Η τιμή της περιεκτικότητας αρσενικού: As=9.0%

στην ανάλυση της Ε.Χ. είναι αυθαίρετη και σαφώς υποτιμημένη. Η τιμή αυτή του αρσενικού δεν ανταποκρίνεται με την ποσοτική αναλογία του αρσενοπυρίτη – σιδηροπυρίτη. Η επάνω υπολογισμένη περιεκτικότητα του συμπυκνώματος πυριτών σε αρσενικό $As=11,6\%$ είναι συγκρίσιμη με αυτή που παρουσιάζει και η εισήγηση του Π.Μ.Δ. $As=11,9\%$.

Από τις υψηλές περιεκτικότητες αρσενικού του ανατολικού τμήματος του κοιτάσματος της Ολυμπιάδας (ανάλυση της «European Goldfields») υπολογίζεται αναλογία αρσενοπυρίτη : σιδηροπυρίτη 1 : 1. Με βάση την περιεκτικότητα του αρσενοπυρίτη σε αρσενικό ($As=46\%$) υπολογίζεται πολύ απλά ότι το συμπύκνωμα πυριτών από το κοιτάσμα αυτό θα περιέχει αρσενικό περίπου 20%. Οι επάνω υπολογισμένες περιεκτικότητες αρσενικού $As=12,9\%$ και $20,3\%$ που αντιστοιχούν σε συμπυκνώματα από το δυτικό και ανατολικό τμήμα του κοιτάσματος, είναι συγκρίσιμες με τις εισαγωγικά αναφερόμενες τιμές $As 12,5\%$ και $22,2\%$ του Π.Μ.Δ.

4. Το αναξιόπιστο σχέδιο «Σκοροδίτη»

Η προτεινόμενη μέθοδος της «Ακαριαίας Τήξης» («Flash Smelting») για τη μεταλλουργία συμπυκνωμάτων με τέτοιες υψηλές περιεκτικότητες αρσενικού δεν είναι εφαρμόσιμη (για το θέμα αυτό υπάρχουν εισηγήσεις ειδικών μεταλλουργών). Ανεξάρτητα από την αξιοπιστία της προτεινόμενης μεταλλουργικής μεθόδου, γεννάται το βασικό ερώτημα, ποια θα είναι η τύχη των γιγαντιαίων ποσοτήτων αρσενικού που θα προκύπτουν σαν απόβλητο της εν λόγω μεταλλουργίας; Για το θέμα της διαχείρισης του αρσενικού σαν απόβλητο έγινε ήδη λόγος σε προηγούμενη εισήγηση [8]. Τα κύρια σημεία της εν λόγω εισήγησης έχουν ως εξής:

Η εταιρεία Ε.Χ. προβάλλει ένα σχέδιο «απομάκρυνσης», «αδρανοποίησης» και «μετατροπής» (χαρακτηρισμοί της Ε.Χ.) του αρσενικού σε «κρυσταλλικό σκοροδίτη», που θα συνοδεύει την αναφερθείσα πυρομεταλλουργική διαδικασία της «ακαριαίας τήξης». Η Ε.Χ. χαρακτηρίζει τον «κρυσταλλικό σκοροδίτη» ως «σταθερό υλικό και περιβαλλοντικά αποδεκτό για απόρριψη» (ΜΠΕ, σελ. 5.5-22) σε χώρο απόθεσης μεταλλευτικών καταλοίπων σε μορφή υλός.

Επ' αυτών παραθέτουμε τις εξής παρατηρήσεις, που προκύπτουν από βιβλιογραφικά δεδομένα και από δική μας μελέτη (1996/97) στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας και Πετρογραφίας του Πανεπιστημίου Αμβούργου [9] σχετικά με εξαλλιώσεις δευτερογενών αρσενικών ορυκτών (συμπεριλαμβανομένου και φυσικού σκοροδίτη) της μεταλλευτικής περιοχής του Λαυρίου:

► Η κρυστάλλωση ορυκτών απαιτεί κατά κανόνα πολύ χρόνο, Η αναφορά στην ΜΠΕ της Ε.Χ., ότι η μετατροπή πολλών τόνων αρσενικούχων διαλυμάτων σε «σκοροδίτη» θα γίνεται σε χρόνο μόνο μιας ώρας παραμονής στο αυτόκλειστο δεν είναι αξιόπιστη.

► Ο σκοροδίτης με βάση τον χημικό του τύπο ($FeAsO_4 \cdot 2H_2O$) περιέχει αρσενικό **$As=32,3\%$!!!**. Σημειώνεται ότι ακόμη και ο φυσικός κρυσταλλικός σκοροδίτης, που σχηματίζεται σε μεγάλα χρονικά περιθώρια, είναι ασταθής έναντι διαβρωτικών διεργασιών, διότι περιέχει αρκετή ποσότητα νερού, είναι σχετικά εύθρυπτο ορυκτό (σκληρότητα MOHS 3,7) και προσβάλλεται εύκολα από όξινα διαλύματα.

► Κονιοποιημένος φυσικός σκοροδίτης της δικής μας μελέτης, έδειξε έντονη διαλυτότητα σε αιώρημα απεσταγμένου νερού (αισθητή πτώση του pH λόγω αποβολής αρσενικού οξέος)

► Ο σκοροδίτης διαβρώνεται εύκολα και δημιουργεί απορροή αρσενικού οξέος και άλλων χημικών ενώσεων αρσενικού - σιδήρου. Από τη διάβρωση του σκοροδίτη σχηματίζονται ενδιάμεσα άμορφα ή ημικρυσταλλικά συσσωματώματα, με κόκκινα – καφετί χρώματα, τα οποία χαρακτηρίζονται ορυκτολογικά σαν «λειμωνίτες», «αιματίτες», «γκαιτίτες» (Fe(III)-οξειδία/-υδροξειδία). Αυτά μπορούν να προσροφήσουν μεγάλες ποσότητες αρσενικού και άλλα διαθέσιμα μεταλλικά στοιχεία.

► Τα αποτελέσματα της δικής μας μελέτης συμφωνούν απόλυτα με συγκεκριμένα βιβλιογραφικά δεδομένα [10], τα οποία καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο σκοροδίτης διαλύεται ανεξέλεγκτα σε γκαϊτίτη και αρσενικό οξύ σύμφωνα με την εξίσωση: $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$ (σκοροδίτης) \rightarrow $FeOOH$ (γκαιτίτης) + H_3AsO_4 (αρσενικό οξύ).

Συμπεράσματα

Η μετατροπή τεραστίων ποσοτήτων αρσενικού σε «κρυσταλλικό σκοροδίτη» υπό συνθήκες συνεχούς και μαζικής παραγωγής είναι μια αμφιλεγόμενη μέθοδος της Ε.Χ. Ένα μεγάλο μέρος του υλικού καθίζησης θα είναι οπωσδήποτε σε άμορφη κατάσταση αλλά και αυτό το δήθεν «κρυσταλλικό» μέρος σε κατάσταση ιλύος θα είναι οπωσδήποτε ευδιάλυτο. Ενδιάμεσα άμορφα προϊόντα διάβρωσης θα ευνοούν τη διαλυτότητα των αρσενικούχων φάσεων και την απορροή αρσενικού στο περιβάλλον. Το αρσενικό θα μεταφέρεται στο υδρολογικό σύστημα και στα εδάφη, και με τη σκόνη σε ξερές περιόδους θα αναδύεται στην ατμόσφαιρα.

5. Επίλογος

Η από την Ε.Χ. αναφερόμενη περιεκτικότητα 9% αρσενικού στο συμπύκνωμα πυριτών δεν είναι αξιόπιστη. Οι τιμές αρσενικού που προκύπτουν από στοιχεία άλλων πηγών, **12%** από ανάλυση πρώην εταιρείας, **14%** από επιστημονική εργασία και **12% έως περίπου 20%** από υπολογισμούς της παρούσας εισήγησης και του Π.Μ.Δ., αποδεικνύουν α) τον βαθμό παραπληροφόρησης της Ε.Χ. και β) τη γιγαντιαία διάθεση αρσενικού στο περιβάλλον κατά τη διαδικασία εξορύξεων και επεξεργασίας των συμπυκνωμάτων πυριτών.

Οι υψηλές περιεκτικότητες αυτές αρσενικού καθιστούν αδύνατη την επεξεργασία τέτοιων συμπυκνωμάτων με την προτεινόμενη μέθοδο της ακαριαίας τήξης, η οποία ούτως ή άλλως είναι αμφισβητήσιμη εφαρμοσιμότητας σε περιεκτικότητες αρσενικού ήδη πάνω από 0,5-1,0%.

Η Ε.Χ. με το πρόσχημα του δήθεν «σταθερού Σκοροδίτη» προτείνει στο πλαίσιο της μεταλλουργικής αυτής επεξεργασίας ένα επίσης αναξιόπιστο και παραπλανητικό σχέδιο διαχείρισης αρσενικούχων αποβλήτων. Με την αδειοδότηση και συγκατάθεσή της Πολιτείας θα διοχετεύει έτσι μαζικά στο περιβάλλον ένα άκρως επικίνδυνο υλικό με περιεκτικότητα σε **αρσενικό πάνω από 30%(!!!)**.

Το αρσενικό, το τοξικό και καρκινογόνο αυτό στοιχείο δεν «εξουδετερώνεται» ούτε «καταβυθίζεται», ούτε «δεσμεύεται» σε δήθεν «αδρανή σταθερά υλικά». Το αρσενικό, αφ' ότου εξορυχθεί και βγει στην επιφάνεια βρίσκει σε διάφορες μορφές τον δρόμο του και αποτελεί διαρκή απειλή για την Δημόσια Υγεία.

Η παράφρων διαχείριση των κοιτασμάτων, συμπυκνωμάτων και αρσενικούχων τελμάτων της μεταλλουργίας με τις παραπάνω αναφερόμενες περιεκτικότητες αρσενικού θα έχει σε μερικές δεκαετίες ολέθριες επιπτώσεις στην ευρύτερη περιοχή. Η Πολιτεία δεν πρέπει να επιτρέψει σε μία εταιρεία να δηλητηριάσει τη Χαλκιδική.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- [1] Παρατηρητήριο Μεταλλευτικών Δραστηριοτήτων (Δεκ. 2017): Βρήκε η Ελληνικός Χρυσός μια μαύρη τρύπα για το αρσενικό.- <https://antigoldgr.org/blog/2017/12/21/vrike-i-ellinikos-chrysos-mia-mavri-trypa-gia-to-arseniko-skouries/>
- [2] Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) μεταλλουργικών-μεταλλευτικών εγκαταστάσεων της εταιρείας «Ελληνικός Χρυσός» στη Χαλκιδική.- Κύρια μελέτη, Αθήνα 2010.
- [3] Kalogeropoulos S.I. (1984):Composition of arsenopyrite from the Olympias Pb-Zn massive sulfide deposit, Chalkidiki Peninsula, N. Greece.- Neues Jahrbuch Mineralogie, Monatshefte, 7, 296-300.
- [4] Blanchard, M., Alfresson, M., Brodholt, J., Wright, K., Catlow, S. (2007): Arsenic incorporation into FeS₂ pyrite and its influence on dissolution: A DFT study.- Geochimica et Cosmochimica Acta, 71, 624-630
- [5] Chryssoulis, S., Cabri, L., (1990): The significance of gold mineralogical balances in mineral processing https://www.researchgate.net/publication/258208958_The_significance_of_gold_mineralogical_balances_in_mineral_processing
- [6] Cabri, L. J Chryssoulis, S. L.,. (1990): Genesis of the Olympias carbonate-hosted Pb-Zn(Au, Ag) sulfide ore deposit, eastern Chalkidiki Peninsula, northern Greece; discussion Economic Geology (1990) 85 (3): p. 651.- <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.85.3.651>
- [7] Κοντόπουλος, Α. (1988): Περιβαλλοντική θεώρηση της εξαγωγής χρυσού από τους αρσενικούχους σιδηροπυρίτες Ολυμπιαδας.- Έκθεση της πρώην εταιρείας Α.Ε.Ε.Χ.Π&Λ.

- [8] Αρίκας, Κ. (Αυγ. 2016): Η επικινδυνότητα του αρσενικού στη ΒΑ Χαλκιδική και το παραμύθι του «Σκοροδίτη».- <https://antigoldgr.org/blog/2016/08/24/epikyndinotita-skoroditi/>
- [9] Henneke, S., Arikas, K. (1997): Die Arsenminerale der Oxidationszone im Bergbaugebiet von Laurion (Attika, Griechenland).- Poster, DMG-Kongress in Köln, Abstr. In Euror. Journal Miner., S. 151
- [10] Dove, P. M., Rimstidt, D. J. (1985): The solubility and stability of scorodite, $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.- American Mineralogist. Vol. 70, 838-844