

Ορυκτοχημεία των μεταλλευτικών τελμάτων στο προτεινόμενο έργο Περάματος και η παραπληροφόρηση της εταιρείας „Χρυσωρυχεία Θράκης“.

Κυριάκος Αρίκας

Υφηγητής Ινστιτούτου Ορυκτολογίας–Πετρογραφίας Πανεπιστημίου Αμβούργου

Εισαγωγή

Η πρόσφατη „Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ)“ της εταιρείας „Χρυσωρυχεία Θράκης“ περιέχει για τη χημική σύσταση των μεταλλευτικών τελμάτων ένα κεφάλαιο (σελ. 149) με περιεχόμενο μόνο δυόμιση σειρών, ως εξής:

«6.3.3.3. Χημική ανάλυση αφυγραμένου τέλματος (filter cake)

Τα στερεά που περιέχονται στον πολφό του τέλματος, όπως έχει προκύψει από τις μέχρι τώρα αναλύσεις, αποτελούνται κυρίως από χαλαζία (SiO₂) και δευτερευόντως από καολινίτη [Al₂Si₂O₅(OH)₄].»

Η υπεραπλοποιημένη και ευτελής αυτή παράθεση αποτελεί μεγάλο εμπαιγμό έναντι της κοινωνίας της Θράκης. Η εταιρεία υποβιβάζει τη νοημοσύνη των πολιτών της Θράκης εκφράζοντας με μία πρόταση δυόμιση σειρών και με δύο ονόματα ορυκτών την χημική σύσταση 10-12 εκατομμυρίων τόνων τοξικών μεταλλευτικών τελμάτων που θα παράγει το έργο Περάματος στη διάρκεια των 8 - 9 ετών.

Εφ' όσον η εταιρεία δεν θέλει, ή μάλλον για ευνόητους λόγους δεν τολμάει, να δημοσιοποιήσει την πολύπλοκη σύσταση των μεταλλευτικών τελμάτων, θα βοηθήσουμε εμείς στην ενημέρωση των κατοίκων της Θράκης για το σοβαρό αυτό θέμα:

Τα μεταλλευτικά τέλματα είναι το άθροισμα όλων των υλικών της μεταλλευτικής διαδικασίας και συμπεριλαμβάνουν 1) Τα εξορυχθέντα πετρώματα με σύνθετη ορυκτολογική και χημική σύσταση, αλεσμένα σε κατάσταση λάσπης 2) Όλα τα χημικά αντιδραστήρια που θα χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της επεξεργασίας–κυάνωσης και 3) τα δευτερογενή ορυκτά και τις πολύπλοκες χημικές ενώσεις που θα σχηματίζονται κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας και στη συνέχεια στο χώρο εναπόθεσης των τελμάτων.

1. Παρατηρήσεις για την ορυκτοχημεία των εξορυχθέντων πετρωμάτων

Με την εν λόγω παράθεση δυόμιση σειρών της ΠΠΕ επιδιώκει η εταιρεία „Χρυσωρυχεία Θράκης“ να παρουσιάσει τα μεταλλευτικά απόβλητα υπερ-απλοποιημένα σαν ένα απόλυτα ανώδυνο υλικό εκφράζοντας μόνο δύο κύρια ορυκτά του εξορυχθέντος πετρώματος. Η εταιρεία αποσιωπεί όμως σωρεία ορυκτοχημικών στοιχείων των εξορυχθέντων πετρωμάτων και παραλείπει παντελώς τις χημικές διαδικασίες επεξεργασίας, την εισαγωγή πρόσθετων χημικών αντιδραστηρίων και τα τοξικά υλικά που θα απορρέουν από τις χημικές αντιδράσεις στα υδατικά διαλύματα της μεταλλουργίας και στο χώρο εναπόθεσης των μεταλλευτικών τελμάτων.

Για καλύτερη κατανόηση της ορυκτοχημείας των μεταλλευτικών αποβλήτων πρέπει αρχικά να ασχοληθούμε με τη λεπτομερή ανάλυση των εξορυχθέντων πετρωμάτων-μεταλλευμάτων, διότι αυτά μετά την ανάκτηση των 1, 2, 3 γραμμαρίων χρυσού κατά την επεξεργασία τους με κυανίδια και με άλλα χημικά αντιδραστήρια, θα αποθέτονται ουσιαστικά 100% σαν τοξικά ιζήματα σε χώρο τελμάτων μεγάλων εκτάσεων. Την πελώρια αυτή «χαβούζα» μεταλλευτικών τελμάτων σε ρέμα 500 μέτρα νότια του οικισμού Περάματος (πλήρωση του ρέματος και στη συνέχεια κατασκευή γιγαντιαίας «πυραμίδας» με πολύπλοκο σύστημα εσωτερικών αναχωμάτων) περιγράψαμε σε προηγούμενη εισήγηση [1].

Τα θέματα ορυκτοχημείας της παρούσας εισήγησης είναι αντικείμενα της ειδικότητας του εισηγητή και βασίζονται σε μακροχρόνιες εμπειρίες γεωλογικών, ορυκτολογικών, πετρογραφικών και γεωχημικών εργασιών στη Θράκη [2, 3, 4] και ειδικά στις συγκεκριμένες περιοχές Σαπών-Κασσιτερών και Πετρωτών-Περάματος („Τάφος Πετρωτών“) [5, 6, 7, 8].

1.1. Η παραπληροφόρηση της εταιρείας σχετικά με τα εξορυχθέντα πετρώματα

Η εταιρεία, επιδιώκοντας να προβάλλει το έργο της κατά το δυνατόν ανώδυνο, ισχυρίζεται ότι η εξόρυξη στον Λόφο Περάματος θα περιοριστεί μόνο στο επάνω «οξειδωμένο» πέτρωμα και διαδίδει επίμονα το αυθαίρετο σύνθημα, ότι για τον λόγο αυτό «δεν θα υπάρχει θέμα όξινης απορροής και εκτόξευσης τοξικών χημικών στοιχείων κλπ». Ακόμα και εαν πάρουμε σαν δεδομένο ότι θα εξορύσσεται μόνο το «οξειδωμένο» πέτρωμα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό δεν αποτελείται μόνο από χαλαζία και καολινίτη. Δεν θα σταθούμε σε ορυκτολογικές λεπτομέρειες αλλά δεν πρέπει να παραληφθεί, ότι το πέτρωμα στο Λόφο Περάματος περιέχει επίσης βαρύτη (BaSO₄) και σιδηροπυρίτη (FeS₂). Σημειώνεται ότι το χημικό στοιχείο βάριο (Ba) είναι τοξικό σε διαλύματα και κατά την εισπνοή [9a, 9b]. Βέβαια ο βαρύτιος είναι δυσδιάλυτος σε νερό, διαλύεται όμως (ιδίως σε αλεσμένη μορφή) σε θειικό οξύ, το οποίο θα προσφέρεται σε αφθονία σαν προϊόν της όξινης απορροής, η δε όξινη απορροή είναι αποτέλεσμα της εύκολης διάβρωσης και διάσπασης του σιδηροπυρίτη (και άλλων θειούχων ορυκτών).

Στην κατηγορία των φυλλοπυριτικών ορυκτών εξαλλοίωσης εκτός του καολινίτη συμμετέχουν επίσης σερίκίτης (ιλλίτης) και σημηκίτης, τα οποία στην ΠΠΕ αναφέρθηκαν παρεπιπτόνως μόνο μία φορά σαν ορυκτά της «καθολικά εκτεταμένης αργιλικής εξαλλοίωσης» (ΠΠΕ [16], σελ. 40). Σημειώνεται ότι οι σημηκίτες

απαντώνται συχνά με καολίνη, αλουίνη (βλ. παρακάτω) και σερική ή πυροφυλλίτη στα εξαλλοιωμένα πετρώματα της περιοχής Σαπών [10] και σύμφωνα με δικές μας εμπειρίες σε όλη γενικά την επιθερμική περιοχή Σαπών - Περάματος – Πετρωτών, ιδιαίτερα σαν ορυκτά εξαλλοίωσης πυροξενικών ανδρειπών και αδεσιτικών λατυποπαγών. Έτσι οι σμηκτίτες παίζουν πιθανόν βασικό ρόλο κάτω από το οξειδωμένο σώμα στις εξαλλοιώσεις των πετρωμάτων, τα οποία στην ΠΠΕ χαρακτηρίζονται σαν «ηφαστειακά-ανδρειπικά λατυποπαγή» και συνδέονται με θειούχα μεταλλοφορία (βλ. παρακάτω).

Σημειώνεται ότι τα φυλλοπιριτικά ορυκτά της σύνθετης ομάδας σμεκτίτη (μοντοριλλονίτη), λόγω ειδικής διαστρωμάτωσης της κρυσταλλικής δομής τους, έχουν την ιδιότητα να δεσμεύουν και να αποβάλλουν εύκολα διαλύματα ποικιλοτρόπων χημικών ουσιών. Η ιδιότητα αυτή των σμεκτιτών έχει μεγάλη σημασία σε ότι αφορά την εκχύλιση των εξορυχθέντων αυτών υλικών με κυανικά διαλύματα (προσρόφηση κυανιόντων) ή την εναπόθεση τελμάτων (χημική ενεργητικότητα, καθώς επίσης ιδιότητες ρευστότητας / κατολίσθησης τέλματος λόγω του φαινομένου „θιζοτροπίας“).

1.2. Σιδηροπυρίτης και όξινη απορροή

Παρακάτω θα επικεντρωθούμε στον σιδηροπυρίτη και στις επιπτώσεις του στην όξινη απορροή: Η εταιρεία αποφεύγει συστηματικά, για ευνόητους λόγους, την αναφορά του σιδηροπυρίτη, παρ' ότι είναι πανταχού παρών στα εξαλλοιωμένα πετρώματα της περιοχής [2, 3, 8, 10, 11, 12, 13, 14 κ.ά.]. Η ΠΠΕ αναφέρει παρεμπιπτόντως μόνο στο κεφάλαιο „Εξαλλοιώσεις“ (σελ. 40) την «προχωρημένη αργιλική φάση πυριτίου-σιδηροπυρίτη»

Το ότι ο σιδηροπυρίτης (FeS_2) πολλές φορές δεν είναι ορατός στην επιφάνεια των εξαλλοιωμένων (συνήθως ξεθωριασμένων) πετρωμάτων, οφείλεται, όπως αναφέρθηκε επάνω, στην γρήγορη οξείδωση, εξαλλοίωση και διάσπαση του σε οξειδία / υδροξειδία του τρισθενούς σιδήρου (Fe_2O_3 , / FeOOH) και σε θείο (S), το οποίο μετατρέπεται σε θειικό οξύ. Μερικά όμως μέτρα βαθύτερα παραμένει ο σιδηροπυρίτης ανέπαφος [3], θα εξαλλοιώνεται όμως και αυτός όταν κατά την εξόρυξη θα εμφανίζεται στη επιφάνεια. Δηλαδή η εξόρυξη θα συνδέεται με διαρκή ένταση της όξινης απορροής.

Από τις εμπειρίες μας μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η παρουσία σιδηροπυρίτη αποτελεί κανόνα σε τέτοιου είδους εξαλλοιωμένων πετρωμάτων. Άλλωστε η παρουσία σιδηροπυρίτη ειδικά στο Λόφο Περάματος αναφέρεται σε διάφορες μελέτες [8, 11, 12] και μάλιστα ότι κατά θέσεις το συμπαγές πυριτωμένο πέτρωμα χαρακτηρίζεται από «αφθονία σιδηροπυρίτη» [11, σελ. 15].

Η ποσότητα του σιδηροπυρίτη στο εξαλλοιωμένο πέτρωμα είναι σε γενικές γραμμές αντίστοιχη της περιεκτικότητας του σιδήρου στα φεμικά ορυκτά (μαγνητίτης, πυρόξενος, κερροσίλβη, βιοτίτης) του πρωταρχικού πετρώματος [3]. Ο σιδηροπυρίτης (FeS_2) είναι ουσιαστικά η χημική ένωση του σιδήρου (Fe) του αρχικού πετρώματος και του θείου (S) των ηφαιστειακών - υδροθερμικών διαλυμάτων, τα οποία προκάλεσαν την εξαλλοίωση του πετρώματος. Εάν πάρουμε το επάνω «οξειδωμένο» σώμα σαν ένα κλειστό σύστημα πετρωμάτων και λάβουμε υπόψη τη μέση χημική σύσταση των ηφαιστειακών πετρωμάτων που απαντώνται στη Τάφρο των Πετρωτών (Πυροξενικοί ανδρείπτες μέχρι ρουδακίτες) προκειππει σύμφωνα με δικό μας υπολογισμό από τις πολυάριθμες αναλύσεις που διαθέτουμε [5, 6, 7α], σαν μέσος όρος 4,2 % κ.β. ολικού σιδήρου σε FeO. Η τιμή αυτή αναλογεί με 7,0 % κ.β. σιδηροπυρίτη (FeS_2). Αυτό σημαίνει 70 Kg σιδηροπυρίτη ανά τόνο εξαλλοιωμένου πετρώματος. Σε ετήσια εξόρυξη 1.600.000 τόνων πετρώματος (με τα θειούχα και οξειδωμένα «στείρα»), θα διατίθονται στις διαβρωτικές και μεταλλουργικές διεργασίες 112.000 τόνοι σιδηροπυρίτη. Στα 8-9 χρόνια λειτουργίας του έργου Περάματος θα εξορυχθούν μέχρι ένα εκατομμύριο τόνοι σιδηροπυρίτη μόνο από το «οξειδωμένο» σώμα.

Η παρουσία των σουλφιδίων ακόμη και στη σημερινή επιφάνεια του αναγλύφου της περιοχής Περάματος τεκμηριώνεται και από την παρατήρηση ότι τα νερά στο Παλιόρρεμα είναι νερά όξινης απορροής λόγω της γεωχημείας των πετρωμάτων της περιοχής και ιδιαίτερα λόγω της εξαλλοίωσης του σιδηροπυρίτη. Τα νερά του Παλιόρρεματος στην νοτιοδυτική παρυφή του Λόφου Περάματος είναι λόγω οξύτητας ακατάλληλα για την πόση ζώων. Στη θέση αυτή έδωσαν δικές μας μετρήσεις pH 3.3 και μέχρι ένα χιλιόμετρο νοτιότερα 3,8 έως 4,6 [7β]. Στο νοτιότερο τμήμα όμως του Παλιόρρεματος μετρήθηκαν τιμές pH μέχρι 7,9 διότι το νερό έρχεται εκεί σε επαφή με ασβεστολιθικά πετρώματα. Δηλαδή το pH εξομαλύνεται και προσαρμόζεται στα δεδομένα και στην «ισορροπία» της φύσης. Σε περίπτωση όμως μαζικών εξορύξεων και παραγωγής εκατομμυρίων τόνων τοξικών μεταλλευτικών τελμάτων η ισορροπία αυτή θα διαταραχτεί ανεπανόρθωτα και η όξινη απορροή θα λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις, ιδιαίτερα, εάν λάβουμε υπόψη τις εξορύξεις που αναμένονται στη θειούχα μεταλλοφορία κάτω από το «οξειδωμένο σώμα» (βλ. κεφάλαιο 1.4).

1.3. Θειούχα ορυκτά στα οξειδωμένα εξορυχθέντα πετρώματα

Ο σιδηροπυρίτης βρίσκεται στα εξαλλοιωμένα πετρώματα συνήθως σε διάσπαρτη μορφή, συχνά όμως συγκεντρώνεται σημειακά σε μεγάλες περικτικότητες. Επ' αυτού αρκεί να αναφερθεί σαν παράδειγμα το συγκριτικά όμοιο πέτρωμα του Αγίου Δημητρίου (προτεινόμενο έργο εταιρείας Σαπών). Σύμφωνα με γεωτρήσεις του ΙΓΜΕ (εκτελέστηκαν πριν να δραστηριοποιηθεί η εκεί εταιρεία) το οξειδωμένο σώμα περιέχει ήδη σε μερικά μέτρα βάθος πάνω από 5 % (πιθανώς διάσπαρτο) σιδηροπυρίτη, ο οποίος σε σημειακές συγκεντρώσεις ανέρχεται σε βάθος 10-20 μέτρων μέχρι πάνω από 20- 30% (μελέτη Μιχαήλ, ΙΓΜΕ, 1993 [13, διαγράμματα σελ. 19])

Το επάνω «οξειδωμένο» σώμα στο Λόφο Περάματος έχει, σύμφωνα με τα δεδομένα της εταιρείας, βάθος στο κέντρο 120-130 μέτρα και στα περιθώρια 20-30 μέτρα. Η εταιρεία παρουσάζει τον «οξειδωμένο»

αυτό ορίζοντα σαν ένα ενιαίο ομοιογενές σώμα και αποφεύγει να κάνει λόγο για τη συμμετοχή σιδηροπυρίτη και άλλων θειούχων ορυκτών που θα απαντώνται με αυξανόμενο βάθος της εξόρυξης. Η φύση όμως δεν είναι τόσο απλοποιημένη, όπως θέλει να την παρουσιάσει η εταιρεία. Ο κάθε γεωλόγος γνωρίζει καλά ότι τα πετρώματα παρουσιάζουν συνήθως παραλλαγές σε περιθώρια μερικών μέτρων (ή και ακόμη εκατοστών), ιδιαίτερα σε υδροθερμικά εξαλλοιωμένες περιοχές, όπου αυτά επηρεάστηκαν ποικιλοτρόπως από τα διερχόμενα θερμά διαλύματα. Είναι λοιπόν πιθανόν να παρεμβάλλονται εκτός του σιδηροπυρίτη και άλλες παραλλαγές θειούχων μεταλλοφοριών σαν «φακοί» ή σαν φλεβικές/στρωματοειδείς συγκεντρώσεις στο οξειδωμένο σώμα. Άλλωστε η ίδια η εταιρεία κάνει αναφορά στην ΠΠΕ για «θειούχα» στείρα αλλά αποσιωπεί την προέλευσή τους.

Σύμφωνα με την „Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ)“ του 2000 [15, σελ. 4-12] αναμένονταν κατά τη διάρκεια των εργασιών η παραγωγή 3.598.000 τόνων στείρων εκ των οποίων 2.775.000 τόνοι θα είναι «οξειδωμένα» και 823.000 τόνοι «θειούχα». Η εταιρεία δεν εξηγεί, γιατί τώρα η ΠΠΕ [16, σελ. 137/138] αναφέρει 2.284.000 τόνους «οξειδωμένα» και μόνο 140.000 τόνους (85% λιγότερα) «θειούχα» στείρα. Λαμβάνοντας υπ’ όψη και άλλες αδικαιολόγητες αλλαγές στα δεδομένα της ΠΠΕ σε σχέση με την προηγούμενη ΜΠΕ, συμπεραίνεται ότι η εταιρεία χρησιμοποιεί αυθαίρετα στοιχεία.

Για την εκτίμηση των υλικών αυτών γίνονται οι εξής παρατηρήσεις:

Οι αριθμοί αποτελούν εκτιμήσεις από τα δεδομένα των γεωτρήσεων οι οποίες εκτελέστηκαν. Οι ορίζοντες «οξειδωμένων» – «θειούχων» στείρων δεν είναι λοιπόν (και δεν μπορούν να είναι) απόλυτα προσδιορισμένοι, οπότε στις πραγματικές συνθήκες παραγωγής ο χαρακτηρισμός κάποιου στείρου ως «οξειδωμένου» δεν αποκλείει την παρουσία «θειούχου» υλικού σ’ αυτό. Προφανώς ο διαχωρισμός θα γίνεται «οπτικά» κατά τη φάση της εκσκαφής μεγάλων ποσοτήτων εξορυχθέντος πετρώματος (με τα «στείρα» ημερησίως περίπου 4.500 !! τόνοι), το οποίο κατά την εκσκαφή και μετατόπιση του με πελώριους εσκαφείς θα αναμειγνύεται επανειλημμένα, και διερωτάται κανείς πως είναι δυνατόν να διαχωρίζεται το πέτρωμα σε «χρήσιμο», «μη χρήσιμο (στείρο)» και «θειούχο», «ή θειούχο» με όλα τα δυνατά μεταβατικά στάδια;;.

Γεγονός είναι ότι η παρουσία θειούχων «στείρων» έστω και σε μικρές ποσότητες στα «οξειδωμένα» υλικά αποτελούν αστοχία με ανάλογες συνέπειες στην χημική επεξεργασία και στην εναπόθεση τους σαν μεταλλευτικό τέλμα, και δεν θα σταθούμε στο γεγονός ότι παρόμοια υλικά με διάσπαρτο σιδηροπυρίτη (και μείξεις άλλων θειούχων), που θα χαρακτηρίζονται σαν «οξειδωμένα στείρα», θα χρησιμοποιούνται μάλιστα για την κατασκευή(!) εσωτερικών αναχωμάτων στον «πυραμιδοειδή» χώρο εναπόθεσης τελμάτων [1, 16], πράγμα που σημαίνει ανεύθυνη ένταση και επέκταση της όξινης απορροής (βλ. παρακάτω, κεφ. 3.1) .

Οι περιεκτικότητες θειούχων ορυκτών σε διάσπαρτη μορφή ή και σε φλεβικές-στρωματοειδείς συγκεντρώσεις στο «οξειδωμένο» σώμα δεν είναι λοιπόν ελεγχόμενες και θα αυξάνονται προφανώς στο βάθος με εξέλιξη στη γνωστή μαζική μεταλλοφορία θειούχων, την οποία θα αναλύσουμε παρακάτω.

1.4. Θειούχες μεταλλοφορίες κάτω από τα οξειδωμένα πετρώματα στο Λόφο Περάματος και στην ευρύτερη περιοχή

Σύμφωνα με στοιχεία της ίδιας της εταιρείας, βρίσκεται κάτω από το «οξειδωμένο» πέτρωμα ένας παχύς ορίζοντας θειούχων πάχους μέχρι πάνω από 180 μέτρα (συνάγεται από σχήματα της εταιρείας). Όμοιες περιεκτικότητες σε χρυσό με αυτές του «οξειδωμένου σώματος» και ορισμένα άλλα στοιχεία, μας επιτρέπουν να ισχυριστούμε ότι η εξόρυξη θα συνεχιστεί σε βαθύτερα επίπεδα, δηλαδή στη θειούχα αυτή μεταλλοφορία με ολέθριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, διότι πρόκειται για «δυσκατέργαστο» υλικό ώστε να απαιτείται ένταση της κυάνωσης ή και βιομηχανική οξείδωση («φρύξη») του μεταλλεύματος για την ανάκτηση των μικροσκοπικών εγκλεισμάτων του χρυσού στα θειούχα ορυκτά, διοχετεύοντας έτσι τεράστιες ποσότητες θείου στο περιβάλλον. Η εξόρυξη τέτοιου μεταλλοφόρου πετρώματος σε ανοιχτό ορυχείο και οι επακόλουθες διαδικασίες της επεξεργασίας και της εναπόθεσής του σαν τέλμα θα εντείνουν φυσικά την όξινη απορροή και την εκπομπή τοξικών μετάλλων στην ευρύτερη περιοχή. Σημειώνεται ότι τα ίχνη χρυσού και αργύρου βρίσκονται εδώ κυρίως σε μορφή τελλουριδίων. Η διάσπαση των τελλουριδίων για την χημική ανάκτηση του χρυσού και αργύρου καθιστά το μέταλλευμα αυτό πρόσθετα δυσκατέργαστο με συνέπεια την ένταση της μεταλλουργικής διαδικασίας.

Η εν λόγω θειούχα μεταλλοφορία κάτω από οξειδωμένα πετρώματα δεν περιορίζεται μόνο στο Πέραμα. Ορυκτολογικά όμοιοι θειούχοι ορίζοντες αναπτύσσονται και στις εμφανίσεις της Μαυροκορυφής, 2 χλμ ΒΔΔ του Λόφου Περάματος, καθώς επίσης των Σαπών, τόσο της Οχιάς (προορίζονταν για υπόγεια εξόρυξη) όσο και του Αγίου Δημητρίου (προορίζονταν για επιφανειακή εξόρυξη). Η εμφάνιση του Αγίου Δημητρίου (εντοπίστηκε με γεωτρήσεις του ΙΓΜΕ γύρω στο 1990 [13]) είναι όμοια με αυτή του Λόφου Περάματος. Η εταιρεία των Σαπών („Μεταλλευτική Θράκης“) ισχυρίζονταν – όπως ακριβώς η εταιρεία Περάματος -, ότι θα εξορύξει το οξειδωμένο («ανώδυνο») πέτρωμα και αποσιωπούσε την υποκείμενη θειούχα μεταλλοφορία σε βάθος 35 έως 90 μέτρα. Όταν η Ομάδα Εργασίας του ΤΕΕ δημοσιοποίησε το «μυστικό» [17, σελ. 24], η εταιρεία Σαπών αιφνιδιάστηκε και κατέφυγε στην (απεγνωσμένη) δήλωση [18, σελ. Β12] ότι θα περιορίσει το βάθος της εξόρυξης στο (αστείο) βάθος των 22 μέτρων. Το παράδειγμα αυτό δείχνει πώς οι εταιρείες αποφεύγουν τη δημοσιοποίηση επιφανειακών εξορύξεων θειούχων, για να αποφύγουν τις αναμενόμενες αντιδράσεις λόγω των μοιραίων επιπτώσεων στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία.

1.5. Η ορυκτοχημική σύσταση της θειούχας μεταλλοφορίας στο Λόφο Περάματος

Η περίπτωση του Αγίου Δημητρίου που προαναφέρθηκε, εξηγεί σαν παράδειγμα γιατί η εταιρεία του Περάματος αποσιωπεί την ορυκτολογική και χημική σύσταση του εν λόγω θειούχου ορίζοντα στον Λόφο Περάματος παραγκωνίζοντας συστηματικά και τις πληροφορίες σχετικών δημοσιεύσεων [19, 20, 21, 22,]. Τα βιβλιογραφικά δεδομένα ολοκληρώνονται σε πρόσφατη μελέτη από VOUDOURIS κ.ά. [23], στην οποία δίνεται λεπτομερή περιγραφή της ορυκτοχημείας του εν λόγω πολυμεταλλικού ορίζοντα θειούχων. Παρακάτω αναφέρονται περιληπτικά τα κύρια ορυκτοχημικά στοιχεία της μελέτης αυτής:

Το πέτρωμα είναι άκρως λεπτόκοκκο (η άκρως ψιλή κοκκίωση παίζει μεγάλο ρόλο στις διαβρωτικές διεργασίες του) και περιέχει κατά θέσεις πάνω από 30 % διάφορα θειούχα ορυκτά (massive sulfide). Κυριαρχούν τα σουλφίδια του σιδήρου (σιδηροπυρίτης και μαρκασίτης) και ακολουθούν ποσοτικά σουλφίδια του μολύβδου, ψευδαργύρου και χαλκού, διάφορα θειοάλατα, θειούχα ορυκτά του τελλουρίου-σεληνίου κ.ά. Η μελέτη περιγράφει πάνω από 20 θειούχα μεταλλικά ορυκτά, τα οποία παρουσιάζονται εδώ με τον χημικό τους τύπο στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Τα ορυκτά της θειούχας μεταλλοφορίας κάτω από το «οξειδωμένο» σώμα στον Λόφο Περάματος (από VOUDOURIS et al., 2011 [23])

Ορυκτό	Τύπος	Ορυκτό	Τύπος
σιδηροπυρίτης	FeS ₂	τενναντίτης	Cu ₁₂ As ₄ S ₁₃
μαρκασίτης	FeS ₂	τενναντίτης	Cu ₁₂ As ₄ S ₁₃
σφαλερίτης	ZnS (+Cd)	λουζονίτης	Cu ₃ SbS ₄
γαληνίτης	PbS	γκολντφιελντίτης	Cu ₁₀ Te ₄ S ₁₃
κοβελλίνης	CuS	βαταναβεΐτης	Cu ₄ (As,Sb) ₂ S ₅
βισμούθινίτης	Bi ₂ S ₃	κεσερίτης	Cu ₂ ZnSnS ₄
Se-βισμούθινίτης	Bi ₂ S ₃ (+Se)	κουραμίτης	Cu ₃ SnS ₄
Te-βισμούθινίτης	Bi ₂ S ₃ (+Te)	καβατσουλιτης	BiTe ₂ Se
λιλλιανίτης	Pb ₃ Bi ₂ S ₆	Τετραδυμίτης	Bi ₂ Te ₂ S
σελιγμαννίτης	CuPbAsS ₃	αλαΐτης	PbTe
ιορδανίτης	Pb ₁₄ (As,Sb) ₆ S ₂₃	μελονίτης	NiTe ₂
εναργίτης	Cu ₃ AsS ₄	αυτούσιο τελλούριο	Te

Από τα θειούχα αυτά ορυκτά πηγάζουν τα χημικά στοιχεία: σίδηρος (Fe), ψευδάργυρος (Zn) συνδεδεμένος με κάδμιο (Cd), χαλκός (Cu), μόλυβδος (Pb), κασσίτερος (Sn), αρσενικό (As), αντιμόνιο (Sb), βισμούθιο (Bi), τελλούριο (Te), σελένιο (Se) και φυσικά άφθονο θείο (S). Όπως αναφέρθηκε επάνω, η εξόρυξη ενός τέτοιου πολυμεταλλικού θειούχου κοιτάσματος σε ανοιχτό (!) ορυχείο θα έχει καταστροφικές συνέπειες στην όξινη απορροή και την εκπομπή τοξικών μεταλλικών στοιχείων.

Για τη χημική σύσταση ολικών δειγμάτων υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία. Για τον μόλυβδο αναφέρονται τιμές πάνω από 0,5% [21]. Σημειώνεται ότι ορισμένα από αυτά όπως το βισμούθιο και το τελλούριο είναι τοξικά όπως ο μόλυβδος και το αρσενικό. Το υπερ- τοξικό κάδμιο είναι δεσμευμένο στον σφαλερίτη με περιεκτικότητα έως 3,56 % κ.β. (35.600 ppm) [23]. Εάν υποθέσουμε σαν δυνατή περιεκτικότητα σφαλερίτη 1% στο θειούχο μέταλλευμα, αυτό σημαίνει μια ποσότητα καδμίου 350 ppm, το οποίο θα ταξιδεύει μέχρι την «χαβούζα» των μεταλλευτικών τελμάτων. Η περιεκτικότητα αυτή καδμίου είναι τουλάχιστο 700 φορές πάνω από το επιτρεπτό όριο στα εδάφη (οριακή τιμή 0,5 ppm) και δεν θα σταθούμε στην επιβάρυνση του υδρολογικού συστήματος (οριακή τιμή καδμίου στο πόσιμο νερό 0,005 ppm).

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, το τελλούριο απαντάται, όπως και το βισμούθιο, σε αρκετά ορυκτά. Σημειώνεται ότι στο ολικό πέτρωμα του Λόφου Περάματος μετρήθηκε περιεκτικότητα σε τελλούριο μέχρι 833 ppm [21]. Αυτό δηλώνει υπέρμετρα υψηλή περιεκτικότητα σε σύγκριση με τον μέσο όρο τελλουρίου στα πετρώματα του φλοιού της Γής (0,001 ppm). Ορισμένες παραλλαγές του βισμούθινίτη περιέχουν επίσης το στοιχείο σεληνίο, το οποίο είναι μάλιστα τοξικότερο από το τελλούριο.

Οι αναφερόμενες θειούχες μεταλλοφορίες έχουν ορυκτολογικές ομοιότητες με το κοιτάσμα Κίρκης [24], το οποίο είναι επίσης επιθερμικής μεταλλογένεσης [25] και θεωρείται ουρανιούχο μέταλλευμα. Δεν αποκλείεται λοιπόν να περιέχουν και οι εν λόγω επιθερμικές θειούχες μεταλλοφορίες επίσης ίχνη ουρανίου. Πάντως, μέχρι τώρα δεν υπάρχει ειδική μελέτη που να αποκλείει το ενδεχόμενο ύπαρξης σημαντικά υψηλών επιπέδων ραδιενέργειας στις θειούχες μεταλλοφορίες του Περάματος και των γειτονικών εμφανίσεων, Μαυροκορυφής, Οχιάς και Αγίου Δημητρίου (Σάπες).

Ο κάθε πολίτης μπορεί να φανταστεί την έκταση και το δυναμικό τοξικότητας στην ευρύτερη περιοχή εάν συνειδητοποιήσει τις ποσότητες των εξορυχθέντων πετρωμάτων και το μέγεθος των μεταλλευτικών τελμάτων καθώς και την πληθώρα ορυχείων και τελμάτων εν όψει των μελλοντικών μεταλλευτικών επεκτάσεων από Σαπες μέχρι Περάμα και των περιφερειακών εγκαταστάσεων μέχρι την παραλιακή ζώνη Πετρωτών – Μεσημβρίας (βλ. εισηγήσεις [43, 44]).

Μόνο το μεταλλείο Περάματος θα αφήσει 10-12 εκατομμύρια (!!) τόνους μεταλλευτικά τέλματα τα οποία θα περιέχουν άφθονα θειούχα μεταλλικά ορυκτά. Το νούμερο αυτό διπλασιάζεται εάν προσθέσουμε το έργο Σαπών και υπερπολλαπλασιάζεται εάν λάβουμε υπόψη το πλήθος εξορυξέων με ισάριθμες λίμνες μεταλλευτικών τελμάτων σε μια μελλοντική εξέλιξη 10–20 ετών. Για την επέκταση των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων παρουσιάσαμε συγκεκριμένα στοιχεία σε προηγούμενες εισηγήσεις καταλήγοντας στο

συμπέρασμα ότι η επιθερμική περιοχή από βορειοανατολικά Σαπών μέχρι Πέραμα και σχεδόν μέχρι την παραλιακή ζώνη Μεσημβρίας / Πετρωτών θα καταληφθεί από επιφανειακά ορυχεία και πελώριες χαβούζες μεταλλευτικών τελετών [43, 44].

Το θέμα αυτό οξύνεται εάν λαβουμε υπόψη ότι οι εξορύξεις στα ανοικτά ορυχεία εγκυμονούν πολλαπλούς κινδύνους, όχι μόνο από τις ενδεχόμενες θειούχες μεταλλοφορίες αλλά και από διάφορα μη μεταλλικά ορυκτά προϊόντα, τα οποία θα περιγραφούν παρακάτω.

1.6. Ορυκτά της ομάδας «αλουμίτη» στην επιθερμική περιοχή Σαπών–Πετρωτών–Περάματος. Επιπτώσεις στην όξινη απορροή

Οι εξορύξεις στην περίπτωση Περάματος θα συναντήσουν πιθανόν, εκτός από θειούχες μεταλλοφορίες, και άλλα συνοδά τοξικά ορυκτά προϊόντα, όπως π.χ. ορυκτά της ομάδας «αλουμίτη», τα οποία εύκολα υδρολύονται. Οι αλουμίτες αποτελούν μαζί με τον χαλαζία, σερικήτη-καολινίτη και σιδηροπυρίτη τα κύρια ορυκτά στις εμφανίσεις των Σαπών (Οχια, Άγιο Δημήτριο [13] και της γύρω περιοχής [10]), μεγάλες εκτάσεις στην περιοχή Κασσιτερών-Συκορράχης [14α,β], στο Οδοντοτόν [21], καθώς επίσης στη Μαυροκορυφή [21, 26, 27], και στα εξαλλοιωμένα πετρώματα, 1,5 χλμ βόρεια του Λόφου Περάματος [11, 12].

Στο Λόφο Περάματος εντοπίστηκε επίσης αλουμίτης από ορισμένους ερευνητές [21, 23] αλλά είναι «ανύπαρκτος» στην ΜΠΕ 2000 και στη πρόσφατη ΠΠΕ της εταιρείας. Για την ποσοτική αναλογία αλουμιτών στα πετρώματα του Λόφου Περάματος δεν υπάρχουν μέχρι τώρα στοιχεία, δεν αποκλείεται όμως να παίζουν και εδώ κατά θέσεις ή σε βαθύτερα σημεία βασικό ρόλο, όπως και στις επάνω αναφερόμενες γειτονικές εμφανίσεις, όπου τα πετρώματα σε ορισμένες ζώνες εξαλλοίωσης περιέχουν μέχρι πάνω από 30-40 % και ορισμένες φορές μέχρι πάνω από 50 % αλουμίτη (βλ. παρακάτω).

Σημειώνεται ότι η ονομασία «αλουμίτης» αντιπροσωπεύει μια πολύπλοκη ομάδα θειικών- φωσφορικών-αρσενικών ορυκτών με απεριόριστες δυνατότητες αλληλομετατροπής των ανιόντων SO_4 , PO_4 , AsO_4 , των κατιόντων K, Na, Ca, Sr, Ba, Pb κ.α. και σε μεγάλη περιεκτικότητα του Al και Fe^{3+} . Δηλαδή ένα είδος «αλουμίτη» μπορεί να περιέχει τα χημικά αυτά στοιχεία σε διάφορες αναλογίες. Στην επιθερμική περιοχή Σαπών – Περάματος - Πετρωτών απαντώνται μεν οι συνηθισμένοι K-Na-ούχοι αλουμίτες αλλά στην ίδια εμφάνιση - πολλές φορές στο ίδιο δείγμα – συμφύονται και άλλες παραλλαγές τους. Η δική μας ορυκτοχημική μελέτη στη Μαυροκορυφή [26], 2 χιλιόμετρα ΒΔΔ του Λόφου Περάματος, προσδιόρισε διάφορες παραλλαγές μολυβδούχων αλουμιτών με PbO μέχρι 24,7 % κ.β. (Pb=22,9 % κ.β.=229.290 !!! ppm). Μια σειρά μικροαναλύσεων έδειξαν επίσης υψηλές περιεκτικότητες σε βάριο, στρόντιο και ασβέστιο (BaO έως 6,2 %, SrO έως 6,5 % και CaO έως 3,8 % κ.β.).

Στο Λόφο Περάματος εντόπισαν VOUDOURIS κ.ά. [23] Ba-ούχο αλουμίτη, αλλά δεν τον προσδιόρισαν ποσοτικά διότι η μελέτη τους επικεντρώθηκε στην ορυκτοχημεία των μεταλλικών θειούχων ορυκτών (βλ. επάνω). Είναι όμως πολύ πιθανόν να συνυπάρχουν μεικτές παραλλαγές Ba-Pb-Ca-Sr-ούχων όπως στον γειτονικό λόφο της Μαυροκορυφής.

Για την περιεκτικότητα αλουμίτη στην επιθερμική περιοχή από Σάπες μέχρι Πέραμα-Πετρωτά αρκούν εδώ μερικά στοιχεία δημοσιεύσεων (και δικών μας εμπειριών): Ο αλουμίτης ανέρχεται στην περιοχή Σαπών, Αγίου Δημητρίου – Κώνου μέχρι 35-50 % [13], στη Μαυροκορυφή μέχρι πάνω από 30 % (εκτίμηση από δική μας μελέτη [26] και αποτελεί κύριο ορυκτό σε ορισμένες ζώνες εξαλλοιωμένων πετρωμάτων της περιοχής Κασσιτερών-Συκορράχης [14α,β] με περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 50 % (βλ. παρακάτω, Πιν. 2). Σημειώνεται ότι εκτεταμένες εκτάσεις εξαλλοιωμένων πετρωμάτων με τις ποσοτικές αυτές αναλογίες αλουμιτών χαρτογραφήθηκαν και χαρακτηρίστηκαν από ερευνητές σαν «Ζώνες Αλουμίτη» [10, 13, 14α,β].

Για την ορυκτοχημεία των αλουμιτών της επιθερμικής περιοχής Σαπών–Περάματος-Πετρωτών θα ασχοληθούμε αναλυτικά σε άλλη ειδική εισήγηση, οφείλουμε όμως εδώ να επισημάνουμε προκαταρκτικά τις αρνητικές επιπτώσεις των ορυκτών της ομάδας αλουμίτη στην όξινη απορροή και στη διασπορά τοξικών στοιχείων σε περίπτωση μαζικών εξορύξεων:

Ανεξάρτητα από την ελλιπή πληροφόρηση σχετικά με τον προσδιορισμό και την ποσοτική αναλογία των αλουμιτών στον λόφο Περάματος, προβλέπουμε ότι θα δημιουργηθεί μεγάλο πρόβλημα στην ευρύτερη περιοχή ενώπιον των μελλοντικών εξορύξεων πετρωμάτων με τις επάνω αναφερόμενες ποσότητες αλουμίτη στην επιθερμική περιοχή Σαπών – Κασσιτερές - Συκορράχη (παραχώρηση ΔΜΜ Ε5 της εταιρείας Σαπών) και πιθανόν στη συνέχεια στις εμφανίσεις Οδοντοτόν και Μαυροκορυφή, οι οποίες ήδη χαρακτηρίστηκαν σαν επιθερμικά συστήματα [21] και θα γίνουν οπωσδήποτε αντικείμενα ανδιαφέροντος εάν αδειοδοτηθεί το έργο Περάματος.

Τα ορυκτά της ομάδας αλουμίτη είναι πλούσια σε αλουμίνιο και θείο ($Al_2O_3=35-38$ % και $SO_3=37-40$ % κ.β.), διαβρώνονται και υδρολύονται εύκολα σε υδροξείδιο του αλουμινίου ή σύμπλοκα αυτού και σε ιόντα H^+ τα οποία στη συνέχεια σχηματίζουν με τα ιόντα SO_4^{4-} θειικό οξύ. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τις παραπάνω αναφερόμενες ποσότητες αλουμίτη στα εξορυχθέντα υλικά με τις ανάλογα μεγάλες ποσότητες σε αλουμίνιο, τη σχετική παραγωγή σε πρωτόνια H^+ και το μεγάλο αποθεματικό σε ιόντα SO_4^{4-} , μπορεί κανείς να φανταστεί το μέγεθος της όξινης απορροής και τις συνέπειες στην ευρύτερη περιοχή των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων και της εκπομπής τοξικών κατιόντων (Ba, Sr, Pb). Σημειώνεται ότι οι χημικές αυτές διεργασίες εντείνονται δραματικά όταν στο πέτρωμα ο αλουμίτης συνοδεύεται από σιδηροπυρίτη και άλλα θειούχα μεταλλικά ορυκτά, όπως συμβαίνει π.χ. στη γειτονική εμφάνιση της Μαυροκορυφής (βλ. παρακάτω).

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε εδώ (πίνακας 2) το αποτέλεσμα δικών μας μετρήσεων σχετικά με την επίδραση του αλουίνθη στο pH που δημοσιοποιήσαμε σε παλαιότερη εισήγηση [17]. Πρόκειται συγκεκριμένα για μετρήσεις pH σε δείγματα της περιοχής Κασσιτερών (μεταξύ Σάπες και Πέραμα). Τρία κονιοποιημένα δείγματα της εν λόγω περιοχής με διαφορετικές αναλογίες σε αλουίνθη/χαλαζία και συμπληρωματικά ένα δείγμα από το ηφαίστειο της Νισύρου με σχεδόν 100% αλουίνθη σε αιώρημα απεσταγμένου νερού παρουσίασαν ελάττωση του pH μέχρι κάτω από 5,0. Το διάλυμα του δείγματος με αναλογία αλουίνθη/χαλαζία περίπου 1:1 έδειξε μάλιστα pH 4,4 και το δείγμα με 100% αλουίνθη pH 3,4. Τέλος μετρήθηκε δοκιμαστικά και ένα δείγμα υγιή ανδেসίτη το οποίο έδειξε την τιμή pH 7,1, αποσαφηνίζοντας παραστατικά την πτώση του pH που προκαλείται από τα εξαλλοιωμένα πετρώματα με αλουίνθη.

Πίνακας 2: Μετρήσεις pH κονιοποιημένων δειγμάτων με διαφορετικές περιεκτικότητες αλουίνθη και ενός δείγματος υγιή ανδесίτη (pH 7.1) σε αιώρημα απεσταγμένου νερού. Η ποσοτική ακτινογραφική ανάλυση βασίζεται σε ειδικό πρόγραμμα της μεθόδου RIETVELD. Συμπληρωματικά δίδεται και η χημική ανάλυση των τριών πρώτων δειγμάτων (αναλύσεις από VOUDOURIS, 1993 [14a]).

Δείγμα*	Ακτινογραφική ανάλυση (XRD)		Χημική ανάλυση (XRF) σε % κ.β.				pH
	Αλουίνθης (%)	Χαλαζίας (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O / Na ₂ O	SO ₃	
764 (A 1)*	23,2	76,8	74,11	9,70	2,16 / 0,21	9,90	5,0
769 (A 6)*	40,7	59,3	57,54	1,97	3,18 / 0,07	13,72	4,8
739 (P96)*	52,7	47,3	47,27	21,23	4,82 / 0,24	19,98	4,4
Nis-2	100% Αλουίνθης (χωρίς ανάλυση, θεωρητικά Al ₂ O ₃ : 37% u. SO ₃ : 39%) (δείγμα από το ηφαίστειο της Νισύρου)						3,4
Ki-178	Πυροξενικός ανδесίτης, υγιής (Μαυρόπετρα / Κίρκη) (πλαγιόκλαστο+κλινο- κ. ορθοπυρόξενος+μαγνητίτης+ύαλος)						7,1

* Δείγματα από περιοχή Κασσιτερών / Σάπες (διδακτ. διατριβή: VOUDOURIS 1993)

1.7. Αλουίντες + θειούχα ορυκτά = ανεξέλεγκτη τοξικότητα

Η μελετηθείσα μεταλλοφόρα εμφάνιση της Μαυροκορυφής [26, 27] έχει για την παρούσα έκθεση ενδιαφέρον, εκτός άλλων και από πλευράς σύγκρισης με τη θειούχα μεταλλοφορία του Περάματος. Πρόκειται για ένα άκρως μικροκρυσταλλικό μεταλλοφόρο πέτρωμα. Αλουίνθης, χαλαζίας και θειούχα μεταλλικά ορυκτά αποτελούν σε περίπου ίση αναλογία τα κύρια ορυκτά του πετρώματος. Σε σχετικά μικρή ποσότητα βρίσκεται επίσης каолинίτης.

Το πέτρωμα αποτελείται λοιπόν μέχρι πάνω από 30% από θειούχα ορυκτά, στα οποία κυριαρχούν σιδηροπυρίτης και μαρκασίτης (Fe). Σε χαμηλές περιεκτικότητες ακολουθούν σφαλερίτης (Zn,Cd), χαλκοπυρίτης (Cu,Fe), φαματινίτης (Cu,Sb), λουζονίτης (Cu,As), τετραεδρίτης (Cu,Sb), τενναντίτης (Cu,As), εναργίτης (Cu,As), Cd-φραιβεργίτης και γκολντφειλντίτης (Cu,Te) και ολοκληρώνουν έτσι μία ορυκτολογική παραγένεση όμοια με αυτή της θειούχας μεταλλοφορίας του Περάματος. Στην εργαστηριακή μελέτη διαπιστώσαμε ότι ένα τέτοιο άκρως λεπτόκοκκο μεταλλοφόρο πέτρωμα διαβρώνεται εξαλλοιώνεται και αποσαθρώνεται πολύ εύκολα όταν εκτεθεί στην ατμόσφαιρα και σε ταχύτερο ρυθμό, όταν το πέτρωμα έρθει σε επαφή με νερό. Η υψηλή περιεκτικότητα του αλουίνθη εντείνει προφανώς την χημική αυτή διεργασία. Οι δυσάρεστες αυτές ιδιότητες δημιουργούσαν μάλιστα πρόβλημα στην εργαστηριακή κατασκευή λεπτών τομών για τη μικροσκοπική και μικροαναλυτική μελέτη των σχετικών δειγμάτων (για τη στίλβωση των παρασκευασμάτων αυτών χρησιμοποιήσαμε πετρέλαιο αντί νερό). Στα βρεγμένα δείγματα παρατηρήθηκαν μάλιστα καυστικές ενδείξεις σε αντικείμενα επαφής (π.χ. χαρτί), διότι στην επιφάνεια τους σχηματίζονταν τοξικό θειικό διάλυμα (θειικό οξύ). Στο στεγνωμένο δείγμα σχηματίζονταν κατόπιν λευκά θειικά άλατα. Συμπερασματικά, θα μπορούσε κανείς να χαρακτηρίσει ένα τέτοιο θειούχο πέτρωμα σαν «επικίνδυνο τοξικό υλικό».

Σημειώνεται, ότι το πέτρωμα της υποκείμενης θειούχας μεταλλοφορίας στο Πέραμα παρουσιάζει όμοιες διαβρωτικές και τοξικές ιδιότητες (γνωρίζουμε τα δείγματα των σχετικών μελετών [22, 23, 27], διότι παρασκευάστηκαν στα εργαστήρια και αναλύθηκαν στον μικροαναλυτή του Ινστιτούτου Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας του Πανεπιστημίου Αμβούργου).

Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, τα ορυκτά της ομάδας αλουίνθη είναι σταθερά σε περιορισμένο περιθώριο του pH. Οι αλλαγές στη σύσταση των διαλυμάτων έχουν μεγάλη επίδραση στη διαλυτότητα (και των επανασχηματισμό) των προϊόντων αυτών. Η υδρόλυση του αλουίνθη εντείνει και επιταχύνει τις διαδικασίες στην ανακύκλωση των διεργασιών της όξινης απορροής [28] της διάβρωσης των ορυκτών (και αναδρομικά του αλουίνθη), της διαλυτότητας και εκπομπής τοξικών χημικών στοιχείων και ούτω καθ' εξής. Η υδρόλυση επιταχύνεται όταν ο αλουίνθης συνοδεύεται από σιδηροπυρίτη, όπως συμβαίνει συχνά στα εξαλλοιωμένα πετρώματα της περιοχής. Το επάνω αναφερόμενο παράδειγμα του μεταλλοφόρου πετρώματος της Μαυροκορυφής δείχνει, ότι θα προκύψει μεγάλο πρόβλημα εντατικής όξινης απορροής σε περίπτωση επιφανειακών εξορύξεων και επεξεργασίας πετρωμάτων με παραγένεση θειούχων ορυκτών+αλουίνθη. Υπογραμμίζεται ότι η τοξικότητα θα λάβει μεγαλύτερες, μη ελεγχόμενες διαστάσεις, εάν επιπλέον τα εξορυχθέντα πετρώματα περιέχουν, όπως στη Μαυροκορυφή, μολυβδούχες παραλλαγές αλουίνθη.

Τέλος σημειώνεται, ότι εκτός των επιπτώσεων της όξινης απορροής, το από τον αλουμίτη προερχόμενο Al είναι τοξικό και υποβαθμίζει την ποιότητα των νερών (PUHLMANN, 1999 [29]) με δυσμενείς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία (βλ. παρακάτω).

1.8. Ο καολινίτης και η τοξικότητα του αλουμινίου

Το θέμα αλουμίτη δίνει την ευκαιρία να ασχοληθούμε παρακάτω επίσης με τον καολινίτη $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$, για τον οποίο έγινε λόγος ήδη στην εισαγωγή της εισήγησης. Ο καολινίτης σε γενικές γραμμές στο Λόφο Περάματος είναι το δεύτερο σε ποσότητα ορυκτό μετά τον χαλαζία και είναι, όπως ο αλουμίτης, ένα επίσης πλούσιο σε αλουμίνιο ορυκτό (Al_2O_3 σε συνηθισμένους αλουμίτες 35-38 %, στον καολινίτη 39,5 % κ.β.).

Αναλύσεις ολικών δειγμάτων του πετρώματος στο Λόφο Περάματος που έγιναν στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας του Πανεπιστημίου Αμβούργου έδωσαν τιμές Al_2O_3 από 5,8 έως 19,1 % κ.β. [30]. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε περίπου 15% έως περισσότερο από 50 % κ.β. καολινίτη. Φωτογραφικές εικόνες του αρχείου μας από μικροσκοπικές παρατηρήσεις σε λεπτές τομές των δειγμάτων αυτών επιβεβαιώνουν τις αναλογίες αυτές καολινίτη. Σε ορισμένα δείγματα παρουσιάζεται μάλιστα αναλογία καολινίτη:χαλαζία περίπου 2:1.

Όπως αναφέρθηκε εισαγωγικά η ΠΠΕ της εταιρείας παρουσιάζει τον καολινίτη και χαλαζία σαν υλικά των τελμάτων και δίνει έτσι την εντύπωση, ότι πρόκειται για ανώδυνα απόβλητα. Όμως, στις αναμενόμενες ποσότητες ένω των 10 εκατομμυρίων τόνων εξορυχθέντων πετρωμάτων, ο καολινίτης θα αποτελέσει ένα επιπλέον μεγάλο πρόβλημα στη «χαβούζα» τελμάτων. Για το ρόλο του καολινίτη στον σχηματισμό Al-ούχων θειικών αλάτων θα ασχοληθούμε λεπτομερώς στο 3^ο κεφάλαιο της εισήγησης. Πρωταρχικά θα ασχοληθούμε παρακάτω με την εκπομπή αλουμινίου και γενικά με τις αρνητικές επιδράσεις του καολινίτη στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία.

Υπενθυμίζεται ότι τα εξορυχθέντα πετρώματα θα αλέθονται σε λεπτομερή κοκκίωση μέχρι μερικών μικρών (μm) – χιλιοστών του χιλιοστού (!!), με αποτέλεσμα την άπειρη αύξηση της επιφάνειας του υλικού και τη θεαματική χημική ενεργοποίηση του κόκκου. Όπως αναφέρθηκε για τον αλουμίτη, έτσι και ο καολινίτης είναι σταθερός σε περιορισμένο εύρος τιμών του pH. Σε τιμές pH μικρότερες από 4,5 ο καολινίτης χάνει τη σταθερότητά του με αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας του αλουμινίου [31, 32].

Οι μαζικές εξορρύξεις πετρωμάτων πλούσιων σε καολινίτη και αλουμίτη και η τελική εναπόθεσή τους σαν τοξικό μεταλλευτικό απόβλητο θα συντελέσουν στην αύξηση της περιεκτικότητας αλουμινίου στο υδρολογικό σύστημα. Παρ' ότι το αλουμίνιο σε ελάχιστες περιεκτικότητες αποτελεί φυσικό στοιχείο στα νερά, είναι όμως γνωστό, ότι το από μεταλλευτικά απόβλητα προερχόμενο αυξημένο αλουμίνιο έχει βλαβερές ενέργειες σε όλους τους υδρόβιους οργανισμούς [32].

Το επιτρεπτό όριο Αλουμινίου στο πόσιμο νερό είναι μόνο 0,2 mg/l. Υψηλότερες περιεκτικότητες έχουν τοξική επίδραση. Ο κατάλογος επιπτώσεων από την τοξικότητα του αλουμινίου στο νερό ή σε μορφή διαφόρων χημικών ενώσεων είναι μεγάλος. Παρακάτω θα αναφερθούν περιληπτικά μόνο μερικά παραδείγματα:

Γνωστή είναι η νευροτοξικότητα στον άνθρωπο και η σχέση περιεκτικότητας του αλουμινίου στο πόσιμο νερό με εγκεφαλικές παθήσεις (ALFREY et al., 1976 – αναφορά σε [33]). Η τοξικότητα σε ζώα εκδηλώνεται στην υποέκφραση σημαντικών ενζύμων. Παρατηρήθηκε, ότι διάφορες παθήσεις σε ζωικούς οργανισμούς εμφανίζονται σε περιοχές με χαμηλές τιμές του pH στα νερά, που σημαίνει αύξηση διαλυτότητας αλουμινίου. Ήδη 1,5 mg/l Al είναι θανατηφόρο σε πέστροφες [32]. Γνωστή είναι και η τοξικότητα του αλουμινίου στον φυτικό κόσμο (ανακόπτεται η ανάπτυξη των φυτών, βλάπτονται οι ρίζες και μεταβάλλονται τα χρώματα στους κορμούς και στα φύλλα τους [33]).

Η παρούσα έκθεση δεν είναι σε θέση ούτε έχει σαν αντικείμενο να εμβαθύνει θεωρητικά στις χημικές διαδικασίες σχετικά με τις μετατροπές του pH, τις επιδράσεις της όξινης απορροής και τις βιολογικές φθορές. Επ' αυτών ας πάρουν θέση οι ειδικοί βιολόγοι, βιοχημικοί και δασολόγοι. Ο ρόλος του αλουμίτη και των συγγενών ορυκτών στην όξινη απορροή και οι τοξικές επιδράσεις του αλουμινίου αποτελούν αντικείμενο πλούσιας βιβλιογραφίας. Πολλά βιβλιογραφικά στοιχεία προσφέρει σήμερα και το INTERNET.

2. Η επεξεργασία των πετρωμάτων. Κυανιούχο νάτριο και άλλα χημικά αντιδραστήρια. Παράγωγα των χημικών ενώσεων

Παρακάτω περιγράφεται η 2^η κατηγορία υλικών που θα καταλήγουν στο χώρο εναπόθεσης των μεταλλευτικών τελμάτων. Πρόκειται για τα χημικά αντιδραστήρια, τα οποία θα χρησιμοποιούνται στη διαδικασία επεξεργασίας - κυάνωσης και τα σχετικά παράγωγα των χημικών αντιδράσεων. Ορισμένα στοιχεία των παρακάτω περιγραφών προέρχονται από εισηγήσεις του μεταλλειολόγου-μεταλλουργού Γ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗ [34], ο οποίος εδώ και 12 χρόνια συμβάλλει σθεναρά στην πληροφόρηση των κατοίκων της Θράκης για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις προτεινόμενες μεταλλευτικές και μεταλλουργικές δραστηριότητα στις περιοχές Σατών και Περάματος.

2.1. Επεξεργασία των εξορυχθέντων πετρωμάτων και εκχύλιση με κυανιούχο νάτριο

Μετά την εξόρυξη ακολουθεί η θραύση και η ακραία ψιλή λειοτριβήση των εξορυχθέντων πετρωμάτων. Σημειώνεται ότι τα ψήγματα χρυσού είναι συνήθως της τάξης 1-5 μικρά (χιλιοστά του χιλιοστού!!) και για τη δυνατόν καλύτερη απόληψη επιδιώκεται ανάλογα εντατική υγρή λειοτριβήση του πετρώματος για να ακολουθήσει η εκχύλιση του χρυσού με χρήση διαλύματος κυανιούχου νατρίου (NaCN) σε συστοιχία μεγάλων δεξαμενών διαμέτρου 9 μέτρων και ύψους 10 μέτρων.

Δεν θα ασχοληθούμε εδώ με το πρόβλημα της μεγάλης κατανάλωσης νερού (ημερησίως περπου 4.000 !! κυβ. μέτρα) στην άνυδρη αυτή περιοχή, διότι δεν αποτελεί θέμα της παρούσας εισήγησης αλλά είναι απαραίτητο να γίνει πληροφόρηση για την κατανάλωση κυανίου. Σωστά έπαιξε μέχρι τώρα το θέμα «κυάνωση» τον βασικότερο ρόλο στην επιχειρηματολογία κατά της βιομηχανίας εκμετάλλευσης χρυσού, εφ' όσον η εταιρεία θα διαχειρίζεται χιλιάδες τόνους κυανιούχου νατρίου (βλ. παρακάτω), το οποίο ήδη στο 0,1 γραμμάριο είναι θανατηφόρο για τον άνθρωπο. Άλωστε, το κυανιούχο νάτριο, σαν βασικό χημικό αντιδραστήριο, θα παίζει μεγάλο ρόλο και στις χημικές αντιδράσεις που θα εξηγηθούν παρακάτω. –

Σύμφωνα με την ΠΠΕ [16] θα χρησιμοποιούνται στο προτεινόμενο έργο Περάματος 0,61 Kg κυανιούχο νάτριο (NaCN) ανά τόνο εξορυχθέντος και επεξεργασθέντος πετρώματος (ΠΠΕ σελ. 143 και 144). Σύμφωνα πάλι με τα δεδομένα της εταιρείας θα επεξεργάζονται την ημέρα, δηλαδή θα περνούν από κυάνωση πάνω από 3.500 τόνοι πετρώματος (το εργοστάσιο επεξεργασίας θα εργάζεται ασταμάτητα και τις 7 ημέρες της εβδομάδας). Από αυτά προκύπτουν: 3.500 τόνοι πετρώματος X 0,61 Kg NaCN = 2.135 Kg NaCN. Δηλαδή, κατανάλωση κυανίου ημερησίως πάνω από 2 και ετησίως πάνω από 765 τόνους [35].

Συμπέρασμα: Μόνο το έργο Περάματος θα καταναλώσει 6.000–7.000 τόνους(!) κυανιούχο νάτριο στα 8 – 9 χρόνια λειτουργίας του. Οι ποσότητες αυτές που προκύπτουν από τα στοιχεία της ίδιας της εταιρείας, αποτελούν οπωσδήποτε τα κατώτερα όρια κατανάλωσης κυανίου. Βιβλιογραφικά στοιχεία συνεργατών της εταιρείας [36] αναφέρουν για σχετικά δυσκατέργαστα πετρώματα κατανάλωση κυανίου μέχρι 0,79 Kg ανά τόνο πετρώματος. Αυτό σημαίνει ότι οι επάνω αριθμοί κατανάλωσης κυανίου αυξάνονται μέχρι 30 %.

2.2. Κυανιούχα και θειοκυανιούχα

Εφ' όσον το διάλυμα αυτό έχει την ικανότητα να διαλύει τα ίχνη χρυσού της τάξης 1 - 3 γραμμαρίων ανά τόνο πετρώματος, είναι ευνόητο ότι διασπά και τα τοξικά χημικά στοιχεία (μόλυβδο, αρσενικό, κάδμιο, βισμούθιο, αντιμόνιο, τελλούριο κ.ά.) από τα μεταλλικά ορυκτά.

Η τεχνητή άλεση των πετρωμάτων για να ακολουθήσει η εκχύλιση σε κάποιο διαλύτη (όπως το διάλυμα κυανιούχου νατρίου) επιφέρει δραματική ενεργοποίηση της επιφάνειας του κόκκου του πετρώματος. Η τάση του υλικού αυτού να εκπέμψει ιόντα μετάλλων στο διάλυμα με δημιουργία νέων χημικών ενώσεων και σύμπλοκων μετάλλων κατά μεγάλο μέρος είναι ζητήμα πιθανοτήτων και δεν μπορεί να περιγραφεί από κανένα μοντέλο πρόβλεψης. Η τοξικότητα των συμπλόκων των μετάλλων με κυανιούχα, έχουν είναι γνωστή. Τα περισσότερο τοξικά σύμπλοκα είναι του καδμίου, ψευδαργύρου, χαλκού.

Για τα θειούχα ορυκτά που θα προκύπτουν από τις εξορύξεις μεγάλης κλίμακας έγινε λόγος στα προηγούμενα κεφάλαια 1.2–1.5. Η αντίδραση μεταλλικών στοιχείων των θειούχων ορυκτών του πετρώματος με το κυάνιο δημιουργεί κυανιούχα (CN⁻) και θειοκυανιούχα (SCN⁻). Τα θειοκυανιούχα θα σχηματίζονται ήδη στα «μπάνια» και χωρίς τη δυνατότητα να αντιμετωπισθούν και να εξουδετερωθούν, θα καταλήγουν μαζί με όλα τα άλλα στο χώρο εναπόθεσης τελμάτων. Σημειώνεται ότι η παραγωγή θειοκυανιούχων θα ενισχύεται(!) με την προσθήκη θειικών αντιδραστηρίων (βλ. παρακάτω),

Η τοξικότητα των θειοκυανιούχων ήδη σε χαμηλές συγκεντρώσεις είναι γνωστή σε ορισμένα είδη ψαριών, στα οποία προκαλείται «σύνδρομο ξαφνικού θανάτου». Οι επιδράσεις στον άνθρωπο δεν είναι απόλυτα γνωστές, διότι η ιατρική τοξικολογική έρευνα επ' αυτών είναι ακόμη σε εξέλιξη. Παρακάτω περιγράφονται ενδεικτικά οι κίνδυνοι που εγκυμονούν τα κυανιούχα και θειοκυανιούχα σύμπλοκα του χαλκού, ο οποίος μάλιστα θα αυξάνεται λόγω προσθήκης θειικών ενώσεων του χαλκού στο σύστημα επεξεργασίας για τη πολυθρομβούμενη αποτοξίνωση του κυανίου, την οποία σχολιάζουμε παρακάτω: .

2.3. Η αμφισβίτιση «αποτοξίνωση» του κυανίου – προσθήκη χημικών αντιδραστηρίων

Η εταιρεία διαφημίζει επίμονα ότι θα γίνεται αποτοξίνωση του κυανιούχου νατρίου (NaCN) με προσθήκη θείου και οξυγόνου (μεθοδος INCO). Η εταιρεία για να καθησυχάσει τα πνεύματα στην κοινή γνώμη, δίνει έμφαση στο θέμα αυτό με εντυπωσιακούς χαρακτηρισμούς, όπως «αποτοξίνωση» ή «αποικοδόμηση» και «καταστροφή» ή «απομάκρυνση» των κυανιόντων κλπ. αλλά αποσιωπεί την γένεση επιπλέον τοξικών παραγόντων στη διαδικασία αυτή. Αρχικά αμφισβητείται το γεγονός κατά πόσο θα είναι αποτελεσματική η μέθοδος της πολύπλοκης αυτής χημικής διεργασίας κατά την διαρκή ημερήσια παραγωγή γιγαντιαίων ποσοτήτων πολφού. Σημειώνεται ότι στο Πέραμα θα επεξεργάζονται **3.400 έως 3.800 (!) τόνοι πετρώματος καθημερινώς (επί 24 ώρες)** και θα παράγονται με την υγρή φάση (στερεά : διάλυμα = 47 : 53% κ.β.) ημερησίως 7.200 έως 8.100 τόνοι πολφού τέλματος. Ποιός εγκυάται για την απόλυτη επιτυχία και τον απόλυτο έλεγχο αποτοξίνωσης τέτοιων κολοσσικών ποσοτήτων δηλητηριώδους πολφού στη ρουτίνα ταχύτατου ρυθμού εργασιών μιας εταιρείας, η οποία αποσκοπεί στο μέγιστο κερδοφόρο παραγωγικότητας; Και ποιος εγκυάται, ότι σε όλη την διάρκεια των 8 – 9 χρόνων λειτουργίας δεν θα υπάρξουν αστοχίες στο πολύπλοκο αυτό σύστημα χημικών διαδικασιών;; (βλ. επίσης παρακάτω)

Κατά την εκχύλιση με κυανιούχο νάτριο από το αρχικό υλικό αφαιρούνται τα μεταλλικά ιόντα. Με τη μέθοδο INCO ακολουθεί ουσιαστικά δεύτερη εκχύλιση με θειικό οξύ (προσθήκη θείου). Ο χαρακτηρισμός

της στερεάς φάσης του υλικού του τέλματος (κρυσταλλοδομή, ορυκτοχημεία) μετά τη διαδικασία αυτή είναι, από επιστημονική άποψη, αδύνατος.

Η αποτοξικοποίηση των κυανιόντων στηρίζεται θεωρητικά στην αρχή της μεταροπής του διαλύματος κυανίου σε ενώσεις του αζώτου, και σύμφωνα με τον Γ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗ [37] «είναι εφικτή σε κάποιο μέτρο μόνο για την υδατική φάση του πολφού. Στη στερεά φάση (δηλαδή στη στερεά λάσπη) παραμένουν προσροφημένες στην επιφάνεια και στο κρυσταλλικό πλέγμα (βλ. παρακάτω) τον κόκκων μεγάλες ποσότητες κυανίου. Αυτές μεταφέρονται στο χώρο τέλματος και δεν υπάρχει επιστημονική προσέγγιση για το πώς και πότε θα επανέλθουν σε υδατοδιαλυτή μορφή στα νερά της βροχής που θα κατεισδύσουν στο τέλμα!!!!».-

Η μέθοδος εισάγει διοξείδιο του θείου για οξειδωση των κυανιόντων προς κυανικά (βλ. παρακάτω). Αυτά ακολουθώς υδρολύονται προς αμμωνία (για να συμβεί αυτό πρέπει να ρυθμιστεί το pH του τέλματος στην τιμή 8,5) ή αμμώνιο (για τιμές pH < 8). Οι αντιδράσεις αυτές δεν ολοκληρώνονται στον αντιδραστήρα INCO αλλά αναμένεται να ολοκληρωθούν με την πάροδο του χρόνου στο τέλμα.

Σε ότι αφορά την προσέλκυση/προσρόφηση και δέσμευση κυανιόντων πρέπει πάλι να σημειώσουμε την άκρως λεπτομερή κοκίωση του υλικού της στερεάς φάσης και ότι αυτό αποτελείται κατά ένα μεγάλο μέρος από τα φυλλοπιριτικά ορυκτά του καολίνιτη, σερικίτη/πυροφυλλίτη και σμικτίτη, τα οποία έχουν οπωσδήποτε μεγαλύτερη προσροφητική ικανότητα. Ειδικά οι σμικτίτες λόγω ειδικής διαστρωμάτωσης της κρυσταλλικής δομής τους έχουν μάλιστα ως γνωστό την ιδιότητα να δεσμεύουν διάφορα ιόντα σε μεγάλες ποσότητες, τα οποία έτσι μεταφέρονται στο χώρο τελμάτων και αποβάλλονται εκεί κάτω από αστάθμητες συνθήκες.

Η εταιρεία δεν έχει δώσει (και δεν μπορεί να δώσει) απαντήσεις στις διάφορες κριτικές για τη πολυσυζητημένη μέθοδο INCO, όπως π.χ. και στο πρόσφατο δημοσίευμα του καθηγητή βιοχημείας Γ. ΤΕΝΤΕ [38]. ο οποίος αμφισβητεί την αποτελεσματικότητα της εν λόγω μεθόδου (βλ. παρακάτω). Εκπρόσωπος της εταιρείας δίνει επ' αυτού σαν απάντηση [39] ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ανεπάρκειας επιχειρημάτων: Επαναλαμβάνει επιδεικτικά μερικές θεωρητικές (για τον αναγνώστη άσκοπες) χημικές αντιδράσεις, γνωστές ήδη από την ΜΠΕ του 2000 [15, σελ. 4-26] και ασυνάρτητα καταλήγει επι λέξει: «κατά την έξοδο του από την επεξεργασία αποτοξικοποίησης της μεθόδου INCO ο πολφός θα περιέχει γύρω στο 1 ppm κυανιούχα», μία προφανώς τετριμμένη δήλωση, την οποία η εταιρεία εδώ και 12 χρόνια εκτοξεύει αυθαίρετα στη δημοσιότητα προσπαθώντας να παραπλανήσει την κοινή γνώμη, ότι το κυανιούχο διάλυμα της εκχύλισης θα είναι τελικά ανώδυνο όσο σχεδόν το πόσιμο νερό.

Ακόμη και εάν εφαρμοστούν οι καλύτερες στρατηγικές διαχειρήσεις, η μέθοδος αυτή, όπως κάθε βιομηχανική διεργασία, έχει τα τρωτά της με σπουδαιότερο την αργή κινητική επαναφοράς του ρυθμού καταστροφής των κυανιόντων εάν απωλεσθεί ο έλεγχος σε κάποια φάση. Τότε απαιτούνται ώρες ή ημέρες για να επανέλθει ο ρυθμός στα επιθυμητά επίπεδα. Έτσι στο τέλμα θα απορρίπτονται ελεύθερα κυανιόντα με όλα τα ανεπιθύμητα προβλήματα τοξικότητας.

Σε αυτά πρέπει να προστεθεί το γεγονός της ελλιπούς, συνήθως για την ελληνική πραγματικότητα παρακολούθησης της αποδοτικότητας των μεθόδων απομάκρυνσης των πάσης φύσης τοξικών από το τέλμα εκ μέρους των εντεταλμένων προς τούτο υπαλλήλων-ειδικών, καθώς και το γεγονός, ότι η χημεία τής μεθόδου δεν έχει μέχρι στιγμής διασαφηνισθεί πλήρως.

Άλωστε, η μέθοδος εγκυμονεί πολλούς κινδύνους από πρόσθετα τοξικά παράγωγα τα οποία θα μεταφερθούν και θα συνεχίσουν τη δράση τους στη «χαβούζα» εναπόθεσης τελμάτων. Η προπαγάνδα της «αποτοξίνωσης» αποτελεί ουσιαστικά μεγάλη ειρωνία διότι η μέθοδος αυτή είναι συνδεδεμένη με πρόσθετα χημικά αντιδραστήρια, τα οποία όχι μόνο θα επιβαρύνουν άμεσα το περιβάλλον αλλά θα ενισχύουν σε μακροχρόνια τις χημικές αντιδράσεις στην αλυσίδα των νεοσχηματισθέντων τοξικών υλικών τόσο κατά την επεξεργασία του πολφού όσο και στα εναποτιθέμενα μεταλλευτικά τέλματα (βλ. παρακάτω, κεφ. 3). Σύμφωνα με σχετικό πίνακα της ΠΠΕ [16, σελ 146] θα προστίθενται στο σύστημα «αποτοξίνωσης» τα αντιδραστήρια που παραθέτονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3: Κατανάλωση (σε Kg) χημικών αντιδραστηρίων ανά τόνο επεξεργαζόμενου πετρώματος

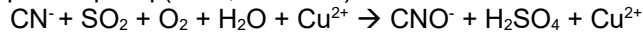
Αντιδραστήριο	Κατανάλωση kg/t επεξεργαζόμενου πετρώματος
Μεταδιθειώδες Νάτριο ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)	0,316
Θειικός Χαλκός [$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$]	0,052
Ασβέστης (CaO)	0,08
Υγρό οξυγόνο	0,82

Για την ημερήσια ποσότητα των αντιδραστηρίων πρέπει τα επάνω νούμερα του πίνακα να πολλαπλασιαστούν επί 3.400 έως 3.800 τόνους επεξεργαζόμενου πετρώματος. Δηλαδή, για την περιβόητη αποτοξίνωση θα επιβαρύνεται το οικοσύστημα ημερησίως με πάνω από 1,3 τόνους θειικών ενώσεων του νατρίου και χαλκού.

Με την προσφορά του ασβέστη θα επιδιώκεται η ισοροπία του pH για την αποφυγή δυσάρεστων επιπτώσεων, όπως της εξάτμισης του κυανιούχου νατρίου σε υδροκυάνιο και του σχηματισμού ορισμένων ανεπιθύμητων χημικών ενώσεων. Φυσικά, αποφεύγει η εταιρεία να κάνει θέμα την προέλευση του

ασβεστίου ή μάλλον δεν τολμάει να δημοσιοποιήσει, ότι για τον ασβέστη θα απαιτούνται πρόσθετες εξορύξεις ασβετούχων πετρωμάτων της γύρω περιοχής. Δηλαδή το κυάνιο δεν θα απειλεί μόνο τη δημόσια υγεία παρά θα αλλοιώνει επιπλέον και το φυσικό τοπίο της γύρω περιοχής.

Η πολυσυζητημένη μέθοδος «αποτοξίνωσης» βασίζεται θεωρητικά στην οξειδωση των κυανιόντων σύμφωνα με την αντίδραση (ΠΠΕ, σελ. 145) :



Στη συνέχεια τα παραγόμενα κυανικά $[\text{CNO}^-]$ θα υδρολύονται προς αμμωνία $[\text{NH}_3]$ και διοξείδιο του άνθρακος $[\text{CO}_2]$, σύμφωνα με την αντίδραση:



- ▶ Τα παραγόμενα κυανικά CNO^- έχουν άγνωστη τοξικολογία ως προς τον άνθρωπο.
- ▶ Κατά την αντίδραση μεταξύ διοξειδίου του θείου και αέρα, παράγεται εκτός από τα κυανικά, και ποσότητα θειικού οξέος. Αυτό θα εξουδετερώνεται με προσθήκη ασβέστου, θα παράγεται όμως γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ως παραπροϊόν, το οποίο είναι προβληματικό στη διάθεσή του.
- ▶ Η αμμωνία που θα παράγεται σε μεγάλη ποσότητα σαν προϊόν αποικοδόμησης κατά την κυάνωση, είναι μια ένωση, που προκαλεί τοξικά φαινόμενα με την ίδια ένταση όπως και τα κυανιούχα. Από οξειδωτικές διεργασίες θα σχηματίζονται επιπλέον νιτρώδη και νιτρικά.

Μία άλλη περίπτωση, που θα πρέπει πάλι να επισημάνουμε, είναι η αύξηση των θειοκυανιούχων λόγω της επάνω αναφερόμενης προσθήκης θειικών υλικών. Η προσθήκη του θείου και χαλκού στο σύστημα εντείνει π.χ. τον σχηματισμό του θειοκυανιούχου χαλκού (CuSCN), ο οποίος ουσιαστικά μπορεί να χαρακτηριστεί σαν «δηλητήριο», αφού εγκυμονεί ίδιες επικινδυνότητες και απαιτούνται τα ίδια μέτρα ασφάλειας όπως και το κυανιούχο νάτριο (NaCN). Συγκεκριμένα, οι ευρωπαϊκές οδηγίες επικινδυνότητας και ασφάλειας (R και S -Risk and Safety) χαρακτηρίζουν τον θειοκυανιούχο χαλκό ως εξής (μετάφραση από γερμανικό κείμενο στο Internet [40])

R26/27/28 Πολύ δηλητηριώδες κατά την εισπνοή, κατάποση και την επαφή με την επιδερμίδα.

R32 Σχηματίζει κατά την επαφή με οξέα πολύ δηλητηριώδη αέρια.

R50/53 Δηλητηριώδες σε υδρόβιους οργανισμούς, έχει στα νερά μακροχρόνιες βλαβερές επιδράσεις.

S13 Να απομακρύνεται από τρόφιμα, από πόσιμα υλικά και από ζωοτροφές.

S29 Να αποφεύγεται η διάθεσή του στο σύστημα ύδρευσης και αποχέτευσης.

S60 Το υλικό αυτό και το δοχείο του πρέπει να αξουδετερώνεται σαν „επικίνδυνο απόρριμμα“.

S61 Να αποφεύγεται η διάθεσή του στο περιβάλλον. Να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα ασφάλειας.

Επ' αυτών περιπεύουν άλλα σχόλια.

2.4. Η αφυδάτωση του πολφού τέλματος με φιλτρόπρεσσα και η ανακύκλωση του «νερού (διαλύματος) επεξεργασίας»

Για ευνόητους λόγους, η εταιρεία θεώρησε σκόπιμο να αλλάξει τακτική αφαιρώντας από τις προτάσεις της το καυτό θέμα της «διοχέτευσης του πολφού σε «λίμνη» τελμάτων» και προτείνει μια νέα διαδικασία επεξεργασίας και εναπόθεσης των μεταλλευτικών τελμάτων. Η εταιρεία προβάλλει ένα νέο σχέδιο λεκάνης τελμάτων σε απόσταση περίπου 500 μέτρα νότια του οικισμού Περάματος, η οποία θα περιλαμβάνει τη χαράδρα ενός ρέματος που εκρέει στο Παλιόρρεμα. Ο πολφός τέλματος θα αποστραγγίζεται και θα εναποτίθεται στον χώρο αυτό με περιεκτικότητα διαλύματος περίπου 15 - 20%. Επειδή το τέλμα δεν θα διοχετεύεται σαν αραιός πολτός (γι' αυτό ο τότε χαρακτηρισμός της λεκάνης σαν «λίμνη»), παρά σαν αποστραγγισμένη σφιχτή λάσπη, η εταιρεία εξαπέλυσε το νέο σύνθημα ότι «δεν θα υπάρχει λίμνη τελμάτων» και δημιουργεί έτσι την εντύπωση στο κοινό ότι λύθηκε το θέμα των μεταλλευτικών αποβλήτων. Αυτό αποτελεί σκόπιμη διαστρέβλωση της πραγματικότητας και αποπροσανατολισμό της κοινής γνώμης.

Το νέο σχέδιο του χώρου εναπόθεσης τελμάτων έγινε αντικείμενο ειδικής εισήγησής μας [1], ορισμένα όμως στοιχεία θα εκτεθούν και στην παρούσα εισήγηση, στο κεφάλαιο 3.1. Κατά πρώτον όμως θα σχολιάσουμε παρακάτω την «αφυδάτωση» του πολτού τέλματος με ειδικές φιλτρόπρεσσες, που προβάλλει η εταιρεία με ιδιαίτερη έμφαση το τελευταίο διάστημα σαν νέο σχέδιο:

Η εταιρεία μας πληροφορεί στην ΠΠΕ (σελ. 146) επι λέξει ότι «ο πολφός του τέλματος θα μεταφέρεται σε πυκνωτή και φιλτροπρέσσα και στη συνέχεια στην εγκατάσταση διαχείρισης τελμάτων». Στην ιστοσελίδα της εταιρείας αναφέρθηκε ότι «η μονάδα της φιλτρόπρεσσας είναι μία μηχανική μονάδα συμπίεσης του επεξεργασμένου πολφού» και σε άλλη παρουσίαση, ότι το τέλμα θα περιέχει μετά την αφυδάτωση 15-20% νερό. Αυτή είναι λοιπόν η όλη πληροφόρηση για την πολυσυζητημένη διαδικασία «αφυδάτωσης» της γιγαντιαίας ημερήσιας ποσότητας 7.000 – 8.000 τόνων πολτού τέλματος. Μετά απ' όλα αυτά η εταιρεία μιλάει για «αφυγραμένο» τέλμα (filter cake), το οποίο κατόπιν θα εναποτίθεται στο επάνω αναφερόμενο ρέμα. Με τις επάνω αναφερόμενες δύο-τρεις τετριμμένες προτάσεις λύνει λοιπόν η εταιρεία υπεραπλοποιημένα το πρόβλημα της πλήρωσης για τη λειτουργία μιας τέτοιας πολύπλοκης επεξεργασίας από την οποία θα διέλθουν ετησίως έως 2,9 εκατομύρια τόνοι και στα 8-9 χρόνια λειτουργίας του έργου 23 έως 26 εκατομύρια τόνοι πολφού τοξικού τέλματος.

Η εταιρεία φαίνεται ότι ούτε η ίδια δεν έχει συγκεκριμένη ιδέα για τις δυνατότητες, τον τύπο, τη δυναμικότητα και τα προβλήματα ενός τέτοιου συστήματος «φιλτρόπρεσσας» που προβάλλει σαν «νέο σχέδιο» της προτεινόμενης μεταλλουργίας. Η αβεβαιότητα που επικρατεί στο θέμα αυτό φάνηκε και σε συνέντευξη [41] του διευθυντή της εταιρείας ο οποίος με αόριστες δηλώσεις προβάλλει το νέο «επίτευγμα» αφυδάτωσης και διαχείρισης των μεταλλευτικών τελμάτων και αναφέρει για τη λειτουργία της

φιλτρόπρεσσας επι λέξει: «η μέθοδος αυτή (...) έχει εφαρμοστεί στη Χαλκιδική, όπου έχουμε κάνει επίσκεψη για να δούμε εκ του σύνεγγυς την εφαρμογή της», Δηλαδή φαίνεται ότι η ίδια η εταιρεία δεν έχει την απαραίτητη εμπειρία σχετικά με τη λειτουργία μία τέτοιας φιλτρόπρεσσας, την οποία προβάλλει με έμφαση σαν «σωτήρια μέθοδο» μεταλλουργίας για να εντυπωσιάσει και να αποπροσανατολίσει την κοινή γνώμη. Ο κάθε πολίτης ως βγάλει μόνος του συμπέρασμα από την αβεβαιότητα αντιπροσώπου μιας εταιρείας, η οποία προγραμματίζει τόσο επικίνδυνες περιβαλλοντικές επεμβάσεις στη Θράκη και προτείνει μια μέθοδο χωρίς να έχει την απαραίτητη γνώση και εμπειρία της λειτουργίας της. Άλλωστε, δημιουργείται το ερώτημα, εάν ή σε ποιο βαθμό χρησιμοποιούνται φιλτρόπρεσσες σε μεταλλουργικές εργασίες στη Χαλκιδική.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η πληροφόρηση της εταιρείας είναι ουσιαστικά μηδενική. Η παρούσα έκθεση δεν είναι σε θέση ούτε έχει σαν αντικείμενο να εμβαθύνει σε τεχνικά θέματα λειτουργίας αφυδάτωσης τελμάτων με φιλτρόπρεσσα. Επ'αυτών ως πάρουν θέση οι ειδικοί μηχανικοί και τεχνικοί επιστήμονες. Παραταύτα πρέπει να αναφέρουμε εδώ, ότι σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα (π.χ. Internet [42]), η λειτουργία φιλτροπρέσσας παρουσιάζει ποικιλότητα προβλημάτων, όπως εμφράξεις στο μηχανικό σύστημα, δυσκολίες στεγανότητας, ευαισθησία των φιλτρούφασμάτων, διαρροές κλπ., ώστε να δημιουργούνται αμφιβολίες για τη σωστή διεκπεραίωση της αφυδάτωσης του πολφού τέλματος καθημερινής παραγωγής μέχρι 8.000 τόνων. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες ότι στη μαζική αυτή διεργασία το τέλμα θα συμπιέζεται μέχρι 85 % σε στερεά όπως παρουσιάζεται από την εταιρεία. Τα βιβλιογραφικά δεδομένα μας πληροφορούν ότι η αφυδάτωση όμοιων υλικών, ακόμη και στις ανώτερες πιέσεις (έως 40 bar), δεν υπερβαίνει το 70% σε στερεά [42]. Το 85% της εταιρείας φαίνεται ότι είναι υπερβολικό και αυθαίρετο.

Οι διακυμάνσεις περιεκτικτικότητας διαλύματος στο «αφυγραμένο» τέλμα, έστω και σε μικρά περιθώρια παίζουν βασικό ρόλο, διότι 1^ο η αύξηση του διαλύματος σημαίνει αύξηση της τοξικότητας και 2^ο αυξημένη περιεκτικότητα διαλύματος σημαίνει μείωση της στερεότητας και σταθερότητας του τέλματος. Αυτό έχει μεγάλη σημασία, διότι επάνω στο τέλμα θα κατασκευάζονται τα εσωτερικά αναχώματα (φράγματα) του «πυραμιδοειδούς» χώρου τελμάτων [1] (βλ. επίσης παρακάτω).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το αλεσμένο πέτρωμα (στερεά φάση στον πολφό) θα έχει άκρως λεπτομερή κοκκίωση μόνο μερικών μικρών (χιλιοστών του χιλιοστού!) και εν μέρει πιθανόν κάτω από ένα (!!) μικρό. Ένα μέρος λοιπόν της λεπτομερέστερης στερεάς φάσης θα διαπερνά οπωσδήποτε τη φιλτροπρέσσα στο διάλυμα. Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω αναφερόμενα, ότι κατά την «αποτοξίνωση» ένα μέρος του κυανίου θα προσροφάται στους κόκκους της στερεάς φάσης ή θα δεσμεύεται στις νέες χημικές ενώσεις, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η λεπτομερής αυτή στερεά φάση στο διάλυμα θα εντείνει την τοξικότητα του. Εκτός τουτου, το διάλυμα θα είναι ήδη από την διαδικασία της εκχύλισης φορτωμένο με τοξικά χημικά στοιχεία (βλ. επάνω). Διερωτώμεθα λοιπόν: αυτό το άκρως τοξικό διάλυμα θα ανακυκλώνει (!!) λοιπόν η εταιρεία για λόγους οικονομίας νερού;

Η από την εταιρεία προτεινόμενη «ανακύκλωση του νερού (διαλύματος)» αποτελεί ουσιαστικά μια από τις πολλές αμφίβολες δημοσιοποιήσεις της για να καθησυχάσει τα πνεύματα της κοινής γνώμης, η οποία αντιτάσσεται στη μεγάλη κατανάλωση νερού. Στο θέμα αυτό συμφωνούμε με ένα σχετικό σχόλιο δημοσιεύματος στην εφημερίδα ΓΝΩΜΗ από τον καθηγητή της Βιοχημείας του Πανεπιστημίου Θράκης κ. Τεντε [38], οπότε παραθέτουμε εδώ αυτούσια απόσπασμα από το δικό του σχετικό κείμενο:

«Όσον αφορά το θέμα της ανακύκλωσης του νερού, πρόκειται για ακόμα έναν τεχνικό όρο που θα μπορούσε να κρύβει μέσα του πολλές χημικές εκπλήξεις διότι για την καταστροφή των κυανιόντων χρησιμοποιούνται ενώσεις θείου (μεταδιθειώδες νάτριο, θειϊκός χαλκός) με αποτέλεσμα τον σχηματισμό δευτερογενών θειϊκών αλάτων ψευδαργύρου, σιδήρου, μαγγανίου, αλουμινίου που είναι διαλυτά στο νερό. Όμως, αυτές οι χημικές ενώσεις έχουν την τάση να προσροφούν μεγάλες ποσότητες μεταλλικών στοιχείων (μόλυβδος, χαλκός και ιδιαίτερα κάδμιο-γνώστης τοξικότητας). Ανακύκλωση λοιπόν; Φαίνεται πολύ πιθανό ότι ύστερα από μερικούς κύκλους ανακύκλωσης, η υδατική φάση θα μετατρέπεται σε κοκτέιλ τοξικών ουσιών. Σ' αυτό μάλιστα να προστεθεί και το γεγονός ότι την φιλτρόπρεσσα δεν είναι δυνατόν να μη διαπερνά και να παραμένει στην (ανακυκλωμένη) υδατική φάση ένα ποσοστό της κατώτερης κοκκίωσης του πετρώματος, (που έχει δυνατότητα προσρόφησης τοξικών ουσιών και ανεξέλεγκτης δημιουργίας επικίνδυνων χημικών ενώσεων).

Πού θα φυλάσσεται/διοχετεύεται αυτή η άκρως τοξική υδατική φάση; Είναι εξωπραγματικό να πιστεύει κανείς ότι καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου θα χρησιμοποιείται το ίδιο νερό. Άρα θα πρέπει να ανανεώνεται περιοδικά με αποτέλεσμα να λάβει ετησίως διαστάσεις πολλών εκατοντάδων χιλιάδων κυβικών μέτρων.

Μια ακόμα παρατήρηση για τη μέθοδο INCO απενεργοποίησης του κυανίου : Διασπάται μόνο το κυάνιο της υδατικής φάσης του πολφού. Το στερεό υπόλειμμα μετά το πρεσσάρισμα, θα περιέχει προσροφημένο κυάνιο σε ανεξέλεγκτες ποσότητες. Άρα, στον χώρο απόθεσης (ήδη αρκετά πλούσιο σε τεκτονικά ρήγματα) θα συσσωρεύεται κυανοφόρα γη. Ο χρόνος ζωής της προτεινόμενης στεγάνωσης αισιόδοξα θα είναι 10-20 χρόνια. Αντί για λίμνη τελμάτων, χώρος ταφής στερεών κυανιούχων υπολειμμάτων. Αν όλα αυτά θεωρεί η Εταιρεία «μηδενική απόρριψη στο περιβάλλον, ουδέν σχόλιο»

3. Δευτερογενή ορυκτά και άλλες χημικές ενώσεις στο χώρο τελμάτων. Επιπτώσεις από τα βρόχινα νερά

Όλα τα υλικά που περιγράφηκαν μέχρι στιγμής θα περιέχονται τελικά στα τα μεταλλευτικά τέλματα των 10-12 εκατομμυρίων τόνων που θα εναποτεθούν στη διάρκεια 8-9 χρόνων λειτουργίας του έργου Περάματος. Οι χημικές ενώσεις και η γένεση γνωστών και άγνωστων τοξικών παραγώγων στη διαδικασία της εκχύλισης θα συνεχίσουν βέβαια την πορεία τους και μετά την εναπόθεση στην κολοσσαία «χαβούζα» τελμάτων. Αναμένεται μάλιστα ότι αυτές οι χημικές ενώσεις θα μπορούσαν να παραχθούν με μεγαλύτερη ένταση λόγω της αστάθειας και γενικά της ελάττωσης της τιμής του pH (βλ. παρακάτω). Οι αντιδράσεις που δεν θα έχουν πλήρη εξέλιξη στην ταχεία διαδικασία της εκχύλισης ή στον αντιδραστήρα INCO, προβλέπεται να ολοκληρωθούν με την πάροδο του χρόνου στο τέλμα.

Τα μη προσδιορίσιμα προσροφημένα κυανιόντα στη στερεά φάση του πολφού θα εγκαταστήσουν στο χώρο τελμάτων μία μεγάλη σειρά κυανιούχων και ενδιάμεσων χημικών ενώσεων προερχομένων από τον πολύτο εκχύλιση. Η περαιτέρω τυχαία σύνθεση ενώσεων και τοξικών παραγόντων στο θεόρατο αυτό «χημικό καζάνι» θα είναι φυσικά διαχρονικά ανεξελεγκτη. Τα δε πρόσθετα χημικά αντιδραστήρια του νατρίου και χαλκού που θα χρησιμοποιούνται για την «αποτοξίνωση» του κυανίου θα συνεχίσουν τη δράση τους και στο χώρο των τελμάτων σχηματίζοντας θειοκυανιούχα και νέα δευτερογενή θειικά άλατα (βλ. παρακάτω)

Τα τέλματα από χημική άποψη θα είναι στην τελική ανάλυση ιδιαίτερα σύνθετα σύνολα και ο χημικός τους χαρακτηρισμός εν πολλοίς είναι αδύνατος. Θα περιέχουν:

- ▶ Ποικιλία τοξικών ενώσεων: ελεύθερα κυανιόντα, μεταλλοκυανιούχα σύμπλοκα, κυανικά, θειοκυανιούχα, αμμωνία, πολλές οργανοκυανιούχες ενώσεις, δικυάνιο, κυανίδιο του χλωρίου, χλωραμίνες,
- ▶ διάφορα μέταλλα: Fe, Pb, Zn, Cu, As, Cd, Bi, Sb, Co, Te, Se κ.ά.
- ▶ αμέταλλα (θειικά, χλωρίδια, νιτρικά)
- ▶ πιθανόν ραδιενεργά στοιχεία (ράδιο, ουράνιο).

3.1. Επιδράσεις βροχοπτώσεων και επικινδυνότητας στο χώρο τελμάτων

Το pH μπορεί θεωρητικά να ελέγχεται όταν το τέλμα βρίσκεται σε κατάσταση πολτού, πριν να περάσει από την φιλτροπρέσα για την αφυδάτωση, όπως υπόσχεται η εταιρεία στο νέο σχέδιό της. Το pH του «αφυγραμένου» τέλματος δεν μπορεί να είναι πλέον σταθερό. Η τάση είναι να ελαττώνεται το pH προς χαμηλότερες τιμές. Στο ίζημα της «χαβούζας» το pH θα είναι περιβαλλοντικά εξαρτώμενο, 1^{ον} διότι ο ασβέστης αλλοιώνεται με την επίδραση του CO₂ της ατμόσφαιρας (πετρώνει σε CaCO₃) και 2^{ον} διότι επηρεάζεται (ελαττώνεται ποσοτικά) από τα βρόχινα νερά (βλ. επίσης παρακάτω). Το pH θα παρουσιάζει έτσι διακυμάνσεις σε ευρέα όρια οπότε είναι αδύνατος ο έλεγχος παρουσίας ενώσεων οι οποίες εξαρτώνται από τη διάσπαση άλλων συναρτήσεων της ενεργού οξύτητας.

Στην ΠΠΕ και στις άλλες δημοσιοποιήσεις της εταιρείας σχετικά με τη διαχείριση τελμάτων παραγκωνίζεται παντελώς το θέμα των βροχοπτώσεων. Η επίδραση των βρόχινων νερών δεν θα περιορίζεται μόνο στην ελάττωση του pH και στην ορυκτοχημεία των τελμάτων. Απροσδόκητες και ισχυρές βροχοπτώσεις θα έχουν μοιραίες επιπτώσεις στη σταθερότητα του πολύπλοκου συστήματος φραγμάτων/αναχωμάτων της κολοσσαίας «χαβούζας». Για καλύτερη κατανόηση των κινδύνων αυτών είναι απαραίτητο να επαναλάβουμε παρακάτω μερικά στοιχεία της προηγούμενης εισήγησης μας [1] σχετικά με το νέο σχέδιο διαχείριση τελμάτων και τον τρόπο προβολής του εκ μέρους της εταιρείας:

Οι φρασεολογίες της εταιρείας, ότι στο νέο σχέδιο δεν θα υπάρχουν «*ούτε τέλματα ούτε φράγματα*» ή ότι «*καταργείται η λίμνη τελμάτων*» [1, 41], αποδεικνύονται σαν αυθαίρετα και ψευδή συνθήματα στην προσπάθεια της να αποπροσανατολίσει τους πολίτες της Θράκης και να πετύχει την αδειοδότηση εκμετάλλευσης. Η εταιρεία θα χρησιμοποιήσει σαν λεκάνη τελμάτων ένα ρέμα 500 μέτρα νοτια του οικισμού Περάματος. Όπως στο παλιό σχέδιο, θα κατασκευαστεί και εδώ ένα κύριο φράγμα ύψους 40 (!) μέτρων που θα κλείνει τα κατάντη του ρέματος. Την λεκάνη θα πλαισιώνουν μερικά ακόμη πλευρικά αναχώματα. Όταν γεμίσει το ρέμα με σχεδόν 3 εκατομμύρια τόνους μεταλλευτικών αποβλήτων σε περίπου δύο χρόνια, θα συνεχιστεί η εναπόθεση ανυψώνοντας από την στέψη του ρέματος κατά 50 μέτρα μια βαθμιδωδή πυραμίδα με εσωτερικά αναχώματα (φράγματα) συνολικού μήκους 13,5 (!!!) χιλιομέτρων. Η θεόρατη αυτή πυραμίδα θα έχει στη στέψη του ρέματος τριγωνικό σχήμα με πλευρές 650, 750 και 900 μέτρα και θα δεχτεί άλλα 8 εκατομμύρια τόνους τέλματος. Συνολικά θα εναποτεθούν σχεδόν 11 εκατομ. τόνοι «αφυγραμένου» τέλματος, δηλαδή ίδια ποσότητα τέλματος (σαν αποστεγνωμένο ίζημα) όπως η «λίμνη» του παλαιού σχεδίου που σχολιάσαμε σε παλαιότερες εισηγήσεις μας [43, 44]).

Σημειώνεται, ότι το ίζημα τέλματος θα έχει από το βαθύτερο σημείο του ρέματος μέχρι τη στέψη της πυραμίδας συνολικό ύψος περίπου 90 (!) μέτρα (συγκριτικά όσο τρεις επανωτές 10όροφες πολυκατοικίες). Είναι προφανείς οι κίνδυνοι που εγκυμονεί ένα τέτοιο κατασκεύασμα, έχοντας σαν «περικάλυμμα» τα συγκεκριμένα ασταθή εσωτερικά αναχώματα. Η σχετική εισήγησή μας [1], ολοκληρωμένη με ενημερωτικές εικόνες και η πρόσφατη έκθεση της «Ομάδας Επιστημόνων» του ΤΕΕ Θράκης [45] δείχνει παραστατικά πώς φθείρεται, διαρρηγνύεται και τελικά καταρρέει το «περικάλυμμα» μίας τέτοιας «πυραμίδας» τελμάτων υπό την επίδραση διαφόρων αστάθμητων φαινομένων (βροχοπτώσεις, πλημμύρες, σεισμικές κινήσεις, ολισθήσεις κ.ά.) .

Σύμφωνα με το σχέδιο της εταιρείας, η κατασκευή εσωτερικού φράγματος στην εκάστοτε βαθμίδα της πυραμίδας θα συμβαδίζει με την εναπόθεση του «αφυγραμένου» τέλματος ημερήσιας ποσότητας 3.500 τόνων+15-20 % διάλυμα). Το κάθε νέο εσωτερικό φράγμα της εκάστοτε βαθμίδας θα κατασκευάζεται επάνω στο αφυγραμένο αυτό τέλμα (δηλαδή επάνω σε σφιχτή-πιεσμένη λάσπη!). Μια συνεχής βροχοπτώση ή ξαφνικές ραγδαίες βροχές (συνηθισμένο φαινόμενο στα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδος, με ανώμαλη

κατανομή των βροχοπτώσεων) θα δημιουργούν μοιραίες πλημμύρες μέσα στον χώρο απόθεσης και τεράστια προβλήματα στην εκτέλεση των εργασιών. Το υπό κατασκευή ανάχωμα και πολύ περισσότερο το αποθεμένο τέλμα θα μουσκεύουν σε απελπιστική κατάσταση ενώ οι εργασίες δεν θα πρέπει να διακόπτονται όταν στο εργοστάσιο εκχύλισης θα παράγονται συνεχόμενα οι επόμενες χιλιάδες τόνων τελμάτων. Μεταξύ άλλων γεννάται και το ερώτημα: πώς είναι δυνατόν ένα εσωτερικό ανάχωμα να στηρίζεται επάνω σε μουσκεμένο μαλακό τέλμα και πώς είναι δυνατόν να αποκλειστούν αστοχίες στη στεγανότητα των αναχωμάτων και διαρροές τελμάτων κάτω από τέτοιες καιρικές συνθήκες;;. Η εταιρεία για ευνόητους λόγους αποφεύγει συστηματικά να θίξει τέτοια προβλήματα. Σε όλες τις μέχρι τώρα γνωστές μελέτες της αποσιωπούνται απόλυτα τα ενδεχόμενα βροχοπτώσεων

Δεν θα σταθούμε σε άλλους κινδύνους οι οποίοι περιγράφηκαν σε προηγούμενες εισηγήσεις [1, 43, 44, 45], παρά θα επισημάνουμε συμπερασματικά τις εξής επιδράσεις των βρόχινων νερών στη χημική εξέλιξη του τέλματος και στη διανομή τοξικών ουσιών:

- ▶ Σφοδρές βροχοπτώσεις θα οδηγούν σε δυσανάλογη ελάττωση του pH ώστε να μην ελέγχονται οι θειοκυανιούχες ενώσεις, τα θειικά άλατα (βλ. παρακάτω) και άλλες ευδιάλυτες σε νερό χημικές ενώσεις, οι οποίες θα ενισχύουν την ενεργό οξύτητα με αποτέλεσμα την διάσπαση άλλων.
- ▶ Τα ευδιάλυτα αυτά άλατα, συμπεριλαμβανομένου και του προσροφημένο κυάνιου θα διαρρέουν εντός και εκτός του χώρου απόθεσης. Τα δηλητηριώδη αυτά διαλύματα θα βρίσκουν το δρόμο τους στο τεκτονισμένο – κατακερματισμένο υπόβαθρο [43, 44] και φυσικά στο υδρολογικό σύστημα της περιοχής.
- ▶ Η ανεξέλεγκτη όξινη απορροή και η εκπομπή τοξικών στοιχείων θα εντείνεται και από τη διάβρωση των εσωτερικών αναχωμάτων. Σε αυτό το πλαίσιο υπενθυμίζουμε ότι για την κατασκευή των αναχωμάτων αυτών θα χρησιμοποιούνται τα εξορυχθέντα «οξειδωμένα στείρα» (ΓΠΕ [16], σελ. 159). Αυτά όμως, όπως περιγράψαμε επάνω, θα περιέχουν σιδηροπυρίτη και άλλα θειούχα μεταλλικά ορυκτά, τα οποία θα εκθέτονται στις οξειδωτικές διεργασίες της ατμόσφαιρας.

3.2. Τα ευδιάλυτα σε νερό τοξικά θειικά ορυκτά άλατα. Το παράδειγμα του μεταλλείου Κίρκης

Παρακάτω θα ασχοληθούμε με τη μεγάλη ομάδα των θεικών ορυτών αλάτων τα οποία σχηματίζονται σε μεταλλευτικά τέλματα και με τις επιπτώσεις τους στην όξινη απορροή και την εκπομπή τοξικών χημικών στοιχείων:

Για τη διαλυτότητα, αποσύνθεση και εξαλλοίωση μεταλλικών και μη μεταλλικών ορυκτών έγινε λόγος στα προηγούμενα κεφάλαια. Τα χημικά αντιδραστήρια της εκχύλισης θα έχουν οπωσδήποτε μεγάλη επίδραση και στο χώρο των μεταλλευτικών τελμάτων. Η προσφορά άφθονου θείου (S) από τα θειούχα ορυκτά και από τα χημικά αντιδραστήρια, του αλουμινίου (Al) από την αποσύνθεση του καολινίτη-αλουνίτη και των μεταλλικών στοιχείων Mn, Fe, Pb, Zn, Cu, As, Cd κ.ά. από την εξαλλοίωση των θειούχων μεταλλικών ορυκτών, θα συντελούν στον σχηματισμό διαφόρων δευτερογενών ορυκτών θειικών αλάτων με απρόβλεπτες περιβαλλοντικές συνέπειες.

Για τον σχηματισμό θειικών αλάτων από διαβρωτικές διεργασίες, έχουμε σαν παράδειγμα τα θειούχα τέλματα του μεταλλείου Κίρκης, τα οποία έγιναν αντικείμενο ειδικής μελέτης μας [24]. Στην εκεί μεταλλουργική διαδικασία με τη μέθοδο της επίπλευσης στα διαστήματα 1975-1980 και 1990-1997 χρησιμοποιήθηκαν επίσης σαν αντιδραστήρια θειικά προϊόντα (ξανθάτες, θειικός ψευδάργυρος) και κυανιούχο νάτριο. Τα λευκά θειικά άλατα που παράγονται διαρκώς, συγκεντρώνονται κυρίως στην επιφάνεια των μεταλλευτικών τελμάτων (βλ. εικόνες 1 έως 4) και δημιουργούν σε περιόδους ξηρασίας ένα εντυπωσιακό ξασπρισμένο τοπίο (εικόνες 1 και 3).

Στη βιβλιογραφία, έχουν χαρακτηριστεί εκατοντάδες θειικά άλατα και διαρκώς δημοσιεύονται νέα ορυκτά της ίδιας κατηγορίας. Λόγω των υψηλών περιεκτικότητων σε (OH) και H₂O έχουν τα ορυκτά αυτά μικρή σκληρότητα (είναι λοιπόν εύθρυπτα), μικρό ειδικό βάρος, είναι κατά το πλείστον ευδιάλυτα (!) σε νερό και γενικά ασταθή έναντι καιρικών επιδράσεων. Αυτό έχει δραματικές επιπτώσεις στην όξινη απορροή και την εκπομπή μετάλλων διότι μεγάλες ποσότητες αλάτων διαλύονται στα βρόχιννα νερά και σε περίοδο ξηρασίας ανακρυσταλώνονται επι τόπου (εικ. 2) ή εκεί όπου μεταφέρονται. Η εικόνες 3 και 4 δείχνουν παραστατικά πώς ξεπλένονται τα θειικά αυτά άλατα από την επιφάνεια του τέλματος σε περίπτωση βροχόπτωσης (και μεταφέρονται φυσικά στο υδρολογικό σύστημα, στην περίπτωση Κίρκης στον μικρό ποταμό Ειρήνη)



Σχηματισμός θειικών αλάτων στα μεταλλευτικά τέλματα του μεταλλείου Κίρκης

Εικόνα 1: Κονιορτοποιημένο μετάλλευμα με ξασπρισμένη επιφάνεια λόγω σχηματισμού θειικών αλάτων

Εικόνα 2: Σχηματισμός λευκών θειικών ορυκτών αλάτων σε λεκάνη μεταλλευτικού τέλματος

Εικόνα 3: Αποψη μίας άλλης λεκάνης μεταλλευτικού τέλματος σε περίοδο ξηρασίας με εντυπωσιακά ξασπρισμένο τοπίο λόγω σχηματισμού θειικών στην επιφάνεια της λεκάνης.

Εικόνα 4: Αποψη της ίδιας λεκάνης ύστερα από μία νυχτερινή βροχόπτωση. Τα επιφανειακά θειικά άλατα ξεπλύθηκαν και εν μέρει μεταφέρθηκαν στο διπλανό ρέμα. Στοιχεία για την τοξικότητα του λιμναζοντος βρόχινου νερού λόγω διαλυτοποίησης των θειικών αλάτων περιέχονται στον συνημμένο πίνακα 4.

Τα δευτερογενή θειικά ορυκτά άλατα στα τέλματα του μεταλλείου Κίρκης ανήκουν ορυκτολογικά στην ομάδα αλοτριχίτη - διετριχίτη (Halotrichite - Dietrichite): $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Zn}, \dots)\text{Al}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ και ροζενίτη - μπούλεϊτη (Rozenite-Boyleite): $(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn}, \dots)[\text{SO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, τα οποία δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες χαλκού (Cu), μολύβδου (Pb) και ιδιαίτερα ψευδαργύρου (Zn), με συνοδία από κάδμιο (Cd). Σε ορισμένα δείγματα προσδιορίστηκε κατά την ακτινογραφική ανάλυση πλουμπογιαροσίτης: $\text{PbFe}_6[(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2]_2$ και αγγλεσίτης: PbSO_4 .

Οι αναλύσεις από αμιγές λευκό υλικό των θειικών αυτών αλάτων (μείγμα των ορυκτολογικών παραλλαγών που προαναφέρθηκαν) έδωσαν τις εξής ανώτερες τιμές μεταλλικών στοιχείων: σίδηρος 77.580 ppm = 7,76 %, Μαγγάνιο 36.830 ppm = 3,68 %, Μόλυβδος 33.010 ppm = 3,30 %, Χαλκός 6.380 ppm = 0,64 %, Ψευδάργυρος: 254.860 ppm = 25,49% και κάδμιο 2.550 ppm = 0,25% [24, Πίν. 5, αναλ. 35 και πίν. 6, αναλ. Κ3α και Κ8α].

Ο πίνακας 4 παρουσιάζει ανάλυση επιφανειακού νερού λεκάνης τέλματος του μεταλλείου Κίρκης [46], το οποίο δείχνει εξαιρετικά υψηλά επίπεδα συγκεκριμένων χημικών στοιχείων, προφανώς λόγω διαλυμένων θειικών ορυκτών αλάτων. Ανάλογα υψηλή είναι και η τιμή SO_4^{2-} του όξινου αυτού νερού (pH≈3). Δεν θα σταθούμε στα υπέρμετρα υψηλά επίπεδα των επιμέρους μεταλλικών στοιχείων αλλά θα τονίσουμε αντιπροσωπευτικά μόνο την ακραία τιμή του καδμίου το οποίο ανήκει στα πιο τοξικά καρκινογόνα στοιχεία. Ο κάθε αναγνώστης ας βγάλει μόνος του συμπέρασμα για τις επιπτώσεις από νερά με διαλυθέντα θειικά άλατα και με πάνω από 7.000 φορές υψηλότερες περιεκτικότητες καδμίου από το επιτρεπτό όριο.

Πίνακας 4: Ανάλυση λιμνάζοντος νερού σε λεκάνη μεταλλευτικών τελμάτων του μεταλλείου Κίρκης και σύγκριση με οριακές τιμές πόσιμου νερού (απο τη μελέτη SKARPELIS & TRIANTAFYLLIDIS [46])

	pH	SO ₄ ²⁻	Fe	Mn	Pb	Zn	Cu	Cd
Ανάλυση νερού λεκάνης τελμάτων	3,1	17.500	130	2.852	3,9	4124	15,0	35,3
Οριακές τιμές πόσιμου νερού		250	0,2	0,05	0,01	5	2	0,005
Χ φορές υψηλότερες τιμές απ' ότι στο πόσιμο νερό		70	650	57.040	390	825	8	7.060

Υπογραμμίζεται ότι το μεταλλείο Κίρκης αποτελεί ουσιαστικά μία μικρογραφία σε σχέση με τα προγραμματιζόμενα μεταλλεία χρυσού στο Πέραμα. Μόνο το έργο Περάματος θα προκαλέσει σχεδόν 100 φορές μεγαλύτερη περιβαλλοντική καταστροφή απ' ότι το μεταλλείο Κίρκης. Επ' αυτού αρκεί να αναφερθεί μόνο το εξής συγκεκριμένο παράδειγμα: Ο όγκος των μεταλλευτικών τελμάτων στη λίμνη απόθεσης στο Πέραμα (χωρητικότητα της πελώριας λεκάνης τελμάτων: 6.900.000 κυβ. μέτρα) θα είναι περίπου **80 φορές** μεγαλύτερος απ' ότι στο μεταλλείο Κίρκης (80.000 κυβ. μέτρα τέλματα σε «ψευτολεκάνες» και άλλα 10.000 κυβ. μέτρα διασκορπισμένα απόβλητα). Το νούμερο αυτό διπλασιάζεται εάν προσθέσουμε το έργο Σαπών και υπερπολλαπλασιάζεται εάν λάβουμε υπόψη το πλήθος εξορύξεων με ισάριθμες λίμνες μεταλλευτικών τελμάτων στην αναμενόμενη μελλοντική εξέλιξη των μεταλλευτικών επεκτάσεων σε 10 – 20 χρόνια.

Επίλογος

Για τη σοβαρότητα της πληροφόρησης στην ΠΠΕ της εταιρείας σχετικά με την ορυκτοχημεία των μεταλλευτικών τελμάτων, ας βγάλουν οι αναγνώστες της παρούσας εισήγησης μόνοι τους συμπέρασμα. Η περιγραφή της χημικής σύστασης της κολλοσιαίας μάζας 10-12 εκατομμυρίων (!!) τόνων τοξικών μεταλλευτικών τελμάτων με την εισαγωγικά αναφερόμενη παράθεση δυόμιση σειρών, αποτελεί απαράδεκτη κοροϊδία και υποτιμά τη νοημοσύνη των πολιτών της Θράκης. Μια τέτοια συμπεριφορά είναι αν μη τι άλλο κολάσιμη. Η εταιρεία με απαράδεκτους τρόπους παραπληροφόρησης και παραποίησης της αλήθειας, καθώς και με άλλες αμφίβολες μεθόδους προσπαθεί να κάμψει την αντίδραση των κατοίκων της Θράκης και να πετύχει την αδειοδότηση εκμετάλλευσης. Ουσιαστικά διχάζει και διαφθείρει την κοινωνία της Θράκης.

Η πελώρια λεκάνη των μεταλλευτικών τελμάτων στο νότιο τμήμα του προγραμματιζόμενου έργου Περάματος θα απέχει μόνο 4 χιλιόμετρα από την Παραλία Μεσηβρίας και εγκυμονεί ποικιλότροπους κινδύνους στη δημόσια υγεία. Για διαρροές, αστοχίες και θραύσεις φραγμάτων έγινε λόγος σε προηγούμενες εισηγήσεις.

Οι μεταλλευτικές κοινοπραξίες με τις προβλεπόμενες επεκτάσεις των μεταλλευτικών τους δραστηριοτήτων θα μεταβάλλουν την περιοχή από Πέραμα/Πετρωτά μέχρι Συκοράχη και στη συνέχεια μέχρι ΒΑ Σαπών, μήκους πάνω από 20 χλμ και πλάτους 3-6 χλμ, σε μια ζώνη επιφανειακών ορυχείων. Σημειώνεται ότι κάθε ορυχείο θα συνοδεύεται και από μια «χαβούζα» της τάξης του προτεινόμενου έργου Περάματος. Οι μαζικές εξορύξεις και οι ισάριθμες γιγαντιαίες λεκάνες/πυραμίδες μεταλλευτικών τελμάτων θα αλλοιώσουν ριζικά το φυσικό τοπίο και θα δηλητηριάσουν ανεπανόρθωτα μεγάλα τμήματα στην πιο ενδιαφέρουσα λοφώδη περιοχή Σαπών–Μαρώνειας–Μεσημβρίας που αποτελεί τη μορφολογική γέφυρα μεταξύ της ΝΑ ορεινής Ροδόπης και του Θρακικού Πελάγους.

Η «οργωμένη» και «δηλητηριασμένη» αυτή ζώνη θα διχάσει μοιραία τη Θράκη περίπου κατά μήκος της συνοριακής γραμμής μεταξύ των Νομών Ροδόπης και Έβρου με απρόβλεπτες οικολογικές επιπτώσεις και καθοριστική υποβάθμιση της περιοχής και της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Εάν λοιπόν η Πολιτεία αδειοδοτήσει την εκμετάλλευση χρυσού στο Πέραμα, θα προδιαγράψει ουσιαστικά την περιβαλλοντική καταστροφή της Θράκης.

Η τοπική κοινωνία δεν πρέπει να συναινέσει στην εγκατάσταση/λειτουργία της συγκεκριμένης επένδυσης, βασιζόμενη στις αρχές, ότι προέχει η σταθερή υποστήριξη των καίριων συμφερόντων του συνόλου του τοπικού πληθυσμού και όχι μόνο μιας εταιρείας ή επαγγελματικής ομάδας και ότι η σημερινή γενεά δεν πρέπει και δεν έχει το δικαίωμα στον ταχύ ρυθμό μερικών χρόνων να λεηλατήσει, να καταστρέψει και να μολύνει τη φύση, η οποία δημιουργήθηκε σε περιόδους χιλιάδων και εκατομμυρίων χρόνων και να υποβαθμίσει έτσι τους φυσικούς πόρους που οφείλουν να είναι διαθέσιμοι για τις επόμενες γενεές, ούτε έχει μία εταιρεία δικαίωμα να γεμίσει τα ρέματα και να ανυψώσει κολοσιαίες πυραμίδες με τοξικά μεταλλευτικά τέλματα.

Στο ερώτημα, ποιό θα είναι τελικά το κέρδος της Θράκης από τη μοιραία αυτή μεταλλευτική δραστηριότητα, θα αναφερθούμε πάλι στο ειδικό ρεπορταζ για την εκμετάλλευση χρυσού, με τίτλο «Το βρώμικο χρυσάφι» του ανά τον Κόσμο γνωστού περιοδικού „DER SPIEGEL“ (τεύχος 12/17.3.2008) με το αποστομωτικό συμπέρασμα: «Τα κέρδη των κοινοπραξιών πηγαίνουν στα πλούσια βιομηχανικά κράτη. Δηλητήρια και μεταλλευτικά απορρίμματα παραμένουν στις χώρες παραγωγής του τρίτου κόσμου».

Αναφορές

- [1] ΑΡΙΚΑΣ, Κ. Εισήγηση με τίτλο: „Ούτε τέλματα, ούτε φράγματα. Πως οι εταιρεία Χρυσωρυχεία Θράκης προσπαθεί να παραπλανήσει τους κατοίκους της Θράκης“.- Δημοσίευμα στις εφημερίδες Ο ΧΡΟΝΟΣ (19.8. 2012) και Πολίτης της Θράκης και σε διάφορα BLOG (Internet)
- [2] ΑΡΙΚΑΣ, Κ. & VOUDOURIS, P. (1998): Hydrothermal alterations and mineralizations of magmatic rocks in the southern Rhodope Masiv.- Acta Vulcanologica, 10(2): 353-365
- [3] ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (1981): Subvulkanisch-hydrothermale Mo-Cu-Zn-Pb-Vererzungen, S.E. Rhodopen, Nordgriechenland: Petrographie und Geochemie.- Tschermaks Miner. Petr.Mitt., 28, 189-205.
- [4] ΑΡΙΚΑΣ,Κ. (1990): Εκθεση στο ΙΓΜΕ-Παράρτημα Ξάνθης: Επιστημονικές εργασίες του Ινστιτούτου Ορυκτολογίας-Περιογραφίας Πανεπιστημίου Αμβούργου, κύκλος θεμάτων: Μαγματικά πετρώματα και υδροθερμικές εξαλλοιώσεις στο ΝΑ τμήμα της Θράκης, 96 σελ.
- [5] ΑΡΙΚΑΣ, Κ., ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ, Π.,ΚΛΟΟΣ, R-M. & TESCH, Ch. (2004) Πετρογραφία-Γεωχημεία και μεταλλογένεση των ηφαισπιτών της Τάφρου των Πετρωτών / Μαρώνεια, Δ. Θράκη. - Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, 36, 482-491.
- [6] FRASS, A., HEGEWALD, S., KLOOS, R-M., TESCH, CH., & ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (1990): The Geology of the Graben of Petrota (Thrace, NE. Greece).- Geologica Rhodopica, 2, 50-63.
- [7α] ΚΛΟΟΣ, R-M., HEGEWALD, S., TESCH, CH. (1991): Geologische und petrographisch-geochemische Untersuchungen im Graben von Petrota/Maronia, Thrakien/ Nordostgriechenland. – 3 Diplomarbeiten, Miner.-Petrogr. Institut, Universität Hamburg. 3 διπλωματικές εργασίες με επιτήρηση από Κ. ΑΡΙΚΑ: ΒΔ τμήμα της Τάφρου Πετρωτών από HEGEWALD (124 σελ.), κεντρικό τμήμα από ΚΛΟΟΣ (117 σελ.) και Α. τμήμα από TESCH (123 σελ.).
- [7β] Finitsi, A.V. (2005) Geochemische Untersuchungen von Bachablagerungen im erzführenden Gebiet von Perama / Thrakien, Griechenland.- Diplomarbeit Miner.-Petrogr. Institut, Universität Hamburg (διπλωματική εργασία, επιτήρηση από Κ. ΑΡΙΚΑ
- [8α] VOUDOURIS, P. & ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (1994): Epithermale Au-Ag-Mineralisationen bei Kassiteres / Sape, NE-Griechenland: Geologische, mineralogische und mikrothermometrische Untersuchungen.- Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, 30/1, 427-443.
- [8β] ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ, Π. & ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (1998): Προχωρημένη αργιλική εξαλλοίωση μαγματιών Περιοχής Κασσιτερών (Θράκη): Ορυκτολογία και περιβάλλον απόθεσης.- Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, 32/3, 59-78.
- [9α] <http://en.wikipedia.org/wiki/Barium>
- [9β] www.toxcenter.de/stoff-infos/b/barium.pdf
- [10] ΜΑΡΑΝΤΟΣ, Ι., ΜΙΧΑΗΛ, Κ. & ΠΕΡΔΙΚΑΤΣΗΣ, Β. (1992): Προκαταρκτική μελέτη εξαλλοιωμένων ηφαισπιτών της περιοχής Σαπών Ν. Ροδόπης για βιομηχανικά ορυκτά. - Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, 28/2,317-328.
- [11] ΣΚΑΡΠΕΛΗΣ, Ν., ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ, Π. & ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (1998): Έρευνα για τον εντοπισμό εμφανίσεων επιθερμικού χρυσού – αργύρου στη λεκάνη Πετρωτών (Θράκη) και τη Λήμνο και συσχέτιση με τις θειούχες μεταλλοφορίες βασικών μετάλλων στους τριτογενείς ηφαιστίτες. – Πρόγραμμα ΠΕΝΕΔ-95, 126 σελ., Αθήνα 1998
- [12] SKARPELIS, N. VOUDOURIS, P. & ΑΡΙΚΑΣ, Κ.(1999): Exploration for epithermal gold in SW Thrace, Greece: new targest area. – In: Stanley C.J. et al. (eds) Mineral deposits: processes to processing. Balkema, Rotterdam, 589-592
- [13] ΜΙΧΑΗΛ, Κ. (1993) Γεωλογία και γεωχημεία του επιθερμικού κοιτάσματος χρυσού περιοχής Κώνων.- Έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε. Παράρτημα Ξάνθης, 75 p.
- [14] VOUDOURIS, P. (1993): Mineralogische, mikrothermometrische und geochemische Untersu-chungen an epithermalen Au-Ag-Gangmineralisationen bei Kassiteres / Sape, NE-Griechenland.- Dissertation Universität Hamburg, 218 p.
- [15] ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε. (2000): Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταλλευτικών εγκαταστάσεων στο Πέραμα Ν. Έβρου, Αθήνα 2000
- [16] ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε. (2011): Προμελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταλλευτικών εγκαταστάσεων στο Πέραμα Ν. Έβρου, Αθήνα 2011
- [17] ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΘΡΑΚΗΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ε., Ομάδα Εργασίας: Κ. ΑΡΙΚΑΣ, Γ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ & Π. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ (2002): Α) Κριτική των προβαλλόμενων θέσεων στη ΜΠΕ για εκμετάλλευση μεταλλείου σιδηροπυρίτη – χαλκοπυρίτη στη ΜΠΔ Ε5 Σαπών Ροδόπης από την εταιρεία «Μεταλλευτική Θράκης, Β) Κριτική στην ορυκτολογία των μεταλλοφόρων σωμάτων, των πετρωμάτων και του συμπυκνώματος χαλκού-χρυσού του έργου Σαπών και σε γεωχημικά δεδομένα της ΜΠΕ.- ΑΕ. Κομοτηνή, Οκτ. 2002
- [18] ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΘΡΑΚΗΣ Α.Ε. (2002): Σχολιασμός απόψεων Ομάδας Εργασίας Περιφερειακού Τμήματος Θράκης Τ.Ε.Ε. για την Μ.Π.Ε. Έργου χρυσού Σαπών Μεταλλευτικής Θράκης Α.Ε., 31 σελ., Νοέμβριος 2002
- [19] McALISTER, M., HAMMONT, J.M. NORMANT, D., & KAMPASAKALIS, M. (1999): Discovery case history fort he Perama Hill gold deposit, Greece. Conference Proceedings In: CURRIE D. & NIELSEN K (eds): New generation gold mines 99, 22-23 November 1999, . Perth, Western Australia, 39-49
- [20] LESCUYER, S.L.,BAILY, L., CASSARD, A.L.W. & PIANOTONE, P. (2003): Sediment-hosted gold in South Eastern Europe: The epithermal deposit of Perama, Thrace, Greece. In Mineral Exploration and Subtainale Development, Eliopoulos et al. (eds). Vol. 1, 499-502.
- [21] ΜΙΧΑΗΛ, Κ. & ΔΗΜΗΤΡΟΥΛΑ Μ. (2004): Υδροθερμικές εξαλλοιώσεις και μεταλλοφορίες των επιθερμικών συστημάτων της περιοχής Πετρωτών (Δ.Θρακη,Ελλάς) .- Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, 36,
- [22] VOUDOURIS, P., PAPAVALIIOU, C., ALFIERIS, D., & FALALAKIS, G. (2007): Gold-silver tellurides and bismuth sulfosalts in the highintermediate sulfidation Perama Hill deposit, western Thrace (NE Greece).- Geol. Survey Finland, Guide 53, 77-84
- [23] VOUDOURIS, P., MELFOS, V., SPRY, P.G., MORITZ, R., PAPAVALIIOU, C. & FALALAKIS, G. (2011): Mineralogy and geochemical environment of formation of the Perama Hill high-sulfidation epithermal Au-Ag-Te-Se deposit, Petrota Graben, NE Greece.- Miner. Petrol.
- [24] ΑΡΙΚΑΣ, Κ., ASFAHANI, N. NOWAK, A., GOETZ, D. & ΜΕΛΦΟΣ, Β. (2007): Τα μεταλλεία Κίρκης Νομού Έβρου και εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων. — ΜΕΡΟΣ Α': Γεωχημική και ορυκτολογική μελέτη των μεταλλευτικών τεμάτων και συμπυκνωμάτων» Μεταλλειολογικά-Μεταλλουργικά Χρονικά (ΜΜΧ), Τομος 19/2007, σελ. 21-50.- ΜΕΡΟΣ Β': Προσδιορισμός τοξικών στοιχείων σε εδάφη και ποτάμια ιζήματα».- Μεταλλειολογικά-Μεταλλουργικά Χρονικά (ΜΜΧ), Τομος 19/2007, σελ. 52-69. Όλα τα κείμενα: <http://antigoldgreece.wordpress.com> , Θέματα: Κίρκη, mnx-kirki-a **ΚΟΛ** mnx-kirki-b
- [25] SKARPELIS, N. (1999): The Agios Philippos ore deposit, Kirki (Western Thrace). A base metal part of a high sulfidation epithermal system.- Bulletin of the Geological Society of Greece, 33, 51-60
- [26] ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ, Π., ΑΡΙΚΑΣ, Κ. ΚΑΤΕΡΙΝΟΠΟΥΛΟΣ (2004): Μολυβδόχοι αλουνίτες σε ζώνες εξαλλοίωσης επιθερμικών και πφρυπτικών μεταλλοφοριών στη Δ. Θράκη.- Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, 36, 492-501.
- [27] VOUDOURIS, P. (2011): Contitions of formation of the Mavrokoryfi high-sulfidation epithermal Cu-Ag-Au-Te mineralization (Petrota Graben, NE Greece). – Mineral. Petrol. 101, 97-113
- [28] GRYSCHKO, R. & HORLACHER, D. (1997): Bodenversauerung: Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen, Literaturstudie.- Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Σύγγραμμα μεγάλης έκτασης στο INTERNET με πολλά θέματα πάνω στην όξινη απορροή και 341 τίτλους βιβλιογραφίας).
- [29] PUHLMANN, M. (1999): Fällung und Lösung von Hydroxo-Sulfaten als Regulativ der Aziditäts- und Sulfat-Dynamik in sauren Sandböden.-Dissertation Universität Hannover, 167 p. (Διδάκτ. διατριβή σχετικά με τον ρόλο
- [30] ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΘΡΑΚΗΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ε., Ομάδα Εργασίας από Κ. ΑΡΙΚΑΣ, Γ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗ & Π. ΧΑΤΥΗΣΠΥΡΟΥ, Σ. (2003): Κριτική του περιεχομένου της ΜΠΕ των μεταλλευτικών εγκαταστάσεων παραγωγής χρυσού στο Πέραμα του Νομού Έβρου της εταιρείας Χρυσωρυχεία Θράκης ΑΜΒΕ, Μάιος 2003
- [31] www.geo-aktuell.de/Kaolin/Gedaref_Inter_Silifizierung.html

- [32] <http://www.lenntech.de/pse/wasser/aluminium/aluminium-und-wasser.htm>
- [33] www.geo.tu-freiberg.de/~merkel/hgcss/hgcss_1/elemente/al/al.htm
- [34] ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ, Γ. (2000-2010): Εισηγήσεις σχετικά με τις επιπτώσεις από την προτεινόμενη εκμετάλλευση και μεταλλοργία χρυσού στη Θράκη [π.χ. στις εκθέσεις 17, 30].
- [35] ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (2011): Πόσο κυάνιο θα καταναλωθεί στο Πέραμα. – Εφημερίδα Πολίτης της Θράκης, φύλλο 279, 31 Αυγούστου 2011 και σε διαφορά BLOG της Αλεξανδρούπολης
- [36] LUKE EVANS, M. (2004): report on perama hill gold deposit mineral resource estimate, greece prepared for frontier pacific mining corporation. - roscoe postle associates inc. Toronto, Ontario. Vancouver, B.C.
- [37] ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ, Γ. (2011): Μεταλλοργία χρυσού – επιπτώσεις στο περιβάλλον την υγεία των ανθρώπων και την οικονομία. – Εφημερίδα ΠΟΛΙΤΗΣ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ, 16 Φεβρ. 2011
- [38] ΤΕΝΤΕΣ, Γ. (12.10.2011): Άρθρο κριτικής προτάσεων της εταιρείας Χρυσωρυχεία Θράκης.- εφημερίδα Η ΓΝΩΜΗ (Αλεξανδρούπολη)
- [39] ΜΠΑΡΑΣ, Γ. (8.12.2011): Απάντηση εκ μέρους της εταιρείας Χρυσωρυχεία Θράκης στο άρθρο κριτικής του Γ. ΤΕΝΤΕ.- Εφημερίδα Η ΓΝΩΜΗ (Αλεξανδρούπολη)
- [40] www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_DE_CB1152353.htm
- [41] ΕΠΑΡΧΕΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ (εφημερίδα Αλεξανδρούπολης): Συνέντευξη με τον διευθυντή της εταιρείας «Χρυσωρυχεία Θράκης» Γ. ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ (9. 2. 2010).
- [42] <http://de.wikipedia.org/wiki/Filterpresse> ή www.filterpressen.online.de
- [43] ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (2008): Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εξορύξεις μεγάλης κλίμακας για την παραγωγή χρυσού στη Θράκη.- PowerPoint-παρουσίαση, ημερίδα ΤΤΕ- Θράκης στην Ξάνθη 30.5.2008, www.teethrakis.gr/drastiriotites/imerides/arikas.ppt
- [44] ΑΡΙΚΑΣ, Κ. (2011): Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εξορύξεις μεγάλης κλίμακας για την προτεινόμενη εκμετάλλευση χρυσού στη Θράκη.- Άρθρο στην Εφημερίδα ΠΟΛΙΤΗΣ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ (19.1.2011)
- [45] ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΘΡΑΚΗΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ε., Ομάδα Επιστημόνων: ΑΡΙΚΑΣ, Κ., ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ, Β., ΝΤΑΦΟΣ, Β., ΣΕΡΓΚΕΛΙΔΗΣ Δ., ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ, Γ., & ΧΑΤΖΗΣΠΥΡΟΥ, Σ. Έκθεση κριτικής επάνω στο περιεχόμενο της ΠΠΕ Μεταλλευτικών Εγκαταστάσεων παραγωγής χρυσού με κυάνωση πετρωμάτων στο Πέραμα Ν. Έβρου της εταιρίας ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε.- Κομοτηνή – Αλεξανδρούπολη, Νοεμβρίου 2011
- [46] SKARPELIS, N. & TRIANTAFYLIDIS, S. (2004): Environmental impact from supergene alteration and exploitation of a high sulphidation epithermal type mineralisation (Kirki, NE Greece.- Applied Earth Science, 113, 110-116
- [47] „DER SPIEGEL“, 12/17.3.2008, Schmutziges Gold, 70-86

arikas@web.de

Βιογραφικά στοιχεία του εισηγητή:

Ο Κυριάκος Αρίκας κατάγεται από την Κίρκη Αλεξανδρούπολης, σπούδασε και σταδιοδρόμησε στη Γερμανία και ήταν μέχρι την συνταξιοδότησή του υφηγητής στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας του Πανεπιστημίου Αμβούργου με το οποίο συνεργάζεται μέχρι σήμερα. Είναι έμπειρος γνώστης των γεωλογικών συνθηκών στη Θράκη, διότι στα πλαίσια της ερευνητικής του δραστηριότητας ασχολήθηκε πάνω από τρεις δεκαετίες με την γεωλογία, πετρογραφία και κοιτασματολογία-γεωχημεία του νοτιοανατολικού τμήματος της Θράκης και έχει επιτηρήσει επιπλέον πολλές επιστημονικές διατριβές στις περιοχές: Σάπες-Κασσιτερά-Συκορράχη, Πέραμα-Πετρωτά, Κίρκη-Αισύμη και Λουτρά-Φέρρες.