

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ - ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΣΑΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ - ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ
ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΝΑΝΙΑΣ ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ Δεκέμβριος 2006

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ - ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΣΑΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ - ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

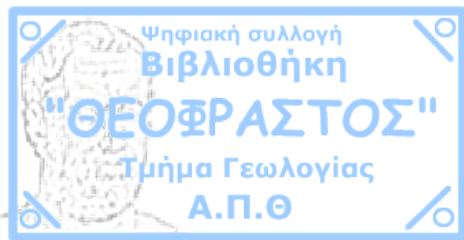
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ
ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΝΑΝΙΑΣ ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ Δεκέμβριος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
Κεφάλαιο 2. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ	9
2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ	9
2.2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	10
2.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ – ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ	11
2.4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	12
2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	14
2.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	15
Κεφάλαιο 3. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΡΑΤΩΝΙΟΥ .	17
3.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ	17
3.2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	17
3.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ – ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ	19
3.4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	21
3.5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	24
3.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	26
Κεφάλαιο 4. ΔΗΜΟΣΙΟ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	29
4.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	29
4.2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	30
Κεφάλαιο 5. ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ ΠΙΑΒΙΤΣΑΣ	31
5.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	31
5.2. ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ – ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	32
Κεφάλαιο 6. ΠΑΛΙΕΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΚΟΥΡΙΕΣ	35
Κεφάλαιο 7. ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΓΕΡΑΚΙΝΗΣ	39
7.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	39
7.2. ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	43
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	45





ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον κ. Α.Τσιραμπίδη, καθηγητή Γεωλογίας για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και την βοήθεια του κατά την διάρκεια της συγγραφής της.

Ευχαριστώ πολύ τον κ. Α.Θεοδωρούδη, γεωλόγο του ΙΓΜΕ για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη του.

Ευχαριστώ την κ. Β.Πανάγου, συνάδερφο για την παραχώρηση των χαρτών.

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς μου για την συμπαράσταση και την αγάπη τους.



Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεταλλευτική δραστηριότητα στην Χαλκιδική ήταν από αρχαιοτάτων χρόνων μια πολύ σημαντική δραστηριότητα των κατοίκων της περιοχής εξαιτίας των σημαντικών κοιτασμάτων που είχε ο νομός στο υπόβαθρο του.

Ειδικότερα στην Β.Α. Χαλκιδική απαντούν τα σημαντικότερα κοιτάσματα μολύβδου, ψευδαργύρου, χαλκού, χρυσού, αργύρου και μαγγανίου της χώρας. Μεγάλος αριθμός αρχαίων μεταλλευτικών έργων (πηγάδια, στοές), καθώς και ποσότητες παλιών μεταλλουργικών εκκαμινεύσεων (σκουριές) υπάρχουν στη περιοχή και μαρτυρούν τη διαχρονική εκμετάλλευση των κοιτασμάτων.

Στην περιοχή μεταξύ Ολυμπιάδας, Στρατωνίου και Βαρβάρας αναπτύσσονται τα κοιτάσματα (Pb,Zn,Au,Ag) Ολυμπιάδας, Μαντέμ Λάκκου, Μαύρες Πέτρες (Mn,Au,Ag) Πιάβιτσας και Βαρβάρας, ενώ νοτιότερα υπάρχουν τα χρυσοφόρα χαλκούχα κοιτάσματα των Σκουριών και Φισώκας.

Το μεταλλευτικό κέντρο της ΒΑ Χαλκιδικής χαρακτηρίζεται από την αξιοποίηση των παραπάνω κοιτασμάτων από τα οποία σήμερα συνεχίζεται η εκμετάλλευση μόνο στο Μ.Λάκκο -Μ. Πέτρες η οποία πρόσφατα έχει ανασταλεί, ενώ στην ΝΔ Χαλκιδική λειτουργούν τα μεταλλεία λευκολίθου στην περιοχή Γερακινής.

Όπως είναι φυσικό, εξαιτίας της συνεχούς και μακροχρόνιας εκμετάλλευσης η περιοχή έχει υποβαθμιστεί όσον αφορά το περιβάλλον και καθημερινά παρουσιάζονται σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις με κύρια χαρακτηριστικά την καταστροφή μεγάλων εκτάσεων γης και την αναπόφευκτη διασπορά σε μεγάλη έκταση και ποσότητες ιδιαίτερα τοξικών ουσιών στο έδαφος (στα υπόγεια και επιφανειακά νερά) και τον αέρα. Από τις επιπτώσεις των μεταλλείων, εκείνες της δημιουργίας όξινης απορροής στις στοές των μεταλλείων και της θαλάσσιας ρύπανσης από την ανεξέλεγκτη απόρριψη των τελμάτων του εμπλουτισμού στον κόλπο του Στρατωνίου, δεν είναι αντιστρέψιμες.

Με τα παραπάνω γίνεται σαφής η ανάγκη να ληφθούν άμεσα κάποια μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την περιγραφή της μεταλλευτικής δραστηριότητας και την έκθεση του προβλήματος όσον αφορά το περιβάλλον.

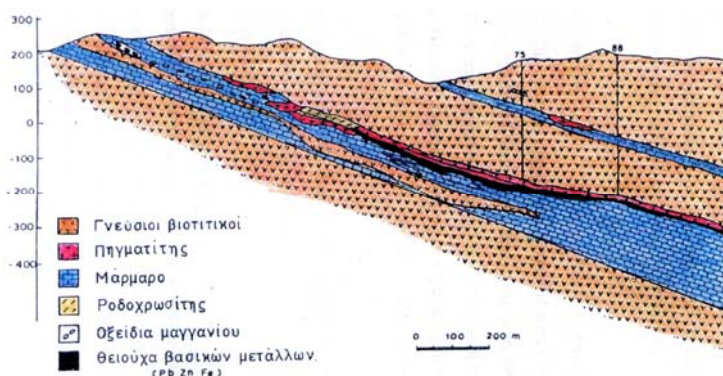


Κεφάλαιο 2. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ

2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η περιοχή αυτή γεωλογικά ανήκει στη Σερβομακεδονική μάζα και αποτελείται στο ημιορεινό της τμήμα από μεταμορφωμένα πετρώματα (βραχώδη, σκληρά) και στο πεδινό τμήμα της περιοχής από αλλουβιακά χαλαρά ιζήματα. Η ευρύτερη περιοχή της Ολυμπιάδας εντάσσεται στον σχηματισμό των Κερδυλίων. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα συνίστανται από μικροκλινείς πλαγιοκλαστικούς γνεύσιους, αμφιβολιτικούς γνεύσιους και βιοτιτικούς γνεύσιους και λιγότερο από μάρμαρα. Τα αλλουβιακά ιζήματα συγκροτούνται από αργίλους και αμμοαργίλους. Τα κροκαλοπαγή απαντούν στο εσωτερικό τμήμα της λεκάνης. Πλησίον της ακτής στα ιζήματα που επικρατούν είναι λεπτόκοκκοι και μεσόκοκκοι άμμοι, χαλίκια και άργιλοι.

Τα μεταμορφωμένα πετρώματα έχουν υποστεί πολλαπλές φάσεις μεταμόρφωσης και πτύχωσης (Βεράνης 1994). Γενικά η παράταξη των στρωμάτων είναι ΑΒΑ - ΔΝΔ και η κλίση 30-40° ΝΑ. Τα ρήγματα έχουν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, Β-Ν, ΒΔ-ΝΑ. Στην περιοχή εντοπίζονται τρία μεγάλα ρήγματα: Ξηροποτάμου, Μπασδέκι Λάκκου, Μπαξίνας. Στους γνεύσιους και τα μάρμαρα είναι εμφανή δύο συστήματα διακλάσεων.



Γεωλογική τομή του κοιτάσματος της Ολυμπιάδας

2.2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο κοίτασμα της Ολυμπιάδας διακρίνονται ο δυτικός και ο ανατολικός τομέας. Πρόκειται για χρυσοφόρα μεταλλοφορία μικτών θειούχων και η μορφή του κοιτάσματος είναι συμπαγής με καλή ευμεγέθη ανάπτυξη με παράταξη ΒΑ-ΝΔ και κλίση 30-35° ΝΑ. Εκτός από το συμπαγή τύπο η μεταλλοφορία εμφανίζεται σε διάσπαρτη μορφή, κατακερματισμένη και σε πλήρωση ανοιχτών εγκοίλων.

Η μεταλλοφορία εντοπίζεται στον ορίζοντα του μαρμάρου που περιλαμβάνεται με τη μορφή φακών μέσα σε βιοτιτικό γνεύσιο. Στα επιφανειακά τμήματα του μαρμάρου και μέχρι το επίπεδο +50m παρατηρούνται οξείδια του μαγγανίου που είναι το κύριο γνώρισμα για την υποκείμενη μεταλλοφορία.

Ορυκτολογικά αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη, αρσеноπυρίτη, σφαλερίτη και γαληνίτη. Ως δευτερεύοντα ορυκτά υπάρχουν ο τετραεδρίτης, χαλκοπυρίτης, εναργίτης, μαρκασίτης κ.ά. Σύνδρομα ορυκτά είναι ο ασβεστίτης, χαλαζίας, Μn-ασβεστίτης, ροδοχρωσίτης, σερικήτης.

Η μέση χημική σύσταση της μεταλλοφορίας είναι 3,6% Pb, 4,5% Zn, 17% S, 2,4% As, 0,19% Cu, 0,15% Sb, 130n g/t Ag και 6 g/t Au (Nikolaou and Kokkonis 1980). Από την ΑΕΕΧΠ(1993) δίνονται τα εξής στοιχεία για τα αποθέματα (χιλιάδες τόνοι).

	Βέβαια	Πιθανά	Σύνολο	Pb%	Zn%	S%	Ag ppm	Au ppm	As%
Δυτικός Τομέας	7233	3140	10373	3,30	4,60	16,1	109	5,0	2,0
Ανατολικός τομέας	2560	1000	3,456	4,60	5,50	15,8	142	10,4	7,1
Σύνολο	9793	4140	13,933	3,63	4,83	16,0	117	6,38	3,3

Ο χρυσός που περιέχεται στο κοίτασμα είναι υπομικροσκοπικών διαστάσεων (<1μm) και κατανέμεται σε αναλογία 40% και 60% στα κρυσταλλικά πλέγματα του σιδηροπυρίτη και του αρσеноπυρίτη, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε χρυσό του συμπυκνώματος σιδηροπυρίτη-αρσеноπυρίτη είναι 25-26 g/t.



Πανοραμική άποψη του μεταλλείου Ολυμπιάδας

2.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ - ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ

Συνολικά, από την έναρξη λειτουργίας του μεταλλείου έχουν παραχθεί 4,2 Mt μεταλλεύματος. Η μέθοδος εξόρυξης παλιότερα ήταν αυτή της κατακρήμνισης οροφής, ενώ από το 1990 και μετά γίνεται με εξόρυξη και επαναπλήρωση του κενού εκμετάλλευσης (λιθογόμωση). Από το 1996 η δραστηριότητα έχει διακοπεί εξαιτίας αντιδράσεων που προκάλεσε η ανάπτυξη του μεταλλείου στους κατοίκους της κοινότητας Ολυμπιάδας.

Οι εγκαταστάσεις αποτελούνται από το κύριο μέρος του μεταλλείου με τις στοές κι από το εργοστάσιο εμπλουτισμού. Στο εργοστάσιο εμπλουτισμού γίνεται θραύση του μεταλλεύματος (τριβείο), λειοτρίβιση και διαχωρισμός των μεταλλικών ορυκτών με την μέθοδο της επίπλευσης. Τα συμπυκνώματα που παράγονται είναι γαληνίτης (18000 t), σφαλερίτης (31400 t), και χρυσοφόρος σιδηροπυρίτης- αρσеноπυρίτης (82000 t). Στη συνέχεια ο γαληνίτης και ο σφαλερίτης μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, ενώ το συμπύκνωμα σιδηροπυρίτη αποτίθεται σε ειδικό χώρο και καλύπτεται επιφανειακά με πλαστικά φύλλα (PVC, Polyfelt) για να εμποδιστεί η είσοδος του νερού της βροχής. Η συνολική ποσότητα σιδηροπυρίτη που έχει συγκεντρωθεί ανέρχεται σε 280000 t με 23 g/t Au.

Η χημική σύσταση του συμπυκνώματος σιδηροπυρίτη Ολυμπιάδας είναι (Α. Παπακωνσταντίνου 1996):

- Fe 40%
- S 41%

• As	11%
• Zn	0,8%
• Cu	0,08%
• Pb	0,7%
• Au	26 g/t
• Ag	20 g/t
• Αδιάλυτα	4,8%



Το Εργοστάσιο εμπλουτισμού του μεταλλείου
Ολυμπιάδας και χώρος αποθήκευσης του

2.4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στην περιοχή των μεταλλευτικών εγκαταστάσεων Ολυμπιάδας δεν υπάρχουν εκπομπές αερίων. Η ποιοτική κατάσταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων σχετίζεται με τις ρυπογόνες εστίες που εντοπίζονται στη λεκάνη απορροής. Σημαντικές εστίες ρύπανσης είναι οι παλαιές σκουριές και η σύγχρονη μεταλλευτική δραστηριότητα.

Η γηγενής ρύπανση από τις εμφανίσεις μεταλλοφορίας και τις υδροθερμικές ζώνες εξαλλοίωσης δεν είναι έντονη στην περιοχή. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν αυξημένες περιεκτικότητες As (13-30 $\mu\text{g/lit}$) στις πηγές της περιοχής (ο μέσος όρος των γλυκών υδάτων είναι 2 $\mu\text{g/lit}$ As). Τα στοιχεία που αποτέθηκαν στα μάρμαρα από τα υδροθερμικά διαλύματα κατά τη μεταλλογένεση είναι Pb, Zn, Fe, As, Mn, SiO_2 , MgO , Ca, Sb, Bi, Te, Se, Ag, Au, U, Ce, Mo, Ni, Ba (Καλογερόπουλος 1988) .

Οι παλιές εκκαμινεύσεις που βρίσκονται στην περιοχή του Μαυρόλακα και στο Μπαξίνα ρέμα έχουν διασπείρει στο έδαφος μπάζα και σκουριές. Η παρουσία αυτών των σκουριών συνέβαλλε στη διασπορά της ρύπανσης του εδάφους με βαρέα και τοξικά μέταλλα (Zn, Fe, As, Mn).

Από την σύγχρονη λειτουργία των μεταλλείων προκαλούνται διάφορες ρυπογόνες εστίες που οφείλονται:

- στα νερά του μεταλλείου που εκκύνονται στο Μαυρόλακκα και κατεισδύουν στα υπόγεια ύδατα προκαλώντας την υποβάθμιση τους.
- στη συγκέντρωση μεταλλεύματος έξω από την είσοδο της στοάς.
- στους σωρούς τού συμπυκνώματος σιδηροπυρίτη-αρσеноπυρίτη που βρίσκονται στο εργοστάσιο εμπλουτισμού, καθώς και στη διασπορά θειούχων ορυκτών κατά τη μεταφορά τους εκεί .
- στους σωρούς ψιλών (fines) από το τέλμα της δεξαμενής επίπλευσης που χρησιμοποιούνται για επαναπλήρωση των στοών.

Αναλυτικότερα, τα στείρα και το τέλμα της δεξαμενής επίπλευσης που χρησιμοποιούνται στη λιθογόμωση των κενών της εξόρυξης περιέχουν υπολείμματα θειούχων ορυκτών και κυρίως σιδηροπυρίτη. Το περιβάλλον που βρίσκονται τα θειούχα πριν την εκμετάλλευση είναι αναγωγικό. Μετά την εκμετάλλευση, εξαιτίας της πτώσης του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα εισέρχονται σε οξειδωτικό περιβάλλον, όπου με την βοήθεια του H_2O , O_2 και θειοβακτηριδίων γίνεται η οξείδωση των θειούχων ορυκτών. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται νερό όξινο και H_2SO_4 που διασπά τα θειούχα ορυκτά. Με την εφαρμογή της μεθόδου της λιθογόμωσης έχει περιοριστεί η κυκλοφορία του νερού και του αέρα στα υπόγεια στρώματα πράγμα εξαιρετικά σημαντικό. Επίσης με τη χρησιμοποίηση τσιμέντου προσδίνεται αλκαλικότητα στα υπόγεια νερά. Για την εξουδετέρωση των υπόγειων νερών με ασβέστη έχει εγκατασταθεί μονάδα στο μεταλλείο, αλλά επειδή τα νερά του μεταλλείου είναι προς το παρόν αλκαλικά δεν χρειάστηκε μέχρι σήμερα η λειτουργία της μονάδας αυτής. Το σημαντικότερο πρόβλημα από περιβαλλοντολογικής πλευράς στην εκμετάλλευση θειούχων ορυκτών είναι το φαινόμενο της όξινης απορροής και τουλάχιστον μέχρι τώρα κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει στο μεταλλείο της Ολυμπιάδας.

Η δεξαμενή επίπλευσης όπου γίνεται η καθίζηση ψιλών και η δεξαμενή ανακύκλωσης, βρίσκονται σε κλειστό κύκλωμα με το εργοστάσιο εμπλουτισμού και δεν υπάρχει διαφυγή μολυντών στο περιβάλλον. Ωστόσο στους υπόγειους υδροφορείς της λεκάνης του Ήρολακκα οι τιμές του Zn και SO_4 παρουσιάζονται αυξημένες. Τα νερά των στοών χύνονται ακατέργαστα στον Μαυρόλακκα και είναι επιβαρυμένα με Pb, Zn, As, Mn. Η δεξαμενή έχει κατασκευαστεί με συμπύκνωση αργιλικού υλικού πολύ χαμηλής διαπερατότητας ($\kappa < 10^{-7}$ cm/sec) (Αδάμ και Γαζέα 1994). Οι άλλες δεξαμενές είναι απλές εκσκαφές και δεν έχει τοποθετηθεί ειδική γεωμεμβράνη στο πυθμένα για την παρεμπόδιση της διαφυγής των τοξικών στοιχείων και βαρέων μετάλλων στα υπόγεια ύδατα. Στα νερά των μεταλλείων γίνεται μόνο συγκράτηση αιωρούμενων σωματιδίων. Στα

επιφανειακά νερά του ρέματος Μαυρόλακκα κατάντη της θέσης απόρριψης των νερών του μεταλλείου γίνεται διαφυγή υπολλειμάτων θειούχων ορυκτών.

Βασική εστία ρύπανσης αποτελούν και οι θέσεις απόθεσης μεταλλεύματος, αφού με την επίδραση του βρόχινου νερού προκαλείται οξείδωση του μεταλλεύματος και ρύπανση των υπόγειων υδάτων. Για την αποφυγή αυτού του αποτελέσματος οι σωροί του σιδηροπυρίτη καλύφθηκαν με πλαστικό για την παρεμπόδιση της εισόδου βρόχινου νερού.

2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών νερών του ρέματος Μαυρόλακκα (τα οποία προέρχονται από τις στοές μεταλλείων και την αποστράγγιση του ανώτερου υδροφόρου συστήματος) είναι η ύπαρξη κατά την ξηρά περίοδο υψηλών περιεκτικοτήτων (σε $\mu\text{g/l}$) αρσενικού $\text{As}=70\text{-}168 \mu\text{g/l}$ μολύβδου $\text{Pb}=30\text{-}300 \mu\text{g/l}$. Οι τιμές του ψευδαργύρου $\text{Zn}=50\text{-}410 \mu\text{g/l}$ και των θειικών $\text{SO}_4=80\text{-}95 \mu\text{g/l}$ χαρακτηρίζονται ως σχετικά χαμηλές. Αντίστοιχα κατά την υγρή περίοδο, εξαιτίας αραίωσης, μειώνονται οι περιεκτικότητες σε $\text{As}(10\text{-}30 \mu\text{g/l})$ και παρατηρείται αύξηση στην περιεκτικότητα του $\text{Mn}(398\text{-}448 \mu\text{g/l})$ και $\text{Zn}(800\text{-}1750 \mu\text{g/l})$. Η αύξηση των συγκεντρώσεων αυτών των στοιχείων αποδίδεται στις εστίες ρύπανσης που είναι στη λεκάνη απορροής (μπάζα, μαγγανιούχες εμφανίσεις στο μετάλλευμα που είναι διάσπαρτο στην περιοχή και στην χημική σύσταση του εξορυσσόμενου μεταλλεύματος).

Τα νερά του χώρου εναπόθεσης των λεπτόκοκκων υλικών που προέρχονται από το εργοστάσιο εμπλουτισμού (τα οποία όμως βρίσκονται υπό συνεχή ανακύκλωση) περιέχουν πολύ υψηλές περιεκτικότητες θειικών $\text{SO}_4=450\text{-}900 \mu\text{g/l}$, καδμίου $\text{Cd}=3 \mu\text{g/l}$, ψευδαργύρου $\text{Zn}=400 \mu\text{g/l}$, μολύβδου $\text{Pb}=300\text{-}700 \mu\text{g/l}$ και ενώσεων του κυανίου $1825\text{-}3850 \mu\text{g/l}$.

Τα υπόγεια αβαθή νερά που κινούνται κατά μήκος της κοιλάδας του ρέματος Μαυρόλακκα είναι σχετικά εμπλουτισμένα σε AS , Pb , Zn , SO_4 , Mn χωρίς όμως να υπερβαίνουν κατά την ξηρά περίοδο τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές που ισχύουν για τα πόσιμα νερά. Πολύ υψηλές περιεκτικότητες σε θειικά SO_4 (έως $800 \mu\text{g/l}$) και ψευδάργυρο Zn (έως $2800 \mu\text{g/l}$) περικλείουν τα αβαθή υπόγεια νερά της λεκάνης του ρέματος Ξηρόλακκα το οποίο σημαίνει πως υπερβαίνει τα όρια του πόσιμου νερού. Η ρύπανση αυτή οφείλεται σε διαρροή από την δεξαμενή. Η περιοχή Κρηνάκια έχει καλής ποιότητας υπόγεια νερά.

Η ποιοτική κατάσταση των υπόγειων νερών στα νοτιοανατολικά τμήματα της λεκάνης Ολυμπιάδας είναι γενικά καλή (ουδέτερο pH , χαμηλή αγωγιμότητα, χαμηλές περιεκτικότητες Fe , As , Mn , Pb , Zn , SO_4). Οι τρεις αρδευτικές γεωτρήσεις περιέχουν καλής ποιότητας νερό ($\text{As}=1\text{-}3 \mu\text{g/l}$, $\text{Pb}=18\text{-}50 \mu\text{g/l}$, $\text{Zn}=12\text{-}460 \mu\text{g/l}$, $\text{SO}_4<100 \mu\text{g/l}$, αγωγιμότητα $217\text{-}477 \mu\text{S/cm}$, διαλυτά άλατα $140\text{-}297 \mu\text{g/l}$).

Το νερό των δύο υδρευτικών πηγών της κοινότητας Ολυμπιάδας περιέχει αρσενικό 13-30 $\mu\text{g/l}$ (ανώτατο επιτρεπτό όριο 50 $\mu\text{g/l}$)

Η περιοχή Ολυμπιάδας είναι σημαντικής αξίας τουριστική περιοχή και επιβάλλεται να θεσπιστούν αυστηρότερες προδιαγραφές προστασίας του περιβάλλοντος.



Η λίμνη τελμάτων της Ολυμπιάδας

2.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Για την προστασία των υπόγειων υδροφορέων από τις ρυπογόνες εστίες που οφείλονται στη μεταλλευτική δραστηριότητα απαιτείται να γίνουν τα παρακάτω(Α. Παπακωνσταντίνου κ.α. 1996):

- Τοποθέτηση γεωμεμβρανών στους πυθμένες των δεξαμενών που βρίσκονται στο χώρο του εργοστασίου εμπλουτισμού, προκειμένου να προστατευθούν τα υπόγεια νερά από τη ρύπανση βαρέων και τοξικών μετάλλων.
- Εγκατάσταση μονάδας κατεργασίας των νερών των μεταλλείων για τον καλύτερο δυνατό καθαρισμό τους από βαριά και τοξικά μέταλλα πριν την παροχέτευση των νερών στον Μαυρόλακκα.
- Οι σωροί των στείρων με τις μικροποσότητες μεταλλεύματος που περιέχουν, να χρησιμοποιηθούν για επαναπλήρωση των κενών χώρων στα υπόγεια.
- Ο προηγούμενος χώρος συγκέντρωσης του σιδηροπυρίτη αποτελεί εστία ρύπανσης και πρέπει να γίνει αποκατάσταση περιβάλλοντος.

- Ανόρυξη γεωτρήσεων κατάντι των εστιών ρύπανσης (δεξαμενές, χώρος απόθεσης μεταλλεύματος) που θα λειτουργούν ως σταθμοί παρακολούθησης του βαθμού ρύπανσης των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων.
- Παρακολούθηση της ρύπανσης κατάντι των δεξαμενών του εργοστασίου εμπλουτισμού με γεωφυσική διασκόπηση επιφάνειας (ΕΜ, ηλεκτρική αντίσταση).
- Η λεκάνη απορροής του ρέματος Μπασδέκι αποτελεί σήμερα το μοναδικό αξιόλογο ταμειυτήρα υπόγειων υδάτινων αποθεμάτων κατάλληλων για την εξυπηρέτηση των υδρευτικών αναγκών της κοινότητας Ολυμπιάδας και πρέπει να προστατευθεί από ρυπογόνες εστίες (μπάζα μεταλλεύματος, χωματερή, στάβλοι κ.ά.)
- Εκτέλεση ειδικής υδρογεωλογικής έρευνας στο χώρο του μεταλλείου Ολυμπιάδας. Στόχος της έρευνας αυτής είναι η μελέτη κίνησης του νερού προς το μεταλλευτικό έργο και εξεύρεση τρόπων εκτροπής ποσοτήτων των νερών αυτών πριν εισέλθουν στο χώρο των στοών.

Γενικότερα, πρέπει να βρεθούν κάποιες λύσεις για την επαναλειτουργία του μεταλλείου και την προώθηση της μεταλλουργίας χρυσού. Είναι αναγκαίο να βρεθούν καινούργιες μέθοδοι επεξεργασίας και αξιοποίησης του κοιτάσματος και των απορριμμάτων των μεταλλείων ώστε να γίνει κοινωνικά και περιβαλλοντικά εφικτή και αποδεκτή η λειτουργία της μεταλλευτικής δραστηριότητας στην Ολυμπιάδα. Η δραστηριότητα αυτή έχει δημιουργήσει όπως είναι κατανοητό πολλές αντιδράσεις από τους κατοίκους της περιοχής οι οποίοι ανησυχούν για τις επιπτώσεις στην υγεία τους και στον τόπο τους.



Διαμαρτυρίες κατοίκων στην περιοχή, εξαιτίας της λειτουργίας των μεταλλείων

Κεφάλαιο 3. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΡΑΤΩΝΙΟΥ

3.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Γεωλογικά η περιοχή δομείται από τα κρυσταλλοσχιστώδη Παλαιοζωικά πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας μέσα στην οποία εντοπίζονται και νεότερες πυριγενείς διεισδύσεις του Τριτογενούς, καθώς και από αλλουβιακές αποθέσεις.

Οι πυριγενείς διεισδύσεις αποτελούνται από το γρανοδιορίτη Στρατωνίου, το χαλαζιακό διοριτικό πορφύρη Φισώκας και μικρότερης εκτάσεις άλλες πορφυριτικές διεισδύσεις. Τα μεταμορφωμένα και τα πυριγενή πετρώματα είναι έντονα εξαλλοιωμένα και τέμνονται από ζώνες ρηγμάτων. Η εξαλλοίωση των πετρωμάτων οφείλεται στην επίδραση υδροθερμικών διαλυμάτων που σχετίζονται με τις διαδικασίες της μεταλλογένεσης στην περιοχή. Στη λεκάνη Στρατωνίου το πάχος των ιζημάτων είναι 20-40m και αποτελούνται από αργίλους, άμμους, χαλίκια και κροκάλες.

Στο βόρειο τμήμα της κοιλάδας του Κοκκινόλακκα οι αλλουβιακές αποθέσεις έχουν πάχος 10-15m και αποτελούνται από άμμους, χαλίκια και κροκάλες. Επίσης υπάρχουν διεισδύσεις από αμφιβολίτες, γνεύσιους, χαλαζίες, πηγματίτες και διορίτες. Έντονη είναι η παρουσία μπαζών από λειμωνίτη, σιδηρομαγγάνια και παλαιές εκκαμινεύσεις (σκουριές).

3.2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η μεταλλοφορία στα μεταλλεία Μαδεμ Λάκκου - Μαύρες Πέτρες εντοπίζεται κατά μήκος αντικλίνου, στον κατώτερο ορίζοντα μαρμάρων και ακολουθεί το ρήγμα Στρατωνίου - Βαρβάρας που έχει παράταξη Α - Δ και κλίση 30-55° Ν. Ο

κατώτερος ορίζοντας μαρμάρων αποτελείται από διαδοχικούς φακούς μαρμάρων με διάφορα πάχη (έως 300 m) εντός του βιοτιτικού γνευσίου.

Η μικτή θειούχα μεταλλοφορία αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη, γαληνίτη και σφαλερίτη. Ως δευτερεύοντα ορυκτά υπάρχουν αρσеноπυρίτης, τετραεδρίτης, βουρνοτίτης, μαρकाσίτης, εναργίτης κ.ά. Σύνδρομα ορυκτά που συναντιούνται είναι χαλαζίας, ασβεσίτης, σερίκίτης και ροδοχρωσίτης. Στην περιοχή υπάρχει και χρυσός υπομικροσκοπικών διαστάσεων ο οποίος όμως χαρακτηρίζεται δυσκατέργαστος. Η μεταλλοφορία στην περιοχή Μαντέμ Λάκκου είναι πλουσιότερη σε Cu και φτωχότερη σε As, Mn, Sb, Au σε σχέση με αυτή στην περιοχή Μαύρες Πέτρες. Συγκριτικά με τη μεταλλοφορία της Ολυμπιάδας το κοίτασμα του Στρατωνίου είναι φτωχότερο σε As και Au. Η μέση περιεκτικότητα σε As και Au είναι 1,5 - 2,0 g/t και του εμπλουτίσματος σιδηροπυρίτη είναι 5 g/t Au.

Στη θέση Chevalier απαντάται συμπαγής σιδηροπυρίτης. Ο χαλκοπυρίτης αυξάνει σε βαθύτερα επίπεδα που πλησιάζουν κοντά στην επαφή με το γρανοδιορίτη (συνοδεύεται από skarn). Στην επιφάνεια η μεταλλοφορία είναι οξειδωμένη (οξείδια Fe, Mn).

Οι τύποι μεταλλοφορίας που απαντώνται είναι συμπαγής, διάσπαρτη, μορφής πλήρωσης ανοιχτών εγκοίλων και μεταλλοφορία μεταμόρφωσης επαφής (τύπου skarn με γρανάτη και επίδοτο).

Παρακάτω δίνεται πίνακας με τα αποθέματα κοιτασμάτων της περιοχής Στρατωνίου (Παπακωνσταντίνου κ.ά. 1996)

Περιοχή	Αποθέματα (εκατ. τόνο)	Περιεκτικότητα			
Μαντέμ Λάκκος Μαύρες Πέτρες	1,3	6% Pb	5,8% Zn	130 g/t Ag	1,5-2 g/t Au
Χαλκούχοι σιδηροπυρίτες Μαντέμ Λάκκου	4,3	1% Cu			1,5 g/t Au
Σιδηροπυρίτες Μαντέμ Λάκκου	11,0	0,47% Cu			1,5-2 g/t Au
Πορφυρικός χαλκός Φισώκας	20	0,47% Cu			0,6 g/t Au



Πανοραμική άποψη μεταλλείου Μαντέμ Λάκκου

3.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ - ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ

Από το 1996 και μετά τα μεταλλεία Μαύρων Πετρών και Μαντέμ Λάκκου τα λειτουργεί η TVX. Η μέθοδος εξόρυξης του μεταλλεύματος που χρησιμοποιούνταν μέχρι το 1988 ήταν η μέθοδος θαλάμων και στηλών με κατακρήμνιση οροφής και παράγονταν εμπλουτίσματα γαληνίτη, σφαλερίτη και σιδηροπυρίτη. Από το 1988 και μετά ο σιδηροπυρίτης μαζί με τα υπόλοιπα στείρα υλικά (500.000 τόνοι/χρόνο) επιστρέφει για να επαναπληρώσει τα κενά της εξόρυξης, αφού πρώτα αναμειχθεί με νερό και τσιμέντο.

Το εξορυσσόμενο μετάλλευμα μεταφέρεται με φορτηγά στις εγκαταστάσεις εμπλουτισμού Στρατωνίου και τα στείρα υλικά αποθέτονται σε ειδικούς χώρους απόθεσης κοντά στο ανάχωμα Καρακολίου.

Στο εργοστάσιο εμπλουτισμού μετά τη θραύση και λειοτρίβιση το μετάλλευμα υφίσταται αποχωρισμό του μεταλλικού του περιεχόμενου (γαληνίτης, σφαλερίτης) με την μέθοδο της επίπλευσης.

Στο χώρο του μεταλλείου είναι αποθηκευμένοι 600.000 τόνοι σιδηροπυρίτη, προϊόν εμπλουτίσματος. Προηγούμενα ο σιδηροπυρίτης του Μαντέμ Λάκκου χρησιμοποιειόταν για την παραγωγή θείου στη λιπασματοβιομηχανία. Το συμπύκνωμα σιδηροπυρίτη, μετά τη φρύξη (στις εγκαταστάσεις SING στη Θεσ/νίκη) για την εξαγωγή του θείου, επέστρεφε στο χώρο του μεταλλείου ως κόκκινη λάσπη (οξειδία σιδήρου) και έχει αποθεθεί σε θέσεις κατά μήκος των πρανών του Κοκκινόλακκα, ανάντι του Μαδέμ Λάκκου.



Εγκαταστάσεις μεταλλείου.



Σωροί σιδηροπυρίτη στο μεταλλείο Μαντέμ Λάκκου σκεπασμένοι με πλαστικό για την παρεμπόδιση εισόδου νερών της βροχής.



Βαθμίδες από μπάζα μεταλλεύματος και βιομηχανικά απόβλητα στο μεταλλείο Μαντέμ Λάκκου.

3.4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΑΕΡΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ:

Εξαιτίας της υδρομεταλλουργικής φύσης της υδατικής οξείδωσης με πίεση δεν υπάρχουν αέριες εκπομπές As_2O_3 και SO_2 , αντίθετα με ότι συμβαίνει στη μέθοδο φρύξης. Οι αέριες εκπομπές στο εργοστάσιο μεταλλουργίας χρυσού είναι:

α. Εκπομπή ατμών από τα δοχεία εκτόνωσης των αυτόκλειστων, όπου προβλέπεται εγκατάσταση αφυγραντών, για την εξ'αλειψη εκπομπής σταγονιδίων διαλύματος στην ατμόσφαιρα.

β. Εκπομπή ατμών από ανοικτές δεξαμενές (παχυντές, δεξαμενές εξουδετέρωσης, πύργος ψύξης).

γ. Εξαιρετικά περιορισμένη έκλυση HCN στις δεξαμενές CIP. Όπως είναι γνωστό η έκλυση εξαρτάται από το pH λειτουργίας του κυκλώματος της κυάνωσης. Σε $pH = 11-11,5$ όπως προβλέπεται για το κύκλωμα της κυάνωσης της μεταλλουργίας χρυσού δεν υπάρχει κίνδυνος από άποψη υγιεινής, καθώς το 99% του περιεχομένου στο διάλυμα κυανίου θα βρίσκεται με τη μορφή κυανιόντων. Παρόλα αυτά, στο σχεδιασμό του εργοστασίου της μεταλλουργίας χρυσού, προβλέπεται στο κύκλωμα της κυάνωσης η εγκατάσταση ανιχνευτών HCN σε δύο επίπεδα προειδοποίησης και επέμβασης, για την έγκαιρη διάγνωση και διόρθωση της λειτουργίας του κυκλώματος. Στις περιοχές προετοιμασίας του διαλύματος $NaCN$, αποφόρτισης του ενεργού άνθρακα και ηλεκτρόλυσης του διαλύματος χρυσού, προβλέπεται επίσης εγκατάσταση παγίδων $NaOH$ για την απορρόφηση των ατμών. Ο κίνδυνος ανάμιξης διαλύματος $NaCN$ και διαλύματος οξέος αποκλείεται από την κατάλληλη χωροθέτηση των σχετικών

παραγωγικών τμημάτων και την απομόνωση των αντίστοιχων περιοχών τους με προστατευτικά τοιχεία που λειτουργούν ως δευτερεύουσες δεξαμενές συλλογής οποιονδήποτε διαρροών. (Τσιραμπίδης Α., 2005)

Η ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων νερών επηρεάζεται από τη χημική σύσταση των πετρωμάτων και την παρουσία μεταλλοφόρων σωμάτων σε αυτά. Τα χημικά στοιχεία που αποτέθηκαν στις ρηξιγενείς δομές των μεταμορφωμένων και πυριγενών πετρωμάτων είναι Fe, Cu, Pb, Zn, Mn, S, As, Sb, Te, Se, Cd, Ag, Au κ.ά.

Τα υπολείμματα αυτά του παρελθόντος με χαρακτηριστικό μαύρο χρώμα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μαγγάνιο (περίπου 20%).

Στη σύγχρονη μεταλλευτική δραστηριότητα τα στερεά απόβλητα που παράγονται προέρχονται από τα μπάζα εκμετάλλευσης, το ίζημα από την εξουδετέρωση κατά την κατεργασία των όξινων νερών, την καθίζηση των απορριμμάτων του εργοστασίου εμπλουτισμού και τα αδιάθετα συμπυκνώματα σιδηροπυρίτη. Τα υγρά απόβλητα είναι τα νερά των μεταλλείων που εκκύνονται στον Κοκκινόλακκα και τα νερά από τη μονάδα εξουδετέρωσης που εκφορτίζονται στη θάλασσα.

Η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων μικτών θειούχων αναπόφευκτα δημιουργεί μπάζα στείρων ανακατωμένα με διάφορες ποσότητες μεταλλεύματος και λεπτόκοκκα υλικά που προέρχονται από την κατεργασία και εμπλουτισμό του μεταλλεύματος και περιέχουν διάφορες ποσότητες σιδηροπυρίτη, γαληνίτη, σφαλερίτη κ.ά. Με την επίδραση του οξυγόνου της ατμόσφαιρας, των νερών, των θειοβακτηριδίων και των σιδηροβακτηριδίων οξειδώνονται τα κύρια θειούχα ορυκτά (σιδηροπυρίτης, μαγνητοπυρίτης) απελευθερώνοντας όξινο νερό (H_2SO_4) που περιέχει θειικό οξύ και διαλυμένο σίδηρο που καθιζάνει. Επιπλέον, η έμμεση άμεση οξείδωση των άλλων θειούχων ορυκτών μολύνει το περιβάλλον με βαριά και τοξικά μέταλλα όπως Cu, Pb, Zn, Mn, As κ.α. το πρόβλημα είναι γενικά γνωστό και εντοπίζεται σε περιοχές εκμετάλλευσης κοιτασμάτων μικτών θειούχων (Kontopoulos 1993). Τα νερά της βροχής εισερχόμενα στο χώρο του μεταλλείου, γίνονται όξινα ($pH = 2,7-6,5$) και περιέχουν μεγάλες ποσότητες τοξικών στοιχείων και βαρέων μετάλλων που κατεισδύουν στα υπόγεια νερά και μεταφέρονται στο υδρογραφικό δίκτυο κυρίως μέσω του Κοκκινόλακκα. Από τα νερά των μεταλλείων έχουν ρυπανθεί τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα της λεκάνης του Κοκκινόλακκα.

Για την μείωση της ποσότητας των νερών που κατεισδύουν στο χώρο του μεταλλείου η ΑΕΕΧΠ & Λ κατασκεύασε τσιμεντένια κανάλια που αποστραγγίζουν τα βρόχινα νερά στον Κοκκινόλακκα. Με τον τρόπο αυτό και την εφαρμογή της μεθόδου της λιθογόμωσης μειώθηκαν σημαντικά οι ποσότητες των νερών στα υπόγεια. Επίσης η κάλυψη του σωρού σιδηροπυρίτη με πλαστικά φύλλα εμπόδισε την είσοδο του νερού της βροχής με αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας όξινου νερού.

Τα νερά των μεταλλείων συλλέγονται και κατεργάζονται με φυσικό τρόπο (συγκράτηση αιωρούμενων σωματιδίων) και χημικά (εξουδετέρωση με ασβέστη) (Αδάμ και Γαζέα 1994).

Η περιοχή Στρατωνίου - Μαδέμ Λάκκου - Στρατωνίκης εξαιτίας της μακροχρόνιας λειτουργίας των μεταλλείων είναι επιβαρυμένη σε βαριά μέταλλα (Pb, Cd, Zn, Mn), SO₄ κ.ά. Στο Μαδέμ Λάκκο έχουν προκύψει μπάζα μεταλλεύματος που έχουν μεταφερθεί 7 Km κατά μήκος της κοίτης του Κοκκινόλακκα. Επίσης από τα υδρορέματα που βρίσκονται δυτικά της κοινότητας Στρατωνίου έχουν μεταφερθεί κατάντι των μεταλλείων μπάζα μεταλλεύματος σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων. Στη διασπορά των μεταλλικών ορυκτών συντέλεσε επίσης η μεταφορά του μεταλλεύματος από τη θέση εξόρυξης στη θέση εργοστασίου εμπλουτισμού και η μη λήψη μέτρων για τη διασπορά των θειούχων ορυκτών.

Η παραλία Στρατωνίου στο παρελθόν είχε λειτουργήσει ως σκάλα φόρτωσης μεταλλευμάτων (σιδηροπυρίτης, μαγγάνια) και έχει μολυνθεί η άμμος σε βάθος περισσότερο από 5 m. Ο βυθός της θάλασσας στην περιοχή Στρατωνίου και στις εκβολές του Κοκκινόλακκα έχει μολυνθεί από βαριά μέταλλα (Sakellariadou 1987)

Όσον αφορά τα συμπυκνώματα σιδηροπυρίτη ο μεγαλύτερος σωρός βρίσκεται στη θέση Πλατεία Καρρά. Τα γεωτεχνικά και γεωχημικά χαρακτηριστικά των συμπυκνωμάτων, καθώς και οι κίνδυνοι γένεσης όξινης απορροής μελετήθηκαν από το Εργαστήριο Μεταλλουργίας του ΕΜΠ στα πλαίσια του ερευνητικού έργου PRAMID. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων:

Δείγμα	S %	As %	Au ppm	Ag ppm	Fe %	Zn %	CaO %	Cu %	Cd %	Pb %	Mn %	MgO %	Sb %
D1 2-3m	47.3	1.5	4.1	10	44.6	0.49	0.13	0.05	<0.01	0.20	0.03	1.03	0.02
D1 6-7m	47.0	1.4	3.0	10	43.8	0.48	0.07	0.03	<0.01	0.16	0.01	0.76	0.02
D1 11-12m	47.5	1.3	3.7	10	44.3	0.34	0.13	0.04	<0.01	0.23	0.01	1.33	0.02
D2 1-2m	46.6	0.6	1.5	10	40.5	0.37	0.64	0.04	<0.01	0.36	0.05	6.00	0.01
D2 3-4m	46.6	1.1	2.8	10	39.5	0.51	0.78	0.04	<0.01	0.32	0.06	4.81	0.01
D2 6-7m	48.6	0.6	1.6	20	40.3	0.52	0.60	0.04	<0.01	0.30	0.05	3.98	0.01

Η μέση περιεκτικότητα του σωρού σε θείο είναι 47% και το δυναμικό γένεσης όξινης απορροής είναι 1475 kg CaCO₃/t, στην περιοχή της Πλατείας Καρρά. Για το λόγο αυτό από το 1997 αποφασίστηκε το ασφαλές κλείσιμο της Πλατείας Καρρά από την TVX.

Μέχρι το 1979 το εργοστάσιο εμπλουτισμού έριχνε τα απόβλητά του στη θάλασσα σε απόσταση 100 m από την ακτή και μέχρι το 1983 δεν γινόταν κατεργασία των νερών των μεταλλείων. Με βάση τα γνωστά αποθέματα και τους ρυθμούς παραγωγής η διάρκεια ζωής του μεταλλείου είναι πολύ μικρή αλλά τα μπάζα και οι άλλες ρυπογόνες εστίες θα συνεχίζουν να μολύνουν το περιβάλλον για πολλά χρόνια, αν δεν γίνει λήψη μέτρων για την εξουδετέρωση των ρυπογόνων εστιών(Παπακωνσταντίνου 1996).



Ανάχωμα Καρακολίου

3.5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στην ευρύτερη περιοχή Στρατωνίου η υπόγεια υδροφορία εντοπίζεται σε τέσσερα σημεία 1) στα γεωμορφολογικά υψηλότερα σημεία όπου υπάρχει μια σειρά από μικρές πηγές (ανώτερο υδροφόρο σύστημα) 2) στην περιοχή όπου υπάρχουν οι στοές των μεταλλείων (κατώτερη υδροφόρος ζώνη 3) στη λεκάνη του ρέματος Κοκκινόλακκα και 4) στην κοιλάδα Στρατωνίου.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του υπόγειου νερού για κάθε μια από τις παραπάνω ενότητες έχουν ως εξής(ΒΕΡΑΝΗΣ 1994,ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ κ.ά. 1996):

- το νερό της πηγής θεωρείται καλής ποιότητας και χρησιμοποιείται για ύδρευση του Στρατωνίου. Τα υπόγεια αυτά νερά κυκλοφορούν στα βραχώδη πετρώματα ανάντι του μεταλλείου, αναβλύζουν μέσω μικροπηγών στον Κοκκινόλακκα ή κυκλοφορούν στο χώρο του μεταλλείου οπότε αλλοιώνεται η υδροχημική τους σύσταση και καταλήγουν ακατάλληλα για κάθε χρήση. Η περιοχή παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις σε βαρέα μέταλλα και τοξικά στοιχεία, εξαιτίας της υδροθερμικής δραστηριότητας κατά τη μεταλλογένεση και της μεταλλευτικής δραστηριότητας. Τα νερά των μεταλλείων Μαύρων Πέτρων και Μαδέμ Λάκκου συγκεντρώνονται και παροχετεύονται στη μονάδα εξουδετέρωσης που βρίσκεται στο εργοστάσιο εμπλουτισμού. Η δυνατότητα επεξεργασίας της μονάδας εξουδετέρωσης είναι $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Σε περιπτώσεις πλημμύρας η παροχή των νερών των μεταλλείων φθάνει τα $500\text{-}1000 \text{ m}^3/\text{h}$ και είναι επόμενο να απορρίπτονται στους υδάτινους αποδέκτες νερά που είναι επιβαρυμένα με τοξικά, βαρέα μέταλλα και θειικές ρίζες. Το pH του νερού είναι 9,5 και χαρακτηρίζεται υψηλό (ανώτατο επιτρεπτό όριο 8,5) και αυτό οφείλεται στη χρησιμοποίηση ασβέστη.
- Για τον περιορισμό της κατείσδυσης των επιφανειακών νερών προς τις υπόγειες εργασίες η ΑΕΕΧΠ & Λ., προχώρησε στην κατασκευή επιφανειακού δικτύου τσιμεντένιων καναλιών περισυλλογής νερών στα μεταλλεία Μαύρων Πέτρων και Μαδέμ Λάκκου. Τα νερά αυτά διοχετεύονται στον Κοκκινόλακκα και αποφεύγεται η διείσδυση τους στις εξοφλήσεις και γενικότερα στο μεταλλευτικό έργο. Η κατασκευή συστήματος περισυλλογής/εκτροπής σε συνδυασμό με την εφαρμογή της μεθόδου της λιθογόμωσης οδήγησε σε σημαντική μείωση της παροχής των νερών του μεταλλείου προς τον Κοκκινόλακκα. Τα νερά από τις παλιές στοές του μεταλλείου που αναβλύζουν από πηγές στον άνω ρου του Κοκκινόλακκα εμφανίζουν υψηλές περιεκτικότητες σε βαρέα μέταλλα, όπως Pb, Cd, Zn, Mn κ.ά. καθώς και υψηλές συγκεντρώσεις θεικών.
- Τα υπόγεια νερά της λεκάνης Στρατωνίου επηρεάζονται προφανώς από τις αποθέσεις μπαζών και σωρών σιδηροπυρίτη του μεταλλείου Μαδέμ Λάκκου. Την υπόθεση αυτή ενισχύουν τα αποτελέσματα των υδροχημικών αναλύσεων που έγιναν στα υπόγεια νερά του αβαθούς υδροφορέα και στις υδρογεωτρήσεις της κοινότητας Στρατωνίου. Τα νερά των υδάτων περιέχουν υψηλές περιεκτικότητες σε στοιχεία όπως : Cd, Zn, Mn και πολύ υψηλές περιεκτικότητες θεικών ($\text{SO}_4 = 475\text{-}1050 \text{ mg/l}$) και οι υδρογεωτρήσεις υψηλές συγκεντρώσεις σε θειικά ($\text{SO}_4 = 300\text{-}450 \text{ mg/l}$).



Εμφανής μόλυνση στην θάλασσα μπροστά από το Στρατώνι.

3.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Η μεταλλευτική δραστηριότητα στην περιοχή του Στρατωνίου από το παρελθόν μέχρι σήμερα προκάλεσε αποκλίσεις στην κίνηση του υπόγειου νερού. Η είσοδος του νερού της βροχής στις μεταλλευτικές εργασίες αυξήθηκε ιδιαίτερα στη ζώνη υποχώρησης του εδάφους και μέσα στα μάρμαρα.
- Η εισροή του βρόχινου νερού στους σωρούς σιδηροπυρίτη προκάλεσε όξινη απορροή με αποτέλεσμα τη μόλυνση του υδροφορέα του Στρατωνίου. Τα όξινα νερά που προέρχονται από τα μεταλλεία μετά την επεξεργασία τους στη μονάδα εξουδετέρωσης καταλήγουν στη θάλασσα. Μεγάλη ποσότητα μη επεξεργασμένων νερών των μεταλλείων με υψηλές περιεκτικότητες σε SO_4 , Cd, Zn, Mn, Fe, Ni, As, Cr απορρίπτονται στο ρέμα Κοκκινόλακκα. Τα παραπάνω υποβάθμισαν αρκετά τα υπόγεια και επιφανειακά νερά.
- Για την επίλυση των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών της περιοχής και για την προστασία του περιβάλλοντος είναι άμεση ανάγκη να εφαρμοστούν προγράμματα υδρογεωλογικής - υδροχημικής έρευνας και αποκατάστασης περιβάλλοντος.



Καθίζηση στο μεταλλείο περιοχής Στρατωνίκης



Κεφάλαιο 4. ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ ΒΑΡΒΑΡΑΣ

4.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Στο νομό Χαλκιδικής αναπτύσσονται τα σημαντικότερα από οικονομικής άποψης κοιτάσματα μαγγανιούχων μεταλλευμάτων της χώρας, στα οποία σημαντική είναι η συμμετοχή των πολύτιμων μετάλλων. Τα πλουσιότερα αποθέματα εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Βαρβάρας και στην περιοχή Πιάβιτσας. Η μαγγανιούχος μεταλλοφορία αναπτύσσεται κυρίως κατά μήκος του ρήγματος Στρατωνίου - Βαρβάρας, το οποίο διατρέχει τα μεταμορφωμένα πετρώματα και τις γρανοδιοριτικές διεισδύσεις σε μήκος 15Km. Τα πετρώματα που φιλοξενούν τη μεταλλοφορία είναι μάρμαρα εναλλασσόμενα με βιοτιτικούς - διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους του σχηματισμού Κερδυλλίων της Σερβομακεδονικής μάζας.

Το κοιτάσμα του μεταλλείου Βαρβάρας κατατάσσεται στα 'πυρολουσιτικού τύπου' μαγγανιούχα μεταλλεύματα (Γαλανόπουλος και Μάστορης 1988) και αποτελείται κυρίως από υπεροξειδία και οξειδία του μαγγανίου. Το μέταλλευμα είναι κυρίως σπογγώδες, με περισσότερο ή λιγότερο πυριτιωμένα τμήματα, με ελαφρά πυριτίωση στα πιο πλούσια τμήματα, με μορφές δευτερογενούς μετακίνησης και απόθεσης.

Οι ερευνητικές εργασίες έχουν δώσει ένα αποθεματικό δυναμικό περίπου $1,5 \times 10^6$ τόνους μεταλλεύματος μαγγανίου με μέση περιεκτικότητα 29,35 % MnO_2 , 20,27% Mn και 53,45% SiO_2 .

Τα πολύτιμα μέταλλα (Au, Ag) παρουσιάζουν σημαντική συμμετοχή σε δείγματα μαγγανιούχου ανθρακικής μεταλλοφορίας ή/και οξειδωμένης μεταλλοφορίας Mn και Fe της ΒΑ Χαλκιδικής (Γαλανόπουλος και Θεοδωρούδης 1989).

Τα μαγγανιούχα μεταλλεύματα της Χαλκιδικής κατά τη διάρκεια της αξιοποίησής τους διοχετεύονταν στη βιομηχανία ξηρών ηλεκτρικών στοιχείων των κοινών μπαταριών. Η αντικατάσταση των κοινών μπαταριών από αλκαλικές μπαταρίες καθιστά δύσκολη την εμπορευσιμότητα του μεταλλεύματος διεθνώς με αποτέλεσμα το κλείσιμο των μεταλλείων αυτών και την αντιμετώπιση δυσκολιών στην αξιοποίηση των μεταλλευμάτων της Χαλκιδικής (Θεοδωρούδης και Γαλανόπουλος 1994).

Η συνολική επιφάνεια του κοιτάσματος είναι περίπου 50.000m².

4.2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Τα μαγγανιούχα κοιτάσματα Χαλκιδικής έχουν υποστεί περιορισμένη εκμετάλλευση κυρίως με επιφανειακά μεταλλευτικά έργα.

Από την εκμετάλλευση κατά τις δεκαετίες του 1960 και 1970 έχουν εναποτεθεί σωροί φτωχού μεταλλεύματος ως αποτέλεσμα της χειροδιαλαγής που γινόταν κατά την εκμετάλλευση. Οι σωροί αυτοί έχουν τοποθετηθεί εντός του μεταλλείου κατάντι των ανοικτών εκσκαφών του μεταλλείου στο πρυνές προς το ρέμα Ξηρόλακκος. Το σύνολο των υπολειμματικών αυτών σωρών είναι της τάξης των 40-50.000 τόνων. Πρόκειται για φτωχό μέταλλευμα μαγγανίου ($MnO_2 = 10-15\%$) με έντονη πυριτίωση και μικρή συμμετοχή ασβεστιτικού μαρμάρου.

Στο Δημόσιο Μεταλλείο Βαρβάρας δεν υφίσταται καμία κτιριακή εγκατάσταση.

Τέλος, ο υδροφόρος ορίζοντας που υπάρχει στο σχηματισμό μαρμάρων αμφιβολίτη του Βερτίσκου, εξαιτίας της γεωλογικής δομής δεν έρχεται σε επαφή με τα μεταλλοφόρα σώματα μαγγανίου.

Από όλα τα παραπάνω είναι φανερό πως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευση του συγκεκριμένου κοιτάσματος είναι μηδαμινές. Η μοναδική επίπτωση είναι η λεγόμενη 'οπτική μόλυνση', πράγμα που σημαίνει πως πρέπει να αποκατασταθεί η εικόνα της περιοχής μετά την εκμετάλλευση με κάλυψη με φυτική γη, δενδροφύτευση και εγκατάσταση βλάστησης (Θεοδωρούδης και Γαλανόπουλος 1994).

Κεφάλαιο 5. ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ ΠΙΑΒΙΤΣΑΣ

5.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Τα μεταλλευτικά δικαιώματα του μεταλλείου μαγγανίου Πιάβιτσας σήμερα ανήκουν στην εταιρία TVX HELLAS A.E. Στην ίδια εταιρεία ανήκουν και τα δικαιώματα του μεταλλείου μαγγανίου Μπασδέκ Λάκκος, Ολυμπιάδας και Κουτσουμπός Βόρεια της Πιάβιτσας.

Οι συγκεντρώσεις μαγγανίου στην περιοχή αναπτύσσονται κατά μήκος της τεκτονικής ασυνέχειας Στρατωνίου - Βαρβάρας.

Η εξέλιξη των κοιτασματολογικών τύπων κατά μήκος του ρήγματος χαρακτηρίζεται από τη θειούχα φάση των βασικών μετάλλων στην περιοχή Μαντέμ Λάκκου, τη σταδιακή μετάβαση προς την ανθρακική ή και πυριτική "πρωτογενή" μαγγανιούχο μεταλλοφορία στην περιοχή Πιάβιτσας και την οξειδωμένη στην δυτική απόληξη της μεταλλοφορίας στο Δημόσιο Μεταλλείο Βαρβάρας.

Στα μαγγανιούχα κοιτάσματα και μεταλλοφορίες της ΒΑ Χαλκιδικής τα γεωχημικά μεγέθη ποικίλλουν. Ο χρυσός συμμετέχει σε μέσες τιμές από 0,84 g/t έως 3,57 g/t και ο άργυρος από 1,5 έως 72,2 g/t. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά γεωχημικά μεγέθη (Θεοδωρούδης και Γαλανόπουλος 1994).

	Βαρβάρα	Πιάβιτσα	Μαντέμ Λάκκος	Μπασδέκ Λάκκος	Ολυμπιάδα	Ζέπκο Παπάδες
n*	451	23	9	2	3	21
Mn%	16,40	24,03	9,88	26,8	35,75	6,86
Fe%	0,81	1,96	17,2	1,48	1,17	2,24
Mn+Fe%	17,21	25,99	27,08	28,28	36,92	9,08
Mn/Mn+Fe	0,95	0,91	0,33	0,95	0,97	0,76
SiO ₂ %	52,00	40,91	34,39	43,25	28,52	59,46
CaO%	4,52(333)	2,08	0,88	0,56	1,24	3,20
MgO%	0,23(13)	0,39	0,12	0,15	0,07	1,67
Al ₂ O ₃ %	1,51(323)	1,28	1,26	1,18	0,25	4,48
Cu ppm	85	52	504	13	13	171
Pb ppm	1160	1122	987	160	134	5700
Zn ppm	960	3487	17300	405	2296	6800
Au ppm	1,41(100)	1,55(23)	1,16(7)	0,84(10)	2,2(2)	3,57
Ag ppm	7,28(100)	20,27(23)	31(9)	1,5(2)		72.2

n* = αριθμός αναλύσεων , () = αριθμός αναλύσεων

Από τα παραπάνω δεδομένα συμπεραίνονται τα εξής:

- Μέγιστη συμμετοχή Mn στην περιοχή Πιάβιτσας κατά μήκος του ρήγματος Στρατωνίου - Βαρβάρας και αυξημένες τιμές του Mn στις περιοχές Μπασδέκ Λάκκος και Ολυμπιάδα.
- 'Απουσία' του Fe από τις μαγνανιούχες μεταλλοφορίες, με εξαίρεση την περιοχή Μαντέμ Λάκκου.
- Αυξημένη τιμή SiO₂ στο σύνολο σχεδόν των μεταλλοφοριών και κύρια στην περιοχή Βαρβάρας και Ζέπκου, αλλά παράλληλα και την αρνητική σχέση του SiO₂ προς το Mn+Fe.
- Σχεδόν παντελής απουσία CaO από τις οξειδωμένες μαγνανιούχες μεταλλοφορίες και χαμηλή συμμετοχή του στις περιοχές Πιάβιτσας, Βαρβάρας και Ζέπκου.
- Τιμές του MgO και Al₂O₃ πολύ χαμηλές. Μπορεί να θεωρηθεί ότι τα μαγνανιούχα μεταλλεύματα της Χαλκιδικής είναι ελεύθερα μαγνησίου και αργιλίου.
- Ο Pb και Zn παρουσιάζουν αυξημένες τιμές σε αντίθεση με τον Cu ο οποίος έχει σχετικά υψηλή συμμετοχή μόνο στην περιοχή Μαντέμ Λάκκου. Οι τιμές του Pb και Zn φτάνουν τις μέγιστες τιμές 1160 ppm του Pb στην περιοχή της Βαρβάρας και 17300 ppm του Zn στην περιοχή Μ.Λάκκου. Στη ζώνη Ζέπκου - Παπάδων - Στρατονίκης οι τιμές του Pb και Zn είναι αυξημένες. Ο Pb κυμαίνεται από 0% έως 3,20%, ο Zn από 0,04% έως 8,10% με μέσες τιμές 0,57% και 0,68% αντίστοιχα. Η συμπεριφορά αυτή των βασικών μετάλλων είναι αναμενόμενη και συνηγορεί υπέρ της στενής γενετικής σχέσης ανάμεσα στα διαλύματα που είναι πλούσια σε σύμπλοκα των βασικών μετάλλων και των μαγνανιούχων διαλυμάτων στην περιοχή του ρήγματος Στρατωνίου - Βαρβάρας στην περιοχή Ολυμπιάδας, αλλά και στο σύνολο των μαγνανιούχων εμφανίσεων στη ΒΑ Χαλκιδική.

5.2. ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ - ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στις εγκαταστάσεις των μεταλλείων δεν υπάρχουν εκπομπές αερίων. Όσον αφορά τα απορρίμματα υπάρχουν 1200 τόνοι μαγνανιούχου συμπυκνώματος συσσωρευμένοι στο χώρο των μεταλλείων με 73,5 % MnO₂ και περίπου 65000 τόνοι ενδιάμεσων προϊόντων της κατεργασίας των μεταλλευμάτων στο εργοστάσιο εμπλουτισμού. Ο κύριος όγκος προέρχεται από τα νταμάρια της Πιάβιτσα και μικρότερες ποσότητες από την Ολυμπιάδα και το Μπασδέκ Λάκκο.

Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά το pH είναι αλκαλικό και κυμαίνεται από 7,5 έως 8,02. Η αγωγιμότητα είναι χαμηλή και οι τιμές των κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων για το πόσιμο νερό. Στην περιοχή Πιάβιτσας είναι έντονη η παρουσία μεταλλεύματος μαγγανίου στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις σε σωρούς αποθηκευμένου συμπυκνώματος και κατά μήκος της κοίτης υδρορεμάτων, αλλά παρόλα αυτά η περιεκτικότητα σε μαγγάνιο στα επιφανειακά και υπόγεια νερά είναι χαμηλή. Γεγονός που αποδίδεται στο αλκαλικό pH και στις οξειδωτικές συνθήκες.

Κατά την δεκαετία του 1980 που λειτούργησε το μεταλλείο υπήρξαν αντιδράσεις από τους κατοίκους της περιοχής, γιατί η εξόρυξη γινόταν σε κοντινή απόσταση από την πηγή που χρησιμοποιεί το χωριό Νεοχώρι για ύδρευση.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευση του μεταλλεύματος της περιοχής δεν είναι ανησυχητικές.



Εναπόθεση προϊόντων εμπλουτισμού



Κεφάλαιο 6. ΠΑΛΙΕΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΚΟΥΡΙΕΣ

Στην ΒΑ Χαλκιδική βρίσκονται πλήθος παλαιών μεταλλευτικών έργων (πηγάδια, στοές, λαγούμια) και σημαντικές ποσότητες μεταλλουργικών εκκαμινεύσεων (σκουριές). Η έναρξη των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στην περιοχή τοποθετείται γύρω στον 4^ο π.Χ. αιώνα.

Έτσι έχουμε:

1. Τις παλιές μεταλλευτικές εργασίες στην περιοχή Βίνας.
2. Τα μεταλλουργικά απορρίμματα.
3. Το κοίτασμα χρυσοφόρου χαλκού στην περιοχή των Σκουριών.

Στην περιοχή Βίνα ΝΑ της Ολυμπιάδας οι τεκτονικές ασυνέχειες πληρούνται με χρυσοφόρες μεταλλικές συγκεντρώσεις και κατά μήκος αυτών έχουν αναπτυχθεί διάφορα μεταλλευτικά έργα. Δύο είναι οι κύριες μεταλλοφόρες ζώνες, Ανατολική και Δυτική Βίνα με μικρότερες ζώνες ενδιάμεσα. Από τα μεταλλευτικά αυτά έργα μπορούν να αντληθούν σημαντικά κοιτασματολογικά - μεταλλευτικά στοιχεία αρχαιολογικού περιεχομένου. Η συμμετοχή των πολύτιμων και βασικών μετάλλων είναι αυξημένη. Η μέση τιμή του χρυσού είναι 4,18 g/t κα του αργύρου 110 g/t, γεγονός που δικαιολογεί την ανάπτυξη μεταλλουργικών δραστηριοτήτων.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες μεταλλουργικών απορριμμάτων στην περιοχή της ΒΑ Χαλκιδικής βρίσκονται στις περιοχές: Μαύρες Πέτρες, Κοκκινόλακκας, Πιάβιτσα, Κυπουρίτσα, Μπαξίνα Λάκκος, κοντά στην περιοχή των Σταγείρων και στο χαλκούχο χρυσοφόρο κοίτασμα των Σκουριών Βόρεια της Μ. Παναγίας.

Η κατεργασία και η επεξεργασία των μεταλλευμάτων ήταν γνωστές στους αρχαίους Έλληνες όπως αποδεικνύεται από την περιοχή του Λαυρίου και περιλαμβάνει:

- Την εξόρυξη του μεταλλεύματος.
- Την θραύση και διαχωρισμό των στείρων και την έκπλυση του μεταλλεύματος.
- Την καμινεία όπου έτηκαν το μέταλλευμα και έπαιρναν το τηγμένο μέταλλο.

Στην περιοχή του Λαυρίου είναι γνωστό ότι για την τήξη του αργυρούχου μόλυβδου οι κάμινοι τήξης ήταν μικρές από πλάκες σχιστόλιθου ή τραχείτη. Μέσα τους τοποθετούνταν το μέταλλευμα με ξυλάνθρακες και κατά την καύση προσφερόταν αέρας στη βάση. Έτσι, το μέταλλευμα έλιωνε και αποχωρίζονταν

ο μολυβδόχος άργυρος, ο οποίος έρρεε από τη βάση του καμινιού. Κατά τη διάρκεια της φρύξης δημιουργούνταν δηλητηριώδη αέρια που περιείχαν άνθρακα, θείο, αρσενικό κλπ. Με παρόμοιο τρόπο φαίνεται πως γινόταν και στην Χαλκιδική η επεξεργασία των μεταλλευμάτων.

Αξιοσημείωτη μεταλλοφορία εντοπίζεται στην περιοχή Φισώκας των Σκουριών. Το κοίτασμα αυτό παρουσιάζει καλές οικονομικές προοπτικές, με βεβαιωμένα και πιθανά αποθέματα 130 εκατ. τόνων και περιεκτικότητες 0,55% Cu, 0,88g/t Au και 2,5g/t Ag. Με επιλεκτική εξόρυξη είναι πιθανώς οικονομική η εκμετάλλευση 27 εκατ. τόνων μεταλλεύματος με μέση περιεκτικότητα: 0,78% Cu, 1,5g/t Au και 4,5g/t Ag. Σύμφωνα με μελέτη της Placer Development Ltd, είναι δυνατή η παραγωγή εμπορεύσιμων συμπυκνωμάτων χαλκοπυρίτη με ανάκτηση περίπου 90% και περιεκτικότητες: 32% Cu, 41,7g/t Au και 35,4g/t Ag.(Τσιραμπίδης Α.,2005)

Πρέπει από περιβαλλοντικής άποψης να γίνει προσεκτικός έλεγχος, γιατί στη περιοχή η περιεκτικότητα σε τοξικά στοιχεία είναι αυξημένη. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να εισχωρήσουν στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα. Τέλος, έχουμε σοβαρή υποβάθμιση της παραλιακής ζώνης και του θαλάσσιου πυθμένα, εξαιτίας της συστηματικής κατά το παρελθόν απόρριψης στη θάλασσα των τελμάτων εμπλουτισμού: Κατά την περίοδο 1927-1983, περίπου 12 εκατομμύρια τόνοι τελμάτων εμπλουτισμού απορρίφθηκαν στη θαλάσσια περιοχή. Τμήμα της παραλιακής ζώνης Στρατωνίου μήκους 900 m και πλάτους 125 m περίπου και η παραλία στις εκβολές του ρέματος Καρβουνόσκαλα συνιστάται από απόβλητα εμπλουτισμού. Η ρύπανση της περιοχής αξιολογείται ως ιδιαίτερα υψηλή με συγκεντρώσεις σε αρσενικό, μόλυβδο, ψευδάργυρο και αντιμόνιο έως και δεκαπλάσιες των ανώτατων επιτρεπόμενων ορίων για βιομηχανικές περιοχές. Κάδμιο, μαγγάνιο, υδράργυρος, είναι επίσης αυξημένα. Οι επιπτώσεις στην παραλία κρίνονται ως ισχυρά αρνητικές κυρίως εξαιτίας των πολλαπλών δραστηριοτήτων και χρήσεων γης που έχουν αναπτυχθεί στη συγκεκριμένη ζώνη, όπως πάρκο αναψυχής, παιδική χαρά, γήπεδο άθλησης κ.λπ. Σε αυτούς τους χώρους είναι περισσότερο αυξημένοι οι κίνδυνοι πρόσληψης των ρύπων από τον ανθρώπινο πληθυσμό, ιδιαίτερα για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας(ΜΠΕ Στρατωνίου, TVX Hellas 1997).



Πανοραμική άποψη μεταλλείων περιοχής Σκουριών.



Σκουριές κοντά στην Στρατονίκη



Άποψη του κοιτάσματος στη περιοχή Σκουριών

Κεφάλαιο 7. ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΓΕΡΑΚΙΝΗΣ

7.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο μαγνησίτης είναι ένα αρκετά κοινό ορυκτό που βρίσκεται σε διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς σε κάποιους από τους οποίους συμμετέχει σε υψηλές αναλογίες και ποσότητες σχηματίζοντας οικονομικά ενδιαφέρουσες συγκεντρώσεις. Τα ελληνικά κοιτάσματα μαγνησίτη είναι φλεβικού τύπου, απαντούν σε οφιολιθικά συμπλέγματα και είναι γνωστά ως κοιτάσματα λευκόλιθου, εξαιτίας του λευκού τους χρώματος. Το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Δυτικής Χαλκιδικής έχει μήκος περίπου 70 Km. Σε όλο σχεδόν το μήκος τα υπερβασικά του μέλη (δουνίτης -χαρζβουργίτης) φιλοξενούν μεταλλοφορία λευκόλιθου. Το μέσο συνολικό πάχος των πετρωμάτων αυτών είναι περίπου 2 Km. Το μέσο βάθος της εκμεταλλεύσιμης μεταλλοφορίας εκτιμάται σε τουλάχιστον 50-60 m. Με τα δεδομένα αυτά γίνεται φανερό ότι μιλάμε για ένα τεράστιο γεωλογικό αποθεματικό αρκετό για να καλύψει τις σημερινές ανάγκες της Ευρωπαϊκής αγοράς για τις επόμενες δύο 100ετίες.

Το σύνολο σχεδόν της παραγωγής λευκόλιθου στην Χαλκιδική μετατρέπεται μετά από φρύξη σε δίπυρη και καυστική μαγνησία. Τα δύο αυτά προϊόντα έχουν πολλές χρήσεις και στο μεγαλύτερό τους μέρος χρησιμοποιούνται από την κατασκευαστική μεταλλουργική βιομηχανία ως πυρίμαχο υλικό, στη χημική βιομηχανία, την φαρμακοβιομηχανία κ.α.

Σήμερα, στα δύο μεταλλευτικά κέντρα (Βάβδος και Γερακινή) απασχολούνται 500 περίπου άτομα. Η παραγωγή παρουσιάζει φθίνουσα πορεία και κυμαίνεται τα τελευταία χρόνια μεταξύ 200.000 t/έτος και 300.000 t/έτος.



Μεταλλείο Γερακινής

7.2. ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η κατεργασία του λευκόλιθου για την παραγωγή μαγνησίας περιλαμβάνει λειοτρίβηση και φρύξη. Η έλλειψη χημικών αντιδραστηρίων σε όλη την διαδικασία της παραγωγής είναι ο βασικός παράγοντας της απουσίας επιβλαβών ουσιών - ρύπων.

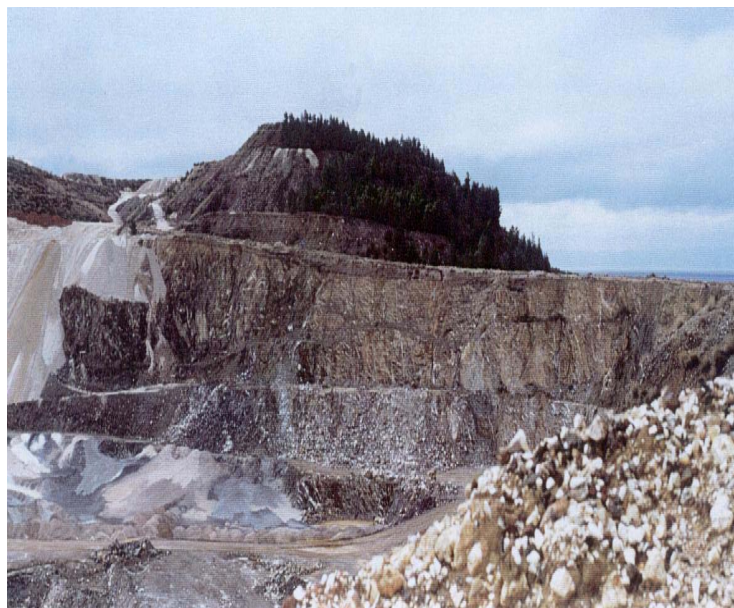
Στη βιβλιογραφία δεν αναφέρονται ούτε βλάβες υγείας που να οφείλονται στον λευκόλιθο και στα καθετοποιημένα προϊόντα του, ούτε αξιολογη ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος όπως για παράδειγμα των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων. Ο ολιβίνης, το κύριο συστατικό του δουνίτη και του χαρζβουργίτη, θεωρείται ένα φιλικό προς το περιβάλλον ορυκτό. Ο ενστατίτης, το άλλο κύριο ορυκτό που συμμετέχει, είναι αδρανής σε επιφανειακές συνθήκες και από πλευράς χημικής σύστασης δεν φαίνεται να έχει στο πλέγμα του τοξικά ή βαριά μέταλλα (Νταμπίτζιας 1977). Άρα στο σύνολο τους τα κοιτάσματα λευκόλιθου δεν δημιουργούν τοξικά ή γενικά επικίνδυνα υδατικά διαλύματα σε επιφανειακές συνθήκες.

Φυσικά, υπάρχει από την εξόρυξη του λευκόλιθου αλλοίωση του τοπίου ή οπτική ρύπανση όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται. Για την αποκατάσταση του τοπίου προβλέπονται και καταβάλλονται προσπάθειες και κεφάλαια για να απαλυνθεί κατά το δυνατόν η περιβαλλοντική αυτή επίπτωση.

Οι επιπτώσεις στα υπόγεια νερά από την απόθεση πάσης φύσης απορριμάτων όπως επίσης και η απόθεση μεγάλων ποσοτήτων βοθρολυμάτων χρήζουν άμεσης διερεύνησης.

Από την καύση του πετρελαίου κατά τη φρύξη του λευκόλιθου εκλύονται σημαντικές ποσότητες CO₂, αυτό όμως συμβαίνει σε κάθε βιομηχανική δραστηριότητα και είναι ένα γενικότερο θέμα αντιμετώπισής του.

Αντίθετα, ο λευκόλιθος, τα καθετοποιημένα προϊόντα του και μερικά από τα παραπροϊόντα εκμετάλλευσής του έχουν μεταξύ άλλων και χρήσεις στη επίλυση πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως στη βελτίωση των όξινων εδαφών, αντιμετώπιση επιπτώσεων όξινης βροχής, εξουδετέρωση όξινων βιομηχανικών αποβλήτων κ.λπ.



Άποψη μεταλλείου Γερακινής



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΔΑΜ - ΓΑΖΕΑ (1994): Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευση μικτών θειούχων στο Στρατώνι και την Ολυμπιάδα. ΓΕΩΤΕΕ, Γερακινή

ΒΕΡΑΝΗΣ Ν.(2000): Μελέτη εκτίμησης του συνολικού ισοζυγίου νερών στην υδρογεωλογική λεκάνη της ευρύτερης περιοχής του Νομού Χαλκιδικής. Έκθεση ΙΓΜΕ Θεσσαλονίκη

ΒΕΡΑΝΗΣ Ν. & ΜΕΛΑΔΙΩΤΗΣ (1996): Συγκεντρώσεις τοξικών στοιχείων και βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της περιοχής Ολυμπιάδας. Μεταλλευτικά και μεταλλειολογικά χρονικά τομ.6

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Β. & ΘΕΟΔΩΡΟΥΔΗΣ Α. (1994) : Ο χρυσός, άργυρος και τα βασικά μέταλλα στη μαγγανιούχο παραγένεση των κοιτασμάτων της ΒΑ Χαλκιδικής. Δελτίο ΕΓΕ τομ. XXX/1

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Β. & ΜΑΣΤΟΡΗΣ Κ. (1988): Μαγγάνιο: Η θέση και το μέλλον του μετάλλου στη διεθνή αγορά. Οι δυνατότητες έρευνας και ανάπτυξης των Ελληνικών Mn - μεταλλευμάτων. ΙΓΜΕ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ (1994): Ορυκτός πλούτος Νομός Χαλκιδικής - περιβάλλον, πρακτικά, Θεσσαλονίκη.

ΘΕΟΔΩΡΟΥΔΗΣ Α. & ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Β. (1994): Τα μαγγανιούχα κοιτάσματα της ΒΑ Χαλκιδικής. Δελτίο ΕΓΕ τομ. XXX/1

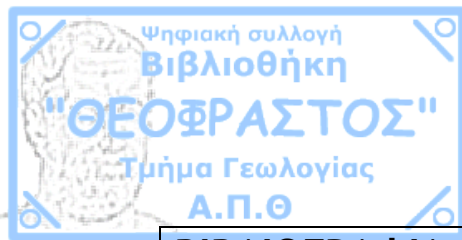
ΘΕΟΔΩΡΟΥΔΗΣ Α., ΑΡΒΑΝΙΤΙΔΗΣ Ν., ΔΗΜΟΥ Ε., STEFONI R., ΠΕΡΑΝΤΩΝΗΣ Γ. ΚΑΙ ΔΑΛΑΜΠΙΡΑΣ Λ. (2000): Το επιμεσοθερμικό ρηξιγενές σύστημα πολύτιμων, βασικών μετάλλων και μαγγανίου στην περιοχή Βίνα - Στρεμπένικος της ΒΑ Χαλκιδικής. 3^ο Συνέδριο Ορυκτού Πλούτου ΤΕΕ Αθήνα 2000 Τόμος Α.

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ. (1985): Γεωλογία της Ελλάδος. University Studio Press. Θεσ/νίκη.

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Α.(1984): Προβλήματα υφαλμύρωσης και ρύπανσης των υπόγειων υδάτων στις παράκτιες ζώνες Ν. Χαλκιδικής. ΙΓΜΕ Θεσ/νίκης .

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Α. - ΒΕΡΑΝΗΣ Ν. - ΠΟΛΥΖΩΝΗΣ Ε.(1996): Υδροχημική - υδρογεωλογική μελέτη περιοχής Ολυμπιάδας - Στρατωνίου. ΙΓΜΕ Θεσ/νίκης .

ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ Α. (2005): Ο ορυκτός πλούτος της Ελλάδος. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσ/νίκη.



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (ξένη)

NICOLAOU, KOKKONIS (1980) : Geology and development of the Olympias mine east Chalkidiki IMM 260-270 London

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

www.antigold.gr
www.tedkhalk.gr
www.oikoen.gr
www.iospress.gr

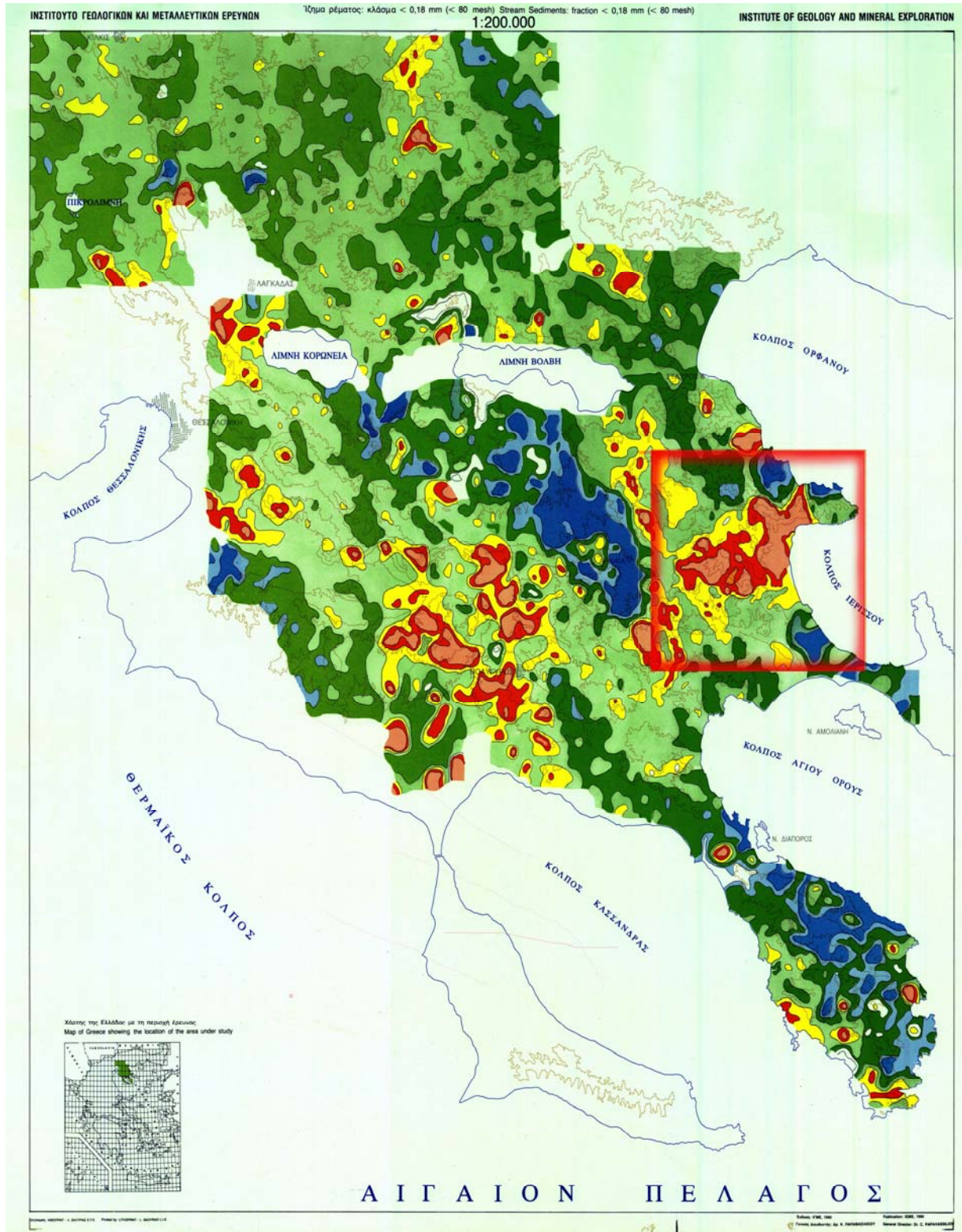


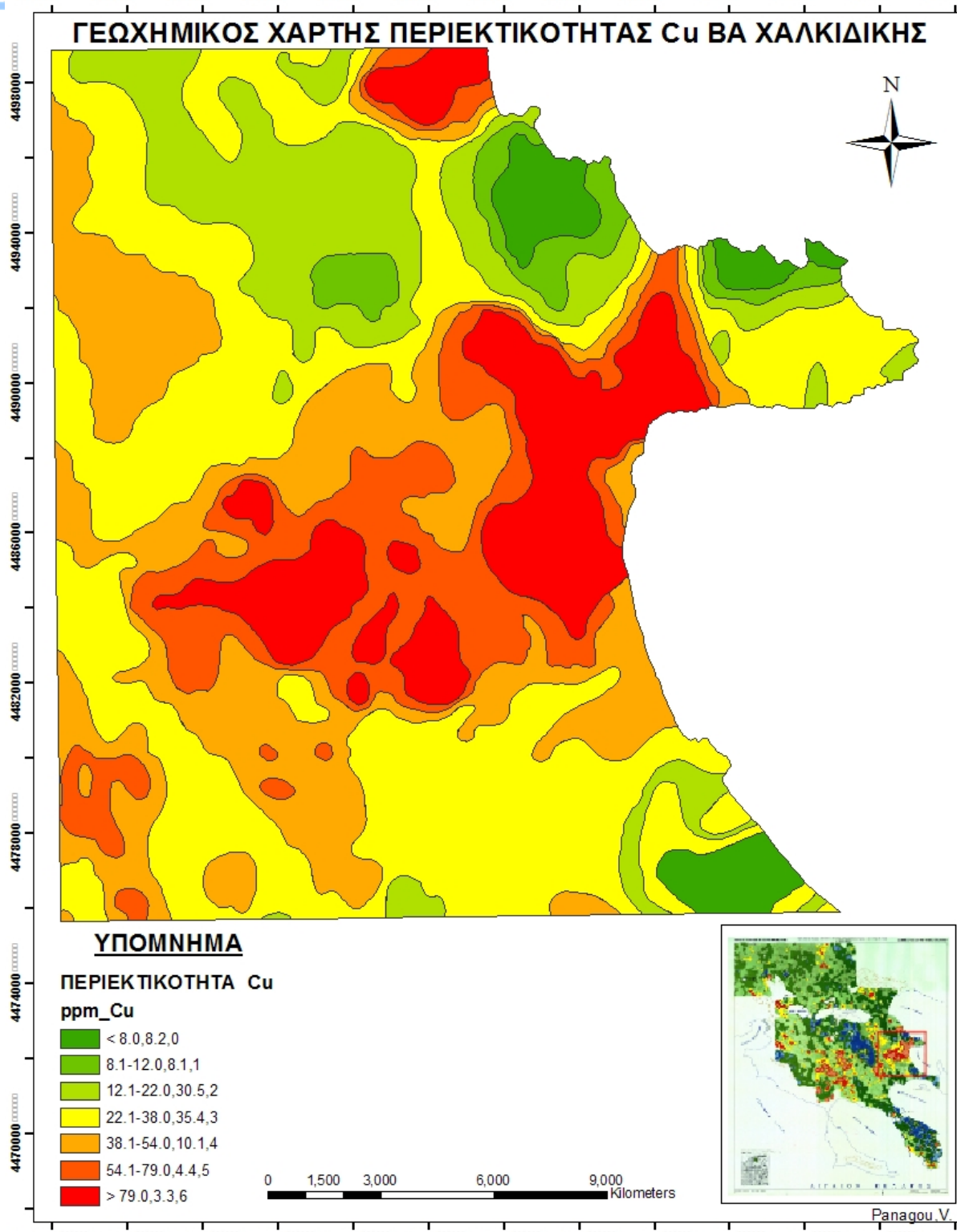
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΧΑΡΤΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Cu, Mn, Pb ΚΑΙ Zn ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΩΝΙΟΥ ΤΗΣ ΒΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

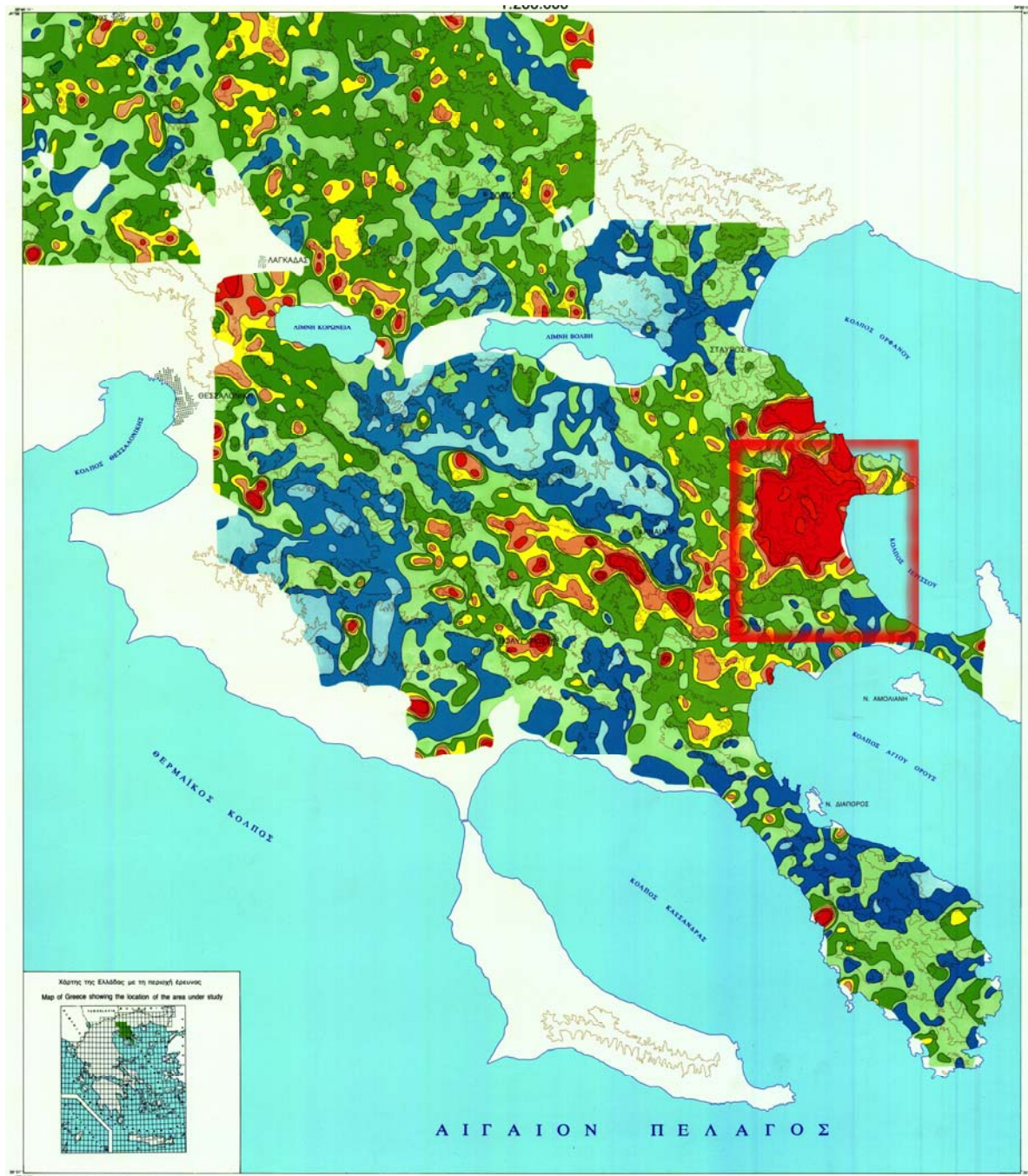


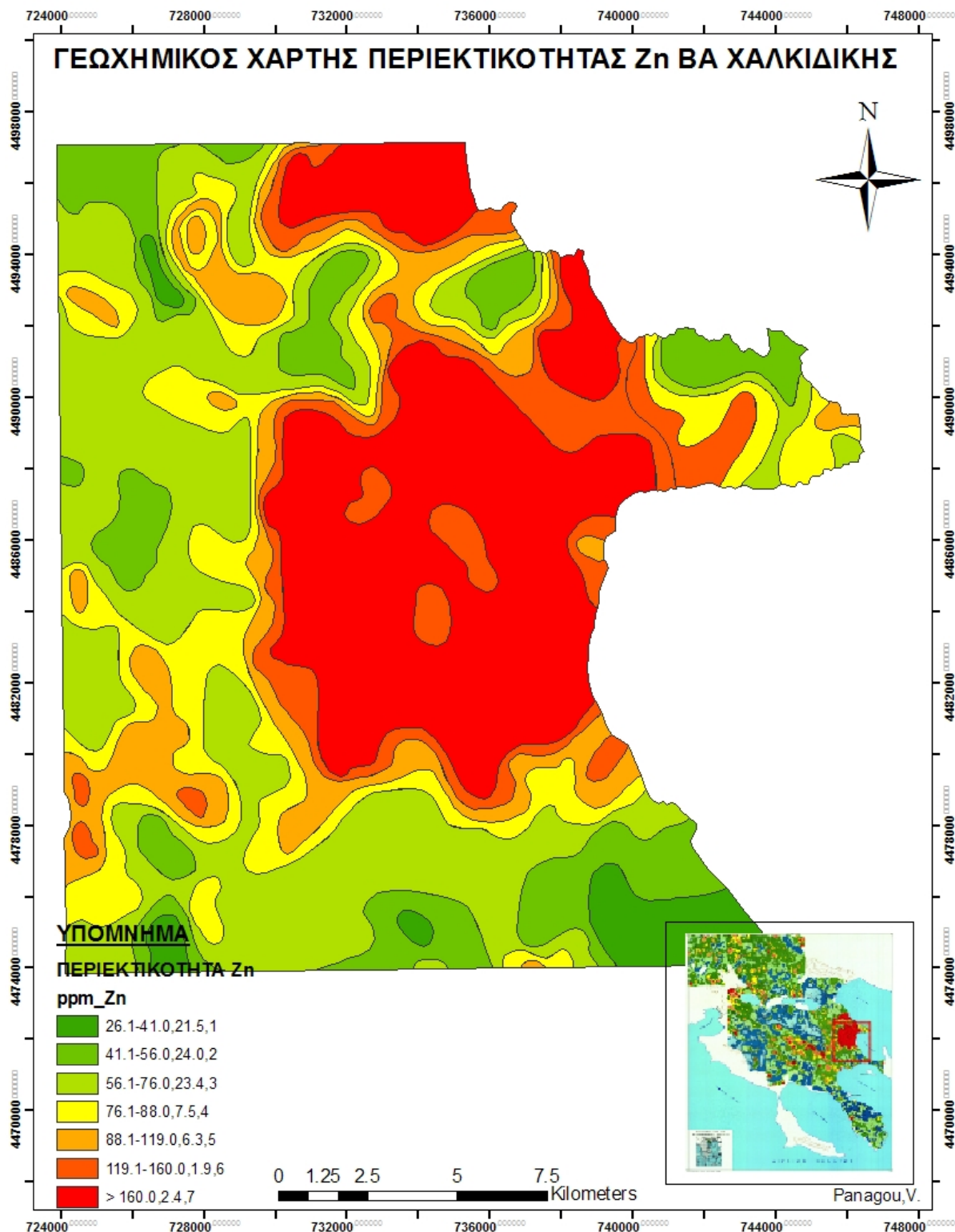
ΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΧΑΛΚΟΥ



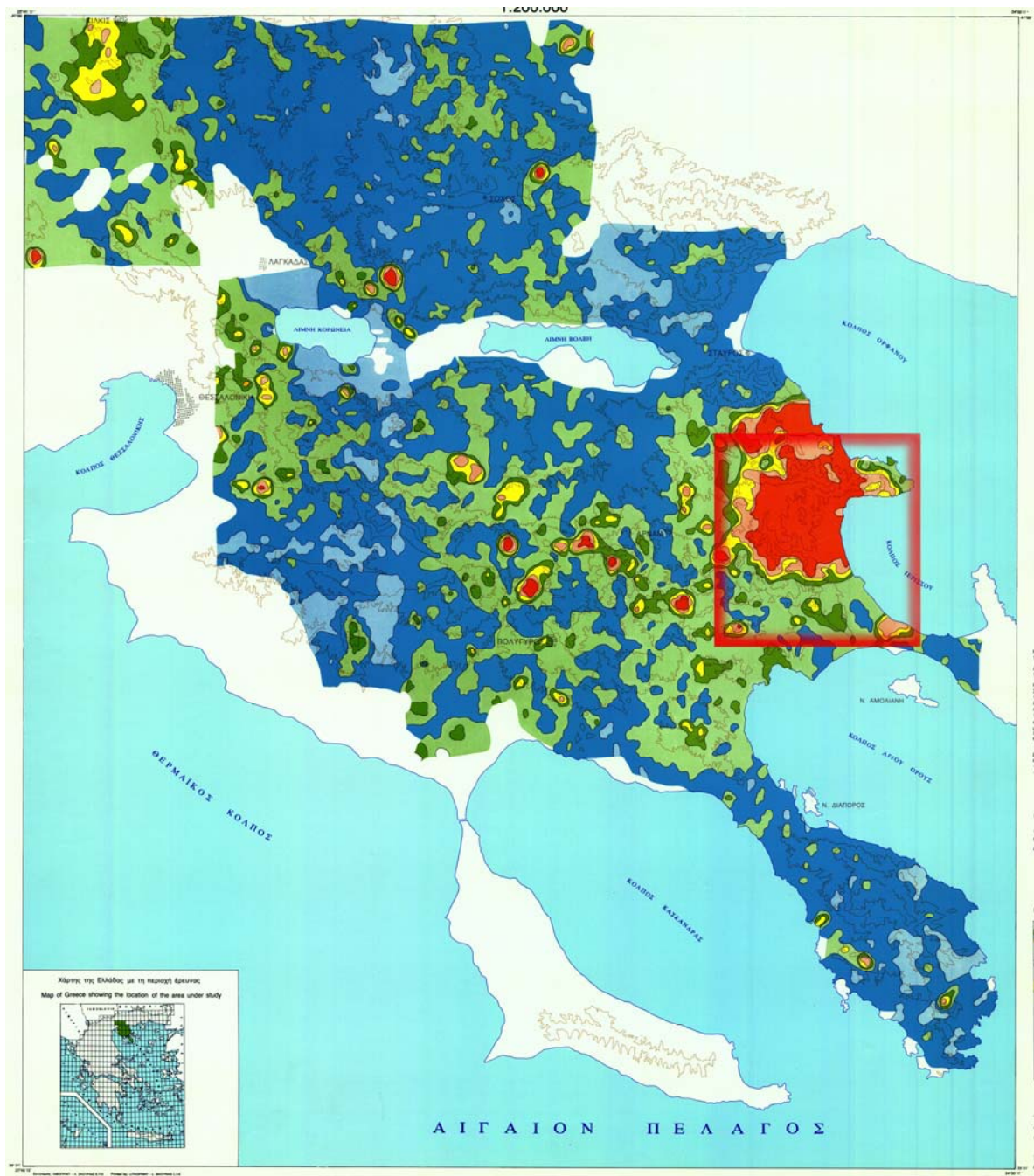


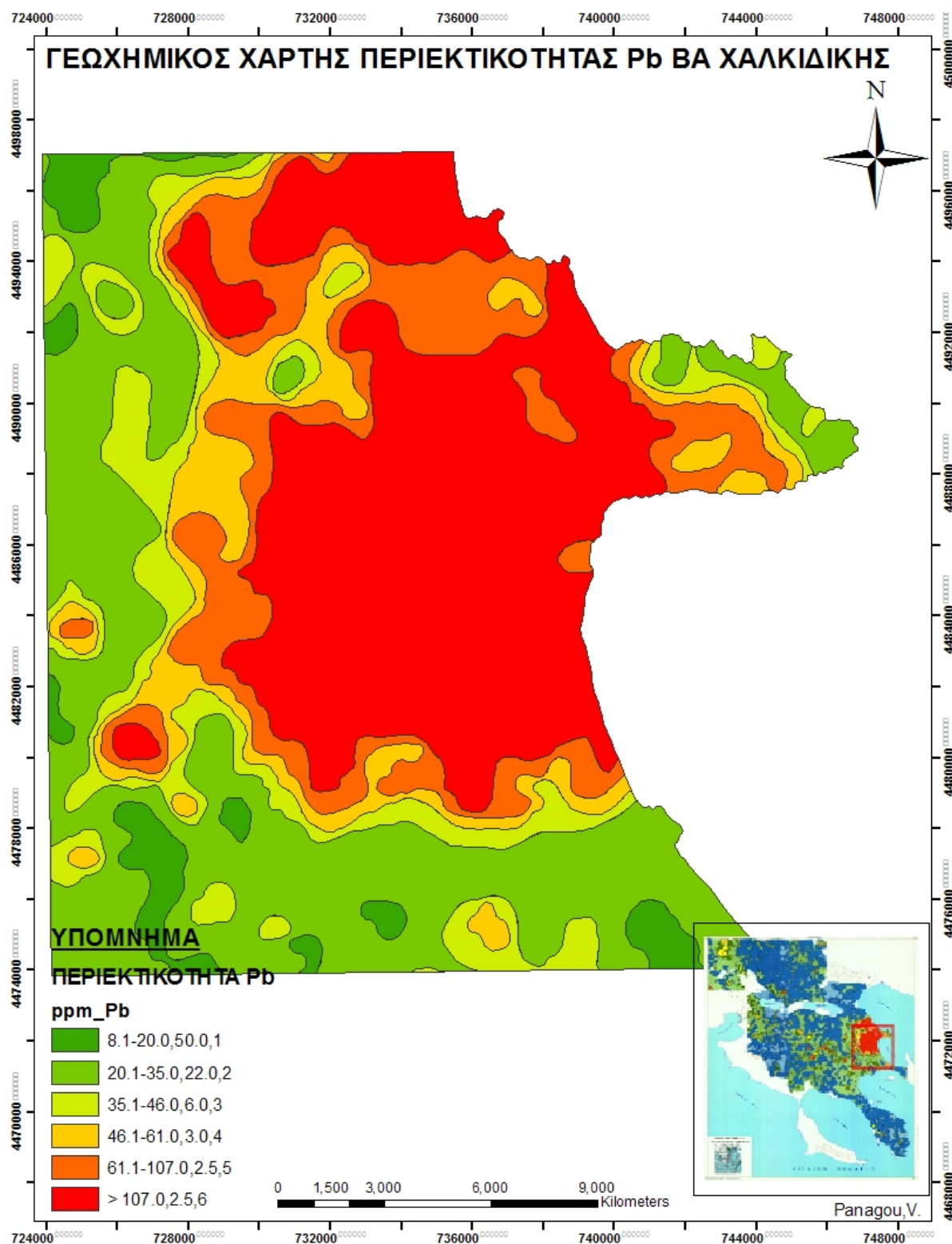
ΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ





ΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΜΟΛΥΒΔΟΥ





ΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ

