

Πρακτικά	6ου	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/2	σελ.	Αθήνα
			37-54	1993
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	Athens

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΧΛΑ ΤΑΡΛΑ ΚΑΙ ΑΓ. ΦΙΛΛΙΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΙΡΚΗΣ (Β.Α.ΕΛΛΑΔΑ)

Ε.ΔΗΜΟΥ

ABSTRACT

In the present paper two uncommon polymetallic mineralizations occurring at the Achla Tarla and St.Philippos sites in the Kirki area, are mineralogically studied and compared. They are vein mineralizations into tectonic zones extended from North to South.

At the Achla Tarla site, the metallic assemblage is more simple and consists of pyrite, sphalerite, wurstzite, jordanite, galena, tennantite, while in St.Philippos site is more complicated including pyrite, sphalerite (\pm Mn) wurtzite, galena, jordanite, Bi-jordanite, kirkiite, levyclaudite, bismuthinite, cosalite, kesterite, chalcopyrite, tennantite, enargite, lusonite, seligmannite. These mineralizations are very peculiar, since they include rare sulphosalts which combine the presence of Pb-As-Bi elements with the simultaneous absence of the Sb element in their lattice.

According to our approach, in both sites the same type of mineralization occurs (hydrothermal, telescopic type) directly connected to the magmatic activity. The mineralization in St. Philippos is characterized by a temperature formation of 400°C approx, high fS₂ and low aFe, while at the Achla Tarla the temperature is clearly lower representing the last differentiated metalliferous solutions.

ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετώνται ορυκτολογικά και συγκρίνονται δύο ασυνήθιστες πολυμεταλλικές μεταλλοφορίες στη θέση Αχλά Ταρλά και Αγ. Φίλιππος της περιοχής Κίρκης. Είναι φλεβικές μεταλλοφορίες μέσα σε τεκτονικές ζώνες που εκτείνονται από Βορρά προς Νότο.

Στο Αχλά Ταρλά η μεταλλική παραγένεση είναι απλούστερη και συνίσταται από σιδηροπυρίτη, σφαλερίτη, βουρτσιτή, ιορδανίτη, γαληνίτη, τενναντίτη, ενώ στον Αγ. Φίλιππο είναι πιο σύνθετη και περιλαμβάνει σιδηροπυρίτη, σφαλερίτη (\pm Mn), βουρτσιτή, γαληνίτη, ιορδανίτη, Bi-ιορδανίτη, κίρκιιτη, λεβικλοντίτη, βισμούθινίτη, κοζαλίτη, κεστερίτη, χαλκοπυρίτη, τενναντίτη. Η ιδιαιτερότητα των μεταλλοφοριών, κυρίως στην δεύτερη θέση, έγκειται στην παρουσία των

Ε.ΔΗΜΟΥ. A comparative mineralogical study of the Achla Tarla and St.Philippos mineralizations in the Kirki area, N.E.Greece.

Πρακτικά	δου	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δεлт. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/2	σελ.	37-54
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	
			Αθήνα	1993
			Athens	

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΧΛΑ ΤΑΡΛΑ ΚΑΙ ΑΓ. ΦΙΛΛΙΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΙΡΚΗΣ (Β.Α.ΕΛΛΑΔΑ)

Ε.ΔΗΜΟΥ

ABSTRACT

In the present paper two uncommon polymetallic mineralizations occurring at the Achla Tarla and St.Philippos sites in the Kirki area, are mineralogically studied and compared. They are vein mineralizations into tectonic zones extended from North to South.

At the Achla Tarla site, the metallic assemblage is more simple and consists of pyrite, sphalerite, wurstzite, jordanite, galena, tennantite, while in St.Philippos site is more complicated including pyrite, sphalerite (\pm Mn) wurtzite, galena, jordanite, Bi-jordanite, kirkiite, levyclaudite, bismuthinite, cosalite, kesterite, chalcopyrite, tennantite, enargite lusonite, seligmannite. These mineralizations are very peculiar, since they include rare sulphosalts wich combine the presence of Pb-As-Bi elements with the simultaneous absence of the Sb element in their lattice.

According to our approach, in both sites the same type of mineralization occurs (hydrothermal, telescopic type) directly connected to the magmatic activity. The mineralization in St. Philippos is characterized by a temperature formation of 400°C approx, high fS₂ and low aFe, while at the Achla Tarla the temperature is clearly lower representing the last differentiated metalliferous solutions.

ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετώνται ορυκτολογικά και συγκρίνονται δύο ασυνήθιστες πολυμεταλλικές μεταλλοφορίες στη θέση Αχλά Ταρλά και Αγ. Φίλιππος της περιοχής Κίρκης. Είναι φλεβικές μεταλλοφορίες μέσα σε τεκτονικές ζώνες που εκτείνονται από Βορρά προς Νότο.

Στο Αχλά Ταρλά η μεταλλική παραγένεση είναι απλούστερη και συνίσταται από σιδηροπυρίτη, σφαλερίτη, βουρτσιίτη, ιορδανίτη, γαληνίτη, τενναντίτη, ενώ στον Αγ. Φίλιππο είναι πιο σύνθετη και περιλαμβάνει σιδηροπυρίτη, σφαλερίτη (\pm Mn), βουρτσιίτη, γαληνίτη, ιορδανίτη, Βί-ιορδανίτη, κίρκιιτη, λεβικλοντίτη, βισμούθινίτη, κοζαλίτη, κεστερίτη, χαλκοπυρίτη, τενναντίτη. Η ιδιαιτερότητα των μεταλλοφοριών, κυρίως στην δεύτερη θέση, έγκειται στην παρουσία των

Ε.ΔΙΜΟΥ. A comparative mineralogical study of the Achla Tarla and St.Philippos mineralizations in the Kirki area, N.E.Greece.

πανίων θειοαλάτων που συνδυάζουν στο πλέγμα τους τα στοιχεία Pb-s-Bi χωρίς την παρουσία του στοιχείου Sb.

Πιστεύεται ότι πρόκειται και στις δύο περιπτώσεις για τον ίδιο υπό μεταλλοφορίας (υδροθερμική-τηλεσκοπικού τύπου) άμεσα υνδεδεμένος με μαγματική δράση. Η μεταλλοφορία στον Αγ. Φίλιππο αρακτηρίζεται από ανώτερη θερμοκρασία σχηματισμού περίπου 400°C, ψηλή fS₂ και χαμηλή aFe, ενώ στο Αχλά Ταρλά η θερμοκρασία είναι αψώς χαμηλότερη εκπροσωπώντας τα τελευταία διαφοροποιημένα εταλλοφόρα διαλύματα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανομοιογενής και ιδιόρρυθμη σύσταση της μεταλλοφορίας στην θέση Αγ. Φίλιππος, όπου και το ομώνυμο μεταλλείο, είχε από πολύ ωρίς προβληματίσει τους ερευνητές (Μαράτος 1961, Μαράτος & Ανδρονόπουλος 1965, Bitzios 1973). Μόνο όμως τα τελευταία χρόνια ίρχισε να μελετάται αυτή πιο προσεκτικά, κυρίως μέσα στα πλαίσια ελλοντικής αξιοποίησης του μεταλλεύματος. Έχουν γίνει κάποιες ορυκτολογικές μελέτες από το BRGM για λογαριασμό της ΓΕΜΕΕ (Oudin et Bornuat 1980) καθώς και μεμονωμένες εκθέσεις-δημοσιεύσεις (Δήμου 1987, Möelo et al. 1985, Möelo et al. 1990, Vavelidis et al. 1989, Michailidis et al. 1989, Michael et al. 1989).

Αντίθετα στην θέση Αχλά Ταρλά, ίσως λόγω της μικρότερης ανάπτυξης της μεταλλοφορίας, οι ορυκτολογικές πληροφορίες που υπάρχουν, είναι σχεδόν ανύπαρκτες. Κάποια μόνο γενικά ορυκτολογικά στοιχεία αναφέρονται σε μερικές από τις παραπάνω εργασίες. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μία όσον το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης του μεταλλεύματος στο Αχλά Ταρλά.

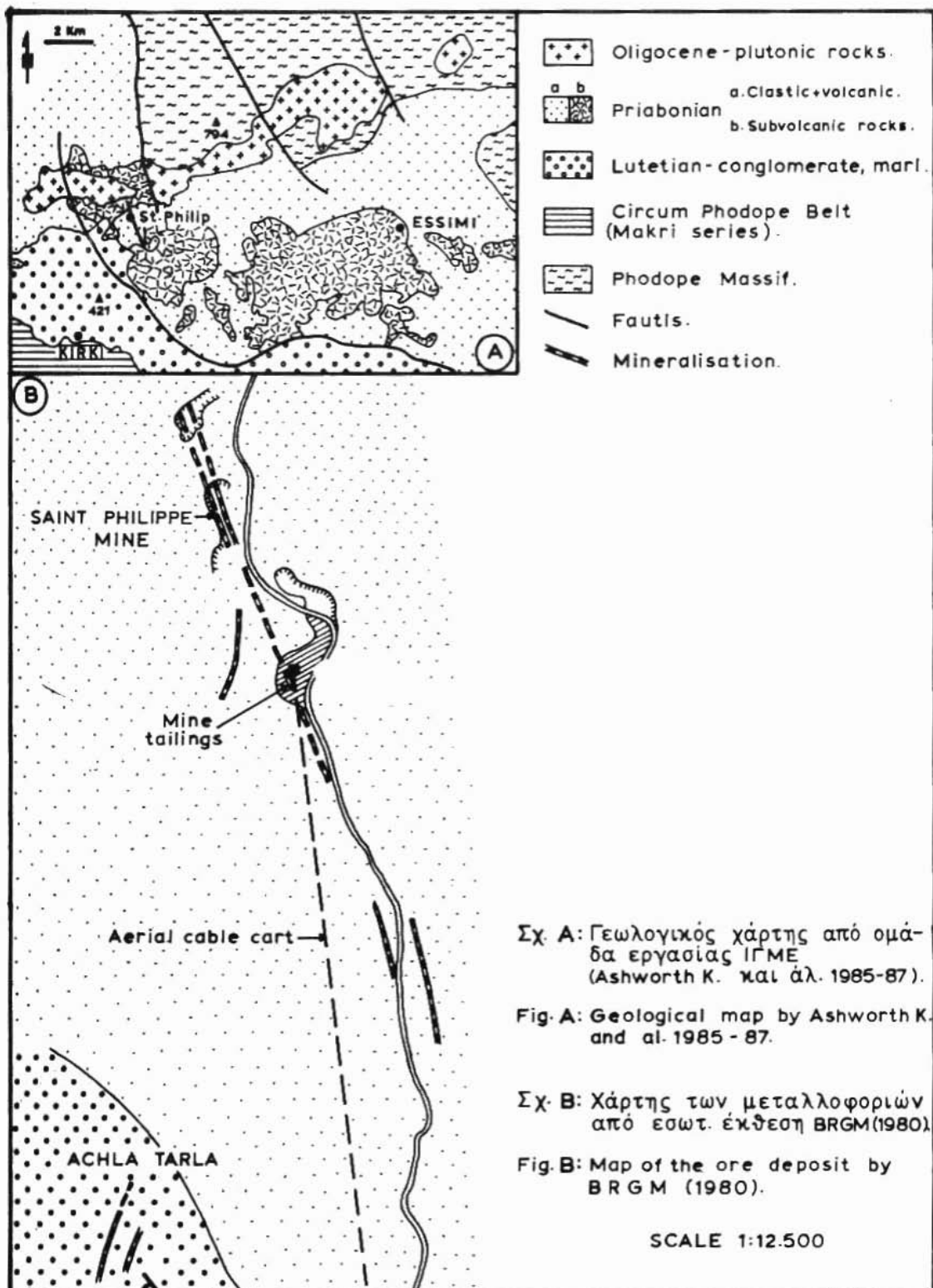
Η ανάγκη της επανεξέτασης της σύστασης του μεταλλεύματος Αγ. Φίλιππου, προκύπτει κατ' αρχήν από το γεγονός ότι προέκυψαν συμπληρωματικά ορυκτολογικά στοιχεία που ενδεχομένως θα βοηθήσουν στην ερμηνεία των προβλημάτων που δημιουργήθηκαν κατά τον εμπλουτισμό του μεταλλεύματος. Επί πλέον όμως για να μπορεί να γίνει μια άμεση σύγκριση μεταξύ των μεταλλοφοριών των δύο θέσεων, με άπώτερο σκοπό την γενετική ή μη συγγένειά τους.

Τα δείγματα που αποτέλεσαν πηγή πληροφοριών για την παρούσα εργασία προέρχονται κατά κύριο λόγο από παλιές και πρόσφατες δειγματοληψίες του ΙΓΜΕ, από δειγματοληψίες ιδιωτών, και από τις συλλογές των Γεωλογικών Ιδρυμάτων της Γαλλίας BRGM και Ecole de Mines.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ-ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή της Κίρκης δομείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο και τους Τριτογενείς σχηματισμούς (Μαράτος & Ανδρονόπουλος 1965, Bitzios 1973, Καρτιτζόγλου κ.αλ.1983, Arvanitidis et al. 1989). Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο περιλαμβάνει κυρίως γενεσίους (μαρμαρυγικούς, αμφιβολιτικούς), αμφιβολίτες και χλωριτικούς σχιστόλιθους. Οι τριτογενείς αποθέσεις αποτελούνται από ιζήματα (αργιλούχες μάργες, ψαμίτες, κροκαλοπαγή) και ηφαιστειακά - υποηφαιστειακά πετρώματα ανδεδιτικής, δακτιτικής ή και ρυολιθικής σύστασης, Ολιγοκαινικής κυρίως ηλικίας. Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο και οι Τριτογενείς ηφαιστειοιζηματογενείς αποθέσεις διακόπτονται από την παρουσία πλουτωνίων πετρωμάτων γρανοδιοριτικής-μονζονιτικής σύστασης (Αγ. Φίλιππος, Κασσιτερών, Κοτζιά λόφος) τα οποία συχνά δείχνουν σαφή μετάβαση στα υποηφαιστειακά (Σχ. Α).

Στην περιοχή Κίρκης υπάρχουν αρκετές μεταλλοφόρες εμφανίσεις και κοιτάσματα. Το σημαντικότερο κοιτάσμα, που έτυχε και σποραδικής εξορυξης, είναι το "Μεταλλείο Αγ. Φίλιππου" ή "Μεταλλείο Κίρκης", το οποίο βρίσκεται Βορείως της Κίρκης και περίπου 20 χιλιόμετρα



Σχ. Α: Γεωλογικός χάρτης από ομάδα εργασιών ΙΓΜΕ (Ashworth K. και άλ. 1985-87).

Fig. A: Geological map by Ashworth K. and al. 1985 - 87.

Σχ. Β: Χάρτης των μεταλλοφοριών από εσωτ. έκθεση BRGM (1980).

Fig. B: Map of the ore deposit by BRGM (1980).

SCALE 1:12.500

B.ΒΔ της Αλεξανδρουπόλης. Σε μικρή απόσταση και Νοτίως του μεταλλείου Αγ. Φίλιππος απαντάται η εμφάνιση του Αχλά Ταρλά. (Σχ.Β) Οι δύο αυτές εμφανίσεις φαίνονται να διαθέτουν συγγενείς ορυκτολογικούς χαρακτήρες, ενώ διαφέρουν ουσιαστικά (ορυκτολογικά) από τις άλλες εμφανίσεις στην ευρύτερη περιοχή της Κίρκης (Aberdeen, King Arthur, Μαυρόπετρα...)

Κατά τους Μαράτο & Ανδρονόπουλο (1965) η μεταλλευτική δραστηριότητα στην περιοχή άρχισε το 1880. Από τότε διάφορες ελληνικές και ξένες εταιρίες πραγματοποίησαν ερευνητικές και μεταλλευτικές σπουδές ενώ στην περίοδο της κατοχής εγκαταστάθηκε πλήρες εργοστάσιο εμπλουτισμού. Από το 1962 έως και πρόσφατα, με μεγάλες διακοπές, η ΓΕΜΕΕ και το ΙΓΜΕ πραγματοποίησαν διάφορες έρευνες, όπως γεωλογική χαρτογράφηση, κοιτασματολογική έρευνα, γεωτρήσεις κλπ. Οι προσπάθειες εμπλουτισμού του μεταλλεύματος δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η μεταλλοφορία στον Αγ. Φίλιππο και στο Αχλά Ταρλά χαρακτηρίζεται σαν φλεβική μεταλλοφορία σε τεκτονικές ζώνες Β-ΒΔ διεύθυνσης, με κυρία ανάπτυξη μέσα κυρίως στην Τριτογενή ηφαιστειοζηματογενή λεκάνη (Μαράτος & Ανδρονόπουλος 1965, Καρτιριτζογλου κ.αλ.1982, Μπίτζιος 1973). Οι δακτυλικές και ρυολιθικές φλέβες ακολουθούν την ίδια με τα ρήγματα κατεύθυνση.

II. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

1. Θέση ΑΧΛΑ - ΤΑΡΛΑ

Η μεταλλοφορία στην θέση Αχλά Ταρλά παρουσιάζει ορισμένες ιδιορρυθμίες όπως και αυτή του Αγ. Φίλιππου, αλλά είναι πολύ πλούσιη. Συμμετέχουν στην παραγένεση γύρω στα 6-7 μεταλλικά ορυκτά εναντι των πέρα των 20 που απαντώνται στην θέση Αγ. Φίλιππος. Παρακάτω περιγράφονται οι διάφορες μεταλλικές φάσεις κατά σειρά συμμετοχής τους στο μέταλλευμα και παράλληλα γίνονται συγκρίσεις με τις αντίστοιχες φάσεις από την θέση Αγ. Φίλιππος.

Σιδηροπυρίτης: εντοπίζονται δύο μορφές σιδηροπυρίτη όπως και στον Αγ. Φίλιππο. Ένας μεσόκοκκος-ιδιόμορφος σιδηροπυρίτης πρώτης γενεάς (σιδηρ.α) και ένας λεπτόκοκκος έως κολλοειδής δεύτερης γενεάς (σιδηρ.β).

Ο "β" σιδηροπυρίτης στην θέση Αχλά Ταρλά είναι πολύ αφθονώτερος από τον αντίστοιχο του στην θέση Αγ.Φίλιππος. Σχηματίζει ως επί το πλείστον μικρά συσσωματώματα από μικροσκοπικούς κρυστάλλους ή βοτρυοειδή-κολλοειδή αναπτύγματα που ακολουθούν τα περιγράμματα των άλλων θειούχων ή ακόμη σχηματίζει ανεξάρτητα σφαιρίδια σαν μαρκασίτης. Η μικροανάλυση έδειξε ότι πρόκειται σε όλες τις περιπτώσεις για τυπικό σιδηροπυρίτη χωρίς As ή άλλα στοιχεία.

Βουρτσίτης και Σφαλερίτης: ο βουρτσίτης στα περισσότερα δείγματα υπερτερεί σαφώς του σφαλερίτη. Η μεταλλοφορία του Αχλά Ταρλά περιέχει μεγαλύτερες περιεκτικότητες βουρτσίτη απ' ότι αυτή του Αγ. Φίλιππου. Ο βουρτσίτης εδώ σχηματίζει ωριμότερα και χαρακτηριστικά σφαιροειδή συσσωματώματα που αποτελούνται από ακτινοειδώς διατεταγμένα κρυσταλλίδια, η σχηματίζει αναπτύγματα υπο μορφή βεντάλιας. Ακόμη δημιουργεί βελονοειδείς-ινώδεις μικρούς μεμονωμένους κρυστάλλους. (εικ.9,10,11). Γενικά ο βουρτσίτης σε αντίθεση με τον σφαλερίτη, χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός ελαφρού πορώδους πάνω στην επιφάνεια του. Ακόμη ένα χαρακτηριστικό του βουρτσίτη είναι το ότι συχνά μεταξύ των ακτινοειδώς διατεταγμένων βελονιδίων εγκλωβίζονται θειούχα ορυκτά του Pb-As. Ο σφαλερίτης εμφανίζεται σε μικρές χωρίς σχήμα μάζες. Μικροανάλυσεις στον

Βουρσίτη και σφαλερίτη έδειξαν ότι δεν περιέχουν καθόλου Mn, σε αντιδιαστολή με τον Αγ. Φίλιππο όπου βρέθηκε και ένας μαγγανιούχος τύπος σφαλερίτη (Πιν. 1.2)

Ιορδανίτης: στο Αχλά Ταρλά ο ιορδανίτης αποτελεί το μοναδικό ορυκτό που συνδυάζει στο πλέγμα του τα στοιχεία Pb-As, σε αντίθεση με την μεταλλοφορία του Αγ. Φιλίππου, όπου εκτός από τον ιορδανίτη υπάρχουν στην αυτήν αναλογία και άλλα ορυκτά του Pb-As όπως κερκίτης, λεβικλοντίτης.

Πρέπει να επισημανθεί επίσης ότι δεν διαπιστώθηκε παρουσία Bi στο πλέγμα του ιορδανίτη, όπως είναι η περίπτωση στον Αγ. Φίλιππο αλλά ούτε και κανένα άλλο ορυκτό του βισμούθιου (πιν. 5).

Ο ιορδανίτης απαντάται σε σχετικά μεγάλους πολυδύμους κρυστάλλους και σε συσσωματώματα. (εικ.12). Παρουσιάζει έντονη μετατροπή σε κολλοειδή γαληνίτη κατά μήκος των ρωγμών του και περιφερειακά έτσι ώστε συχνά να παρουσιάζεται το φαινόμενο σύμπλεξης ιορδανίτης-γαληνίτης.

Εδώ θα πρέπει να γίνει η ακόλουθη διευκρίνιση. Σε αδημοσίευτη έκθεση των Oudin et Borruat (1980) αναφέρεται η παρουσία γεωχρονίτη αντί ιορδανίτη στο μοναδικό δείγμα που εξετάσαν από την θέση Αχλά Ταρλά. Επειδή όμως από την παρούσα μελέτη πολλών παρασκευασμάτων, δεν προέκυψε παρουσία του, πιστεύεται ότι ο ιορδανίτης (απόλυτα ηλέγμενος με XRD και μικροαναλύσεις) έχει εκληφθεί σαν γεωχρονίτης. Τα δύο αυτά ορυκτά οπτικά συχνά συγχέονται, αλλά διαφέρουν στην παραγένεσή τους, με την έννοια ότι ο γεωχρονίτης σαν ορυκτό του Sb συνήθως συμμετέχει σε αντιμονιούχο παραγένεση. Γεγονός που στο Αχλά Ταρλά δεν συμβαίνει και μάλιστα, αντίθετα, το στοιχείο Sb απουσιάζει σχεδόν παντελώς.

Γαληνίτης: εκτός από τον γαληνίτη που προέρχεται από την μετατροπή του ιορδανίτη, υπάρχει και "αυθιγενής" γαληνίτης, ο οποίος είναι σε μικρότερη αναλογία απ ότι ο ιορδανίτης. Συχνά συμψύεται με τον ιορδανίτη ή δημιουργεί μορφές απομιξης μέσα σ' αυτόν.

Ο "κολλοειδής γαληνίτης" που προέρχεται από την μετατροπή του ιορδανίτη συχνά συμπλέκεται με τον επίσης "κολλοειδή σιδηροπυρίτη." Η μικροανάλυση έδειξε ότι μπορεί να περιέχει μικρή περιεκτικότητα As(0,9%) ενώ στερείται παντελώς του Bi (πιν.3).

Τενναντίτης: ο τενναντίτης απαντάται σε σπάνιες περιπτώσεις είτε υπο μορφή μικρών ανεξάρτητων κρυστάλλων είτε σαν στεφάνη γύρω από τον γαληνίτη. Περιέχει μικροσκοπικά εγκλεισμάτα χαλκοπυρίτη, που άλλωστε είναι και η μόνη παρουσία χαλκοπυρίτη που έχουμε εδώ.

2. μεταλλείο ΑΓ. ΦΙΛΙΠΠΟΣ

Απο πολύ νωρίς είχε επισημανθεί ότι η μεταλλοφορία στην θέση αυτή είναι ασυνεχώς κατανομημένη εντός των ρηγμάτων και ότι η ποιότητα του μεταλλεύματος μεταβάλλεται από θέση σε θέση και ως προς το βάθος (Μαράτος 1961, Μαράτος & Ανδρονόπουλος 1965). Σήμερα αποδείχθη ότι και η σύσταση του μεταλλεύματος είναι αρκετά ιδιόρρυθμη και από τις πλέον σπάνια απαντώμενες (Moelo et al. 1985, Δήμου 1987, Vavelidis et al. 1989, Michailidis et al. 1989, Michael et al. 1989). Η ιδιαιτερότητα αυτής της μεταλλοφορίας έγκειται κυρίως στη παρουσία θειοαλάτων που συνδυάζουν στο πλέγμα τους Bi και As χωρίς την παρουσία Sb. Παρατηρήθηκαν πάνω από 20 μεταλλικά ορυκτά, μερικά από τα οποία αποτελούν και την πρώτη διεθνή ανακάλυψη όπως ο κερκίτης και ο λεβικλοντίτης. (Moelo, et al. 1985, Moelo et al. 1990).

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά ορυκτά που

απαντώνται στην μεταλλοφορία δίδοντας έμφαση μόνο στα στοιχεία που προέκυψαν πρόσφατα.

Σιδηροπυρίτης : απαντάται τόσο στα δείγματα επιφανείας όσο και στα δείγματα βάθους. Εντοπίζονται δύο γενεές σιδηροπυρίτη ένας αδρόκοκκος με ιδιόμορφους κρυστάλλους συχνά κατακερματισμένους πρώτης γενεάς (σιδηρ. α) και ένας λεπτόκοκκος έως κολλοειδής δεύτερης γενεάς (σιδηρ. β) που τίθεται ή σαν στεφάνη γύρω από τα άλλα θειούχα, ή σχηματίζει μικρά ανεξάρτητα σφαιρίδια.

Σφαλερίτης (+ Mn): αποτελεί επίσης σταθερό ορυκτό της μεταλλοφορίας και παρουσιάζει συχνά ισχυρή τεκτονική καταπόνηση που δεν παρατηρείται σε άλλα νεώτερα θειούχα ορυκτά. Δεν περιέχει καθόλου σίδηρο, ενώ αντίθετα υπάρχουν κάποιοι κρυστάλλοι σφαλερίτη που περιέχουν πολύ υψηλό ποσοστό Mn που κυμαίνεται από 6,40 έως και 8,25% (πιν.1). Σπάνια περιέχει μικροσκοπικά εγκλείσματα σταννίτη.

Βουρτσιίτης: η παρουσία βουρτσιίτη στο μεταλλείο της Κίρκης αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Ramdohr το 1943. Αργότερα, το 1953, μελετήθηκε από τους Περτέση και Παπασταματίου.

Ο βουρτσιίτης (πολύμορφο του ZnS) είναι μία ελλειματική σε θείο φασή έναντι του σφαλερίτη (περίπου 0,9% σε άτομα S) και γι αυτό προκύπτει η μη στοιχειομετρία του. Υπάρχουν πολλοί πολύτυποι του βουρτσιίτη όπως με ρομβοεδρική συμμετρία (nR), εξαγωνική (nH) και μάλιστα στην τελευταία περίπτωση από πειράματα ανευρέθησαν διάφοροι τύποι πολύτυπων όπως 2H, 4H...nH (Thouvenin 1983).

Ο βουρτσιίτης της Κίρκης ηλεγμένος ακτινογραφικά, έδειξε ομοιότητα με τον υψηλού βαθμού πολύτυπο 8H+10H. Οι υψηλού βαθμού πολύτυποι παρουσιάζουν μεγαλύτερο έλλειμμα θείου από τους πολύτυπους χαμηλού βαθμού. Ο βουρτσιίτης είναι σταθερός σε χαμηλότερη fS, από ότι ο σφαλερίτης κάτω από τις ίδιες συνθήκες, και έτσι δικαιολογείται και το έλλειμμα του S στο πλέγμα του. Οι Scott και Barnes (1972) από πειραματικά δεδομένα κατέληξαν ότι ο βουρτσιίτης είναι σταθερός σε χαμηλή θερμοκρασία, πίεση και αποτίθεται από διαλύματα όχι εξαιρετικά όξινα (από PH 4-5) σε ισχυρά αναγωγικό περιβάλλον.

Η αναλογία του βουρτσιίτη στο μεταλλείο Αγ. Φίλιππος είναι μεγάλη και σε ορισμένα δείγματα υπερκαλύπτει σαφώς εκείνη του σφαλερίτη. Δεν φθάνει όμως τις υψηλές περιεκτικότητες του βουρτσιίτη του Αχλά Ταρλά. Συχνά είναι ιδιόμορφος σε επιμήκεις βελονοειδείς κρυστάλλους μικρού σχετικά μεγέθους, που αναπτύσσονται γύρω από τα άλλα θειούχα και ιδιαίτερα γύρω από τον κοστερίτη σαν στεφάνη (εικ.6). Παρουσιάζει συχνά ανομοιογένεια στην σύστασή του και συμπλέκεται με τον σφαλερίτη (πιν.2).

Γαληνίτης: παρουσιάζει συχνά μεγάλη εξαλλοίωση σε κερουσίτη ενώ ταυτόχρονα ο ίδιος αποτελεί και προϊόν μετατροπής άλλων θειούχων ορυκτών του Pb (κολλοειδής "b" γαληνίτης, εικ.4). Περιέχει συχνά άφθονα μικροσκοπικά εγκλείσματα, όπως εναργίτη, λουζονίτη, βουρνονίτη, σελιγμανίτη, τετραεδρίτη-τενναντίτη, βισμουθινίτη κ.αλ. (πιν. 3).

Κιρκιίτης (kirkiite $Pb_{10}Bi_3As_3S_{19}$): η μεγάλη ομοιότητα του κιρκιίτη με τον γαληνίτη (μακροσκοπικά - μικροσκοπικά) καθώς και η στενή συναναπτυξη των δύο αυτών ορυκτών, είχαν σαν αποτέλεσμα την μη αναγνώριση επί σειρά ετών του κιρκιίτη στο μεταλλείο της Κίρκης. Το ορυκτό αυτό ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά στο κοίτασμα Αγ. Φίλιππος Κίρκης από ομάδα Γάλλων ερευνητών το 1985 από όπου πήρε και το όνομά του. Η αναγνώριση του κιρκιίτη στα δείγματα βάθους πλησιάζει εκείνη του γαληνίτη και κατά θέσεις την ξεπερνά. Συχνά

εγκλωβίζει επιμήκεις κρυστάλλους βισμούθινίτη ενώ παράλληλα περιβάλλεται συχνά ο ίδιος από Bi-ιορδανίτη. (εικ.5).

Ο κερκίτης έχει ιδιαίτερη σημασία για τον εμπλουτισμό του μεταλλεύματος γιατί, ενώ περιέχει στο πλέγμα του ένα σημαντικό ποσοστό Pb, ταυτόχρονα περιέχει και το ανεπιθύμητο As που μηχανικά είναι δύσκολο να αφαιρεθεί (πιν.4).

Ιορδανίτης ($Pb_{14}As_4S_{11}$) και Bi-ιορδανίτης ($Pb_{14}BiAs_4S_{11}$): στο κοίτασμα Αγ. Φίλιππος απαντώνται δύο τύποι ιορδανίτη. Ο κοινός ιορδανίτης και ο βισμούθινιούχος, που ίσως αποτελεί την μοναδική περίπτωση εμφάνισης, τουλάχιστο στον Ελλαδικό χώρο.

Ο κοινός ιορδανίτης εμφανίζεται στην ίδια παραγένεση με τον γαληνίτη, με τον οποίο και συχνά συναναπτύσσεται, ενώ ο βισμούθινιούχος ιορδανίτης εμφανίζεται μόνο με τα θειοάλατα του βισμούθιου και ιδιαίτερα με τον κερκίτη δημιουργώντας συχνες με αυτόν συμφυσεις ή επιταξιές (εικ. 1,5).

Το βισμούθιο που περιέχεται στο πλέγμα του Bi-ιορδανίτη είναι κάτω του 5% που θεωρείται σαν μέγιστο δυνατής αντικατάστασης Bi κατά As, ώστε να μην υπάρξει αλλαγή στο πλέγμα του ορυκτού (πιν.5).

Γενικά ο ιορδανίτης (με ή χωρίς Bi) είναι άφθονος και συχνά υπερτερεί του γαληνίτη με αποτέλεσμα αφ ενός να συγχέεται και να εκλαμβάνεται σαν γαληνίτης, αφ ετέρου να δημιουργεί τα ίδια προβλήματα στον εμπλουτισμό όπως και ο κερκίτης.

Τενναντίτης ($Cu_2As_4S_{13}$): μέχρι πρόσφατα εκλαμβάνετο σαν ο κατ' εξοχήν φορέας του αρσενικού στο μέταλλευμα. Η έρευνα όμως απέδειξε ότι η συμμετοχή του τενναντίτη στο μέταλλευμα είναι σχετικά μικρή και ότι αντίθετα υπάρχουν άλλα πιο σημαντικά θειοάλατα με As (ιορδανίτης, κερκίτης, λεβικλοντίτης).

Παραγενετικά συνδέεται κυρίως με τον γαληνίτη και χαλκοκυρίτη. Συχνά φαίνεται να περιβάλλει και να διαβρώνει τον σφαλερίτη δείχνοντας μία ελαφρώς μεταγενέστερη από αυτόν απόθεση (εικ.2).

Κεστερίτης (Kösterite ή Kestérite Cu_2ZnSnS_4): βρέθηκε μόνο σε δείγματα γεωτρήσεων αλλά σε υψηλές περιεκτικότητες. Σαν ορυκτό του Zn βρίσκεται πάντα μαζί με τα δύο άλλα θειούχα ορυκτά του Zn σφαλερίτη και βουρτσίτη, αλλά με διαφορετική παραγενετική σχέση.

Ως προς τον σφαλερίτη δείχνει σύγχρονη απόθεση (σπάνια περιβάλλεται από τον σφαλερίτη) ενώ ως προς τον βουρτσίτη δείχνει σαφώς προγενέστερη από αυτόν απόθεση. Πιο συγκεκριμμένα ο βουρτσίτης άλλοτε τίθεται σαν παχειά στεφάνη από μικρούς ιδιόμορφους κρυστάλλους γύρω από τον κεστερίτη και άλλοτε παίζει ρόλο συγκολλητικού υλικού των θραυσμάτων, του συχνά κατακερματισμένου κεστερίτη (εικ.6). Η μικροανάλυση έδειξε απουσία Fe και Mn στο πλέγμα του κεστερίτη (πιν.6).

Χαλκοκυρίτης: η συμμετοχή του στο μέταλλευμα είναι μικρή και φαίνεται να μειώνεται με το βάθος. Απαντάται κυρίως μαζί με τον τενναντίτη τον οποίο πολύ σπάνια και διασχίζει υπο μορφή μικροφλεβιδίων.

Μαρκασίτης: η συμμετοχή του στο μέταλλευμα αυξάνει αισθητά στα δείγματα που περιέχουν υψηλά ποσοστά βουρτσίτη, δεν φθάνει όμως τις υψηλές περιεκτικότητες μαρκασίτη που απαντώνται στην εμφάνιση Αχλά Ταρλά. Όπως και ο βουρτσίτης, ανήκει στο τελευταίο στάδιο απόθεσης της μεταλλοφορίας.

Βισμούθινίτης $B_{12}S_3$: εντοπίστηκε μόνο στα δείγματα βάθους (πυρήνες γεωτρήσεων). Παρουσιάζεται σε δέσμες από επιμήκεις κρυστάλλους, σχεδόν πάντα εγκλωβισμένους μέσα σε άλλα θειούχα

ορυκτά όπως κοζαλίτη, κερκίτη, Βι-ιορδανίτη, γαληνίτη. Σε μία θέση μάλιστα παρατηρήθηκε, υπο μορφή σταδιακής "επιταξίας", συσσωμάτωμα όπου η κεντρική περιοχή του είναι καθαρός βισμούθινίτης η ενδιάμεση περιοχή κοζαλίτης, ενώ η περιφέρεια έχει σύσταση κερκίτη (εικ.7). Αυτό φαίνεται καλύτερα στον μικροαναλυτή (Scanning-line profile) όπου η μεταβαση από την μία φάση στην άλλη συνοδεύεται με μείωση του Βι από το κέντρο προς την περιφέρεια και αντίστοιχα αύξηση του Ρb (εικ. 8, πιν 4 αναλ.*). Η παραπάνω εικόνα δείχνει σαφώς την προτεραιότητα του στοιχείου Βι έναντι των άλλων κατά την εξελικτική διαφοροποίηση των μεταλλοφόρων διαλυμάτων.

Κοζαλίτης (Cosalite $Pb_2Bi_4S_5$): η αναλογία του είναι σαφώς μικρότερη απ αυτήν του βισμούθινίτη. Απαντάται σχεδόν πάντα μαζί με τον βισμούθινίτη από τον οποίο ξεχωρίζει δύσκολα οπτικά και μόνο η μικροανάλυση αποτελεί ασφαλή μέθοδο διάγνωσης του. (πιν.4, εικ. 7,8).

Εναργίτης (Cu_3AsS_4) και Λουζονίτης (Cu_3AsS_4): τα δύο αυτά ορυκτά αποτελούν τα δύο πρώτα μέλη δύο ισόμορφων σειρών: της ορθορομβικής σειράς εναργίτη-στιβιοεναργίτη και της τετραγωνικής ή μονοκλινούς σειράς λουζονίτη-στιβιολουζονίτη. Πρόκειται για τα αρσενικούχα μέλη με πολύ μικρές περιεκτικότητες Sb.

Ο εναργίτης απαντάται μόνο σαν εγκλεισμα μέσα στον γαληνίτη όπου σχηματίζει μικρά σφαιροειδή κοκκία που συχνά δημιουργούν μια κομπολοειδή ανάπτυξη. Ο λουζονίτης απαντάται σαν υπολλειμματικός μέσα στον εναργίτη (πιν. 6).

Σελιγμαννίτης (Seligmannite $CuPbAsS_3$). η παρουσία του ορυκτού αυτού (αντί του αντιμονιούχου αναλόγου του βουρνονίτη $CuPbSbS_3$), δείχνει ακόμη μια φορά ότι το Sb απουσιάζει σχεδόν εξ ολοκλήρου από την σύσταση του μεταλλεύματος. Σ'αυτό αποδίδεται κατά μέγα μέρος και η ιδιόρρυθμη σύσταση της μεταλλοφορίας στον Αγ. Φίλιππο (πιν. 6).

Σε ασημαντες περιεκτικότητες και κυρίως υπο μορφή εγκλεισμάτων εντοπίσθηκαν επίσης αρσενοπυρίτης, σταννίτης, βορνίτης, βουρνονίτης, κοβελλίτης. Εδώ πρέπει να αναφερθεί και η παρουσία του ορυκτού λεβικλοντίτη (levyclondite) $Pb_8SnCu_3(BiSb)_3 S_{12}$ που πρόσφατα ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά στην Κίρκη από τους Möelo et al.(1990) και το οποίο δεν εντοπίσαμε στην παρούσα μελέτη.

Η μη μεταλλική παραγένεση αποτελείται κυρίως από χαλαζία χαλκηδόνιο και βαρύτη ενώ κατά θέσεις συμπληρώνεται από δικίτη, σερικήτη και ασβεσίτη.

III. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥΣ

Συγκρίνοντας ορυκτολογικά τις δύο μεταλλοφορίες Αχλά Τάρλα και Αγ. Φίλιππος παρατηρούμε ότι ανήκουν σε έναν κοινό τύπο (Πιν.7) Το βασικότερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι το άφθονο αρσενικό δεν εκφράζεται με την μορφή αρσενοπυρίτη αλλά ενσωματώνεται σε σπάνια θειοάλατα του Ρb, που απαιτούν ιδιαίτερες συνθήκες σχηματισμού. Υπάρχουν όμως και κάποιες μεταξύ τους διαφορές όπως:

- Η ποικιλία των μεταλλικών ορυκτών στην θέση Αχλά Τάρλα είναι μικρή και γενικά η ορυκτολογική σύσταση της μεταλλοφορίας είναι απλούστερη απ' αυτήν στην θέση Αγ. Φίλιππος.

- Το Βι που είναι βασικό και χαρακτηριστικό στοιχείο της μεταλλοφορίας στο Αγ. Φίλιππο, απουσιάζει σχεδόν παντοίως από την μεταλλοφορία του Αχλά Τάρλα. Το ίδιο συμβαίνει και για τα στοιχεία

1 και Sn. Η απουσία αυτή έχει σαν συνέπεια και την μη δημιουργία των σπάνιων και χαρακτηριστικών μεταλλικών ορυκτών κερκίιτη, βικλοντίτη, Βι-ιορδανίτη, που παρατηρούνται στον Αγ. Φίλιππο.

- Η μεταλλοφορία στο Αχλά Ταρλά παρουσιάζει εντονα κολλοειδή ιρακτηριστικά. Παρατηρούνται πολύ υψηλότερες περιεκτικότητες βλλοειδούς σιδηροπυρίτη-σφαλερίτη-γαληνίτη και βουρτσίτη-αρκασίτη, απ' ότι στην μεταλλοφορία Αγ. Φιλίππου.

- Η μεταλλική παραγένεση, οι κατ' εξοχήν άφθονοι κολλοειδείς σιτοί, η απουσία Μη απο το πλέγμα του σφαλερίτη στην θέση Αχλά Τρλά, δείχνουν μία σαφώς χαμηλότερη θερμοκρασία σχηματισμού απ' ότι την θέση Αγ. Φιλίππος.

Πιστεύεται ότι πρόκειται για την ίδια μεταλλοφορία στις δύο έσεις και ότι αυτή στο Αχλά Ταρλά αποτελεί την τελευταία έκφραση των διαφοροποιημένων μεταλλοφόρων διαλυμάτων.

Όσον αφορά την προέλευση-γένεση των μεταλλοφοριών υπάρχουν άποιες εκφρασμένες απόψεις μόνο για το κοίτασμα Αγ. Φιλίππου όπως: Μαράτος 1961, οι Μαράτος & Ανδρονόπουλος 1965 χαρακτηρίζουν το οίτασμα σαν υδροθερμικής προέλευσης. Οι Κατριτζόγλου κ.αλ.1982 ναφέρουν απλώς "οτι υπάγεται στην Τριτογενή-μεταλλογενετική εποχή ή ανήκει στον φλεβικό τύπο μεταλλοφορίας σε τεκτονικές ζώνες". Οι Udin et Bornuat το 1980 αναφέρουν ότι η μεταλλοφορία της Κίρκης αρουσιάζει "περισσότερο ένα χαρακτήρα ηφαιστειογενή (volcanogene) αρα ηφαιστειοιζματογενή" Αντίθετα ο Καλογερόπουλος (1986) υπεραίνει ότι "η μεταλλοφορία της Κίρκης είναι το αποτέλεσμα της ειτουργίας ενός υδροθερμικού συστήματος μέσα σε ηφαιστειοιζματογενή σειρά και κατά συνέπεια θα πρέπει να αναμένεται ο εντοπισμός των συμπαγών σωμάτων θειούχου μεταλλοφορίας ασικών μετάλλων μέσα σε χαρακτηριστικούς στρωματογραφικούς ρίζοντες". Οι Vavelidis et al. (1989) συνδέουν τα υδροθερμικά αλύματα με την όξινη ηφαιστειότητα ή ακόμα και με μια υποθαλάσσια μαγματική δράση. Οι Michael et al. (1989) πιστεύουν ότι οι Ξενίστες αίνονται σαν άπιδανοι τροφοδότες των στοιχείων της μεταλλοφορίας αι κλίνουν προς την παρουσία μιας υδροθερμικής πηγής στο βάθος του γ. Φιλίππου, ίσως και μέσα στο υπόβαθρο.

Οι μικροσκοπικές παρατηρήσεις μας συγκλίνουν περισσότερο στην ποψη των Udin et Bornuat (1980), οτι δηλαδή πρόκειται για μεταλλοφορία άμεσα συνδεδεμένης με μαγματική δράση, με πολλές φάξεις μεταλλικού υλικού, το οποίο αποτέθηκε σε περιβάλλον με ντονες κατά περιόδους τεκτονικές κινήσεις (κατακλαστικός ιστός των εταλλικών).

Η σειρά διαδοχής των μεταλλικών ορυκτών οδήγησε στο συμπέρασμα τι αυτά πρέπει να δημιουργήθηκαν σε 4 περίπου διαδοχικά στάδια:

α) Ένα αρχικό στάδιο με απόθεση χαλαζία, σιδηροπυρίτη, ιμουθινίτη, σταννίτη (Fe-Bi-Sn).

β) Ένα δεύτερο στάδιο, που αντιπροσωπεύει και την κατ' εξοχήν πολυμεταλλική απόθεση, απο σφαλερίτη κερκίιτη, κεστερίτη, βικλοντίτη, κοζαλίτη, Βι-ιορδανίτη (Zn-As-Bi-Pb-Sn). Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται απο την απουσία Fe και την υψηλή αναλογία S, απαραίτητες προϋποθέσεις για την δημιουργία αρσενικούχων θειοαλάτων αντί του αρσενοπυρίτη), όταν το As είναι διαθέσιμο.

γ) Ένα τρίτο στάδιο με απόθεση τενναντίτη, γαληνίτη ορδανίτη, χαλκοπυρίτη που χαρακτηρίζεται απο μια μικρή άνοδο της Fe (Pb-As-Cu-Fe)

δ) Ένα τελικό στάδιο χαμηλής θερμοκρασίας, με απόθεση βουρτσίτη, αρκασίτη και μικρής κρυσταλλικότητας-κολλοειδών ορυκτών όπως κολοειδής σιδηροπυρίτης, σφαλερίτης, γαληνίτης (Zn - Fe - Pb).

Στο μέταλλευμα του Αγ. Φιλίππου ακολουθείται αρκετά πιστά η παραπάνω διαδοχή των σταδίων απόθεσης, ενώ στο μέταλλευμα του Αχλά Ταρλά μόνο τα δύο πρώτα στάδια φαίνεται να έχουν πραγματοποιηθεί.

Cu και Sn. Η απουσία αυτή έχει σαν συνέπεια και την μη δημιουργία των σπάνιων και χαρακτηριστικών μεταλλικών ορυκτών κίρκιιτη, λεβικλοντίτη, Bi-ιορδανίτη, που παρατηρούνται στον Αγ. Φίλιππο.

- Η μεταλλοφορία στο Αχλά Ταρλά παρουσιάζει εντονα κολλοειδή χαρακτηριστικά. Παρατηρούνται πολύ υψηλότερες περιεκτικότητες κολλοειδούς σιδηροπυρίτη-σφαλερίτη-γαληνίτη και βουρτσιτή-μαρκασίτη, απ' ότι στην μεταλλοφορία Αγ. Φιλίππου.

- Η μεταλλική παραγένεση, οι κατ' εξοχήν άφθονοι κολλοειδείς ιστοί, η απουσία Mn από το πλέγμα του σφαλερίτη στην θέση Αχλά Ταρλά, δείχνουν μία σαφώς χαμηλότερη θερμοκρασία σχηματισμού απ' ότι στην θέση Αγ. Φίλιππος.

Πιστεύεται ότι πρόκειται για την ίδια μεταλλοφορία στις δύο θέσεις και ότι αυτή στο Αχλά Ταρλά αποτελεί την τελευταία έκφραση των διαφοροποιημένων μεταλλοφόρων διαλυμάτων.

Όσον αφορά την προέλευση-γένεση των μεταλλοφοριών υπάρχουν κάποιες εκφρασμένες απόψεις μόνο για το κοίτασμα Αγ. Φιλίππου όπως: Ο Μαράτος 1961, οι Μαράτος & Ανδρονόπουλος 1965 χαρακτηρίζουν το κοίτασμα σαν υδροθερμικής προέλευσης. Οι Κατριτζόγλου κ.αλ.1982 αναφέρουν απλώς "οτι υπάγεται στην Τριτογενή-μεταλλογενετική εποχή και ανήκει στον φλεβικό τύπο μεταλλοφορίας σε τεκτονικές ζώνες". Οι Oudin et Bornuat το 1980 αναφέρουν οτι η μεταλλοφορία της Κίρκης παρουσιάζει "περισσότερο ένα χαρακτήρα ηφαιστειογενή (volcanogene) παρα ηφαιστειοζηματογενή" Αντίθετα ο Καλογερόπουλος (1986) συμπεραίνει οτι "η μεταλλοφορία της Κίρκης είναι το αποτέλεσμα της λειτουργίας ενός υδροθερμικού συστήματος μέσα σε ηφαιστειοζηματογενή σειρά και κατά συνέπεια θα πρέπει να αναμένεται ο εντοπισμός των συμπαγών σωμάτων θειούχου μεταλλοφορίας βασικών μετάλλων μέσα σε χαρακτηριστικούς στρωματογραφικούς ορίζοντες". Οι Vavelidis et al. (1989) συνδέουν τα υδροθερμικά διαλύματα με την όξινη ηφαιστειότητα ή ακόμα και με μια υποθαλάσσια μαγματική δράση. Οι Michael et al. (1989) πιστεύουν οτι οι ξενιστές φαίνονται σαν απίθανοι τροφοδότες των στοιχείων της μεταλλοφορίας και κλίνουν προς την παρουσία μιας υδροθερμικής πηγής στο βάθος του Αγ. Φιλίππου, ίσως και μέσα στο υπόβαθρο.

Οι μικροσκοπικές παρατηρήσεις μας συγκλίνουν περισσότερο στην άποψη των Oudin et Bornuat (1980), οτι δηλαδή πρόκειται για μεταλλοφορία άμεσα συνδεδεμένης με μαγματική δράση, με πολλές αφίξεις μεταλλικού υλικού, το οποίο αποτέθηκε σε περιβάλλον με έντονες κατά περιόδους τεκτονικές κινήσεις (κατακλαστικός ιστός των μεταλλικών).

Η σειρά διαδοχής των μεταλλικών ορυκτών οδήγησε στο συμπέρασμα οτι αυτά πρέπει να δημιουργήθηκαν σε 4 περίπου διαδοχικά στάδια:

α) Ένα αρχικό στάδιο με απόθεση χαλαζία, σιδηροπυρίτη, βισμούθινίτη, σταννίτη (Fe-Bi-Sn).

β) Ένα δεύτερο στάδιο, που αντιπροσωπεύει και την κατ' εξοχήν πολυμεταλλική απόθεση, απο σφαλερίτη κίρκιιτη, κεστερίτη, λεβικλοντίτη, κοζαλίτη, Bi-ιορδανίτη (Zn-As-Bi-Pb-Sn). Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται απο την απουσία Fe και την ηυξημένη αναλογία S, απαραίτητες προϋποθέσεις για την δημιουργία αρσενικούχων θειοαλάτων (αντί του αρσеноπυρίτη), όταν το As είναι διαθέσιμο.

γ) Ένα τρίτο στάδιο με απόθεση τενναντίτη, γαληνίτη ιορδανίτη, χαλκοπυρίτη που χαρακτηρίζεται απο μια μικρή άνοδο της aFe (Pb-As-Cu-Fe)

δ) Ένα τελικό στάδιο χαμηλής θερμοκρασίας, με απόθεση βουρτσιτή, μαρκασίτη και μικρής κρυσταλλικότητας-κολλοειδών ορυκτών όπως κολλοειδής σιδηροπυρίτης, σφαλερίτης, γαληνίτης (Zn - Fe - Pb).

Στο μέταλλευμα του Αγ. Φιλίππου ακολουθείται αρκετά πιστά η παραπάνω διαδοχή των σταδίων απόθεσης, ενώ στο μέταλλευμα του Αχλά Ταρλά μόνο τα δύο τελευταία στάδια φαίνονται να εκπροσωπούνται.

Σύμφωνα δε με τα παραπάνω λεχθέντα, η θερμοκρασία της μεταλλοφορίας στον Αγ. Φίλιππο υπήρξε προφανώς αρκετά υψηλότερη αυτής του Αχλά Ταρλά. Η παραπάνω διαπίστωση καθώς και η παρατήρηση ότι τα ορυκτά υψηλότερων θερμοκρασιών (αρσενικούχα-βισμούθινούχα θειοάλατα) βρέθηκαν μόνο σε δείγματα γεωτρήσεων, οδηγούν στην υπόθεση ότι μάλλον υπάρχει μία κατακόρυφη και οριζόντια ζώνωση.

Η παντελής έλλειψη Bi, Sn καθώς και η αισθητή πτώση της θερμοκρασίας που εκφράζεται με τους κολλοειδούς ιστούς της μεταλλοφορίας, κάνουν το Αχλά Ταρλά να φαίνεται ο αποδέκτης των τελευταίων διαφοροποιημένων διαλυμάτων.

Γενικά η μεταλλοφορία αυτή της Κίρκης είναι πολύ ασυνήθιστη. Το ασυνήθιστο είναι ότι περιέχει θειοάλατα που συνδυάζουν στο πλέγμα τους Bi και As χωρίς την παρουσία Sb (όπως κίρκιιτης, λεβικκλοντίτης, Bi-ιорδανίτης). Άλλο ασυνήθιστο γεγονός είναι ότι το άφθονο σχετικά As δεν εκφράζεται με την μορφή αρσενοπυρίτη, αλλά αυτό ενσωματώνεται στα παραπάνω θειοάλατα για την δημιουργία των οποίων απαιτείται χαμηλότερη θερμοκρασία απ αυτήν του αρσενοπυρίτη και κυρίως υψηλότερη FeS_2 . Η υψηλή FeS_2 μπορεί να οφείλεται τόσο σ'αυτα καθ'αυτα τα μεταλλοφόρα διαλύματα όσο και στην επιδραση των ξενιστών πετρωμάτων πάνω σ' αυτά: πετρώματα με υψηλό ποσοστό σιδηροπυρίτη, προϋπάρχουσα μεταλλοφορία πλούσια σε S, ή ακόμη έντονα αναγωγικό περιβάλλον που ευνοεί την αύξηση του S (π.χ. γραφιτικά πετρώματα).

Λόγω της σπανιότητας αυτού του είδους της μεταλλοφορίας δεν υπάρχουν σαφείς βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την αρχική θερμοκρασία σχηματισμού. Ο Καλογερόπουλος (1986) για τον Αγ. Φίλιππο δίνει θερμοκρασίες 300° C, ενώ ο Michael et al. 1989 δίνουν σαν ανώτερη θερμοκρασία 280° C. περίπου.

Στο διάγραμμα του συστήματος $PbS-Bi_2S_3-As_2S_3$ που μελετήθηκε πειραματικά απο τους WALIA και CHANG 1973 (αναφορά στον Moelo et al. 1985) φαίνεται ότι η παραγένεση κίρκιιτης - Bi-ιорδανίτης κοζαλίτης-βισμούθινίτης είναι σε ισορροπία στους 400° C (Σχ.Γ) Αν η θερμοκρασία αυτή αποτελεί ένα ανώτερο όριο, τότε θα πρέπει αργότερα να έπεσε αισθητά, κυρίως στο στάδιο δημιουργίας του βουρσίτη (<250° C) ιδιαίτερα στο Αχλά Ταρλά. Τα διαλύματα λοιπόν φαίνεται να ακολούθησαν πορεία απο Β προς Ν, αφού πρώτα απέθεσαν το μεταλλικό περιεχόμενο τους στην θέση Αγ. Φίλιππος. Τα στοιχεία Bi, Sn στον Αγ. Φίλιππο θα μπορούσαν να αποδοθούν στην παρουσία των άφθονων οξίνων πλουτωνιτών - υποψιαστικιών της περιοχής.

Στο παρελθόν, όπως αναφέρθηκε, το μέταλλευμα της Κίρκης παρουσίασε πολλά προβλήματα στον εμπλουτισμό με επίπλευση. Ήταν πολύ δύσκολη η λήψη ικανοποιητικού συμπυκνώματος μολύβδου χωρίς αρσενικό, αφού όπως ειπώθηκε, μεγάλο μέρος του Pb μαζί το As συμμετέχει στη δημιουργία ιδιορρυθμων θειοαλάτων. Το μέταλλευμα παρ' όλα αυτά, επειδή παρουσιάζει μεγάλη διαφοροποίηση στην σύσταση του συναρτίζει του βάθους, θα πρέπει να ερευνηθεί και γι' άλλα χρήσιμα στοιχεία. Ηδη πρόσφατα ο Moelo (1990) βρίσκει κάποιες γεωχημικές ομοιότητες μεταξύ της μεταλλοφορίας της Κίρκης και της κασιτεριούχου μεταλλοφορίας της Βολιβίας. Η παρουσία δύο ορυκτών του κασιτέρου στην μεταλλοφορία της Κίρκης, του καστερίτη και του λεβικκλοντίτη με 27% και 19% Sn αντίστοιχα στο πλέγμα τους, ενισχύει την παραπάνω παρατήρηση.

Σύμφωνα δε με τα παραπάνω λεχθέντα, η θερμοκρασία της μεταλλοφορίας στον Αγ. Φίλιππο υπήρξε προφανώς αρκετά υψηλότερη αυτής του Αχλά Ταρλά. Η παραπάνω διαπίστωση καθώς και η παρατήρηση ότι τα ορυκτά υψηλότερων θερμοκρασιών (αρσενικούχα-βισμούθινούχα θειοάλατα) βρέθηκαν μόνο σε δείγματα γεωτρήσεων, οδηγούν στην υπόθεση ότι μάλλον υπάρχει μία κατακόρυφη και οριζόντια ζώνωση.

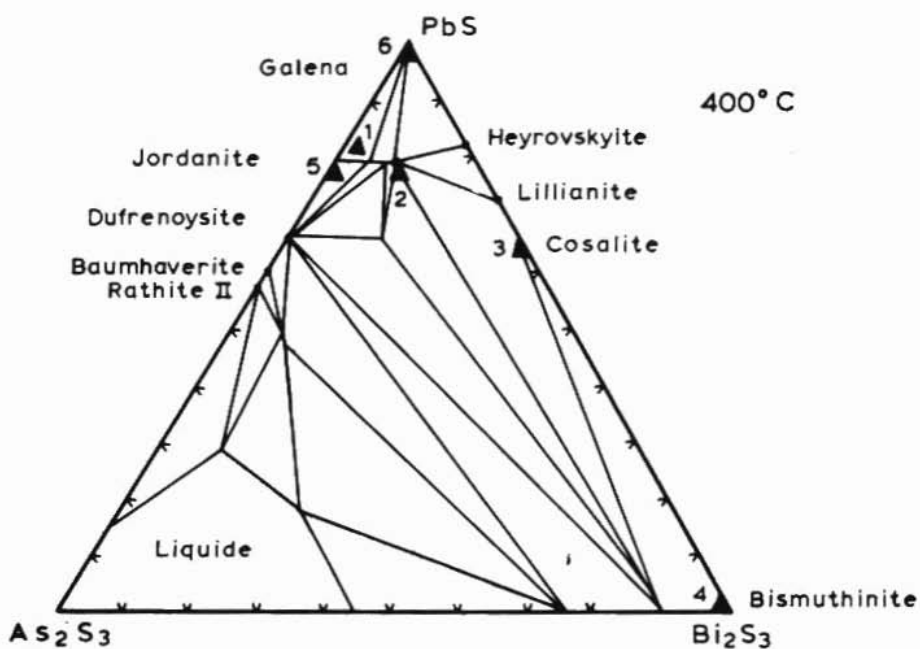
Η παντελής έλλειψη Bi, Sn καθώς και η αισθητή πτώση της θερμοκρασίας που εκφράζεται με τους κολλοειδούς ιστούς της μεταλλοφορίας, κάνουν το Αχλά Ταρλά να φαίνεται ο αποδέκτης των τελευταίων διαφοροποιημένων διαλυμάτων.

Γενικά η μεταλλοφορία αυτή της Κίρκης είναι πολύ ασυνήθιστη. Το ασυνήθιστο είναι ότι περιέχει θειοάλατα που συνδυάζουν στο πλέγμα τους Bi και As χωρίς την παρουσία Sb (όπως κερκιίτης, λεβικκλοντίτης, Bi-ιορδανίτης). Άλλο ασυνήθιστο γεγονός είναι ότι το άφθονο σχετικά As δεν εκφράζεται με την μορφή αρσενοπυρίτη, αλλά αυτό ενσωματώνεται στα παραπάνω θειοάλατα για την δημιουργία των οποίων απαιτείται χαμηλότερη θερμοκρασία απ αυτήν του αρσενοπυρίτη και κυρίως υψηλότερη fS. Η υψηλή fS μπορεί να οφείλεται τόσο σ'αυτά καθ'αυτά τα μεταλλοφόρα διαλύματα όσο και στην επίδραση των ξενιστών πετρωμάτων πάνω σ' αυτά: πετρώματα με υψηλό ποσοστό σιδηροπυρίτη, προϋπάρχουσα μεταλλοφορία πλούσια σε S, ή ακόμη έντονα αναγωγικό περιβάλλον που ευνοεί την αύξηση του S (π.χ. γραφιτικά πετρώματα).

Λόγω της σπανιότητας αυτού του είδους της μεταλλοφορίας δεν υπάρχουν σαφείς βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την αρχική θερμοκρασία σχηματισμού. Ο Καλογερόπουλος (1986) για τον Αγ. Φίλιππο δίνει θερμοκρασίες 300° C, ενώ ο Michael et al. 1989 δίνουν σαν ανώτερη θερμοκρασία 280°C, περίπου.

Στο διάγραμμα του συστήματος $PbS-Bi_2S_3-As_2S_3$ που μελετήθηκε πειραματικά από τους WALIA και CHANG 1973 (αναφορά στον Moelo et al. 1985) φαίνεται ότι η παραγένεση κερκιίτης - Bi-ιορδανίτης κοζαλίτης-βισμούθινίτης είναι σε ισορροπία στους 400°C (Σχ.Γ) Αν η θερμοκρασία αυτή αποτελεί ένα ανώτερο όριο, τότε θα πρέπει αργότερα να έπεσε αισθητά, κυρίως στο στάδιο δημιουργίας του βουρτσιίτη (<250°C) ιδιαίτερα στο Αχλά Ταρλά. Τα διαλύματα λοιπόν φαίνεται να ακολούθησαν πορεία από Β προς Ν, αφού πρώτα απέθεσαν το μεταλλικό περιεχόμενο τους στην θέση Αγ. Φίλιππος. Τα στοιχεία Bi, Sn στον Αγ. Φίλιππο θα μπορούσαν να αποδοθούν στην παρουσία των άφθονων όξινων πλουτωνιτών - υποφαιστειτών της περιοχής.

Στο παρελθόν, όπως αναφέρθηκε, το μέταλλευμα της Κίρκης παρουσίασε πολλά προβλήματα στον εμπλουτισμό με επίπλευση. Ήταν πολύ δύσκολη η λήψη ικανοποιητικού συμπυκνώματος μολύβδου χωρίς αρσενικό, αφού όπως ειπώθηκε, μεγάλο μέρος του Pb μαζί το As συμμετέχει στη δημιουργία ιδιόρρυθμων θειοαλάτων. Το μέταλλευμα παρ' όλα αυτά, επειδή παρουσιάζει μεγάλη διαφοροποίηση στην σύσταση του συναρτησει του βάθους, θα πρέπει να ερευνηθεί και γι' άλλα χρήσιμα στοιχεία. Ήδη πρόσφατα ο Møelo (1990) βρίσκει κάποιες γεωχημικές ομοιότητες μεταξύ της μεταλλοφορίας της Κίρκης και της κασιτεριούχου μεταλλοφορίας της Βολιβίας. Η παρουσία δύο ορυκτών του κασιτερίου στην μεταλλοφορία της Κίρκης, του καστερίτη και του λεβικκλοντίτη με 27% και 19% Sn αντίστοιχα στο πλέγμα τους, ενισχύει την παραπάνω παρατήρηση.



Σχ. Γ: Σύστημα $\text{PbS}-\text{Bi}_2\text{S}_3-\text{As}_2\text{S}_3$ στους 400°C
 κατά WALIA και CHANG, 1973.
 (▲ 1: Bi-jordanite 2: Kirkiite 3: Cosalite
 4: Bismuthinite 5: Jordanite 6: Galena).

Fig. Γ: $\text{PbS}-\text{Bi}_2\text{S}_3-\text{As}_2\text{S}_3$ system in 400°C after
 WALIA and CHANG, 1973.

Πίνακας 1. Μικροαναλύσεις σφαλερίτη

	Αγ. Φίλιππος				Αχλά Ταρλά	
	Μη σφαλερίτης					
	1	2	3	4	5	
Fe	0.07	0.13	-	-	-	1=Zn _{0.98} S _{1.02}
S	33.29	32.90	33.50	33.61	33.01	2=Zn _{0.99} S _{1.01}
Cu	0.28	0.27	-	0.33	0.86	3=Zn _{0.89} Mn _{0.11} S _{1.00}
Zn	65.51	65.58	60.20	57.22	65.93	4=Zn _{0.84} Mn _{0.15} S _{1.01}
Sn	0.06	0.06	-	-	-	5=Zn _{0.99} Cu _{0.01} S _{1.00}
Mn	-	-	6.40	8.25	-	
Cd	0.05	0.08	-	-	-	
	99.26	99.02	100.10	99.41	99.80	

Πίνακας 2. Μικροαναλύσεις βουρτσιίτη

	Αγ. Φίλιππος		Αχλά Ταρλά		
	1	2	3	4	
Fe	0.26	0.22	-	-	1=Zn _{0.99} S _{0.99}
S	32.52	32.92	32.99	32.83	2=Zn _{0.99} S _{1.01}
Cu	0.13	0.13	0.09	0.57	3=Zn _{0.99} S _{1.01}
Zn	66.19	66.40	66.86	66.62	4=Zn ₁ S _{1.00}
Mn	0.03	-	-	-	
Cd	-	0.13	0.12	-	
	99.13	99.80	100.06	100.02	

Πίνακας 3. Μικροαναλύσεις γαληνίτη

	Αγ. Φίλιππος		Αχλά Ταρλά		
	1	2	3		
Fe	0.04	0.07	0.05		1=Pb _{0.94} Sb _{0.01} As _{0.01} S _{1.04}
Cu	0.04	0.11	-		2=Pb _{0.95} As _{0.02} Sb _{0.01} S _{1.02}
Ag	-	0.06	-		3=Pb _{0.96} As _{0.03} S _{1.01}
Sb	0.45	0.17	0.21		
S	14.03	14.19	13.99		
Pb	85.20	84.68	84.96		
Bi	-	-	-		
As	0.14	0.66	0.89		
Mn	-	-	0.01		
	99.90	99.94	100.11		

Πίνακας 1. Μικροαναλύσεις σφαλερίτη

	Αγ. Φίλιππος		Αχλά Ταρλά			
	Μη σφαλερίτης					
	1	2	3	4	5	
Fe	0.07	0.13	-	-	-	1=Zn _{0.98} S _{1.02}
S	33.29	32.90	33.50	33.61	33.01	2=Zn _{0.99} S _{1.01}
Cu	0.28	0.27	-	0.33	0.86	3=Zn _{0.99} Mn _{0.11} S
Zn	65.51	65.58	60.20	57.22	65.93	4=Zn _{0.84} Mn _{0.15} S
Sn	0.06	0.06	-	-	-	5=Zn _{0.99} Cu _{0.01} S
Mn	-	-	6.40	8.25	-	
Cd	0.05	0.08	-	-	-	
	99.26	99.02	100.10	99.41	99.80	

Πίνακας 2. Μικροαναλύσεις βουρτσιίτη

	Αγ. Φίλιππος		Αχλά Ταρλά		
	1	2	3	4	
Fe	0.26	0.22	-	-	1=Zn _{0.99} S _{0.99}
S	32.52	32.92	32.99	32.83	2=Zn _{0.99} S ₁
Cu	0.13	0.13	0.09	0.57	3=Zn _{0.99} S ₁
Zn	66.19	66.40	66.86	66.62	4=Zn ₁ S ₁
Mn	0.03	-	-	-	
Cd	-	0.13	0.12	-	
	99.13	99.80	100.06	100.02	

Πίνακας 3. Μικροαναλύσεις γαληνίτη

	Αγ. Φίλιππος		Αχλά Ταρλά		
	1	2	3		
Fe	0.04	0.07	0.05		1=Pb _{0.94} Sb _{0.01} As _{0.01} S ₁
Cu	0.04	0.11	-		2=Pb _{0.95} As _{0.02} Sb _{0.01} S ₁
Ag	-	0.06	-		3=Pb _{0.96} As _{0.03} S _{1.01}
Sb	0.45	0.17	0.21		
S	14.03	14.19	13.99		
Pb	85.20	84.68	84.96		
Bi	-	-	-		
As	0.14	0.66	0.89		
Mn	-	-	0.01		
	99.90	99.94	100.11		

Πίνακας 4. Μικροαναλύσεις κερκίιτη-βισμούθινίτη - κοζαλίτη Αγ. Φιλίππου

	Κερκίιτης		Κοζαλίτης		Βισμούθινίτης.	
	1	2*	3*	4*		
Fe	0.03	0.09	0.03	-	1=Pb _{10.35} Bi _{2.54} Sb _{0.18} As _{2.93} S ₁₉	
Cu	0.06	0.37	1.39	-	2=Pb _{10.36} Bi _{2.40} Sb _{0.11} (Cu _{0.2} Fe _{0.05}	
S ₁₉						
Zn	-	0.07	-	-	3=Pb _{11.83} Bi _{2.01} Cu _{0.21} S ₅	
Ag	-	-	0.36	-	4=Bi _{1.98} (Sb _{0.04})S ₃	
Sn	-	0.16	-	-		
Sb	0.69	0.38	0.91	0.99		
S	17.30	17.40	16.17	18.71		
Pb	60.90	61.30	38.30	0.30		
Bi	15.06	14.31	42.55	80.30		
As	6.22	5.85	0.43			
	100.26	99.93	100.14	100.30		

Πίνακας 5. Μικροαναλύσεις Bi-ιορδανίτη και ιορδανίτη

	Αγ. Φίλιππος		Αχλά Ταρλά		
	1	2	3		
Fe	-	0.03	0.06		1=Pb _{13.94} Bi _{0.64} As _{4.77} S ₂₃
Cu	-	-	-		2=Pb _{14.44} As _{4.83} (Fe _{0.02} Sn _{0.06})S ₂₃
Zn	-	-	0.19		3=Pb _{14.41} As _{5.04} (Fe _{0.04} Sn _{0.12})S ₂₃
Sn	0.05	0.19	0.16		
Sb	-	0.31	-		
S	17.84	17.83	17.83		
Pb	69.85	72.35	72.20		
Bi	3.22	-	-		
As	8.65	8.74	9.14		
	99.61	99.45	99.55		

Πίνακας 6. Μικροαναλύσεις εναργίτη-λουζονίτη-κεστερίτη Αγ. Φιλίππου

	Εναργίτης		Λουζονίτης		Κεστερίτης	
	1	2	3	4		
Fe	-	-	0.09	0.07	1=Cu _{3.02} As _{0.94} Pb _{0.04} S ₄	
S	32.13	30.52	30.05	29.50	2=Cu _{3.15} As _{1.02} Pb _{0.04} Sb _{0.01} S ₄	
Cu	48.10	47.53	28.00	27.08	3=Cu _{1.88} Zn _{1.07} Sn _{0.91} S ₄	
As	17.64	17.60	-	-	4=Cu _{1.85} Zn _{0.99} Sn _{1.04} S ₄	
Pb	2.25	2.36	-	-		
Sb	-	2.15	-	-		
Zn	-	-	16.43	14.93		
Sn	-	-	25.38	28.58		
Cd	-	-	0.06	0.05		
	100.12	100.16	100.01	100.21		

ΠΙΝΑΚΑΣ 7. " ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΩΝ ΑΓ.ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΚΑΙ ΑΧΛΑ ΤΑΡΛΑ "

Μεταλλείο "ΑΓ. ΦΙΛΙΠΠΟΣ"

ΑΧΛΑ ΤΑΡΛΑ

Μεταλλικά ορυκτά (+)

Κύρια Δευτ. Επουσ.

Μεταλλικά ορυκτά (χ)

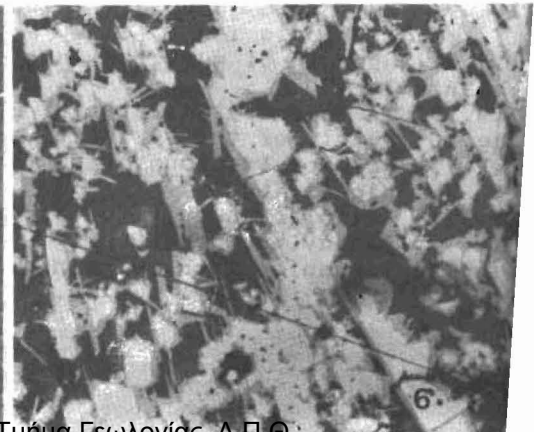
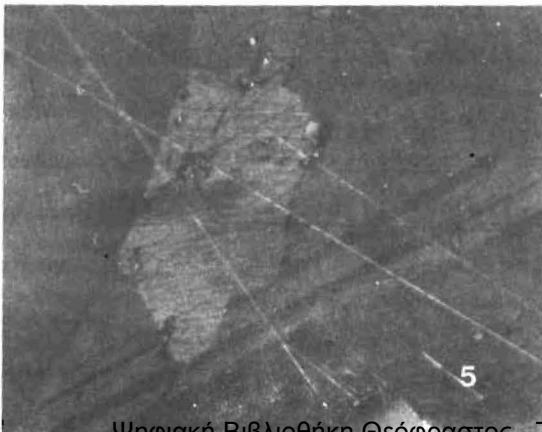
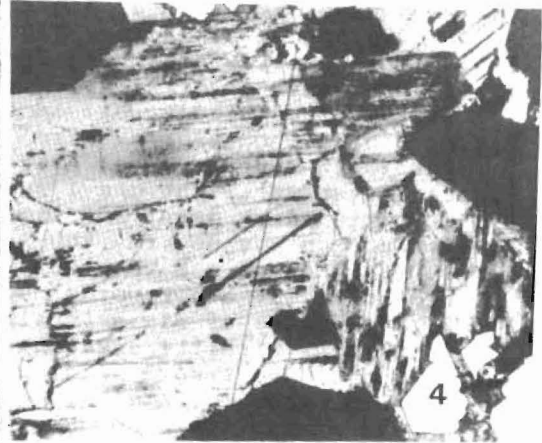
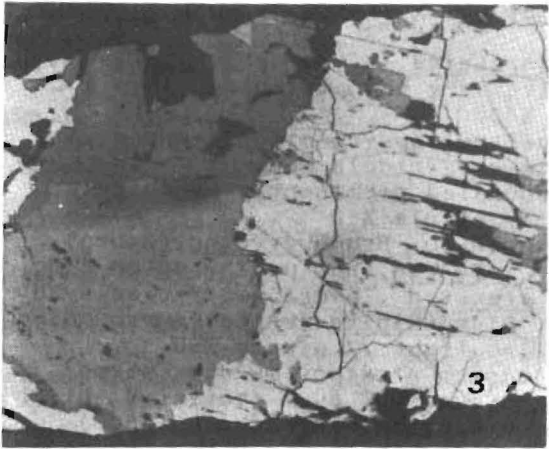
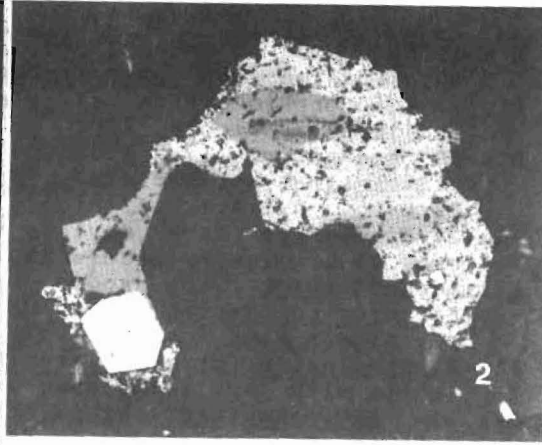
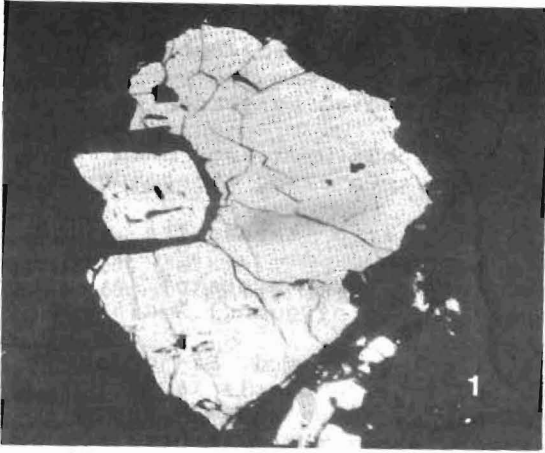
Σιδηροπυρίτης -1ης γενεάς ("α") -2ης γενεάς-κολλοειδής ("β")	+	x	Σιδηροπυρίτης -1ης γενεάς ("α") -2ης γενεάς-κολλοειδής
Σφαλερίτης	+x	x	Σφαλερίτης
Μη- Σφαλερίτης		+	-
Βουρσίτης	x+	+	Βουρσίτης
Γαληνίτης -1ης γενεάς ("α") -2ης γενεάς-κολλοειδής ("β")	+x		Γαληνίτης -1ης γενεάς ("α") -2ης γενεάς-κολλοειδής
	x	+	
Κιρκίτης $Pb_{10}Bi_3As_3S_{19}$	+		-
Ιορδανίτης $Pb_{14}As_6S_{23}$	+x		Ιορδανίτης
Βι-ιορδανίτης $Pb_{14}(BiAs)_6S_{23}$	+		-
Τενναντίτης $Cu_{12}As_4S_{13}$	+	+x	Τενναντίτης
Κεστερίτης Cu_7ZnSnS_4	+		-
Βιομουθινίτης Bi_2S_3		+	-
Κοζαλίτης $Pb_7Bi_2S_5$		+	-
Μαρκασίτης		+x	Μαρκασίτης
Χαλκοπυρίτης		+	x
Εναργίτης Cu_3AsS_4			+
Λουζονίτης Cu_3AsS_4			+
Σελιγμαννίτης $CuPbAsS_3$			+
Αρσеноπυρίτης			+
Σταννίτης			+
Βορνίτης			+
Βουρνονίτης			+
Κοβελλίνης			+
Λεβικλονίτης $Pb_{19}Bi_3Cu_3(BiSb)_3S_{29}$			

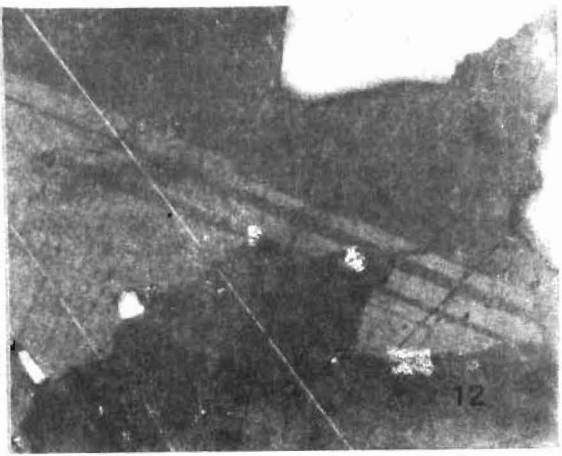
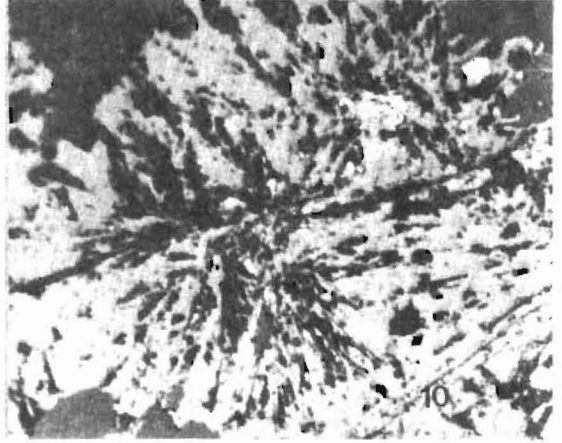
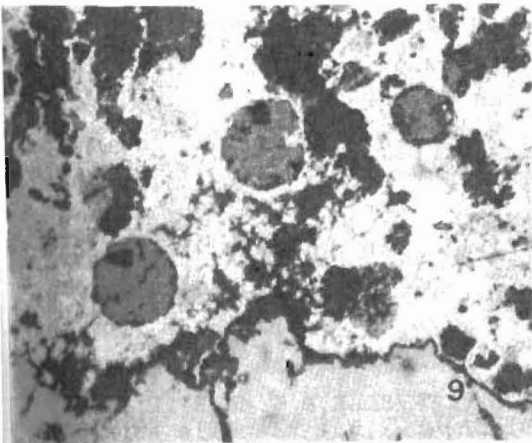
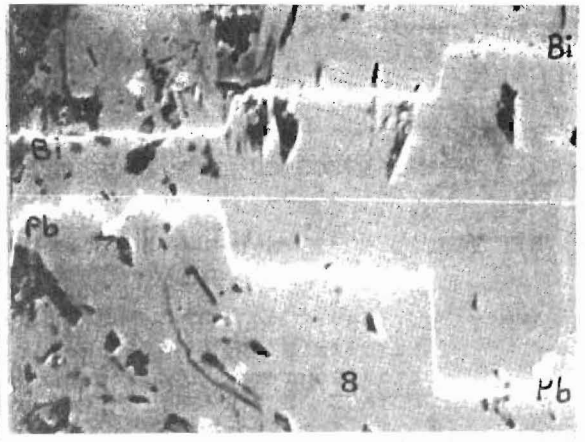
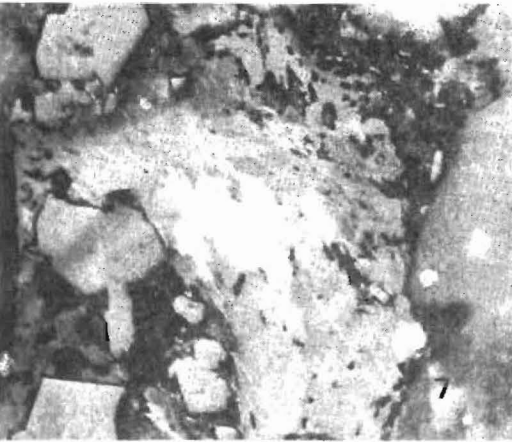
EΙΚΟΝΕΣ - FIGURES

- Εικ.1: Ιδιομορφος κρύσταλλος γαληνίτη περιβαλλόμενος από κατακερματισμένο ιορδανίτη. Ανακλ.φώς // nicols, X30
 Fig.1: Idiomorphic crystal of galena surrounded by jordanite. Inc.light, // nicols, X30
- Εικ.2: Σφαλερίτης (γκρί σκούρο) σαν υπολειμματικός μέσα στον τενναντίτη (γκρί ανοικτό). Ιδιομορφος κρύσταλλος σιδηροπυρίτη (λευκός). Ανακλ.φως, // nicols X30
 Fig.2: Sphalerite (dark grey) as residual into tennantite (light grey.) Inc. ligh, // nicols X30
- Εικ.3: Σφαλερίτης (γκρί σκούρο), κεστερίτης (γκρί ανοικτό) και Bi-ούχος ιορδανίτης (λευκό με παράλληλους σχισμούς). Ανακλ.φως //, nicols X60
 Fig.3: Sphalerite (grey), kesterite (light grey) and Bi-jordanite (white with parallel cleavages). Inc.light, // nicols X60
- Εικ.4: Bi-ιορδανίτης ισχυρά εξαλλοιωμένος παράλληλα προς τις διδυμίες του, σε κολλοειδή γαληνίτη. Ανακλ.φως, // nocols X60
 Fig.4: Bi-jordanite storgly altered parallelly to the its twinning in colloidal galena. Inc.light // nicols X60
- Εικ.5: Παχιές πολυδιδυμίες Bi-ιορδανίτη. Στο κέντρο της εικόνας κρύσταλλος κιρκίιτη με λεπτές διδυμίες. Ανακλ.φως, ημιδιασταυρωμένα πρίσματα, Ελαιοκ. X500
 Fig.5: Thick multipletwinning Bi-jordanite. In the centre of the figure, crystal of kirkiite with very thin twinning. Inc.light semi-crossed nicols, oil imm. X500
- Εικ.6: Κεστερίτης (γκρί ανοικτό) περιβαλλόμενος σταθερά από ινώδη βουρσίτη (γκρί σκούρο) Ανακλ.φώς // nicols X60
 Fig.6: Kesterite (light grey) surrounded permanently by acicular wurtzite (dark grey). Inc.light, // nicols X60
- Εικ.7: Συσσωμάτωμα ορυκτών του βισμούθιου. Βισμούθινίτης (λευκό) περιβαλλόμενος από κρυστάλλους κοζαλίτη, που με την σειρά τους περιβάλλονται από κρυστάλλους κιρκίιτη. Ανακλ.φώς, // nicols X60
 Fig.7: Aggregates of Bi- crystals. Bismuthinite (white) surrounded in turn by kirkiite crystals. Inc.light // nicols X60
- Εικ.8: Η παραπάνω εικόνα μετά από σάρωση ηλεκτρονίων στον μικρο-αναλυτή, όπου φαίνεται σαφώς η σχέση των δύο στοιχείων Bi-Pb από το κέντρο του συσσωματώματος προς την περιφέρεια (X800)
 Fig.8: The above figure after scanning electrons, where the relationship of both elements Bi-Pb can be clearly seen from the centre towards the margin (X800)
- Εικ.9: Σφαιρίδια βουρσίτη μέσα σε κολλοειδή σιδηροπυρίτη. Ανακλ. φώς // nicols X30
 Fig.9: Spheroid of wurtzite into colloidal pyrite . Inc. light, // nicols X30
- Εικ.10: Λεπτομέρεια "σφαιριδίου" βουρσίτη. Ανακλ.φως //, nicols X100
 Fig.10: Detail of the wurtzite spheroid. Inc.light // nicols X100
- Εικ.11: Βελονοειδής βουρσίτης πάνω σε ιορδανίτη. Ανακλ. φώς //, nicols X60
 Fig.11: Acicular wurtzite on jordanite. Inc.light, // nicols X60
- Εικ.12: Ιορδανίτης με διδυμίες. Ανακλ. φως // nicols X500
 Fig.12: Iordanite with twinning. Inc.light, // nicols X500

EΙΚΟΝΕΣ - FIGURES

- Εικ.1: Ιδιομορφος κρύσταλλος γαληνίτη περιβαλλόμενος από κατακερματισμένο ιορδανίτη. Ανακλ. φώς // nicols, X30
Fig.1: Idiomorphic crystal of galena surrounded by jordanite. Inc. light, // nicols, X30
- Εικ.2: Σφαλερίτης (γκρί σκούρο) σαν υπολειμματικός μέσα στον τενναντίτη (γκρί ανοικτό). Ιδιομορφος κρύσταλλος σιδηροπυρίτη (λευκός). Ανακλ. φώς, // nicols X30
Fig.2: Sphalerite (dark grey) as residual into tennantite (light grey.) Inc. light, // nicols X30
- Εικ.3: Σφαλερίτης (γκρί σκούρο), κεστερίτης (γκρί ανοικτό) και Βι-ούχος ιορδανίτης (λευκό με παράλληλους σχισμούς). Ανακλ. φώς //, nicols X60
Fig.3: Sphalerite (grey), kesterite (light grey) and Bi-jordanite (white with parallel cleavages). Inc. light, // nicols X60
- Εικ.4: Βι-ιορδανίτης ισχυρά εξαλλοιωμένος παράλληλα προς τις διδυμίες του, σε κολλοειδή γαληνίτη. Ανακλ. φώς, // nicols X60
Fig.4: Bi-jordanite strongly altered parallelly to the its twinning in colloidal galena. Inc. light // nicols X60
- Εικ.5: Παχιές πολυδιδυμίες Βι-ιορδανίτη. Στο κέντρο της εικόνας κρύσταλλος κερκιίτη με λεπτές διδυμίες. Ανακλ. φώς, ημιδιασταυρωμένα πρίσματα, Ελαϊοκ. X500
Fig.5: Thick multipletwinning Bi-jordanite. In the centre of the figure, crystal of kirkiite with very thin twinning. Inc. light semi-crossed nicols, oil imm. X500
- Εικ.6: Κεστερίτης (γκρί ανοικτό) περιβαλλόμενος σταθερά από ινώδη βουρτσιίτη (γκρί σκούρο) Ανακλ. φώς // nicols X60
Fig.6: Kesterite (light grey) surrounded permanently by acicular wurtzite (dark grey). Inc. light, // nicols X60
- Εικ.7: Συσσωμάτωμα ορυκτών του βισμούθιου. Βισμούθινίτης (λευκό) περιβαλλόμενος από κρυστάλλους κοζαλίτη, που με την σειρά τους περιβάλλονται από κρυστάλλους κερκιίτη. Ανακλ. φώς, // nicols X60
Fig.7: Aggregates of Bi- crystals. Bismuthinite (white) surrounded in turn by kirkiite crystals. Inc. light // nicols X60
- Εικ.8: Η παραπάνω εικόνα μετά από σάρωση ηλεκτρονίων στον μικροαναλυτή, όπου φαίνεται σαφώς η σχέση των δύο στοιχείων Βι-Pb από το κέντρο του συσσωματώματος προς την περιφέρεια (X800)
Fig.8: The above figure after scanning electrons, where the relationship of both elements Bi-Pb can be clearly seen from the centre towards the margin (X800)
- Εικ.9: Σφαιρίδια βουρτσιίτη μέσα σε κολλοειδή σιδηροπυρίτη. Ανακλ. φώς // nicols X30
Fig.9: Spheroid of wurtzite into colloidal pyrite. Inc. light, // nicols X30
- Εικ.10: Λεπτομέρεια "σφαιριδίου" βουρτσιίτη. Ανακλ. φώς //, nicols X100
Fig.10: Detail of the wurtzite spheroid. Inc. light // nicols X100
- Εικ.11: Βελονοειδής βουρτσιίτης πάνω σε ιορδανίτη. Ανακλ. φώς //, nicols X60
Fig.11: Acicular wurtzite on jordanite. Inc. light, // nicols X60
- Εικ.12: Ιορδανίτης με διδυμίες. Ανακλ. φώς // nicols X500
Fig.12: Iordanite with twinning. Inc. light, // nicols X500





BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ARVANITIDIS, N., CONSTANTINIDES, D., (1989). Base and precious metal sulphide mineralization of the Greek Rhodope massif. Geol. Rhod. V.1, 298-305.
- ASHWORTH, K., BILLET, M., CONSTANTINIDES, D., DEMETRIADES, A., KATIRTZOGLU, C., MICHAEL, C., (1985-1987). Base Metal Mineralization in the Evros region N.E. Greece. SGA Special. Vol. 6, 105-118 και αδημ. έκθ. ΙΓΜΕ, 1-18.
- BITZIOS, D. (1973). Geologie et metallogenie de la region de Kirki (Thrace occidentale-Grece) These de 3eme cycle Univ. Paris VI.
- ΛΗΜΟΥ, Ε. (1987). Ορυκτολογική σύσταση του μεταλλεύματος της Κίρκης (μεταλλείο Αγ. Φίλιππος). Συνέπειες στον εμπλουτισμό του μεταλλεύματος. Αδημ. έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, Σ. (1986). Υπόθεση για τον τύπο της μεταλλοφορίας Pb-Zn της Κίρκης, Νομού Έβρου. Γεωλ. και Γεωφ. Μελ. Τόμος εκτός σειράς, 151-160 ΙΓΜΕ Αθήνα
- ΚΑΤΙΡΤΖΟΓΛΟΥ, Κ., ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ, Δ., ΜΠΙΤΖΙΟΣ, Δ. (1982). Η σημασία του Δημοσίου Μεταλλείου Κίρκης στην αξιοποίηση των μεταλλοφόρων συγκεντρώσεων της ηφαιστειοϊζηματογενούς λεκάνης Κίρκης-Αισώμης-Βυρίνης. ΙΓΜΕ, έκθ. No 3634 Εάνθη
- ΜΑΡΑΤΟΣ, Γ. (1961). Ορυκτολογική ανάλυση μεταλλεύματος Κίρκης Αμπερντίβ, Κίγκ-Άρθρουρ κ.λ.π. (Άλεξανδρουπόλεως). Μεταλλογένεση. Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ. T.4 τεύχ 1, 273-184.
- ΜΑΡΑΤΟΣ, Γ. & ΑΝΔΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ, Β. (1965). Τα μεταλλεία Κίρκης. Γεωλογία - Κοιτασματολογία. Γεωλογικές αναγνωρίσεις. Δημοσίευτη έκθεση αρ.30 ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- MICHAEL, C., CONSTANTINIDES, D., ASHWORTH, K., PERDIKATIS, V., DEMETRIADES, A. (1989). The Kirki vein polymetallic mineralization, NE Greece. Geol. Rhod. V.1.
- MICHAILIDIS, K., FILIPPIDIS, A., VAVELIDIS, M., EVANGELOU, E. (1989). Chemical composition of some ore Minerals from the St. Philippos (Kirki) polymetallic deposit. Geol. Rhod. V.1, 389-394.
- MOELO, Y., MAKOVICKY, E., KARUP-MOLLER, S., CERVELLE, B. & MAURELC (1990). La levyclaudite, $Pb_8Sn-Cu_3(Bi, Sb)_3S_{28}$, une nouvelle espece a structure incommensurable, de la serie de la cylindrite, Europ. Jour. of Mineralogy no 5.
- MOELO, Y., OUDIN, E., MAKOVICKY, E., KARUP-MOLLER, S., PILLARD, F., BORNUAT, M. & EVANGHELOU, E. (1985). La kirkiite, $Pb_{10}Bi_3As_3S_{13}$, une nouvelle espece minerale homologue de la jordanite. Bull. Mineral, 108, 667-677.
- ΠΕΡΤΣΗΣ, Μ., ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Ι. (1954). Περί της παρουσίας του ορυκτού Βουρσίτου στα μικτά θειούχα Κίρκης. Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών T. 28, 406-408.
- SCOTT, S.D & BARNES, H.L. (1972). Sphalerite-wurtzite equilibria and stoichiometry. Geochimica et Cosmochimica Acta, V. 36, 1275-1295.
- THOUVENIN, J.M. (1983). Les mineralisations polymetallics a Zn-Pb-Cu-Ag de Huaron (Perou Central). These E.N.S.M.P.
- WUENSCH, B.J & BARTON, P.B. (1974). Sulfide mineralogy. Miner. Soc. America-Short Course Notes, V.1.
- ΟΥΔΙΝ, Ε. & ΒΟΡΝΟΥΑΤ, Μ. (1980). Les mineralisations et metaux de base de Thrace-Macedoine. Εσωτ. έκθεση BRGM SGN/GMX Note no 621, Orleans.
- VAVELIDIS, M., FILIPPIDIS, A., MICHAILIDIS, K., EVANGELOU, E. (1989) The polymetallic ore mineralization of the Kirki area, Alexandroupolis district, Northeast Greece Geol. Rhod. V.1, 350-365