

Πρακτικά		3ου Συνεδρίου		Μάϊος 1986	
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.		Αθήνα	
	XX/2	329-341			1988
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.		Athens	

ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΓΑΛΗΝΙΤΕΣ ΤΩΝ ΑΡΓΥΡΟΥΧΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ Pb-Zn ΤΗΣ ΣΙΦΝΟΥ (ΕΛΛΑΔΑ)*

Μ.Κ. ΒΑΒΕΛΙΔΗΣ**

ΣΥΝΟΨΗ *

Στην παρούσα εργασία ερευνήθηκε η χημική σύσταση του γαληνίτη στα αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn της Σίφνου. Ακόμη γίνεται σύγκριση με γαληνίτες άλλων ιζηματογενών κοιτασμάτων Pb-Zn. Από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων προκύπτει ότι ο γαληνίτης της Σίφνου έχει χημική σύσταση από τυπικό PbS μέχρι $Pb_{1,00}Sb_{0,01}Ag_{0,01}S$. Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Bi (0,0001%), Ag (0,04%) και Sb (0,04%) είναι πολύ χαμηλές. Οι σχετικά ψηλές περιεκτικότητες Ag και Sb σε ορισμένους γαληνίτες οφείλεται σε πολύ μικρά εγκλείσματα ορυκτών του Ag και Sb. Ακόμη η χημική του σύσταση παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με αυτή των χαμηλής θερμοκρασίας κοιτασμάτων Pb-Zn της Θάσου, του Bleiberg-Kreuth και των ΒΔ - Βαλκανίων. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας σε συσχέτισμό με τον ιζηματογενή χαρακτήρα των αργυρούχων κοιτασμάτων Pb-Zn της Σίφνου μας οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι ο γαληνίτης έχει σχηματισθεί κάτω από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας.

ABSTRACT

The chemistry of galena found in the Ag-containing lead-zinc ore deposits in Sifnos has been investigated. The content of trace elements in the galena from Sifnos is compared with the concentration of trace elements in galena from other sedimentary lead-zinc ore deposits. The galena found in Sifnos ore deposits shows a composition from pure PbS to $Pb_{1,00}Sb_{0,01}Ag_{0,01}S$. The relatively high contents of Ag and Sb in some galena are due to the presence of very small inclusions of Ag and Sb minerals. The content of Bi (0.0001%), Ag (0.04%) and Sb (0.04%) in the galena is generally very low, and is similar to that of galena from low temperature lead-zinc deposits of Thasos (Greece), Bleiberg-Kreuth and Northwestern Balkans. The observed composition of the galena and the sedimentary character of the Ag-containing lead-zinc ore deposits

* GEOCHEMISTRY OF TRACE ELEMENTS IN GALENAS FROM Ag-CONTAINING LEAD-ZINC ORE DEPOSITS IN SIFNOS (GREECE).

** Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

in Sifnos, suggest that the galena has been formed under low temperature conditions.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωλογική έρευνα στη Σίφνο άρχισε ήδη στον τελευταίο αιώνα με τους FIDLER (1841) και FULLON & GOLDSCHMIDT (1887). Η DAVIS (1966) χαρτογράφησε το νησί και πρότεινε μια στρωματογραφική υποδιαίρεση των πετρωμάτων. Έρευνες σχετικά με τα ψηλής πίεσης μεταμορφωμένα πετρώματα του νησιού έγιναν πρίν λίγα χρόνια από το Institut für Mineralogie und Petrographische Braunschweig, Δ. Γερμανίας. Από το 1975 μέχρι το 1982 έγιναν από το MAX-PLANCK Institut für Kernphysik, Heidelberg, Δ. Γερμανίας μια σειρά εργασιών, οι οποίες περιλαμβάνουν παράλληλα με τις αρχαιομεταλλουργικές έρευνες χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:10.000 του κεντρικού και Νοτιοανατολικού τμήματος του νησιού καθώς και την ορυκτολογική και κοιτασματολογική μελέτη των μεταλλευμάτων του νησιού.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των ιχνοστοιχείων στο γαληνίτη των καρστικής γένεσης αρχυρούχων κοιτασμάτων Pb-Zn της Σίφνου, για την επίλυση του προβλήματος της θερμοκρασίας σχηματισμού του, καθώς και η σύγκρισή του με γαληνίτη από άλλα ιζηματογενή κοιτάσματα Pb-Zn, τα οποία θεωρούνται ότι έχουν σχηματισθεί κάτω από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΙΦΝΟΥ

Η Σίφνος ανήκει γεωγραφικά στις Κυκλάδες και καταλαμβάνει μια επιφάνεια 73 τετρ. χιλμ. Γεωλογικά ανήκει το νησί στην Κατώτερη τεκτονική ενότητα της Αττικο-Κυκλαδικής μάζας. Σύμφωνα με τους DAVIS (1966) και OKRUSCH et al (1978) η Σίφνος αποτελείται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα, σχιστολίθους, και γνεύσιους, τα οποία καλύπτονται από αλλουβιακά και διλουβιακά ιζήματα. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα υποδιαιρούνται σε τέσσερεις σειρές:

1. Κατώτερη σειρά σχιστολίθων - γνευσίων στα ανατολικά και νοτιοανατολικά του νησιού.
2. Κατώτερο σύμπλεγμα μαρμάρων στο κεντρικό τμήμα, με μικρού πάχους ενστρώσεις σχιστολίθων.
3. Ανώτερη σειρά με ψηλής πίεσης πετρώματα (γλαυκοφανιτικούς σχιστολίθους κλπ.) στο βόρειο τμήμα.
4. Ανώτερο σύμπλεγμα μαρμάρων στο βόρειο τμήμα.

3. ΤΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΙΦΝΟΥ

Τα κοιτάσματα της Σίφνου υπήρξαν στην αρχαιότητα αντικείμενο σημαντικής μεταλλευτικής δραστηριότητας και εκμετάλλευσης, όπως αυτό τεκμηριώνεται με αρχαιομεταλλουργικές έρευνες (WAGNER & WEISGERBER, 1985).

Τα κοιτάσματα του νησιού συγκεντρώνονται σε δύο περιοχές (VAVELIDIS, et al 1982, 1985). Τα αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn απαντούν κατα μήκος μιας ζώνης στο κέντρο του νησιού και είναι γεωλογικά συνδεδεμένα με τον ανώτερο ορίζοντα μαρμάρου (M_2) της σειράς του κατώτερου συμπλέγματος μαρμάρου (Σχ. 1 και 2). Αντίθετα τα κοιτάσματα Au του νησιού βρίσκονται στο νοτιοανατολικό τμήμα αυτού και είναι στρωματογραφικά συνδεδεμένα με τον σχιστόλιθο (S_1) και τις εναλλαγές (SM_1) της κατώτερης σειράς σχιστολίθων γνευσίων (Σχ. 1 και 2).

Στη Σίφνο διακρίνουμε σύμφωνα με τους VAVELIDIS, et al (1982, 1985) κυρίως δύο τύπους μεταλλεύματος Au:

1. Στρωματοειδή μεταλλοφόρα σώματα.
2. Χαλαζιακές φλέβες.

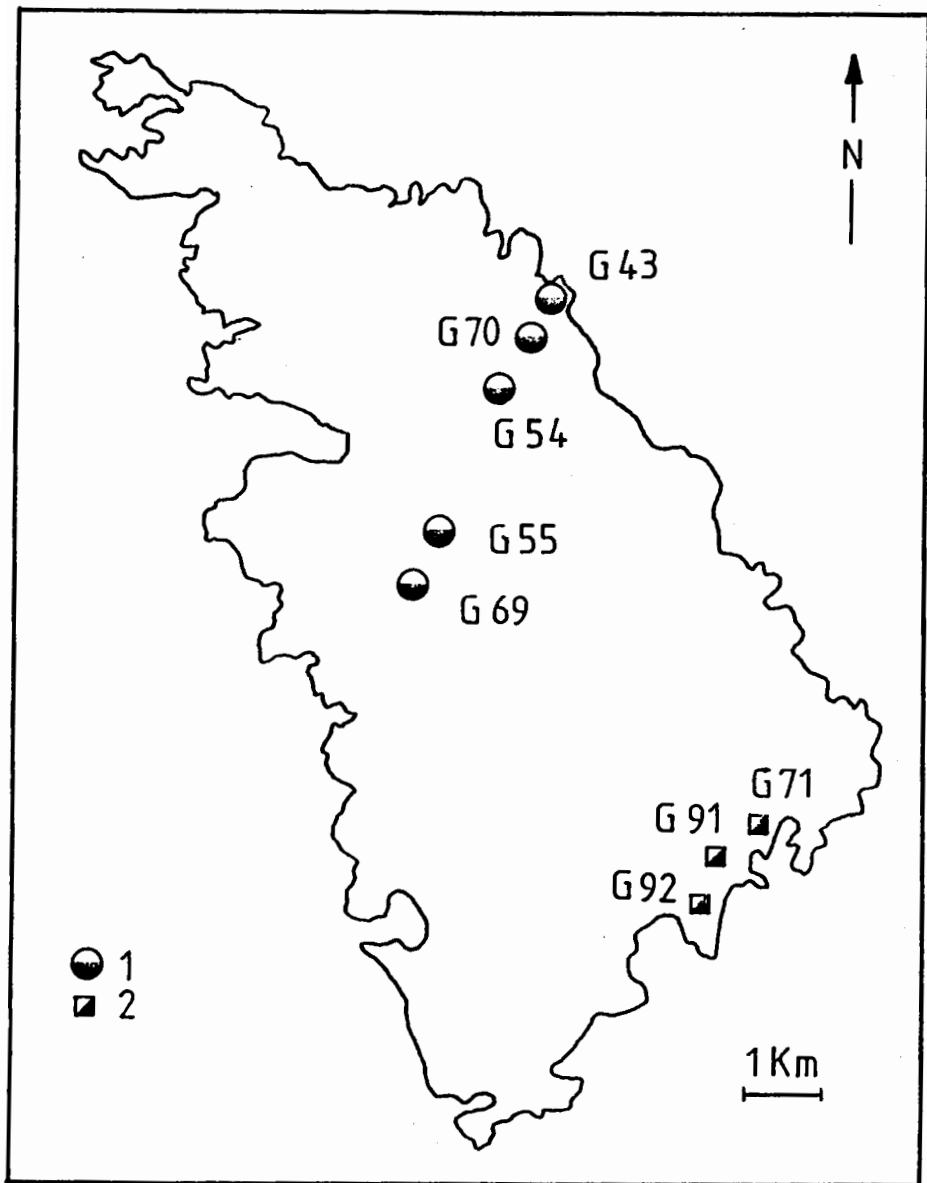
Η γεωμετρία, ο ιστός, η ορυκτολογική και χημική σύσταση του μεταλλεύματος καθώς και η ισοτοπική σύσταση Pb στα αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn του νησιού μιλούν για μια ενιαία γένεση αυτών στα πλαίσια διεργασιών καρστικοποίησης του πετρώματος (Φωτ. 1).

4. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΓΑΛΗΝΙΤΗ ΤΗΣ ΣΙΦΝΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΥΤΗΣ ΜΕ ΓΑΛΗΝΙΤΕΣ ΑΛΛΩΝ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ

Για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης του γαληνίτη των αργυρούχων κοιτασμάτων Pb-Zn της Σίφνου αναλύθηκαν με μικροαναλυτή (τύπου EIRL συνδεδεμένο με πρόγραμμα ZAF) 10 δείγματα και έγιναν 8 αναλύσεις σε κάθε δείγμα. Στον πίνακα 1 δίνονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων του γαληνίτη από τα αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn του νησιού.

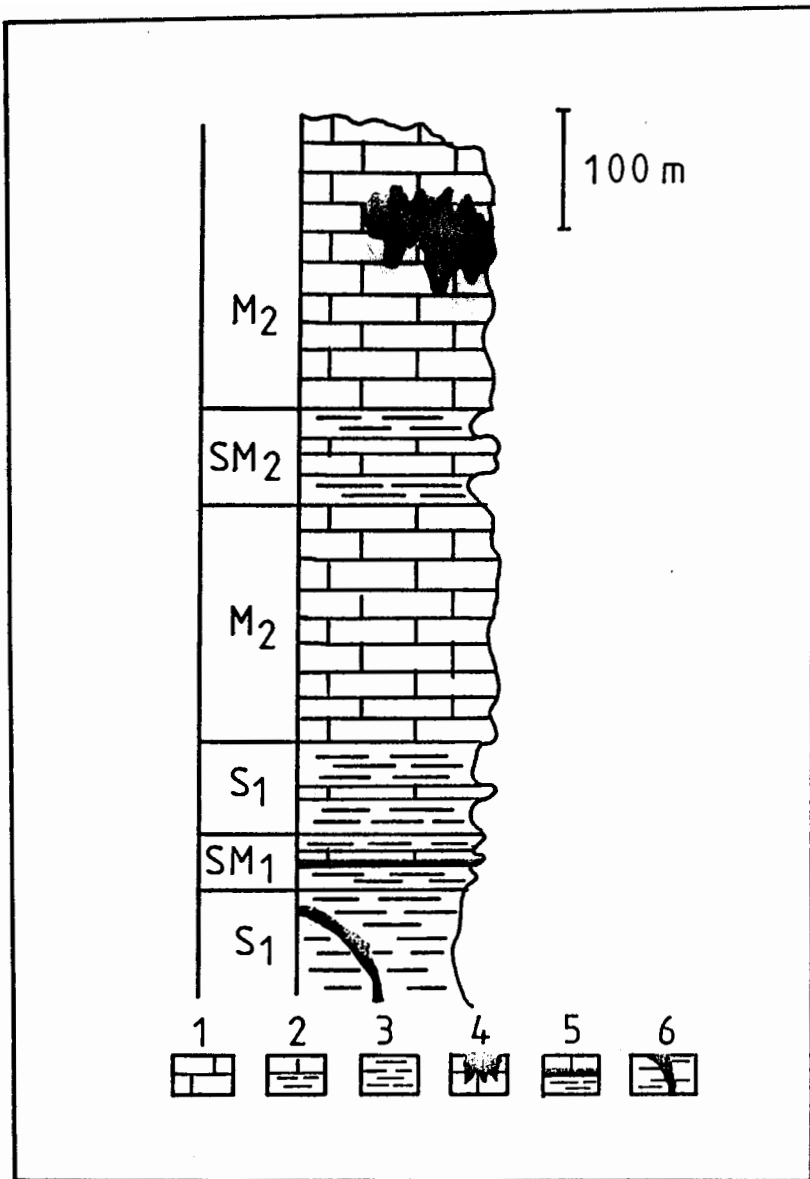
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας ο γαληνίτης έχει χημική σύσταση από τυπικό PbS μέχρι $Pb_{1,00}Sb_{0,01}Ag_{0,01}S$ (Πιν. 1).

Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Bi είναι πολύ χαμηλές, πάντα κάτω από όριο ανιχνευσιμότητας του μικροαναλυτή (bd). Αναλύσεις σε ολικό δείγμα μεταλλεύματος από τα αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn, με ενεργοποίηση νετρονίων έδωσαν περιεκτικότητες 0,8 ppm Bi (PERNICKA, 1986). Σύμφωνα με τον VAVELIDIS (1984) ο γαληνίτης των κοιτασμάτων Pb-Zn της Θάσου είναι σχεδόν ελεύθερος από Bi. Κατά μέσο όρο περιέχει 0,3 ppm (0,1-0,8 ppm) Bi. Στα κοιτάσματα Pb-Zn των ΒΔ-Βαλκανίων εντοπίσθηκε Bi από τον RÉNITSCII (1963) μόνο σε ορισμένες πε-



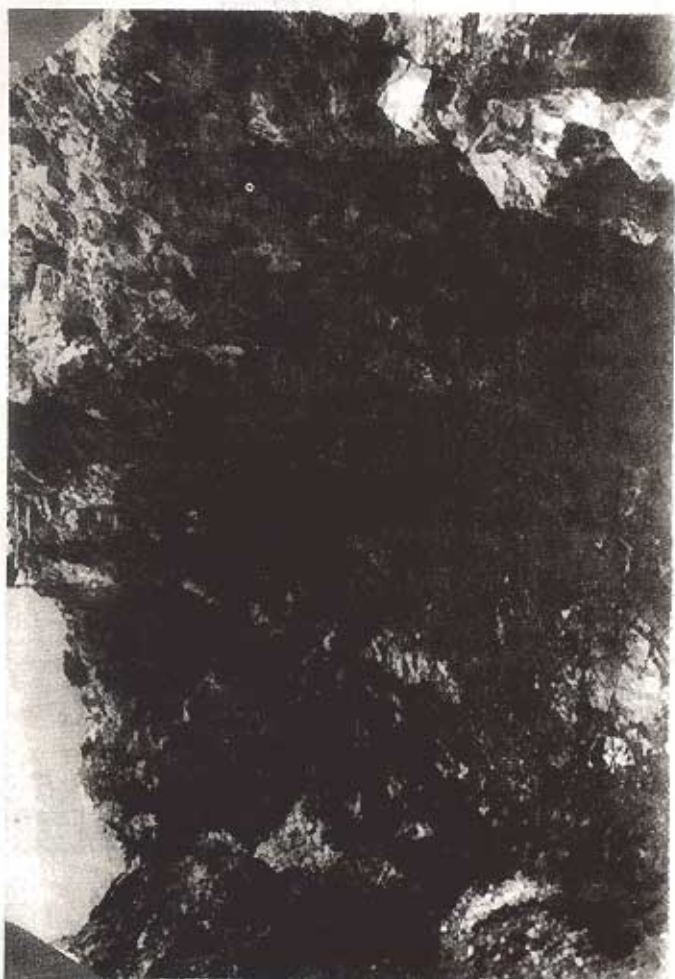
Σχήμα 1/Figure 1:Κοιτάσματα της Σίφνου/Ore deposits in Sifnos.

1. Αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn / Ag-Containing Pb-Zn ore deposits.
2. Κοιτάσματα Au / Au ore deposits.
3. Άγιος Σώστης (G43) / Ag. Sostis (G43), Άγιος Σιλβέστρος (G70) / Ag. Silvestros (G70), Βορινή (G54) / Borini (G54), Κάψαλος (G55) / Kapsalos (G55), Ξερόξυλο (G69) / Xeroxylion (G69), Άγιος Ιωάννης (G71) / Ag. Ioannis (G71), Αποκοφτό (G92) / Αποκοφτο (G92), Άσπρος Πύργος (G91) / Aspros Pyrgos (G91).



Σχήμα 2/Figure 2:Στρωματογραφία κεντρικού και νοτιοανατολικού τμήματος της Σίφνου/The stratigraphy of the central and southeastern areas of Sifnos.

1. Ανθρακικά πετρώματα / Carbonate rocks.
2. Εναλλαγές ανθρακικών πετρωμάτων και σχιστολίθων / Alternating layers of Carbonate rocks and schist.
3. Αργυρούχα κοιτάσματα Pb-Zn / Ag-containing lead-zinc ore deposits.
5. Στρωματοειδή κοιτάσματα Au / Stratiform Au ore deposits.
6. Χαλαζιακές φλέβες Au / Au-quartz veins.



Φωτ. 1 / Photo 1: Καρστικό κείτωμα Pb-Zn στη περιοχή Κάψαλος Σίφνου /
Lead-zinc karst ore deposit in the area of Kapsalos (Sifnos).

ριπτώσεις. Οι περιεκτικότητες Bi σε γαληνίτες των κοιτασμάτων Pb-Zn του Bleiberg-Kreuth της Αυστρίας, κυμαίνονται σύμφωνα με το SCHROLL (1952) μεταξύ 1 και 10 ppm.

Με βάση τις περιεκτικότητες σε Sb διακρίνουμε στη Σίφνο δύο ομάδες γαληνίτη. Γαληνίτη, ο οποίος περιέχει κατά μέσο όρο 0,04% Sb (MT_1 , Πιν. 1) και γαληνίτη με 0,3% Sb (MT_2 , Πιν. 1). Οι παρατηρήσεις στο μεταλλογραφικό και στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έδειξαν ότι οι γαληνίτες με 0,3% Sb περιέχουν πολύ μικρά εγκλείσματα ορυκτών του Sb (κυρίως θειοάλατα Pb-Sb), ενώ αντίθετα στην πρώτη ομάδα με 0,04% Sb δεν παρατηρήθηκαν συμφύσεις ορυκτών του Sb στο γαληνίτη (Φωτ. 2). Έτσι θα πρέπει η σχετικά ψηλή περιεκτικότητα του γαληνίτη σε Sb να αποδοθεί στην ύπαρξη εγκλεισμάτων ορυκτών του Sb (Φωτ. 3). Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη της θάσου σε Sb (Πιν. 2) κυμαίνονται μεταξύ 0,004 % και 0,1%, με μέση τιμή 0,05% Sb (VAVELIDIS, 1984). Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις ο γαληνίτης της θάσου περιείχε Τεναντίνη. Σε γαληνίτη του Bleiberg-Kreuth της Αυστρίας αναφέρονται από το SCHROLL (1953) περιεκτικότητες 0,001-0,03% Sb. Ο γαληνίτης των ΒΔ-Βαλκανίων περιέχει σύμφωνα με τον RENTSCH (1963) κατά μέσο όρο 0,02% Sb. Σύμφωνα με τον συγγραφέα οι γαληνίτες, στους οποίους οι περιεκτικότητες σε Sb ήταν πάνω από 0,037% περιείχαν και σαυτή την περίπτωση θειοάλατα Pb-Sb.

Με βάση την περιεκτικότητα σε Ag οι γαληνίτες της Σίφνου διακρίνονται επίσης σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα (MT_1 Πιν. 1) περιέχει κατά μέσο όρο λιγότερο από 0,04% Ag και η δεύτερη (MT_2 , Πιν. 1) 0,25% Ag. Η ολική ανάλυση του μεταλλεύματος έδωσε σε αρκετές περιπτώσεις μέχρι 0,7% Ag (VAVELIDIS et al 1985). Από την έρευνα με το μεταλλογραφικό και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο προέκυψε ότι η ομάδα με 0,25% Ag περιέχει ορυκτά του Ag (αυτοφυή Ag, αργεντίνη, προυσιτίτη, πυραργυρίτη, τεναντίνη), ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν αυτά σε γαληνίτες με μικρές περιεκτικότητες σε Ag δηλ. την πρώτη ομάδα. Έτσι λοιπόν και σαυτή τη περίπτωση οι σχετικά ψηλές τιμές Ag αποδίδονται στην παρουσία πολύ μικρών εγκλεισμάτων αργυρούχων ορυκτών. Οι περιεκτικότητες Ag σε γαληνίτες της θάσου (Πιν. 2) κυμαίνονται μεταξύ 0,002 και 0,01% με μέση τιμή 0,006% Ag (VAVELIDIS, 1984). Χαμηλές περιεκτικότητες σε Ag 0,0001-0,001% αναφέρονται και για τα κοιτάσματα Bleiberg-Kreuth από τους KAPPEL & SCHROLL (1982). Επίσης χαμηλές περιεκτικότητες σε Ag παρουσιάζουν οι γαληνίτες των κοιτασμάτων Pb-Zn των ΒΔ-Βαλκανίων. Τα κοιτάσματα αυτά περιέχουν σύμφωνα με τη MINCEVA-STEFFANOVA (1963) 0,008% Ag, ενώ σύμφωνα με τον RENTSCH (1963) 0,3% Ag.

Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Cu βρίσκονται κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας του μικροαναλυτή και σε όρισμένες περιπτώσεις μέχρι 0,15%

Πίνακας 1: Χημικές αναλύσεις γαληνίτη με μικροαναλυτή από τα απορροήχα κοιτάσματα Pb-Zn της Σίφνου. / Table 1: Results of microprobe analyses of Galena from the Ag-containing Lead-zinc ore deposits in Sifnos.

Analysis No.	Αριθμός δειγμάτων / numbers of ions										Σ		
	1	2	3	4	5	6	7	HT ₁	8	9		10	HT ₂
Bi	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
Pb	86.15	86.00	86.35	86.20	86.60	86.50	86.50	86.33	85.90	86.00	86.40	86.10	86.10
Sb	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ag	0.07	0.08	bd	0.06	bd	bd	0.02	<0.04	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
As	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
Zn	0.05	0.05	0.02	bd	0.05	bd	bd	<0.03	bd	bd	bd	bd	bd
Cu	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	bd	bd	<0.03	bd	bd	0.15	<0.05	<0.05
Fe	0.02	0.02	0.01	0.03	bd	bd	bd	<0.02	bd	bd	bd	bd	bd
Mn	0.02	0.02	bd	bd	bd	bd	bd	<0.01	bd	bd	bd	bd	bd
S	13.50	13.50	13.30	13.35	13.50	13.40	13.45	13.43	13.40	13.30	13.30	13.33	13.33
Total	99.91	99.85	99.75	99.70	100.20	99.95	100.02		99.85	99.85	100.40		
Pb	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.01	1.00	1.00
Sb	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ag	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	—	—
S	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Z	1.99	1.99	2.00	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	2.01	2.01	2.04	2.02	2.02

HT₁=Μέση τιμή αναλύσεων 1-7 / Average values of analyses 1-7

HT₂=Μέση τιμή αναλύσεων 8-10 / Average values of analyses 8-10

bd=Κάτω του ορίου ανιχνευσιμότητας / Below detection limit

Πίνακας 2: Περιεκτικότητες Bi, Sb και Ag σε γαληνίτες από τα κοιτάσματα Pb-Zn της Θάσου, ΒΔ-Βαλκανίων, Bleiberg-Kreuth και Σίφνου / Table 2: Bi, Sb and Ag contents in Galenas from ore deposits in Thasos, Northwestern Balkans, Bleiberg-kreuth and Sifnos.

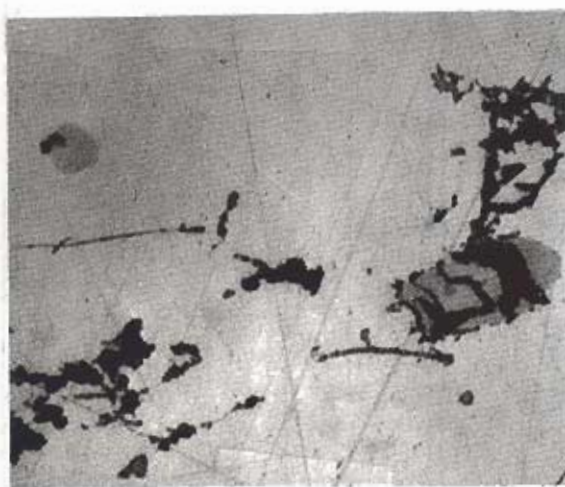
Περιοχή Locality	Bi (ppm)	Sb(wt%)	Ag (wt%)	Συγγραφέας Reference
Θάσος Thasos	0.3	0.05	0.006	VAVELIDIS (1984)
ΒΔ-Βαλκάνια NW-Balkans	bd*	0.02	0.008 0.03	MINCEVA-STEFFANOVA (1963) RENTCH (1963)
Βleiberg- kreuth	1-10	0.001-0.03	0.0001-0.001	SCHROLL (1953) KAPPEL & SCHROLL (1982)
Σίφνος Sifnos	bd	0.04	<0.04	Παρούσα Εργασία This Study

bd=Κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας / below detection limit

* =Ορισμένες μόνο αναλύσεις πάνω από το όριο ανιχνευσιμότητας / In only few analyses above the detection limit



Φωτ. 2 / Photo 2: Γαληνίτης (άσπρος) χωρίς εγκλείσματα, κερουσίτης (τεφρός), Άγιος Σώστης Σίφνου. Μήκος φωτογραφίας 0,25 mm, στιλπνή τομή, // N / Galena (white) without inclusions, ceroussite (grey), Ag. Sostis Sifnos. Horizontal length of the photo 0,25 mm, polished section, // N.



Φωτ. 3 / Photo 3: Γαληνίτης (τεφρόλευκος), τεναντίνης (τεφρός), κερουσίτης (μαύρος), Ξερόξυλο, Σίφνου. Μήκος φωτογραφίας 0,25 mm, στιλπνή τομή, // N / Galena (light grey), tennantite (grey), ceroussite (dark), Xeroxylo Sifnos. Horizontal length of the photo 0,25 mm, polished section, // N.

(ΜΤ₂ Πιν. 2). Ο γαληνίτης της θάσου περιέχει κατά μέσο όρο 0,004% (0,001-0,01%) Cu και σπάνια παρουσιάζει συμφύσεις με ορυκτά του Cu (VAVELIDIS, 1984). Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Cu από τα κοιτάσματα Bleißberg-Kreuth είναι επίσης χαμηλές και κυμαίνονται κατά τον SCHROLL (1953) μεταξύ 0,0001-0,01%. Οι γαληνίτες των ΒΔ-Βαλκανίων είναι κατά τον RENTSCH (1963) φτωχοί σε εγκλείσματα ορυκτών του Cu. Οι περιεκτικότητές τους σε Cu κυμαίνονται μεταξύ 0,006 και 0,03%, με μέση τιμή 0,015%.

Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Zn, Fe και Mn είναι αντίστοιχα κατά μέσο όρο λιγότερο από 0,03%, 0,02% και 0,01%. Οι περιεκτικότητές του σε As είναι κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας του μικροαναλυτή. Οι γαληνίτες της θάσου περιέχουν 0,18% (0,11-0,30%) As (VAVELIDIS, 1984) και όπως διαπιστώθηκε μικροσκοπικά παρουσιάζουν συμφύσεις τετραεδρίτη και αρσενοπυρίτη. Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη από το Bleißberg-Kreuth σε As κυμαίνονται σύμφωνα με τον SCHROLL (1953) μεταξύ 0,01 και 0,3% As. Οι γαληνίτες των ΒΔ-Βαλκανίων περιέχουν 0,18% As (RENTSCH, 1963) ενώ κατά τη MINCEVA-STEFFANOVA (1960) 0,08% As. Οι ψηλές αυτές τιμές σε As αποδίδονται επίσης από τους δύο συγγραφείς σε εγκλείσματα αρσενοπυρίτη καθώς και θειοάλατων στο γαληνίτη.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε πολλά μεταλλικά ορυκτά είναι γνωστή η σχέση μεταξύ θερμοκρασίας σχηματισμού τους και της χημικής τους σύστασης δηλ. της παρουσίας ορισμένων στοιχείων στο πλέγμα των ορυκτών. Ένα από τα χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι και ο γαληνίτης, όπου παρατηρείται μια σχέση θερμοκρασίας σχηματισμού και χημικής σύστασης του ορυκτού.

Για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας σχηματισμού του γαληνίτη χρησιμοποιούνται κυρίως οι περιεκτικότητες του ορυκτού σε Ag, Sb, Bi και Sn. Η εξακρίβωση της θερμοκρασίας σχηματισμού του γαληνίτη είναι δυνατή εάν κανείς λάβει υπόψη του τις περιεκτικότητες του Ag, Sb και Bi σε σχέση με τα σουλφίδιά τους, σαμπαχίτη και μιργαυρίτη (HERTEL, 1966). Σύμφωνα με τους FLEISCHER (1951), GODOWIKOW (1967), HERTEL (1966) γαληνίτες οι οποίες έχουν σχηματισθεί κάτω από υδροθερμικές συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας ή σε ένα ιζηματογενές περιβάλλον, είναι φτωχοί σε Ag, Sb και ιδιαίτερα σε Bi, η παρουσία του οποίου μπορεί και να ελλείπει. Έτσι στη χαμηλή περιεκτικότητα του γαληνίτη σε Ag στα κοιτάσματα Pb-Zn του Bleißberg-Kreuth αποδίδουν οι KAPPEL & SCHROLL (1982) και SCHROLL (1953) τη χαμηλή θερμοκρασία σχηματισμού τους.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας για τους γαληνίτες

στα καρστικά κοιτάσματα Pb-Zn της Σίφνου προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Bi(0,0002%) είναι εξαιρετικά χαμηλές.
2. Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη σε Ag και Sb(0,04%) είναι κατά μέσο όρο πολύ χαμηλές.
3. Ο Ag του γαληνίτη της Σίφνου είναι συνδεδεμένος με μισργυρίτη και όχι με σμπαχίτη.
4. Οι περιεκτικότητες του γαληνίτη της Σίφνου σε Ag, Sb και Bi παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες με αυτές των κοιτασμάτων Pb-Zn της θάσου, του Bleiberg-Kreuth και των ΒΔ-Βαλκανίων. Τα κοιτάσματα αυτά θεωρούνται λόγω του ιζηματογενή χαρακτήρα τους και της περιεκτικότητας του γαληνίτη σε Ag, Sb και Bi, ότι έχουν σχηματισθεί κάτω από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας.

Όλα τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω και ο ιζηματογενής χαρακτήρας των αργυρούχων κοιτασμάτων Pb-Zn της Σίφνου μας οδηγούν συμπέρασμα, ότι ο γαληνίτης του νησιού έχει σχηματισθεί κάτω από συνθήκες χημικής θερμοκρασίας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ: Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους Prof. Dr. A. El Goresy και Dr. J. Janicke Institut MAX-PLANCK, για πυρηνική φυσική Χαϊδελβεργης, για τη βοήθειά τους στο μικροαναλυτή, καθώς επίσης στους Prof. Dr. G.A. Wagner και Dr. E. Pernicka επίσης Institut MAX-PLANCK, για τη βοήθειά τους στη παρούσα εργασία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- DAVIS, E. 1966. Der geologische Bau der Insel Siphnos. Inst. Geol. Geophys. Research, 10, 165-220.
- FIDLER, K.G. 1841. Reise durch alle Teile des Königreiches Griechenland im Auftrag der Königlichgriechischen Regierung. Leipzig, Bd 2, 125-144.
- FLEISCHER, M. 1955. Minor elements in some sulfide minerals. Econ. Geol. 50, Anniv. Vol., p. 970.
- FULLON, H. & GOLDSCHMIDT, V. 1887. Über die geologischen Verhältnisse der Inseln Syra, Siphnos und Tinos. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 37, 1-34.
- GODOWIKOW, A.A. 1967. Über die Silber-, Wismut- und Antimonbeimengungen im Bleiglanz. Z. Angew. Geol., 13, 125-129.
- HERTEL, L. 1966. Die Fremdelementführung der Bleiglanze als Hilfe zur Bestimmung der Bildungstemperatur. Erzmetall, 19, 232-235.
- KAPPEL, F. & SCHROLL, E. 1982. Ablauf und Bildungstemperatur der Pb-Zn- Ver

- erzung von Bleiberg-Kreuth/Karnten. Carinthia II, 172/32, 63-76.
- MINCEVA, STEFFANOVA, J. 1960. Zur Entstehung der Pb-Zn-Lagerstätte Sedmacislenci im Wstbalkan. Freib. Forsch. H., C79, 136-147.
- OKRUSCH, M., SEIDEL, E. & DAVIS, E., 1978. The Assemblage jadeite-Quartz in the Glaukophane Rocks of Sifnos (Cyclades Archipelago, Greece). N. Jahrb. Mineral. Abh., 132, 284-308.
- PERNICKA, E. 1986. Unveröffentlichte chemische Daten im Archaometallurgieprojekt "Antike Pb-Ag- und Au-Vorkommen in der Ägäis!" MPI für Kernphysik, Heidelberg.
- RENTZSCH, J. 1963. Zur Entstehung der Blei-Zink-Kupfer-Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen des Nordwestbalkans. Freib. Forsch. H., 166, 102p.
- SCHROLL, E. 1953. Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Pb-Zn-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth. Mitt. Osterr. Mineral. Ges. Sonderh., 2, 1-60.
- VAVELIDIS, M. & AHSTUTZ, G.C. 1983b. New genetic investigations on the Pb-Zn deposits of Thasos (Crete). In: SCHNEIDER, H.J. (ed.), Mineral deposits of the Alps and of the alpine epoch in Europe. Soc. Geol. Spec. Publ. 3, Appl. Min. Deposits. Springer, Heidelberg, 402p.
- VAVELIDIS, M., PERNICKA, E. & WAGNER, G. A., 1982. Neue Beobachtungen zur Genese der Silber- und Goldvorkommen von Siphnos (Griechenland), Fortschr. Min., 60, 204-205.
- VAVELIDIS, M., BASSIAKOS, J., BEGEMANN, F., PATRIARCHEAS, K., PERNICKA, E., SCHMITT-STRECKER, S. & WAGNER, G.A., 1985. Geologie und Erzvorkommen von Siphnos. Anschnitte, Bh. 3, 59-80.
- WAGNER, G. A. & WEISGERBER, G., 1985. Silber, Blei und Gold auf Sifnos. Prähistorische und antike Metallproduktion. Anschnitte, Bh. 3, 1-242.