

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 17ΗΣ ΜΑΪΟΥ 1990

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΒΛΑΧΟΥ

ΓΕΩΛΟΓΙΑ.— **Μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα στις μεταμορφωσιγενείς ζώνες τῆς Ἀνατολικῆς Ἑλλάδος. Τὸ πρόβλημα τῆς γενέσεώς των, ὑπὸ Δημ. Α. Κισκύρας***, διὰ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Λουκᾶ Μουσοῦλου.

Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τὸ μαγγάνιο, πὸν σήμερα θεωρεῖται μέταλλο στρατηγικῆς σημασίας, συναντᾶται σὲ πολλὰ μέρη τῆς χώρας μας συνήθως ὑπὸ μορφὴ ξεχωριστοῦ μεταλλεύματος. Τὸ μετάλλευμα αὐτὸ ἀνήκει ἄλλοτε στὸ μεταλλουργικὸ τύπο, πὸν χρησιμεύει στὴν κατασκευὴ χάλυβα μεγάλης σκληρότητας, ἐπίσης γιὰ ἀποθείωση τοῦ σιδήρου κ.λπ., καὶ ἄλλοτε στὸν πυρολουσιτικὸν τύπο, πὸν χρησιμοποιεῖται στὴν ἠλεκτροβιομηχανία γιὰ κατασκευὴ ξηρῶν μπαταριῶν, ὅπως καὶ στὴ χημικὴ βιομηχανία.

Στὴν Ἑλλάδα τὰ μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα ἐμφανίζονται κατὰ προτίμηση σὲ ὀρισμένες περιοχὲς καὶ μάλιστα μαζί μὲ κερατολιθικὰ πετρώματα, δηλ. στὴ ζώνη Ὁλονοῦ-Πίνδου (Δυτικὴ Ἑλλάδα) καὶ στὴ ζώνη Ἀνατολικῆς Ἑλλάδος (Ὑποπελαγονικὴ). Τὸ ἰδιαίτερο γνῶρισμα τῶν ζωνῶν αὐτῶν, πὸν μποροῦν νὰ χαρακτηρισθοῦν καὶ σὰν γεωχημικὲς ζώνες μαγγανίου, εἶναι ὅτι τὰ πετρώματά τους, συνεπῶς καὶ τὰ μαγγανιοφόρα κοιτάσματα, ἔχουν σχηματισθεῖ στὸν πυθμένα βαθεῖας θάλασσας, ὅπου ἔχουν ἀποτεθεῖ σὲ μορφὴ ἰζημάτων. Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ μαγγανιοῦχα αὐτὰ μεταλλεύματα, πὸν ἔχουν θαλάσσια προέλευση καὶ γιὰ τὰ ὁποῖα ἔχουν δημοσιευθεῖ εἰδικὲς μελέτες ἀπὸ τὸ συγγραφέα (Κισκύρας 1957 καὶ 1967), στὴν Ἑλλάδα ὑπάρχουν καὶ ἄλλα μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα, τὰ ὁποῖα συναντῶνται μὲν μέσα σὲ μεταμορφω-

* DEM. A. KISKYRAS, **Manganese ores in the metamorphic zones of East Greece.**

σιγενή πετρώματα, αλλά κατά περίπτωση ανήκουν στα μεταμορφωσιγενή ή ιζηματογενή ή ακόμη και στα υδροθερμικά κοιτάσματα μαγγανίου.

Στην Ελλάδα έχουμε λίγα μεταμορφωσιγενή μαγγανιούχα κοιτάσματα και ακόμα λιγότερα υδροθερμικά, δηλαδή κοιτάσματα, στα όποια οι μαγγανιούχες ενώσεις έχουν αποτεθεί από θερμά μεταλλοφόρα διαλύματα, που είτε προέρχονται από μαγματικά υλικά, είτε έχουν διαπεράσει τέτοια πετρώματα, από τα όποια μπόρεσαν να αποσπάσουν το μαγγάνιο.

Η διάκριση του τύπου του μεταλλοφόρου κοιτάσματος σε μια περιοχή δεν έχει μόνο επιστημονική αλλά και πρακτική σημασία, διότι απ' αυτόν θα εξαρτηθεί ή διαδικασία της έρευνας με αποτέλεσμα πολλές φορές να αποφευχθούν άσκοπες δαπάνες, που επιβαρύνουν το κόστος παραγωγής.

Στην εργασία αυτή μελετώνται τα μαγγανιούχα κοιτάσματα στις μεταμορφωμένες περιοχές της χώρας μας, Μακεδονία, Θεσσαλία, Εύβοια και νησιά του Αιγαίου, για το λόγο ότι εδώ υπάρχουν τα πιο αξιόλογα κοιτάσματα μαγγανίου, που σήμερα έχουμε υπό εκμετάλλευση στην Ελλάδα.

B. ΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

I. Περιοχή Δράμας

Τα μαγγανιούχα μεταλλεύματα της περιοχής αυτής παρουσιάζονται σε διάφορες μορφές κοιτασμάτων, που διαφέρουν μεταξύ τους όχι μόνο στους μορφολογικούς χαρακτήρες και το είδος των πετρωμάτων, που τα περιβάλλουν, αλλά ακόμα στην παραγένεση και την ποιότητα του μεταλλεύματος. Γενικά τα κοιτάσματα της περιοχής αυτής μπορούν να χωρισθούν σε 4 κατηγορίες:

- α) Κοιτάσματα, όπου το μέταλλευμα συνδέεται αποκλειστικά με μάρμαρα.
- β) Κοιτάσματα στην έπαφή μαρμάρων και σχιστολίθων.
- γ) Κοιτάσματα, όπου το μέταλλευμα έχει διαποτίσει σχιστόλιθους, και
- δ) Κοιτάσματα μέσα σε κόκκινη άργιλλο και κοκκινόχρωμα.

α) Κοιτάσματα μαγγανίου μέσα σε μάρμαρα.

Τα κοιτάσματα αυτά παρουσιάζονται είτε σε μορφή, που αναλογεί σε ένσρωση μέσα στα μάρμαρα, όποτε έχουν κανονικό σχήμα π.χ. στις θέσεις Μαύρο Ξύλο και Καρπουσλούκ, είτε σε ακανόνιστα σχήματα ανάλογα με τη μορφή των καρστικών έγκοίλων, που έχουν πληρώσει δευτερογενώς, π.χ. στα Μεταλλεία του 25ου χλμ. Δράμας, Κάτω Νευροκοπίου και Ταρτάνας (εργασίες Νο 10, 11 και 15). Στη δεύτερη περίπτωση το μαγγανιούχο μέταλλευμα παρουσιάζεται τότε σαν καθαρό ίζημα

μαγγανιούχου ύλικού και τότε σαν κλαστικό ἕζημα από τεμάχια μαγγανιούχων ὀρυκτῶν και πετρωμάτων. Μπορεῖ ἀκόμη στο ἴδιο καρστικό ἔγκοιλο νὰ παρουσιασθεῖ σαν καθαρό μετάλλευμα τὸ ὀρυκτὸ βάδιον κοντὰ σὲ κόκκινους πηλοῦς. "Ἄλλοτε πάλι τὰ μάρμαρα ἔχουν ἐμποτισθεῖ ἀπὸ μαγγανιούχους ἐνώσεις, ὥστε νὰ ἀποτελοῦν ἀσβεστοῦχο μαγγανιούχο μετάλλευμα, π.χ. στὴ θέση Νταμάρι 580 τῶν Μεταλλείων τοῦ 25ου χλμ. και στὴν ἐργασία Νο 13 τῆς περιοχῆς Ταρτάνας. Ἐδῶ θὰ πρέπει νὰ σημειωθεῖ ὅτι τὰ κοιτάσματα τῆς κατηγορίας αὐτῆς στο κατώτερο τμήμα τους μεταπίπτουν σὲ κοιτάσματα τῆς κατηγορίας β.

Οἱ σπουδαιότερες ἐμφανίσεις μαγγανίου μέσα σὲ μάρμαρα συναντῶνται στὶς περιοχὲς Ταρτάνας, Ἄγ. Θεοδώρων, Καρπουσλοῦκ, Σύνθειας, Μαύρου Εὐύλου, 25ου χλμ. δημοσίας ὁδοῦ Δράμας - Κάτω Νευροκοπίου, Πασίν, Σταρὲν και Μαρσιλιάν, βλ. χάρτη Εἰκ. 1.

β) Κοιτάσματα σὲ ἐπαφὴ μαρμάρων και σχιστολίθων.

Τὰ κοιτάσματα τοῦ εἴδους αὐτοῦ ἔχουν συνήθως μεγάλη ἔκταση, ἀλλὰ μικρὸ πάχος και ἀκολουθοῦν τὴ διεύθυνση ἐπαφῆς τῶν δύο αὐτῶν πετρωμάτων. Ἐπειδὴ στὰ μεταλλοφόρα τμήματα τῆς περιοχῆς αὐτῆς ὁ σχιστόλιθος βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸ μάρμαρο, τὸ μετάλλευμα ἔχει συγκεντρωθεῖ στο ἀνώτερο τμήμα τοῦ σχιστολίθου. Στὴν περίπτωση αὐτὴ τὸ μετάλλευμα εἶναι πάντοτε πυρολουσιτικό, πὸν δὲν συμβαίνει στὴν προηγούμενη κατηγορία κοιτασμάτων. Στὶς ἐργασίες Νο 2, 3 και 15 Ταρτάνας και στὴν ἐργασία Νο 16 τῶν μεταλλείων Γρανίτη τὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται στὴν ἐπαφὴ μαρμαρυγιοκοῦ σχιστολίθου μὲ ὑπερκείμενο λεπτοπλακῶδες μάρμαρο.

γ) Κοιτάσματα μαγγανίου μέσα σὲ σχιστολίθους.

Στὴν περίπτωση αὐτὴ τὸ μετάλλευμα ἔχει ἐμποτίσει ἀρκετὰ ἔντονα τὸ μαρμαρυγιοκοῦ σχιστόλιθο, ὥστε τὰ μαγγανιούχα ὀρυκτὰ νὰ μὴν καταλαμβάνουν μόνο τὰ κενὰ μεταξύ τῶν κόκκων τοῦ ἀσβεστίτη ἀλλὰ πολλές φορές και τὴ θέση αὐτοῦ τοῦ ἴδιου, πὸν διαλύθηκε και μεταφέρθηκε σὲ χαμηλότερα σημεῖα. Οἱ ἐμποτισμένοι αὐτοὶ σχιστόλιθοι στὰ Μεταλλεῖα τοῦ 25ου χιλιόμετρο τοῦ δρόμου Δράμα - Νευροκόπιον παρουσιάζονται συνήθως σὲ μορφή μεγάλων φακοειδῶν ἐνστρώσεων στο κατώτερο τμήμα τῶν μαρμάρων. Ἐτσι τὰ κοιτάσματα τοῦ εἴδους αὐτοῦ παρουσιάζουν σὲ γενικὲς γραμμὲς μορφή καθορισμένη ἀπὸ πρὶν, θὰ μπορούσε νὰ πεῖ κανεὶς, και ἔχουν ἐξελιχθεῖ στὰ μέτρα τῶν σχιστολιθικῶν ἐνστρώσεων. Καὶ στὴν περίπτωση αὐτὴ τὸ μετάλλευμα εἶναι πυρολουσιτικό.

δ) Κοιτάσματα μαγγανίου μέσα σὲ ἀργίλλους καὶ κοκκινόχρωμα.

Στὴ δυτικὴ πλευρὰ τοῦ βουνοῦ Ἁγιο Πνεῦμα, ἀπὸ τὴν τοποθεσία Ταρτάνα μέχρι τὴν τοποθεσία Ἁγιοι Θεόδωροι, παρουσιάζονται μικρολατύπες (γαρμπίλι) μαγγανίου μεταλλεύματος μέσα σὲ κοκκινόχρωμα καὶ ἄργιλλο, ποὺ δὲν ἀφήνει καμιὰ ἀμφιβολία, ὅτι ἐδῶ πρόκειται γιὰ δευτερογενῆ σχηματισμὸ μαγγανίου μεταλλεύματος.



Εἰκ. 1. Ἐμφανίσεις μαγγανίου μεταλλεύματος (Mn) στὸ νομὸ Δράμας. Οἱ ἐμφανίσεις χωρὶς πλῆρες ὄνομα ἀναφέρονται μὲ τὰ κάτωθι στοιχεῖα: Συ = Σύνθεια, Κρ = Καρπουσλοῦκ, Τρ = Ταρτάνα, Αθ = Ἁγιοι Θεόδωροι, Μρ = Μαρσιάν, Στ = Σταρέν, Πα = Πασίν (βλ. κείμενο).

II. Γένεση μαγγανίουχων μεταλλευμάτων Μακεδονίας

Ὁ Παπασταματίου (1952), παρ' ὅτι δὲν παρατήρησε ἄμεση γενετική σύνδεση τῶν μαγγανίουχων μεταλλευμάτων τῆς Δράμας μὲ τοὺς γρανίτες τῆς περιοχῆς αὐτῆς, δέχεται ἐντούτοις, ὅτι τὰ μαγγανίουχα μεταλλεύματα Δράμας συνδέονται μὲ τὴν ὑδροθερμικὴ φάση τῆς ἐντονης ἠφαιστειότητος τοῦ Τριτογενοῦς στὴν Μακεδονία, ἐπειδὴ στὸ Καρπουσλοῦκ βρέθηκαν κομμάτια γαληνίτη κοντὰ στὸ μαγγανιοφόρο

κοίτασμα, όπως και θειούχα όρυκτά στις έμφάνσεις σιδηρομεταλλεύματος στο χωριό Πύργοι.

Η γεωλογική κοιτασματολογική έρευνα τής περιοχής τών μαγγανιούχων μεταλλευμάτων σε συνδυασμό με τή μικροσκοπική εξέταση δειγμάτων τόσο από πετρώματα, όσο και από μεταλλεύματα, δέν έδωσε (Κισκύρας 1956) κανένα στοιχείο, πού νά συνηγορεί για τήν ύδροθερμική προέλευση τών κοιτασμάτων αυτών τής Δράμας. Η παρουσία σιδηροπυρίτη μέσα σε μαρμαρυγιακό σχιστόλιθο, π.χ. στη γαλαρία 16 του κοιτάσματος στο 25ο χιλιόμετρο Δράμας και στο τούρκικο Βουλιμέντο δέν μπορεί νά είναι ένδεικτική ύδροθερμικού σχηματισμού, για τό λόγο ότι τόσο ό σιδηροπυρίτης αυτός, όσο και ό χαλαζίας, πού παρατηρήθηκαν στο κοιτάσμα Μαύρο Ξύλο Νο 2, έχουν ίζηματογενή προέλευση. Αλλά όμως δέν αποκλείουν, κατά τόν ίδιο συγγραφέα, τή δυνατότητα του νά ήταν ύδροθερμικό τó αρχικό κοιτάσμα, από τά άποσάθρωματα του όποιου σχηματίσθηκαν τά σημερινά κοιτάσματα του 25ου χλμ. Δράμας.

Ό Podufal (1971) νομίζει ότι τά κοιτάσματα μαγγανίου στην περιοχή τής Δράμας σχηματίσθηκαν μάλλον από άνερχόμενα παρά από κατερχόμενα διαλύματα. Η άποψη αυτή βασίζεται στο ότι 1) Τό μαγγανιούχο μέταλλευμα περιέχει πλῆθος άλλων μετάλλων, 2) Οι μεταλλοφόρες έμφάνσεις συνδέονται με τεκτονικές γραμμές, πού έχουν όρισμένη διεύθυνση, και 3) Στη σύσταση όλων σχεδόν τών μαγγανιομεταλλευμάτων μεταξύ Νέστου και Έλληνοβουλγαρικῶν συνόρων συμμετέχουν μαγγανιούχοι πυρόξενοι (Ροδονίτης, Γιοχανσενίτης). Τά έπιχειρήματα όμως αυτά δέν αποκλείουν τή δυνατότητα σχηματισμού τών μεταλλευμάτων μαγγανίου Δράμας από κατερχόμενα διαλύματα για τους εξής λόγους:

1) Όπως είναι γνωστό (Κισκύρας 1967) και τά ίζηματογενή μεταλλεύματα μαγγανίου περιέχουν πλῆθος από άλλα μέταλλα, 2) Η μεταλλοφορία παρουσιάζεται κατά μήκος τεκτονικῶν γραμμῶν, διότι ή απόθεση του μεταλλεύματος ενοήθηκε από τή μορφολογία τής περιοχής και τήν παρουσία ρηγματίων και 3) Η παρουσία μαγγανιούχων πυροξένων στα κοιτάσματα τής Δράμας μπορεί νά οφείλεται σε μηχανική μεταφορά τών άνθεκτικῶν αυτών όρυκτῶν κατά τήν άποσάθρωση.

Πέραν όμως από αυτά θα πρέπει νά αναφερθοῦν και τά πιό κάτω:

1) Τό γεγονός, ότι τό μέταλλευμα τής Ταρτάνας είναι πλούσιο σε μόλυβδο και ψευδάργυρο, βλ. αναλύσεις 15-17 του Πίν. Α, δέν αποτελεί καμιά ένδειξη ότι έδω πρόκειται για ύδροθερμικό σχηματισμό. Τό πιθανότερο είναι ότι στην περίπτωση αυτή έγινε δευτερογενής έμπλουτισμός του μεταλλεύματος στα στοιχεία αυτά, έφόσον τό φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται μόνο στην περιοχή Ταρτάνας - Καρπουσλούκ,

ΠΙΝ. Α'. Χημικῶν ἀναλύσεων μαγγανιοῦχων μεταλλευμάτων σὲ μεταμορφωμένες ζώνες τῆς Ἑλλάδος

A/A	SiO ₂	MnO	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	Pb	Cu	Zn	As	CaO	Al ₂ O ₃	BaO	Ni	Co	SO ₃
1	11,45	21,99	57,70	2,46	0,05	0,068	0,08	0,001	0,75	1,72				
2	32,01	5,30	50,17	1,00	ἔχνη	0,015	0,05	0,01	2,70	1,06				
3	16,36	17,43	51,62	7,45	0,16	0,069	—	0,06	0,57	0,67				
4	9,29	16,34	60,59	3,21	0,08	0,11	0,41	0,001	0,63	2,68				
5	74,49	0,03	5,61	8,38	0,04	0,005	0,047	0,001	0,30	5,04				
6	7,53	3,33	50,32	2,27	0,17	0,27	0,058	0,014	4,77	2,46				
7	12,57	15,27	51,05	8,60	0,06	0,018	—	0,008	1,47	0,79				
8	26,20	29,90	37,10	2,46	ἔχνη	0,03	0,08	0,03	0,80	3,30	1,30			
9	6,01	17,97	44,43	0,37	ἔχνη	0,027	—	0,008	13,01	0,31				
10	2,51	30,22	50,55	4,40	0,07	0,007	0,04	0,004		0,28				
11	2,95	4,37	54,46	17,02	0,06	0,015	0,08	0,015		10,32			0,66	
12	4,61	0,24	12,03	0,80	0,05	0,005	0,02	0,02	46,39	35,19				
13	13,91	2,63	60,42	0,97	0,024	0,013	0,22	0,16	10,25	0,81				
14	14,89	3,14	41,65	1,77	0,18	ἔχνη	0,18	0,31	nd	2,01				
15	13,05	2,64	59,84	5,35	0,48	0,02	0,88	0,245	nd	5,44				
16	2,83	2,03	80,43	4,41	0,97	0,04	0,87	0,15	nd	2,00				
17	6,86	3,75	72,06	1,77	0,29	0,07	0,39	0,19	2,50	3,20				
18	12,38		73,54	8,39	ἔχνη	0,08	0,08	0,07	0,25	0,58	0,22			
19	0,15	1,96	62,63		0,03			0,025						
20	18,30	1,32	72,50	6,26	0,45		0,48		0,23	0,93				
21	1,00	3,14	39,20	26,50	0,29	0,016	10,37	0,02	4,94	0,16	0,36			0,12
22	11,00	9,36	17,00	57,70	nd	nd	χλπ	nd	nd	nd				0,55
23	8,28	15,38	27,84	37,17	nd	nd	χλπ	nd	0,60	0,99	7,65			1,45
24	2,74	1,20	73,22	1,92	0,05	—	—	0,218	0,10	—	15,95			

Οἱ ἀριθμοὶ 1-6 ἀναφέρονται σὲ ἀναλύσεις μαγγανιοῦχου μεταλλευμάτων ἀπὸ τὴν περιοχή Σπύρων Εὐβοίας (1 = Καμίνι, 2 = Πυργάρι, 3 = Τρέπες, 4 = Ρουμελιώτη, 5 = Χύμη καὶ 6 = Λιώνη), 7 = Γκούθρα - Μαυράρι Εὐβοίας, 8 = Ἐρέτρια (Τσιφλίει), 9 = Πιρινά, Ἄγινά, 10-12 = Κωνάκι Τυρνάβου, 13-17 = Περιογὴ Δράμας (14 = Καρπουσίου, 15-17 = Ταρτάνα Κάτω Νευροκοπίου, 18 = Φιντέρινα Σκαλωτῆς, 19 = Γραμμένη), 20 = Νεοχώριο Χαλκιδικῆς, 21 = Καβάλα (Μαντέμ. Τεπέ), 22-23 = Ζάροχο Μαρί Τρικάλων Θεσσαλίας καὶ 24 = Σικαλοχώριο Μυτιλήνης.

όπου μεταξύ των έργων Νο 8 και 9 βρέθηκαν πολλά κομμάτια γαληνίτη σε μορφή πατάτας. Αντίθετα, στο μαγγανιοϋχο μετάλλευμα της περιοχής Γραμμένης, που βρίσκεται σε μεγαλύτερο ύψόμετρο απ' αυτό της Ταρτάνας, δεν διαπιστώθηκε (βλ. Πίν. Α, αναλ. 19) αισθητή παρουσία Pb και Zn. Τοῦτο ὀφείλεται (Koerner 1955) στο ὅτι τὸ κοιτάσμα αὐτὸ δὲν ἐπηρέασθηκε ἀπὸ τὴ θειούχα μεταλλοφορία τῆς περιοχῆς Ταρτάνας - Καρπουσλοῦκ, ἡ ὁποία μορφολογικὰ βρίσκεται χαμηλότερα.

2) Ἡ διαπότιση μαρμάρου ἀπὸ μαγγανιοῦχες διαλύσεις περιορίζεται στὰ ἀνώτερα τμήματά του καὶ ἔτσι δὲν πρέπει νὰ θεωρηθεῖ σὰν ὑδροθερμικὴ μετασωμάτωση. Ἐξάλλου σὲ καμιά ἀπὸ τὶς πρὸ πάνω περιπτώσεις δὲν παρατηρήθηκαν ὑδροθερμικὰ ὄρυκτά π.χ. χαλαζίας, βαρύτης, κ.λπ., ἐνῶ ἡ περιεκτικότητα τοῦ σιδήρου σὲ κανένα ἀπὸ τὰ κοιτάσματα αὐτὰ δὲν εἶναι πολὺ μεγάλη, ὅπως συνήθως γίνεται στὶς περιπτώσεις ὑδροθερμικῶν κοιτασμάτων.

3) Ἡ ἐμφάνιση μιᾶς λεπτῆς μαγγανιοφόρου κρούστας, πάχους ὀλίγων ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου, γύρω ἀπὸ τὸ φλεβικὸ πέτρωμα (γρανιτοπορφύρη) στὴ Σύνθεια δὲν μπορεῖ νὰ ἐκληφθεῖ σὰν ἀπόδειξη ὅτι ἐδῶ πρόκειται γιὰ ὑδροθερμικὴ προέλευση τῶν μαγγανιοῦχων μεταλλευμάτων τῆς περιοχῆς αὐτῆς. Τὸ πάχος τῆς κρούστας εἶναι πολὺ μικρὸ καὶ ἡ περιεκτικότητά της σὲ μαγγάνιο πολὺ χαμηλὴ, ὥστε νὰ μπορεῖ κάλλιστα νὰ θεωρηθεῖ σὰν ἀπόθεση μεταλλοφόρων διαλύσεων στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου καὶ ὑποκειμένου ἐκρηξιγενοῦς πετρώματος.

4) Ἡ σποραδικὴ ἐμφάνιση κόκκινης σανδαράχης σὲ σχιστόλιθους τοῦ ΒΔ τμήματος τῶν Μεταλλείων τοῦ 25ου χλμ. εἶναι δευτερογενὴς σχηματισμός, πού προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀποσάθρωση ἀρσενικούχου σιδηροπυρίτη. Ὅπως εἶναι γνωστό, οἱ σχιστόλιθοι σὲ πολλὲς θέσεις τῆς τοποθεσίας αὐτῆς, π.χ. στὴ θέση Βουλιμέντο, παρουσιάζουν ἄφθονους κρυστάλλους σιδηροπυρίτη. Ἐξ ἄλλου σανδαράχη ἔχει βρεθεῖ καὶ σὲ μειοκαινικοὺς λιγνίτες τῶν ἀνατολικῶν Ἄλπεων (Petrascheck 1950, σ. 273).

5) Ἡ χημικὴ σύσταση τῶν μαγγανιοῦχων μεταλλευμάτων τῆς περιοχῆς Δράμας καὶ ἰδιαίτερα τῶν Μεταλλείων τοῦ 25ου χλμ., ὅπου ἡ ἀναλογία MnO_2/MnO ἔχει τιμὲς ἀπὸ 30-70, ἀποτελεῖ σαφῆ ἔνδειξη, ὅτι τὸ μετάλλευμα αὐτὸ σχηματίσθηκε σὲ συνθῆκες ζώνης ὀξειδώσεως. Αὐτὸ ἄλλωστε δείχνει καὶ ἡ ὄρυκτολογικὴ ἔρευνα τοῦ μεταλλεύματος Δράμας, τὰ κύρια ὄρυκτολογικὰ συστατικὰ τοῦ ὁποίου εἶναι (Polufal 1971, σ. 27) θοδοροκίτης $(Mn^4, Mn^2)_8O_{16}(H_2O, Ca, Mg)$, πυρολουσίτης (MnO_2) καὶ Νσουτίτης $(Mn^4, Mn^2)(O, OH)$.

6) Ἡ παρεμβολὴ μεταξύ μαρμάρου καὶ μεταλλεύματος ἑνὸς στρώματος ἀπὸ ἄργιλλο ἐνισχύει τὴν ἄποψη, ὅτι τὸ μετάλλευμα αὐτὸ ἔχει ἰζηματογενῆ προέλευση. Ἐξάλλου ἡ ἀπόθεση μεταλλεύματος στὴν ἐπαφὴ μαρμάρων καὶ σχιστολίθων, πού μερικὲς φορὲς ἀποτελεῖ ἔνδειξη γιὰ ὑδροθερμικὰ κοιτάσματα, στὴν περίπτωσή τῆς

Δράμας οδηγεί σέ αντίθετο συμπέρασμα, διότι τὸ μετάλλευμα βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸ μάρμαρο καὶ πάνω ἀπὸ τὸ σχιστόλιθο, πού σημαίνει ὅτι τὰ μαγγανοφόρα διαλύματα ἔχουν κατέβει ἀπὸ πάνω καὶ προχώρησαν πρὸς τὰ κάτω μέχρι τὸν ἀδιαπέρατο σχιστόλιθο, ἐνῶ στὴν περίπτωση κοιτασμάτων μὲ ὑδροθερμικὴ προέλευση συμβαίνει τὸ ἀντίθετο, δηλ. τὸ μετάλλευμα βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸ σχιστόλιθο καὶ πάνω ἀπὸ τὸ μάρμαρο. Ἐδῶ θὰ πρέπει νὰ προστεθεῖ ὅτι ὁ ἐμποτισμὸς μαρμαρυγιακῶν σχιστολίθων ἀπὸ μαγγανοῦχα ὑλικά ἀφορᾷ τεμάχη ἀσβεστιτικῶν σχιστολίθων, πού βρίσκονται σὲ μορφή φακοειδῶν ἐνστρώσεων μέσα στὰ μάρμαρα στὴ ζώνη ὀξειδώσεως, ὀφείλεται δηλαδή σὲ μαγγανοῦχα διαλύματα, πού κυκλοφοροῦσαν ἐκεῖ. Ὅπως εἶναι γνωστὸν, τὰ νερὰ τῆς βροχῆς δὲν διαπεροῦν εὐκόλα τοὺς μαρμαρυγιακοὺς σχιστολίθους, οἱ σχιστολιθικὲς ὅμως ἐνστρώσεις μέσα στὰ μάρμαρα εἶναι ἀσβεστιτικὲς καὶ συνεπῶς κατὰ ἓνα μέρος διαλυτὲς στὸ νερὸ, πού μπορεῖ νὰ διεισδύσει ἐκεῖ. Θὰ πρέπει νὰ σημειωθεῖ ἀκόμη ὅτι τὰ μαγγανοῦχα διαλύματα περιέχουν ἠλεκτρολύτες καὶ μποροῦν συνεπῶς λόγω τῆς παρουσίας ἰόντων νὰ διεισδύσουν μέσα στὸ ἀδιαπέρατο, γιὰ τὸ κοινὸ νερὸ, σχιστολιθικὸ πέτρωμα. Μέσα στοὺς μικροὺς πόρους τῶν σχιστολίθων αὐτῶν, ὅπου συνήθως τὸ νερὸ περιέχει περισσότερο διοξειδίου τοῦ ἀνθρακκα, ἔγινε κατακρήμνιση τοῦ MnO_2 ἀπὸ τὰ μαγγανοῦχα διαλύματα.

Ὅλα αὐτὰ ἐνισχύουν τὴν ἄποψη ὅτι τὰ μαγγανοῦχα κοιτάσματα τῆς περιοχῆς Δράμας ὀφείλονται σὲ κατερχόμενα μαγγανοφόρα διαλύματα, πού περιεῖχαν μαγγανοῦχες ἐνώσεις, προερχόμενες ἀπὸ τὴ διάβρωση τῶν προϊόντων τῆς ὑποηφαιστειακῆς μεταλλοφορίας τῆς τριτογενοῦς ἀνδευσιτικῆς ἠφαιστειότητος στὴ Μακεδονία, πού ἦταν ἀρκετὰ ἔντονη (Κισκύρας 1966). Ἀντίθετα, ἡ ἄποψη ὅτι τὰ μεταλλεύματα αὐτὰ ὀφείλονται σὲ ἀνερχόμενα διαλύματα, δηλ. ὅτι ἐδῶ πρόκειται γιὰ ὑδροθερμικὰ κοιτάσματα, ὅχι μόνον δὲν δικαιολογεῖται, ἀλλὰ μπορεῖ νὰ ὀδηγήσει καὶ στὴν ἐκτέλεση περιττῶν ἔργων, ὅπως π.χ. ἡ διάνοιξη κατὰ τὸ 1958-59 μεγάλης καὶ βαθειᾶς γαλαρίας στὰ Μεταλλεῖα τοῦ 25ου χλμ. Δράμας γιὰ συνάντηση τοῦ μεταλλεύματος σὲ βαθύτερο ὀρίζοντα, πού βρέθηκε ὅμως στείρα.

Στὴν περιοχὴ ὅμως τῆς Δράμας ὑπάρχουν καὶ ἄλλου εἶδους κοιτάσματα, τὰ ὁποῖα πιθανῶς εἶναι ὑδροθερμικὰ π.χ. τὰ κοιτάσματα Μαγνησίου - Ζικιδίων, ὅπου μόνον τὰ ἀνώτερα τμήματά τους περιέχουν πυρολουσίτη, ἐνῶ στὰ ἄλλα τμήματα καὶ μάλιστα ἀπὸ μικρὸ βάθος παρουσιάζεται ροδοχρωσίτης, ροδονίτης καὶ χαλαζίας (Παπασταματίου - Ἀναστόπουλος 1957). Ἐπίσης τὸ κοιτάσμα Φιντέρνας Σκαλωτῆς, ὅπου μαζί μὲ τὸ πυρολουσιτικὸ μετάλλευμα ἀναφέρεται καὶ ἡ παρουσία ροδονίτη καὶ βαρέων μετάλλων, π.χ. Pb, Cu καὶ Zn (Podufal 1971, σ. 21).

Μαγγανοῦχα μεταλλεύματα πλούσια σὲ πυρολουσίτη παρουσιάζονται καὶ ἄλλοῦ, π.χ. στὸ Νεοχώριο Χαλκιδικῆς, (ἀρ. 20 τοῦ Πίν. Α), στὸ Μεσημέρι Θεσσαλονίκης κ.λπ.

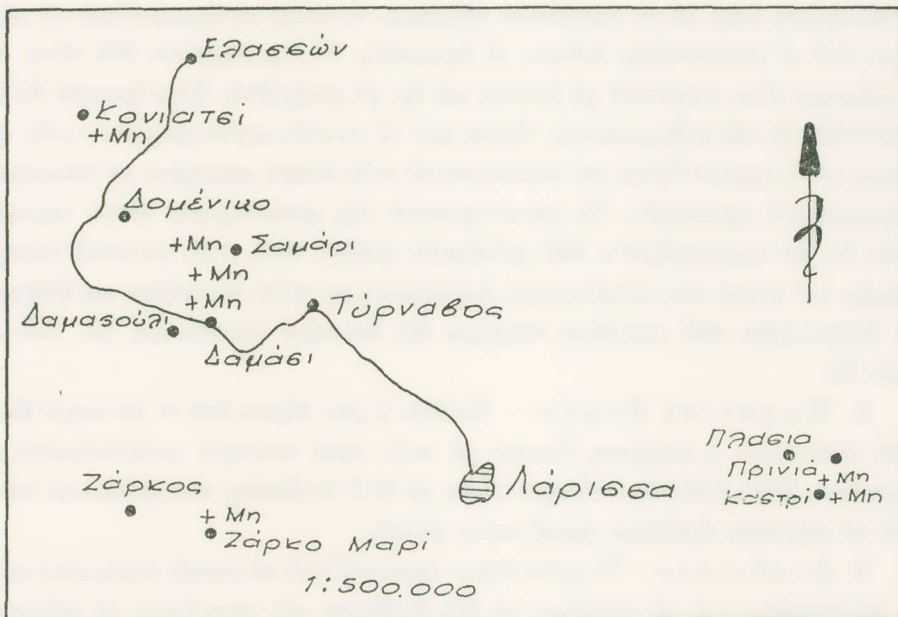
Γ. ΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τὰ μαγγανιούχα μεταλλεύματα Θεσσαλίας παρουσιάζονται κατά κύριο λόγο μέσα σέ μάρμαρα, πού κάθονται πάνω σέ μαρμαρυγικούς σχιστόλιθους. Τὰ σπουδαιότερα κοιτάσματα ἐμφανίζονται στό νομό Λαρίσης καί μάλιστα στήν περιοχή Τυρνάβου (εἰκ. 2).

I. Περιοχή Τυρνάβου

Τὰ μαγγανιούχα μεταλλεύματα τῆς περιοχῆς αὐτῆς εἶναι γνωστά μέ τὰ τοπικά ὀνόματα τῶν κοιτασμάτων ὅπως ἀκολουθοῦν:

1) Κοίτασμα Καυκάκι: Τοῦτο συναντᾶται βόρεια τοῦ χωριοῦ Δαμάσι καί εἰδικότερα τοῦ 31ου χλμ. τῆς δημόσιας ὁδοῦ Λάρισα - Ἐλασσόνα. Ἡ περιοχή τῶν μεταλλοφόρων ἐμφανίσεων ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό μάρμαρα. Ἀπ' αὐτά τὰ σιπολιτικά μάρμαρα παρουσιάζονται κυρίως στό ἀνατολικό τμήμα τῆς περιοχῆς αὐτῆς. Μερικές φορές, ἰδίᾳ στό βόρειο τμήμα τῆς περιοχῆς, οἱ μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι ἐγκλείουν φακούς ἀπό σιπολίτη. Οἱ σχιστόλιθοι αὐτοί παρουσιάζονται σέ ὄλη τήν ἔκταση καθαροί, δηλ. χωρίς τήν παρουσία χαλαζιακῶν φλεβῶν, πού ἐμφανίζονται συνήθως σέ κρυσταλλοσχιτώδεις μαγγανιούχες περιοχές καί αὐτῆς ἀκόμα τῆς Θεσσαλίας, ὅπως π.χ. στό γειτονικό χωριό Δομένιο. Ἡ γενική παράταξη τῶν



Εἰκ. 2. Ἐμφανίσεις μαγγανιούχου μεταλλεύματος (Mn) στήν περιοχή Θεσσαλίας.

κρυσταλλοσχιστωδῶν αὐτῶν πετρωμάτων εἶναι ΒΒΔ με δυτική κλίση. Ἡ μεταλλοφορία παρουσιάζεται κατὰ προτίμηση στὸ κατώτερο τμήμα τῶν μαρμάρων, πού πλησιάζουν πρὸς τοὺς σχιστόλιθους καὶ συνήθως εἶναι σιπολινικά (Κισκύρας 1957). Ἡ ἐπαφὴ μαρμαρυγιακῶν σχιστόλιθων καὶ μαρμάρων ἀπλῶν ἢ σιπολινικῶν δὲν εἶναι πάντοτε μεταλλοφόρα, στὶς περιπτώσεις ὅμως πού εἶναι, τότε παρουσιάζεται μετάλλευμα καὶ μέσα στοὺς σχιστόλιθους. Τὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται σὲ μορφή βραουνίτη καὶ χαουσμανίτη πάχους 1,0-1,5 μ. μέσα στὰ μάρμαρα. Σχεδὸν παντοῦ τὰ μάρμαρα ἔχουν ὑποστεῖ μιὰ μεταλλοποίηση, ὥστε ἐκτὸς ἀπὸ τὸ συμπαγὲς μετάλλευμα νὰ παρουσιάζεται καὶ ἄλλο πτωχότερο με πάχος συνήθως ἄνω τῶν 5-6 μ., ἀλλὰ πού μπορεῖ νὰ ξεπεράσει καὶ τὰ 10 μ. Γενικὰ μπορεῖ νὰ πεῖ κανεὶς, ὅτι τὸ μετάλλευμα τῆς περιοχῆς αὐτῆς εἶναι μεταλλουργικό. Ὑπάρχουν ὅμως περιπτώσεις π.χ. στὰ ἀνώτερα τμήματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὑποστεῖ ὀξειδωσὴ ἢ κοντὰ στὰ ρήγματα, ὅπου τὸ μετάλλευμα εἶναι κατὰ ἓνα μεγάλο μέρος πυρολουσιτικό. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μετὰ τὸ μετάλλευμα, πού βρίσκεται μέσα στὸ μαρμαρυγιακὸ σχιστόλιθο.

Τὸ κατώτερο μάρμαρο, συνήθως με λευκὸ-ροδίζον χρῶμα, εἶναι διάσπαρτο ἀπὸ κονδύλους βραουνίτη διαστάσεων $3 \times 5-10 \times 15$ ἐκατ. τοῦ μ., πού ἀποτελοῦν συνήθως τὸ $1/5$ τοῦ ὄγκου τοῦ μεταλλοφόρου μαρμάρου, ὅπως στὶς ἐργασίες Νο 12 καὶ 13. Ἡ παρουσία τῶν κονδύλων αὐτῶν ἀποτελεῖ σαφῆ ἔνδειξη, ὅτι ἐδῶ πρόκειται γιὰ ἓνα κοίτασμα με ἰζηματογενῆ καὶ μάλιστα θαλάσσια προέλευση, πού ὑπέστη μεταμόρφωση μαζί μετὰ τὸ περιβάλλον πέτρωμα, τὸ ὁποῖο μεταμορφώθηκε σὲ μάρμαρο, ἐνῶ οἱ μαγγανιοῦχες ἐνώσεις σὲ βραουνίτη. Τὸ ἀξιοσημείωτο ἐδῶ εἶναι, ὅτι τὸ μάρμαρο εἶναι σιπολινικὸ με βιοτίτη καὶ ὄχι με μωσχοβίτη. Στὴν ἐργασία Νο 14 παρουσιάζεται καὶ ροδοχρωσίτης. Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ μεταλλουργικὸ μαγγάνιο, στὴν ἐμφάνιση αὐτῆ παρουσιάζεται καὶ πυρολουσιτικό στὴν ἐπαφὴ μαρμάρων με ὑποκείμενο μαρμαρυγιακὸ σχιστόλιθο. Τὸ χαρακτηριστικὸ τῆς μεταλλοφόρας αὐτῆς περιοχῆς εἶναι, ὅτι δὲν παρουσιάζονται ἐδῶ χαλαζιακὲς φλέβες, ὅπως στὴν γειτονικὴ περιοχὴ Σαμάρι καὶ γενικὰ στὶς μεταλλοφόρες ἐμφάνσεις μαγγανίου Θεσσαλίας καὶ Εὐβοίας. Τὸ ἐμποτισμένο ἀπὸ μαγγάνιο πέτρωμα δὲν ἀποτελεῖ μετάλλευμα, βλ. Πίν. Α, ἀναλ. 12.

2. Ἐμφάνιση Σαμάρι: Περίπου 2 χλμ. βόρεια ἀπὸ τὸ κοίτασμα Καυκάκι συναντᾶται ἡ ἐμφάνιση Σαμάρι με πολὺ καλὴ ποιότητα μεταλλεύματος σὲ διαστάσεις $200 \times 100 \times 3$ μ. Οἱ σχιστόλιθοι με Β-Ν διεύθυνση, πού βρίσκονται κάτω ἀπὸ τὰ μάρμαρα, ἐγκλείουν χαλαζιακοὺς φακοὺς.

3. Δομένιον: Τὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται σὲ μορφή στρώματος μέσα σὲ σχιστόλιθους καὶ σὲ σιπολίτες με ΒΔ διεύθυνση καὶ σπανιότερα σὲ μάρμαρα, ὅπου σχηματίζουν φωλεές. Εἶναι πολὺ πιθανὸν τὰ κοιτάσματα Δομενίου νὰ ἀπο-

τελοῦν τμήμα τῆς μεταλλοφόρας ζώνης Καυκάκι - Σαμάρι. Ἡ μεταλλοφορία περιορίσθηκε κατὰ κύριο λόγο στὸν κατώτερο ὀρίζοντα τῶν μαρμάρων κοντὰ στοὺς σχιστόλιθους. Κατὰ τὸν Ἀρώνη (1957) πρόκειται γιὰ ἀπομαγματικό-ὕδροθερμικὸ κοίτασμα.

4. Π ρ ι ν ι ἄ (Κ ε μ ε ρ λ ῆ) : Πυρολουσιτικὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται ΝΔ τοῦ χωριοῦ Πρινιὰ στὴν τοποθεσία Κουκουράβας - Ἀγκορτσιές (ἢ Πλατάνια, θέση Φωληὰ) κάτω ἀπὸ μάρμαρα καὶ πάνω ἀπὸ μαρμαρυγιακοὺς σχιστόλιθους. Τὸ μετάλλευμα ἀκολουθεῖ τὴν ἐπαφὴ τῶν δύο αὐτῶν πετρωμάτων ἀλλὰ τοπικὰ διευρύνεται. Ἀνατολικότερα καὶ σὲ ἀπόσταση κάπου 30 μ. διακρίνεται μιὰ χαλαζιακὴ φλέβα, ποὺ διασχίζει τὰ μάρμαρα, χωρὶς ὅμως νὰ φθάνει τὴν ἐμφάνιση τοῦ μεταλλεύματος. Ἄλλες ἐμφάνεισες μεταλλεύματος παρουσιάζονται στὴν τοποθεσία Ραχοῦλα - Πηγάδι, ὅπου τὰ μαγγανιοῦχα ὀρυκτὰ ἔχουν πληρώσει σπασίματα μαρμάρου, χωρὶς καμιὰ ἰδιαίτερη προτίμηση πρὸς ὀριζμένη διεύθυνση. Τὸ μετάλλευμα συνήθως εἶναι πυρολουσιτικό. Μόνο σὲ μιὰ θέση παρουσιάζεται μαγγανιοῦχο ἐπίδοτο (πιεμοντίτης) π.χ. στὸ πηγάδι βόρεια τῆς τοποθεσίας Τζαβέλα - Ράχη.

5. Π ρ ι ν ι ἄ - Κ α σ τ ρ ῖ : Οἱ ἐμφάνεισες μεταλλεύματος παρουσιάζονται στὸ λόφο, ποὺ ἐκτείνεται ἀνατολικὰ τοῦ χωριοῦ Καστρί καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ μάρμαρα (ΒΔ 60° καὶ κλίση 15° βορ.).

6. Κ ὠ σ τ α - Δ ἑ λ ῆ : Τὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται στὸ ἀνώτερο τμήμα ἐνὸς καρστικοῦ ἔγκοιλου μέσα σὲ μάρμαρα στὴν ἀνατολικὴ πλευρὰ τοῦ λόφου, νότια τοῦ χωριοῦ Πρινιὰ. Ἐπίσης στίς θέσεις, ὅπου τὸ αἰματιτικὸ μετάλλευμα τῆς περιοχῆς αὐτῆς ἔχει ὑποστῆ ἀποσάθρωση καὶ ἔχουν ἀπομακρυνθεῖ τὰ ὀξείδια σιδήρου, ὥστε τὸ μετάλλευμα νὰ παρουσιάζεται κυψελῶδες μὲ ἐπικράτηση τῶν ὀρυκτῶν μαγγανίου.

7. Κ ο ν ι α τ σ ῖ : Στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου μὲ ὑποκείμενο μαρμαρυγιακὸ σχιστόλιθο παρουσιάζεται μαγγανιοῦχο μετάλλευμα μὲ διεύθυνση μεταλλοφορίας ΒΔ. Κοντὰ στὸ σχιστόλιθο τὸ μετάλλευμα γίνεται πυρολουσιτικό.

II. Γένεση τῶν μαγγανιοῦχων μεταλλευμάτων Θεσσαλίας

Τὸ γεγονός ὅτι τὰ περισσότερα μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα τῆς περιοχῆς αὐτῆς παρουσιάζονται κατὰ κύριο λόγο στὴν ἐπαφὴ μαρμάρων μὲ ὑποκείμενο σχιστόλιθο, ποὺ πολλὲς φορὲς εἶναι πλούσιος σὲ μαγγάνιο, ὀδηγεῖ στὴ σκέψη ὅτι ἐδῶ πρόκειται γιὰ δευτερογενῆ κοιτάσματα μαγγανίου, ἢ γένεση τῶν ὁποίων ὀφείλεται σὲ ἀπόθεση μαγγανιοῦχων ὑλικῶν ἀπὸ κατερχόμενα μεταλλοφόρα διαλύματα. Στὰ διαλύματα αὐτὰ ὀφείλεται καὶ ὁ ἐμποτισμὸς τῶν σχιστολίθων μὲ μαγγανιοῦχες ἐνώσεις, ποὺ κατακρημνίσθηκαν ἀπὸ τὰ διαλύματα μέσα στοὺς πόρους τῶν σχιστολιθικῶν πετρω-

μάτων. Ἡ ἄποψη αὐτὴ ἐνισχύεται καὶ ἀπὸ τὴν ὀρυκτολογικὴ σύσταση τῶν κοιτάσμάτων αὐτῶν, τὰ ὁποῖα κατὰ τὸ μεγαλύτερο ποσοστὸ εἶναι πυρολουσιτικά. Ἡ παρουσία ὅμως κονδύλων βραουνίτη μέσα στὰ μάρμαρα τοῦ κοιτάσματος Καυκάκι - Τυρνάβου σημαίνει τὴν παρουσία καὶ ἄλλων, πρὸ παλαιῶν μαγγανιούχων μεταλλευμάτων, πὺ μπορεῖ νὰ χαρακτηρισθοῦν ὡς πρωτογενῆ ἰζηματογενῆ κοιτάσματα μαγγανίου, τὰ ὁποῖα ἀργότερα ὑπέστησαν μεταμόρφωση μαζί μὲ τὰ περιβάλλοντα πετρώματα. Τὴν ἄποψη αὐτὴ ἐνισχύει καὶ ἡ παρουσία σὲ μερικὰ κοιτάσματα Θεσσαλίας χαλαζιακῶν φλεβῶν.

Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὴν ὑψηλὴ περιεκτικότητα μαγγανιούχου δείγματος ἀπὸ τὸ κοίτασμα Καυκάκι - Τυρνάβου σὲ Βα μπορεῖ νὰ ποῦμε ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἐπαρκῆ στοιχεῖα, πὺ δικαιολογοῦν τὴν ἄποψη ὅτι αὐτὴ ὀφείλεται στὴν παρουσία ὑδροθερμικῶν διαλυμάτων πλουσίων σὲ μαγγάνιο καὶ βάριο. Τὸ πιθανότερο εἶναι νὰ δεχθοῦμε ὅ,τι ἔχει ἤδη λεχθεῖ γιὰ τὰ μαγγανιούχα μεταλλεύματα τῆς Δωρίδας, δηλ. ὅτι τὰ ὑδροθερμικὰ διαλύματα δὲν ἦταν οἱ φορεῖς τῶν μαγγανιούχων ὑλικῶν, ἀλλὰ ἡ αἰτία γιὰ τὴν κατακρήμνισή τους ἀπὸ τὸ νερὸ τῆς θάλασσας, μέσα στὸ ὁποῖο ἦταν διαλυμένα (Κισκύρας 1957 β καὶ 1967).

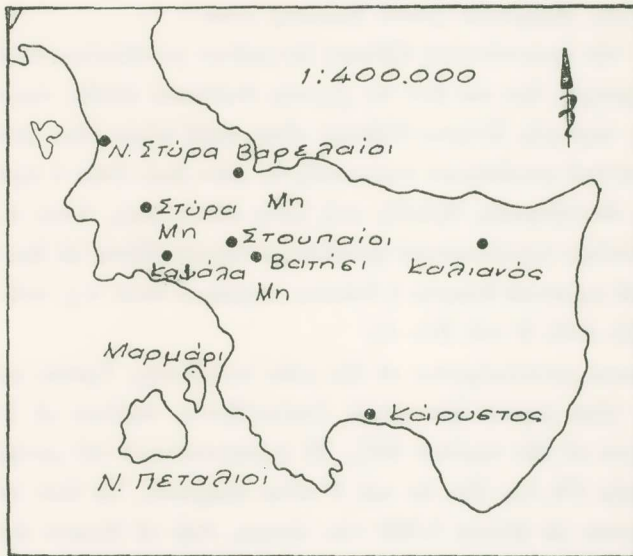
Δ. ΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ ΕΥΒΟΙΑΣ ΚΑΙ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τὰ μαγγανιούχα κοιτάσματα συναντῶνται στὴ νότια Εὐβοία, πὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (μάρμαρα καὶ μαρμαρυγιακοὺς στιστόλιθους) καὶ μάλιστα στὴν περιοχὴ Καρυστίας καὶ ἰδιαιτέρα στὴν περιοχὴ Στύρων καὶ Ἐρέτριας. Ἀνάλογα μεταλλεύματα παρουσιάζονται καὶ στὰ νησιά τοῦ Αἰγαίου, Ἄνδρο, Τῆνο, Πάρο κ.λπ. Στὶς περιοχὲς αὐτὲς σὲ ἀντίθεση πρὸς τὴ Θεσσαλία τὰ μάρμαρα εἶναι στεῖρα καὶ σὲ σπάνιες μόνο περιπτώσεις ἐγκλείουν μετάλλευμα μαγγανίου. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς πρόκειται γιὰ δευτερογενῆ Μπ-κοιτάσματα πυρολουσιτικοῦ τύπου.

1) Μαγγανιούχα μεταλλεύματα Εὐβοίας.

Ι. Περιοχὴ Στύρων - Στουπαίων: Ἡ περιοχὴ αὐτὴ ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ μάρμαρα καὶ μαρμαρυγιακοὺς σχιστόλιθους, σπανιότερα δὲ ἀπὸ χαλαζίτες καὶ φυλλίτες. Τὰ μάρμαρα ἐδῶ στρωματογραφικὰ καὶ συχνὰ μορφολογικὰ βρίσκονται πάνω ἀπὸ τοὺς μαρμαρυγιακοὺς σχιστόλιθους. Οἱ σχιστόλιθοι αὐτοὶ εἶναι πλούσιοι στὰ ἀνώτερα στρώματά τους σὲ χαλαζιακοὺς φακούς, μὲ μέγεθος πὺ φθάνει τὸ 1 m³. Συνήθως πρόκειται γιὰ γαλακτώδη χαλαζία καὶ σὲ ἐξαιρετικὲς μόνον περιπτώσεις, π.χ. στὴν περιοχὴ Τρέπες, ὁ χαλαζίας παρουσιάζεται σὲ μορφὴ ὄρειας

κρυστάλλου. Τα πετρώματα αυτά έχουν πτυχωθεί κατά τη ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση. Οι σπουδαιότερες εμφανίσεις μεταλλεύματος παρουσιάζονται (βλ. Εικ. 3) στις εξής τοποθεσίες: 1) Μαντέμι κοινότητας Στύρων. Μέσα σε μαρμαρυγικούς σχιστόλιθους παρουσιάζεται μία ζώνη μεταλλοφορίας με πάχος περίπου 1,5-2 μ. και με άφθονες χαλαζιακές διαστρώσεις. Το μέταλλευμα συνίσταται κυρίως από βραουνίτη, 2) Τρέπες κοινότητας Στουπαίων. Το μέταλλευμα παρουσιάζεται σε μορφή διαστρώσεων με πάχος 0,2-1 μ. μέσα σε μαρμαρυγικούς σχιστόλιθους και διασχίζεται από χαλαζιακές φλέβες. Έδω, στην έργασία Νο 5, εκτός από τα όρυκτα βραουνίτη και ψιλομέλανα, παρουσιάζεται πιεμονίτης, δηλ. μαγγανιοῦχο επί-



Εικ. 3. Έμφανίσεις μαγγανιούχου μεταλλεύματος (Mn) στη Νότιο Εύβοια.

δοτο, 3) Ρομελιώτη κοινότητα Στουπαίων. Το μέταλλευμα (βραουνίτης, ψιλομέλας και πυρολουσίτης) παρουσιάζεται μέσα σε μαρμαρυγικούς σχιστόλιθους, που έχουν υποστεί έντονη αποσάθρωση. 4) Λιώνη, που βρίσκεται μεταξύ των δύο προηγούμενων εμφανίσεων. Το μέταλλευμα είναι πυρολουσιτικό και παρουσιάζεται σε καρστικά έγκοιλα σιπολιτικού μαρμάρου, 5) Πυργάρι μεταξύ των χωριών Βαρελαίοι - Τσουταίοι. Το μέταλλευμα (πυρολουσίτης με λίγο βραουνίτη) παρουσιάζεται σε μορφή φακού, διαστάσεων $5 \times 4 \times 1$ μ., μέσα σε φυλλίτες και διασχίζεται από χαλαζιακές φλέβες με Β-Ν διεύθυνση, 6) Καμίνι, βουνό Κλιώση. Το μέταλλευμα (βραουνίτης και ψιλομέλας) παρουσιάζεται σε

μορφή φακοειδῶν ἐνστρώσεων μέσα σὲ λεπτοσχιστώδεις λεπτόκοκκους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, πλούσιους σὲ χαλαζία. Ἡ διεύθυνση τῆς μεταλλοφορίας παρουσιάζεται κατὰ τὴν B-N διεύθυνση, 7) Γ κ ο ὕ θ ρ α - Μ α ρ μ ά ρ ι. Τὸ μετάλλευμα, πλούσιο σὲ βραουνίτη καὶ ψιλομέλανα (βλ. ἀνάλ. 7 τοῦ Πίν. Α), βρίσκεται μέσα μεταμορφωμένα κερατολιθικά πετρώματα. Ἐδῶ πρόκειται γιὰ μεταμορφωμένα τμήματα τῆς σχιστοκερατολιθικῆς ζώνης Ἀνατολικῆς Ἑλλάδος, δηλ. γιὰ μεσοζωϊκούς σχηματισμούς.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς προηγούμενες ἐμφανίσεις, μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα παρουσιάζονται καὶ σὲ πολλὲς ἄλλες τοποθεσίες, ὅπως στὴ θέση Χύμη τοῦ χωριοῦ Στουπαῖοι, Δρομάρι νότια τοῦ ἴδιου χωριοῦ, στὴ θέση Γκίνη κοντὰ στὸ χωριὸ Κάψαλα, στὸ χωριὸ Βατίτσι, Μάρμουρο (βουνὸ Κλιώση) κ.λπ.

Τόσον ἀπὸ τὴν ὀρυκτολογικὴ ἐξέταση δειγμάτων μεταλλεύματος ἀπὸ τὶς προαναφερθεῖσες περιοχές, ὅσο καὶ ἀπὸ τὶς χημικὲς ἀναλύσεις αὐτῶν, προκύπτει ὅτι τὸ μετάλλευμα τῆς περιοχῆς Στύρων-Εὐβοίας εἶναι κατὰ κύριο λόγο μεταλλουργικοῦ τύπου. Πυρολουσιτικὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται μόνο ἐκεῖ, ὅπου ὁ σχιστόλιθος ἔχει ὑποστεῖ ἔντονη ἀποσάθρωση, δηλαδή στὴ ζώνη ὀξειδώσεως, ὅπως π.χ. στὴ θέση Ρουμελιώτη. Πλούσιο πυρολουσιτικὸ μετάλλευμα παρουσιάζεται σὲ δευτερογενῆ κοιτάσματα μέσα σὲ καρστικά ἔγχοιλα ἢ διάκενα μαρμάρου ὅπως π.χ. στὶς θέσεις Λιῶνη καὶ Γκίνη (βλ. ἀνάλ. 6 τοῦ Πίν. Α).

Τὰ ἀποθέματα μεταλλεύματος σὲ δύο μόνο τοποθεσίες, Τρέπες καὶ Ρουμελιώτη, ὅπου ἔχουν γίνει μερικὰ ἐρευνητικά, ὑπολογίζονται περίπου σὲ 2.000 τόννους μὲ περιεκτικότητα σὲ Mn περίπου 40%. Ἡ περιεκτικότητα τοῦ μεταλλεύματος σὲ ἐπιβλαβῆ στοιχεῖα Pb, Cu, Zn, As καὶ P εἶναι ἐλάχιστη. Τὰ λίαν πιθανὰ ἀποθέματα ὑπολογίζονται σὲ ἄλλους 5.500 τόν. ἀκόμα, ἐνῶ τὰ δυνατὰ ἀποθέματα τῆς περιοχῆς Στουπαίων μὲ τοὺς πιὸ μέτριους ὑπολογισμούς ξεπερνοῦν τοὺς 50.000 τόννους.

II. Π ε ρ ι ο χ ῆ Ἐ ρ έ τ ρ ι α ς. Μαγγανιοῦχο μετάλλευμα παρουσιάζεται στὶς θέσεις Φλέρυ, Γέροντα, Ἀνύδρου καὶ Ἀνεμόμυλους. Γιὰ τὶς δύο πρῶτες ἐμφανίσεις, ὁ Καραγεωργίου (1955) δέχεται ὑδροθερμικὴ προέλευση, ἐνῶ στὴν τέταρτη ἐμφάνιση ἀναφέρει συγκεντρώσεις πυρολουσίτη, ποὺ ἀποτέθηκε ἰζηματογενῶς μεταξύ ἄσβεστολιθικῶν λατυπῶν, ποὺ συνδέονται μὲ ἀργιλλοψαμμιτικὸ ὑλικό. Γιὰ τοὺς λόγους, ποὺ ἀναφέρθηκαν θὰ πρέπει νὰ ἀποκλεισθεῖ ἡ ὑδροθερμικὴ προέλευση τῶν μαγγανιοῦχων αὐτῶν κοιτασμάτων.

III. Π ε ρ ι ο χ ῆ Κ α ρ υ σ τ ί α ς. Ἐδῶ ἀναφέρονται πολλὲς ἐμφανίσεις μαγγανιοῦχου μεταλλεύματος σὲ μεταμορφωμένα κερατολιθικά πετρώματα μὲ κύριο ὀρυκτολογικὸ συστατικὸ τὸν βραουνίτη (Ἀνδρονόπουλος 1962, σ. 216) ποὺ ἐπιγενετι-

κώς αντικαθίσταται από πυρολουσίτη και πιθανώς όλλανδίτη. Στην περίπτωση αυτή πρόκειται προφανώς για άρχικά ίζηματογενές κοιτάσμα, που άργότερα υπέστη μεταμόρφωση. Η παρουσία έδω μόνον βραουνίτη και όχι άλλων όρυκτων, όπως π.χ. Χαουσμάνιτη και Γιακομφίτη, δηλοϊ άσθενή μεταμόρφωση. Τοϋτο έρχεται σε συμφωνία με την άποψη (Άνδρονόπουλος 1962 σ. 202), ότι η μεταμόρφωση στη Ν. Εύβοια είχε έπιζωνικό κυρίως χαρακτήρα.

2) Μαγγανιοϋχα μεταλλεύματα Άνδρου, Τήρου κ.λπ.

Τά μεταλλεύματα τών νήσων αυτών είναι τοϋ ίδιου τύπου με αυτά τής Εύβοιας, που από γεωλογική-κοιτασματολογική άποψη αποτελούν τή συνέχεια τής Εύβοιας προς Νότο. Το μετάλλευμα, που παρουσιάζεται μέσα σε σχιστόλιθους σε μορφή φακών ή διαστρώσεων, είναι πλούσιο σε χαλαζία και αποτελείται από μαγγανίτη, ψιλομέλανα και πυρολουσίτη (Μαρϊνος 1953). Το γεγονός ότι το μετάλλευμα αυτό τής Άνδρου είναι πτωχό σε σίδηρο και βάριο αποκλείει τήν ύδροθερμική προέλευση τών κοιτασμάτων αυτών.

Στήν ίδια κατηγορία κατατάσσονται και τά κοιτάσματα τής νήσου Θάσου, με τή διαφορά ότι αυτά είναι πλουσιότερα σε SiO₂. Αντίθετα, τά μαγγανιοϋχα κοιτάσματα τής Πάρου θεωρούνται (Φραγγάτος 1951 και Παρασκευόπουλος 1959) ως ύδροθερμικά χωρίς όμως να δικαιολογείται η θέση τοϋ μεταλλεύματος στα κατώτερα τμήματα τοϋ μαρμάρου κοντά στο ύποκείμενο σχιστολιθικό πέτρωμα.

E. ΓΕΝΕΣΗ ΤΩΝ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΕΥΒΟΙΑΣ ΚΑΙ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τά μεταλλεύματα μαγγανίου τών περιοχών αυτών παρουσιάζονται σε μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, που είναι πλούσιοι σε χαλαζιακούς φακούς και χαλαζιακές διαστρώσεις, χωρίς όμως να διαπιστώνεται πουθενά σχέση μεταξύ τής μεταλλοφορίας μαγγανίου και τής παρουσίας χαλαζιακών διαστρώσεων. Το μετάλλευμα παρουσιάζεται έδω σε μορφή διαστρώσεων, ένίοτε με πολύ μεγάλη έκταση, μέσα στους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και σπανιότερα με μεγάλους φακούς, σε στρωματογραφική όμως συμφωνία με τους σχιστόλιθους, που σημαίνει ότι το μαγγανιοϋχο μετάλλευμα τής περιοχής αυτής είναι σύγχρονος σχηματισμός με τους σχιστόλιθους αυτούς και όχι μεταγενέστερος, όπως σε πολλά μαγγανιοϋχα κοιτάσματα τής Θεσσαλίας. Τήν άποψη αυτή ενισχύει και το γεγονός, ότι μέχρι ώρας δέν διαπιστώθηκε έδω μετάλλευμα στην έπαφή σχιστολίθων και μαρμάρων, όπως στην περιοχή Δράμας και Τυρνάβου, παρόλον ότι και έδω τά μάρμαρα βρίσκονται πάνω

ἀπὸ τοὺς σχιστόλιθους. Συνεπῶς δὲν πρόκειται γιὰ ἀποθέσεις κατερχομένων ἢ ἀνερχομένων διαλυμάτων, ἀλλὰ γιὰ ἀπόθεση μαγγανιοῦχων ὑλικῶν σύγχρονη (συγγενετική) μετὰ τὴν ἀπόθεση τῶν ὑλικῶν, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται τὰ περιβάλλοντα πετρώματα.

Οἱ χαλαζιακὲς φλέβες καὶ διαστρώσεις μέσα στὸ μετάλλευμα, ποὺ ἔδωσαν τὴν ἀφετηρία γιὰ τὴν ἐκδοχὴ ὅτι πρόκειται γιὰ ὑδροθερμικὴ προέλευση τοῦ μεταλλεύματος, σχηματίσθηκαν ἀργότερα, ὅταν τὸ μετάλλευμα εἶχε ὑποστῆ διαρρήξεις ἐξαιτίας τεκτονικῶν διαταραχῶν. Τὸ γεγονός ὅτι οἱ χαλαζιακὲς φλέβες διασχίζουν φακὸ μεταλλεύματος κοντὰ στὸ χωριὸ Βαρελαῖοι, ἀλλὰ περιορίζονται μέσα σ' αὐτὸν χωρὶς νὰ προχωροῦν στοὺς μαρμαρυγιακοὺς σχιστόλιθους, πρέπει νὰ ἀποδοθεῖ στὸ ὅτι τὰ τελευταῖα πετρώματα, σὰν πλαστικὰ πετρώματα, ὑπέστησαν μικρότερη διάρρηξη. Στὰ κενὰ λόγῳ τῶν διαρρήξεων αὐτῶν εἰσέδυσαν θερμὰ SiO_2 διαλύματα, ποὺ προῆλθαν ἀπὸ τὴν ὑπερθέρμανση πυριτικῶν ὑλικῶν κατωτέρων ὀριζόντων.

Τὸ μετάλλευμα τῆς περιοχῆς τῶν Στύρων περιορίζεται στὸ ἀνώτερο τμήμα τῶν μαρμαρυγιακῶν σχιστολίθων, ποὺ σημαίνει ὅτι ὁ σχηματισμὸς αὐτοῦ ἐντοπίσθηκε σὲ ὀρισμένη ἐποχὴ. Θὰ πρέπει λοιπὸν νὰ ἐξετασθεῖ κατὰ πόσον μετὰ τὴν ἐποχὴ αὐτὴ συνδέονται ἄλλα γεωλογικὰ φαινόμενα, ποὺ εὐνόησαν τὴν ἀπόθεση μαγγανιοῦχων ὑλικῶν σὲ μεγάλη κλίμακα.

Στὸ Σιαλοχώριο Μυτιλήνης τὸ μαγγανιοῦχο μετάλλευμα παρουσιάζεται σὲ μορφή λεπτῶν φλεβῶν, μετὰ πάχος 5-20 cm, ποὺ διασχίζουν ἀνδρσιτικὸ πέτρωμα. Ἔτσι δικαιολογεῖται ἡ μεγάλη περιεκτικότητά του σὲ βάριο (βλ. ἀνάλ. 24 τοῦ Πίν. Α) ποὺ προδικάζει ὑδροθερμικὴ προέλευση. Τὰ ἐπιφανειακὰ δείγματα ἔχουν ὑποστῆ ἔντονη ὀξειδωσὴ μετὰ ἀποτέλεσμα ὁ βραουνίτης νὰ ἔχει μετατραπεῖ σὲ πυρολουσίτη.

ΣΤ. ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ

Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ σχεδὸν ἀμιγῆ μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα στὴν Ἄνατ. Ἑλλάδα συναντῶνται καὶ ἄλλα, ποὺ ὅμως εἶναι πλούσια σὲ σίδηρο, ὥστε μπορεῖ νὰ χαρακτηρισθοῦν ὡς σιδηρομαγγάνια. Ἐνδιαφέροντα σιδηρομαγγανιοῦχα κοιτάσματα εἶναι γνωστὰ στὶς περιοχὰς Καβάλας καὶ Τρικάλων Θεσσαλίας.

1) Κ α β ἄ λ α. Τὰ σιδηρομαγγανιοῦχα κοιτάσματα παρουσιάζονται βόρεια τῆς Καβάλας στὶς τοποθεσίες Μαντέμ Τεπέ (Σιδηρόλοφος) καὶ Μαντὰν Καρὰν (Βουβαλόραχη) ποὺ ἀπέχουν περίπου 6 χλμ. ἀπὸ τὴν πόλη. Τὸ μετάλλευμα, ποὺ συναντᾶται στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου μετὰ ὑποκείμενο μαρμαρυγιακὸ σχιστόλιθο περιέχει, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὸν Πίν. Α, καὶ ψευδάργυρο, ποὺ σημαίνει παρουσία τοῦ ὀρυκτοῦ

φραγκλινίτη (Zn, Fe, Mn) $(\text{Fe, Mn})_2\text{O}_4$. Ανάλογα κοιτάσματα είναι γνωστά στο New Jersey τῶν Ἡν. Πολιτειῶν τῆς Ἀμερικῆς, γιὰ τὰ ὁποῖα δέχονται (Schneiderhöhn 1955 σ. 330), ὅτι πρόκειται γιὰ ἰζημάτα, πού ἐμποτίσθησαν μὲ ὀξειδία Fe, Mn καὶ Zn, ἀλλὰ ἀργότερα ὑπέστησαν μεταμόρφωση καὶ πνευματολυτικὴ-ὕδροθερμικὴ ἐπίδραση. Τὸ ἴδιο μποροῦμε νὰ ὑποθέσουμε καὶ ἐδῶ, παρόλον ὅτι στὴ συγκριμένη αὐτὴ περίπτωσι τὰ μάρμαρα κεῖνται πάνω στοὺς σχιστόλιθους. Τὰ πιθανὰ ἀποθέματα ὑπολογίζονται σὲ 300.000 τόν. (B. Ρὲς 1953).

2. Ζά ρ κ ο - Μ α ρ ἰ Τ ρ ι κ ἄ λ ω ν. Τὸ κοιτάσμα αὐτό, πού μπορεῖ νὰ χαρακτηρισθεῖ ὡς κοιτάσμα «ἀντικαταστάσεως», παρουσιάζεται στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου μὲ ὑπερκείμενο γενέσιο, κόκκοι ὅμως μεταλλεύματος παρουσιάζονται καὶ μέσα στὸ μάρμαρο. Τὸ μέταλλευμα διασχίζεται ἀπὸ ἀπλιτικὲς φλέβες. Συγκεντρώσεις μεταλλεύματος παρουσιάζονται καὶ μέσα στὸ γενέσιο. Τὸ μέταλλευμα εἶναι βραουνίτης μὲ κατὰ τόπους συγκεντρώσεις μαγγανιούχου μαρμαρυγία (Κισκύρας 1954). Ἐδῶ πρόκειται γιὰ τὸ ὀρυκτὸ ἀλουργίτη (Σπαθῆ 1964 σ. 32), δηλ. Μη/οὔχο μοσχοβίτη. Ἡ παρατήρησις ὅτι τὸ μέταλλευμα Ζά ρ κ ο Μ α ρ ἰ βρίσκεται στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου μὲ ὑπερκείμενο γενέσιο, δηλ. τὸ ἀδιαπέρατο πέτρωμα, πού σημαίνει ὅτι ὁ σχηματισμὸς του συνδέεται μὲ ἀνερχόμενα διαλύματα καὶ ἡ σημαντικὴ συμμετοχὴ σιδήρου στὴ σύστασή του, δηλ. στοιχείου μὲ παραπλήσια ἀκτῖνα ἰόντος πρὸς αὐτὴν τοῦ μαγγανίου, εὐνοοῦν τὴν ἀποψη ὅτι ἐδῶ πρόκειται γιὰ ὕδροθερμικὸ κοιτάσμα. Ἐξάλλου τὴν ἴδια ἀποψη ἐνισχύει καὶ ἡ μεγάλη περιεκτικότητά τοῦ μεταλλεύματος σὲ βάριο, βλ. ἀνάλ. 23 τοῦ Πίν. Α.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τὰ μαγγανιοῦχα κοιτάσματα στὴν Ἀνατολικὴ Ἑλλάδα, ὅπου τὰ μεταλλεύματα συναντῶνται μέσα σὲ μεταμορφωσιγενῆ πετρώματα, διακρίνονται σὲ τρεῖς κατηγορίες: Τὰ μεταμορφωσιγενῆ, τὰ ἰζηματογενῆ καὶ τὰ ὕδροθερμικά.

1.— Μεταμορφωσιγενῆ κοιτάσματα. Πρόκειται γιὰ μαγγανιοῦχες ἐνώσεις, προερχόμενες ἀπὸ τὴν ἀποσάθρωσι καὶ διάβρωσι μαγγανιοφόρων πυριγενῶν πετρωμάτων, πού μεταφέρθηκαν ὑπὸ μορφὴ διαλυμάτων μακριὰ ἀπὸ τὰ μητρικὰ πετρώματα καὶ ἀποτέθηκαν σὲ πυθμένα βαθειᾶς θάλασσας, ὅπου ἔγινε κατακρήμνισι ἐνώσεων δισθενοῦς μαγγανίου ἀπὸ τὸ θαλάσσιο νερό, ὅπου ἦταν διαλυμένες. Πολύ ἀργότερα, πάντως πρὶν τὸ Νεογενές, τὰ ἰζηματογενῆ αὐτὰ κοιτάσματα μαγγανίου ὑπέστησαν ἀσθενῆ μεταμόρφωσι μαζί μὲ τὰ γύρω τους πετρώματα, τὰ ὁποῖα μεταμορφώθηκαν σὲ σχιστόλιθους καὶ χαλαζίτες. Στὴν κατηγορία τῶν κοιτασμάτων αὐτῶν ὑπά-

γονται τὰ μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα τῶν νήσων τοῦ Αἰγαίου, τῆς Εὐβοίας καὶ μερικὰ τῆς Θεσσαλίας. Τὰ μεταλλεύματα τῶν κοιτασμάτων αὐτῶν, σὲ ἀντίθεση πρὸς ἐκεῖνα τῶν ἰζηματογενῶν, δὲν παρουσιάζονται μέσα σὲ μάρμαρα, οὔτε στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου μὲ ὑποκείμενο σχιστόλιθο, ἀλλὰ μέσα στὸ σχιστόλιθο ὑπὸ μορφὴ ἐνστρώσεων, πού σημαίνει σύγχρονη ἀπόθεση μαγγανιοῦχου μεταλλεύματος καὶ ὑλικῶν τοῦ σχιστολιθικοῦ πετρώματος.

2.—Ἰζηματογενῆ κοιτάσματα. Ἐδῶ πρόκειται γιὰ μεταλλεύματα, τὰ ὁποῖα σχηματίσθηκαν ἐπίσης ἀπὸ τὴν κατακρήμνιση μαγγανιοῦχων ἐνώσεων, πού περιεῖχαν διαλύματα, ὄχι ὅμως στὴ θάλασσα, ἀλλὰ στὴν ξηρὰ καὶ μάλιστα σὲ περιοχὲς μαρμάρων. Ἐκεῖ τὰ μαγγανοφόρα διαλύματα μὲ τὴν ἀπορρόφηση ἀσβεστίου ἀπὸ τὰ μάρμαρα ἔγιναν ἀλκαλικά, καὶ ἔτσι διευκολύνθηκε ἡ ὀξειδωση τοῦ δισθενοῦς μαγγανίου σὲ τετρασθενὲς μὲ ἀποτέλεσμα τὴν κατακρήμνισή του ὑπὸ μορφὴ πυρολουσίτη καὶ μαγγανομέλανα μέσα σὲ καρστικά ἐγκοίλα τῶν μαρμάρων καὶ στὴν ἐπαφὴ τους μὲ ὑποκείμενο σχιστόλιθο. Ἡ ἀπόθεση τῶν μεταλλευμάτων αὐτῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι πολὺ νεώτερα ἀπὸ τὰ γύρω τους πετρώματα, ἔγινε κατὰ τὸ Νεογενὲς - Τεταρτογενὲς καὶ ἐπηρεάσθηκε ἀπὸ τὴν ρηγματοτεκτονικὴ καὶ τοπικὴ μορφολογία τῆς περιοχῆς. Στὴν κατηγορία τῶν κοιτασμάτων αὐτῶν ἀνήκουν τὰ μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα τῶν μαρμαροπεριοχῶν τῆς Θεσσαλίας καὶ τοῦ νομοῦ Δράμας. Τὰ μεταλλεύματα αὐτὰ ἔχουν γενετικὴ σχέση μὲ τὴν ὑποηφαιστειακὴ μεταλλοφορία τῆς ἀνδρσιτικῆς ἡφαιστειότητος στὴ Βόρεια Ἑλλάδα, διότι ὀφείλουν τὴ γένεσή τους στὴν ἀποσάθρωση καὶ διάβρωση τῶν ἡφαιστιτῶν αὐτῶν. Τὸ ὅτι στὴ Νότια Ἑλλάδα δὲν παρουσιάζεται τέτοια μεταλλοφορία πρέπει νὰ ἀποδοθεῖ στὴ νεώτερη ἡλικία τῶν ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων τῆς περιοχῆς αὐτῆς, δηλ. στὸν ἀνεπαρκῆ χρόνο γιὰ διάβρωση μέρους τῶν ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων καὶ ἀποκάλυψη κατωτέρων τους τμημάτων, πού παρουσιάζουν ὑποηφαιστειακὴ μεταλλοφορία.

3.—Ὑδροθερμικὰ κοιτάσματα. Στὴν κατηγορία τῶν κοιτασμάτων αὐτῶν, τὰ ὁποῖα σχηματίσθηκαν ἀπὸ κατακρήμνιση μαγγανιοῦχων ἐνώσεων, πού ἦταν διαλυμένες σὲ θερμὰ ὕδατα μετὰ τὴν ἀπόσπασή τους ἀπὸ βαθύτερα κείμενα μητρικὰ πετρώματα, ἀνήκουν μὲ βεβαιότητα τὰ σιδηρομαγγανιοῦχα μεταλλεύματα Ζάρκο Μαρί στὸ νομὸ Τρικάλων καὶ Λαυρίου. Τὴν ἀποψη αὐτὴν ἐνισχύει ὄχι μόνον ἡ αὐξημένη περιεκτικότητα τοῦ μεταλλεύματος σὲ Ba καὶ ἰδίως σὲ Fe, πού εἶναι στοιχεῖο μὲ παραπλήσια ἀκτῖνα ἰόντος πρὸς αὐτὴν τοῦ μαγγανίου, πού ὑποδηλοῖ ὅτι οἱ ἐνώσεις Fe καὶ Mn καὶ κοινὴ προέλευση εἶχαν καὶ μαζὶ κατακρήμνίσθηκαν ἀπὸ τὰ ὑδροθερμικὰ διαλύματα, ἀλλὰ καὶ ἡ θέση τοῦ κοιτάσματος στὴν ἐπαφὴ μαρμάρου μὲ ὑπερκείμενο σχιστολιθικὸ πέτρωμα, πού σημαίνει ὅτι ἡ ἀπόθεση τοῦ μεταλλεύματος

έγινε από ανερχόμενα διαλύματα. Τα άλλα κοιτάσματα, εφόσον είναι πτωχά σε σίδηρο και συναντώνται πάνω σε σχιστόλιθο, δεν μπορεί να θεωρηθούν ως υδροθερμικά, ακόμη και αν βρίσκονται κοντά σε ήφαιστειακά πετρώματα. Στην περίπτωση αυτή τα τυχόν υπέρξανα θερμά διαλύματα δεν ήταν οι φορείς του μεταλλεύματος, αλλά η αιτία για την κατακρήμυνσή τους από το νερό της θάλασσας με βοήθεια ηλεκτρολυτών, που περιείχαν τα θερμά διαλύματα. Μετά την απόθεση των ενώσεων του μαγγανίου άρχισε η ασβεστολιθική ιζηματογένεση, που δικαιολογεί τη θέση των ήδη μεταμορφωμένων ασβεστολίθων πάνω από το μέταλλευμα.

Από την έρευνα των μαγγανιούχων κοιτασμάτων στην Ελλάδα συμπεραίνεται ότι για το σχηματισμό αυτών δεν υπήρξαν ευνοϊκές συνθήκες σε όλες τις σημερινές μεταμορφωσιγενείς περιοχές. Έτσι, στη μεταμορφωμένη ζώνη της Κεντρικής Πελοποννήσου - Κρήτης αντί των όρυκτων μαγγανίου παρουσιάζονται σιδηρομεταλλεύματα τύπου όλιγίστου, τα όποια άπουσιάζουν από τις αναφερθείσες μεταμορφωσιγενείς περιοχές. Μεταξύ των δύο αυτών μεταλλευμάτων, δηλ. των κοιτασμάτων σιδήρου και των πρωτογενών κοιτασμάτων μαγγανίου, υπάρχει, θα λέγαμε, μια αντίπαθεια. Τα σιδηρούχα αποτίθενται στην ξηρά, δηλ. σε όξινο περιβάλλον, ενώ τα μαγγανιούχα στη θάλασσα, σε αλκαλικό περιβάλλον. Στην περίπτωση, που δεχθούμε ότι και τα δύο έχουν κοινή προέλευση, δηλ. ότι προέρχονται από την αποσάθρωση περμοτριάδικων ήφαιστειτών, για να αποτεθούν στην Πελοπόννησο σιδηρομεταλλεύματα, θα πρέπει η περιοχή αυτή να ήταν ξηρά, ενώ στις Κυκλάδες και Εύβοια, όπου αποτέθηκαν τα μαγγανιούχα μεταλλεύματα, να ήταν θάλασσα. Έπειδή οι μαγγανιούχες ενώσεις αποτίθενται μακριά από τα μητρικά πετρώματα, τα κοιτάσματα μαγγανίου στην Εύβοια και Κυκλάδες είναι νεώτερα (μετατριάδικά) από τα σιδηρομεταλλεύματα (όλιγίστους) της Πελοποννήσου (περμορτριάδικά). Για τον ίδιο λόγο τα χρωμιονικελιούχα σιδηρομεταλλεύματα της Ανατολικής Ελλάδος είναι παλαιότερα (μεσοκρητιδικά) από τα μαγγανιούχα μεταλλεύματα της ζώνης Όλλονοῦ - Πίνδου, τα όποια σε αντίθεση με τα πρώτα, με τα όποια έχουν κοινή προέλευση, δηλ. τους άνω Ιουρασιικούς - κάτω κρητιδικούς όφιόλιθους της ζώνης Ανατολικής Ελλάδος, αποτέθηκαν κατά το άνω Κρητιδικό σε πυθμένα βαθειάς θάλασσας. Οι τελευταίες παρατηρήσεις μπορεί να θεωρηθούν ως συμβολή της κοιτασματολογίας στην καλύτερη γνώση της παλαιογεωγραφίας μιās περιοχής.

SUMMARY

Manganese ores in the metamorphic zones of East Greece.

The Greek manganese ores in metamorphic zones may be classified according to their origin into three groups of deposits—metamorphic, sedimentary, and hydrothermal.

1.—*Metamorphic ore deposits.* The question here is of manganese minerals, derived from the weathering and erosion of Mn-bearing igneous rocks, which have been carried out in form of water solutions far from their source rocks, and precipitated on the floor of deep sea, where ore deposits are formed. Later, but before the Neogene, the so built deposits underwent a feeble metamorphism together with the surrounding rocks, which are converted into schist and quartzite. Such manganese deposits have been found in the islands of the Aegean Sea, Euboea, Andros etc, and in Thessaly. These deposits oppositely to the sedimentary ones do not occur in marble or in the contact of marble with underlying schist. They always encounter into the schist, due to their contemporaneous deposition with the ingredients of the schist.

2.—*Sedimentary ore deposits.* In this case the manganese materials have been formed also by precipitation from aqueous mineralizing solutions but not in marine conditions. Their precipitation took place on the land and specially in marble areas, where the Mn-bearing solutions absorbing calcium from the marble became alkaline, which has facilitated the oxidation of Mn^{2+} to Mn^{4+} , resulting in the precipitation of the insoluble Mn^{4+} -compounds into the karstic cavities of marble, as also in the contact of marble with the underlying impervious schist.

The formation of the Thessaly's and Macedonia's sedimentary manganese deposits is genetically connected with the Tertiary andesitic rocks in the North Greece. On the other hand, the development of these deposits was always under the influence of the fracture tectonics and the local morphology. The lack of such ore deposits in South Greece may be attributed to the fact that the andesitic rocks of this area are younger, so that the erosion of them did not go further to the lower parts of these rocks, which are often metalliferous, due to the subvolcanic mineralization.

3.— *Hydrothermal ore deposits.* Such ore deposits have been recognized in the areas of Zarko Mari in Thessaly and in Laurium, where the manganese ores are connected with mineralizing solutions, ascending from areas of post-magmatic activity. The ores of these deposits, on the one hand, lie in the contact of marble with overlying schist and, on the other, they are characterized by their high iron content, i.e. in an element with an ionic radius (0,84Å) equivalent to that of the manganese (0,80Å) what let suppose that the compounds of both these elements, derived from the same source rock, have been simultaneously precipitated from hydrothermal solutions. The other manganese ores, which are laid on the contact of marble with underlying schist and show a low iron content, they are not to be regarded as hydrothermal deposits, even if they are found near igneous rocks. In case of such manganese ores, in the author's opinion, the thermal waters, connected with the formation of the manganese ores, were not the bearing of the Mn-compounds but the cause of their precipitation from the solutions, due to the electrolytes contained into these waters. Besides, in the case of the Greek metamorphic manganese deposits, associated with quartz veins, the question is not of hydrothermal solutions, responsible for the precipitation of manganese compounds, but of waters overheated during the metamorphism.

The study of the manganese deposits has shown that not all the metamorphic zones in the Greek area are favourable for the occurrence of manganese ores. Thus, in the metamorphic zone of Peloponnes - Crete there were no conditions suitable for the formation of manganese ores. There instead of manganese ores occur iron ones and principally oligiste (hematite in form of laminae sheets) while such ores do not occur in the other metamorphic zones mentioned above, as if an aversion exists between these two ore deposits. The oligiste ores have been deposited near the source rock in oxidizing environment, i.e. in land, whereas the manganese ores have been formed far from the source rock in alkaline environment, i.e. into deep sea.

Supposing that both these ores have the same origin, i.e. they are derived from the weathering of Permotriassic igneous rocks, oligiste ore deposits may be older than the manganese deposits, Permotriassic the first deposits and Triassic to after Triassic the second ones. Furthermore, it is to accept that in these epochs Peloponnes was continent (emerged land) while Euboea, Andros etc were under the sea. On the other hand, taking into consideration that the Cr, Ni-bearing iron ores of East Greece and the manganese ores of

the Olonos - Pindos zone derive from the lateritic weathering of the Upper Jurassic - Low Cretaceous ophiolites of the East Hellenic zone, it may be said that the first deposits are older than the second ones. Thus, the iron deposits, which have been formed near the source rocks are Middle Cretaceous, while the manganese deposits, formed far from the source rocks on the floor of deep sea, are Upper Cretaceous. The last remarks may be considered as a contribution of the Ore Geology to Geomorphology.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Β. Ἀνδρονόπουλος, Γεωλογική κατασκευή τῆς Νοτίου Εὐβοίας. Γεωλ. Γεωφ. Μελέται Ι ΓΕΥ. VII, No 4. Ἀθῆναι 1962.
2. Γ. Ἀρώνης, Περὶ τῶν μαγγανιούχων ἐμφάνιστων τῆς περιοχῆς Δομενίου - Λαρίσης. Ἀδημοσίευτη ἔκθεση, Ἀθῆναι 1957.
3. Δ. Κισκύρας, Ἐκθεση περὶ τῶν σιδηρομαγγανιούχων μεταλλευμάτων τῆς περιοχῆς Ζάγκο - Μαρί Θεσσαλίας. Ἀδημοσίευτη ἔκθεση, Ἀθῆναι 1954.
4. Δ. Κισκύρας, Τὰ μαγγανιούχα μεταλλεύματα τῆς περιοχῆς τοῦ 25ου χλμ. Δράμας - Κάτω Νευροκοπίου. Ἀδημ. ἔκθεση Ἀρχεῖο Ἐταιρ. Βωξιτῶν Ἐλευσίνος, Ἀθῆναι 1956.
5. Δ. Κισκύρας, Ἐκθεση γιὰ τὰ μαγγανιούχα μεταλλεύματα Στύρων Εὐβοίας. Ἀδημ. ἔκθεση Ἀρχεῖο Ἐταιρ. Βωξιτῶν Ἐλευσίνος, Ἀθῆναι 1956.
6. Δ. Κισκύρας, Τὰ μαγγανιούχα μεταλλεύματα τῆς Πελοποννήσου, Πελοποννησιακὰ Β', σ. 271-285, Ἀθῆναι 1957.
7. Δ. Κισκύρας, Πρωτογενῆ κοιτάσματα μαγγανίου ἐντὸς τῆς ἄνω-κρητιδικῆς ἀσβεστολιθικῆς σειρᾶς τῆς ζώνης Ὀλονοῦ - Πίνδου. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν, 32 (1957), σ. 362-368.
8. Δ. Κισκύρας, Γεωλογικὴ καὶ κοιτασματολογικὴ ἔκθεσις γιὰ τὰ μεταλλεῖα μαγγανίου τῆς περιοχῆς Κανιάκι Ἐπαρχίας Τυρνάβου Θεσσαλίας, Ἀδημοσίευτη ἔκθεση Ἀρχ. Ἐταιρ. Βωξιτῶν Ἐλευσίνος, Ἀθῆναι 1958.
9. Δ. Κισκύρας, Γεωλογικὴ καὶ κοιτασματολογικὴ ἔκθεση γιὰ τὴν μεταλλοφόρα περιοχὴ Πλασιὰ - Καστρί καὶ Πρινιὰ τοῦ Νομοῦ Λαρίσης. Ἀδημοσίευτη ἔκθεση Ἀρχ. Ἐταιρ. Βωξιτῶν Ἐλευσίνος, Ἀθῆναι 1958.
10. Δ. Κισκύρας, Γεωλογικὴ, κοιτασματολογικὴ καὶ μεταλλευτικὴ μελέτη τῶν μαγγανιούχων μεταλλευμάτων Στύρων Ν. Εὐβοίας. Ἀδημοσίευτη ἔκθεση Ἀρχ. Ἐταιρ. Βωξιτῶν Ἐλευσίνος, Ἀθῆναι 1960.
- 11α. Δ. Κισκύρας, Ἐπὶ τῆς ὑποηφαιστειακῆς ὑδροθερμικῆς μεταλλοφορίας εἰς τὴν Ἑλλάδα. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν 41 (1966) σ. 295-309.
- 11β. Δ. Κισκύρας, Ἐπὶ τῆς προελεύσεως τῶν μαγγανιούχων μεταλλευμάτων τῶν κερατολιθικῶν ζωνῶν τῆς Ἑλλάδος. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν 42 (1967), σ. 1-14.
12. Ε. Καραγεωργίου, Γεωλογικὴ καὶ κοιτασματολογικὴ ἀναγνώρισις τῶν μεταλλοφόρων περιοχῶν Ἐρετρίας - Στύρων τῆς Εὐβοίας, Γεωλογικαὶ Ἀναγνώρισεις No 13 Ι.Γ.Ε.Υ., Ἀθῆναι 1955.

13. K. K ö r n e r, Das Grubenfeld Tartana und seine nähere Umgebung. 'Αδημοσίευτη έκθεση 'Αρχ. 'Εταιρ. Βωξίτιτῶν 'Ελευσίνος, 'Αθήναι 1955.
14. K. K r a u s k o p f, Separation of manganese from iron in the formation of manganese deposits in volcanic association XX Congr., Geol. Intern. Mexico I, p. 119-131, 1956.
15. Γ. Μ α ρ ῖ ν ο ς, Γενική Γεωλογική και Κοιτασματολογική μελέτη τῆς Νήσου 'Ανδρου. 'Ερευ-
ναι ἐπὶ τοῦ ὀρυκτοῦ πλούτου τῆς 'Ελλάδος. Τόμος III, σ. 201-226, I.G.E.Y., 'Αθήναι 1953.
16. Ι. Π α π α σ τ α μ α τ ῖ ο υ, Κοιτασματολογική ἀναγνώρισις τῶν μαγγανίων Νομοῦ Δράμας.
'Αδημοσίευτη έκθεση I.G.E.Y., 'Αθήναι 1952.
17. Ι. Π α π α σ τ α μ α τ ῖ ο υ - Ι. 'Α ν α σ τ ὀ π ο υ λ ο ς, Περὶ τῶν μαγγανιομεταλλευμάτων
τῆς περιοχῆς Μαγνησίου - Σικιδίων - Δράμας. 'Αδημ. έκθεση, I.G.E.Y., 'Αθήναι 1957.
18. Γ. Π α ρ α σ κ ε υ ὀ π ο υ λ ο ς, Κοιτασματολογία τῶν μαγγανιούχων μεταλλευμάτων τῆς πε-
ριοχῆς Θαψανῶν - Πάρου. Ann. Géol. Pays Hellén., 11, σ. 83-124, 1959.
19. C h. P a r k, On the origin of Manganese. XX Congr. Geol. Intern. Mexico A, p. 75-98,
1956.
20. W. P e t r a s c h e c k u n d E. W. P e t r a s c h e c k, Lagerstättenlehre, Wien 1950.
21. P. P o d u f a l, Zur Geologie und Lagerstättenkunde der Manganvorkommen bei
Drama (Griechisch - Mazedonien). Clausthaler Geol. Abh. 10, 1971.
22. Β. Ρ έ ς, 'Εκθεση περὶ τῶν ἐμφανίσεων σιδηρομαγγανιούχων κοιτασμάτων τῆς περιοχῆς Κα-
βάλας καὶ συγκεκριμένως εἰς τὰς τοποθεσίας Μαντάμ-Τεπέ καὶ Μαντά-Καράν. 'Αδημοσίευ-
τη έκθεση 'Αρχ. 'Εταιρ. Βωξίτιτῶν 'Ελευσίνος, 'Αθήναι 1953.
23. H. S c h n e i d e r h ö h n, Erzlagerstätten, Stuttgart 1955.
24. Α ἰ κ. Σ π α θ ῆ, Περὶ τῆς ὀρυκτολογικῆς συστάσεως τῶν ἑλληνικῶν μαγγανιομεταλλευμάτων.
Γεωλ. Γεωφ. Μελέται I.G.E.Y., IX, No 2, 'Αθήναι 1964.
25. Δ. Φ ρ α γ κ ἄ τ ο ς, Μαγγανιούχα κοιτάσματα τῆς Νήσου Πάρου. Γεωλογικαὶ ἀναγνώρισεις
No 13, I.G.E.Y., 'Αθήναι 1951.