

Μεταλλευτική Έρευνα για Μαγγάνιο στην Ευρύτερη Περιοχή Δράμας

Mineral Exploration for Manganese Ore at the Greater Drama Area

ΓΙΑΛΟΓΛΟΥ, Γ. Μηχανικός Μεταλλείων, ΙΓΜΕ, Π.Μ. Α.Μ.-Θ.
ΔΡΥΜΩΝΙΤΗΣ, Δ. Dr Μηχανικός Μεταλλείων, ΙΓΜΕ, Δ.Μ.Ε.
ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ, Π. Μηχανικός Μεταλλείων, ΙΓΜΕ, Δ.Τ.Ε.Μ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ : Η ευρύτερη περιοχή του Ν. Δράμας αποτέλεσε στο παρελθόν και αποτελεί και σήμερα το κύριο μεταλλευτικό κέντρο της Ελλάδας στην παραγωγή μαγγανίου και ιδιαίτερα της battery grade. Πρόσφατα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή ευρείας κλίμακας ερευνητικό πρόγραμμα με σκοπό τον εντοπισμό κοιτασμάτων οικονομικού ενδιαφέροντος. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, η εμπλουτισιμότητα και η δυνατότητα παραγωγής εμπορεύσιμου συμπυκνώματος απ' τα υπό εξέταση κοιτάσματα μελετήθηκαν με δοκιμές εμπλουτισμού και εκτιμήθηκαν οι αναμενόμενες αποδόσεις με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

ABSTRACT : The greater area of Drama County was in the past and still is the main mining center of Greece for manganese ore and especially of battery grade quality. Recently, a major scale exploration project was carried out in the area, aiming to find new deposits of economic interest. The qualitative characteristics, the processibility as well as the possibility to produce concentrate of commercial potential were studied with mineral processing procedures, and the expected yield from the existing facilities was estimated.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η μεταλλογενετική επαρχία της Δράμας ήταν ήδη γνωστή μεταλλευτική περιοχή κατά την αρχαιότητα. Το μαγγάνιο σαν μέταλλο ήταν άγνωστο στους αρχαίους, όμως πλήθος μεταλλευτικών έργων - κυρίως υπόγειες εκμεταλλεύσεις - παρατηρούνται στην περιοχή. Αφορούν κυρίως τους κονδύλους γαληνίτη (PbS) που απαντώνται συχνά στο μέταλλευμα μαγγανίου σε μέγεθος γροθιάς αλλά και στα πολύτιμα μέταλλα Ag και Au που κατά τόπους, σε ορισμένες συγκεντρώσεις μαγγανιομεταλλεύματος, παρουσιάζουν ψηλές περιεκτικότητες, εκμεταλλεύσιμες για την τότε εποχή.

Η συστηματική εκμετάλλευση των μεταλλευμάτων μαγγανίου στην περιοχή Δράμας - Νευροκοπίου άρχισε τα πρώτα χρόνια της δεκαετίας του '50 από την εταιρεία Σκαληστή-ρη (κατόπιν "Μεταλλεία Βωξίτου Ελευσίνος Μ.Β.Ν. Α.Ε.") με χειροδιαλογή εκβολάδων από παλαιότερες ευκαιριακές εκμεταλλεύσεις στην επιφάνεια. Γρήγορα η εταιρεία ανδρώθηκε και έφτασε να απασχολεί 250 μέχρι 1200 άτομα με ετήσια παραγωγή 10.000 - 20.000tn εμπλουτισμα

τυρολουσίτη άριστης ποιότητας, κατάλληλου για κατασκευή ξηρών στοιχείων (battery grade).

Τις δεκαετίες του '70 και του '80, σε αντιστοιχία με την σταδιακή μείωση των μεταλλευτικών αποθεμάτων, η ετήσια παραγωγή μειώθηκε σταδιακά στους 2.000tn εμπλουτισματος και το προσωπικό σε 40 άτομα.

Η μεταλλευτική μονάδα, που αποτελείται από τον κεντρικό πυρήνα παραγωγής - κατεργασίας στο 25ο χλμ. της οδού Δράμας - Νευροκοπίου και από πολλά δορυφορικά κοιτάσματα - μεταλλεία, άρχισε πλέον να παρουσιάζει προβλήματα επιβίωσης με αποκλειστική αιτία την έλλειψη αποθεμάτων. Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 η εταιρεία υπάγεται στον ευρύτερο Δημόσιο Τομέα και τελευταία βρίσκεται σε στάδιο ειδικής εκκαθάρισης υπό λειτουργία (Ν 1892/90 § 46α).

Το ΙΓΜΕ με δύο αλεπάλληλα ερευνητικά προγράμματα, ένα Δημοσίων Επενδύσεων (1985) και ένα Ανταγωνιστικό της Ε.Ε. (1990) που αφορούσαν στα μεταλλεύματα μαγγανίου και βασικών - πολύτιμων μετάλλων στην μεταλλογενετική επαρχία της Δράμας, προσπάθησε να σταθεί αρωγός στην εταιρεία. Όμως η πτωτική πορεία του μεταλλείου δεν

έγινε δυνατόν να ανακοπεί με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζεται πλέον φανερά η περίπτωση του "κλεισίματος" του μοναδικού μεταλλείου πυρρολουσιτικού μαγγανίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Έτσι, το 1995 στα πλαίσια των προγραμμάτων ΠΕΠ Β'ΚΓΣ προτάθηκε από το ΙΓΜΕ και εγκρίθηκε από την Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης ένα ερευνητικό πρόγραμμα τελικού ύψους 395.000.000 δρχ. Που ολοκληρώθηκε σε 4 χρόνια, με στόχο την αύξηση των αποθεμάτων και την στήριξη της βιοσημότητας του μεταλλείου.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τα γεωλογικά και κοιτασματολογικά στοιχεία της έρευνας, υπάρχουν υπεργενετικού τύπου μεταλλοφόρες συγκεντρώσεις μαγγανίου (gossans) απαντώμενες σε καρστικά έγκοιλα που αναπτύσσονται μέσα σε ανθρακικά πετρώματα (μάρμαρα διαφόρων τύπων). Οι συγκεντρώσεις είναι εντονότερες όπου υπάρχει έντονη τεκτονική. Αυτού του τύπου τα κοιτάσματα είναι και τα σημαντικότερα που συναντώνται στην ευρύτερη μεταλλοφόρα περιοχή Δράμας.

Τα μεταλλοφόρα σώματα ποικίλουν σε μέγεθος και σε ποιότητα. Τα αποθέματά τους κυμαίνονται από **14.000 - 45.000 τόννους** μαγγανιομεταλλεύματος. Η περιεκτικότητά κυμαίνεται σε αρκετά ευρέα όρια. Έτσι, στα διάφορα κοιτάσματα έχουμε :

MnO_2 **20 - 80%**
 SiO_2 **0,5 - 40%**

σε ό,τι αφορά στα κύρια ενδιαφέροντα συστατικά του μεταλλεύματος, ενώ η χημική σύσταση περιλαμβάνει ακόμη Fe_2O_3 , Pb, Zn, Cu, Ba, Ag, Au σε περιεκτικότητες και μορφές που δεν ενδιαφέρουν ή δεν εμποδίζουν την εκμετάλλευση.

Το σημαντικότερο στοιχείο του μαγγανιομεταλλεύματος της περιοχής Δράμας είναι το ηλεκτρικό δυναμικό του που κυμαίνεται σε **560 - 620 mV** και το καθιστά ιδιαίτερα ζητούμενο στην βιομηχανία των μπαταριών (battery grade).

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. Μεταλλευτικά - ερευνητικά έργα

Για την μεταλλευτική έρευνα επελέγησαν οι περιοχές Φιντέρνα, Συκίδια, Ταρτάνα, Άγιοι Θεόδωροι, Μαύρο Ξύλο και Κουρί που ανή-

κουν (εκτός του Μαύρου Ξύλου) στα δορυφορικά μεταλλεία - κοιτάσματα της εταιρείας. Όλες οι παραπάνω προς έρευνα περιοχές είχαν κατά το παρελθόν ερευνηθεί και στο μεγαλύτερο μέρος είχαν παραγωγή μαγγανιομεταλλεύματος.

Το νέο ερευνητικό πρόγραμμα καταστρώθηκε και υλοποιήθηκε με αποκλειστική ευθύνη του ΙΓΜΕ και αφορούσε :

- Ολοκλήρωση της γεωλογικής και κοιτασματολογικής υποδομής με αντίστοιχες χαρτογραφήσεις σε κατάλληλη κλίμακα.
- Έργα προσπέλασης με συντήρηση και διάνοιξη δρόμων που οδηγούν στις υπό έρευνα περιοχές, διάνοιξη δρόμων προσπέλασης και κατασκευή βαθμίδων για τις γεωτρητικές εργασίες και προσπέλασης στους χώρους διάνοιξης στοών.
- Εκτέλεση προγραμμάτων γεωτρήσεων κυρίως DTH (κόνεως), πυρηνοληψίας και με διατρητικό φορείο (κόνεως).
- Χημικές και ορυκτολογικές αναλύσεις για τον έλεγχο της ποιότητας του μεταλλεύματος από τις γεωτρήσεις και τις ερευνητικές στοές.
- Δοκιμές εμπλουτισμού σε εργαστηριακή, ημιβιομηχανική καθώς και βιομηχανική κλίμακα στις εγκαταστάσεις του Μεταλλείου για περιοχές όπου κρίθηκε ότι υπάρχουν κοιτάσματα.
- Εκτίμηση αποθεμάτων.

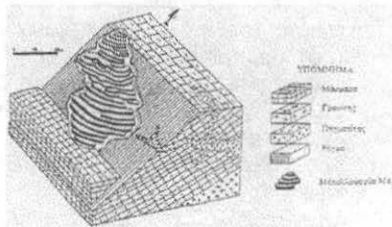
3.2. Περιοχή Φιντέρνας

Η περιοχή εκτείνεται νότια του δάσους Ελατιάς (Καρά-Ντερέ) σε υψόμετρο 1300m περίπου και αποτελεί Δημόσιο Μεταλλείο. Στο παρελθόν έχει γίνει εκμετάλλευση καλής ποιότητας προϊόντος από πολλούς μεταλλευτές.

Διαπιστώθηκε ότι το μέταλλευμα συγκεντρώνεται σε τρεις θέσεις μέσα σε σιπολινο-κό - γραφικό μάρμαρο και ελέγχεται από ένα ρήγμα με διεύθυνση 120° και κλίση 40° ΝΔ, σε γρανιτικό περιβάλλον (σχ. 1.).

Λόγω του ισχυρού αναγλύφου και του εξαλλοιωμένου - καολινιτωμένου γρανίτη που δημιουργεί ασαφή πρηνή, καθώς και των μικρών διαστάσεων των μεταλλοφόρων σωμάτων αποφασίστηκε να γίνει έρευνα με στοές (κεκλιμένα, εγκάρσια και δοκιμαστικά) σε συνδιασμό με μικρής έκτασης γεωτρητικές

εργασίες. Συνολικά ορύχθηκαν 690m ερευνητικών στοών διαστάσεων 2,5x2,5m και 1540 m γεωτρήσεων ενδοδιατρηματικών (κόνεως) και πυρηνοληψίας. Κατά την ερευνητική πορεία εξορύχθηκαν 7.500tn μεταλλεύματος απ' τους οποίους 2.400tn μεταφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις του μεταλλείου για δοκιμές εμπλουτισμού βιομηχανικής κλίμακας.



σχ. 1. Το σώμα 7 του κοιτάσματος Φιντέρνας (από Ι. Χατζηπαναγή)⁽¹¹⁾
fig. 1. Orebody No7 of Fiderna (by J. Chatzipanagis)

3.3. Περιοχή Συκιδίων

Η περιοχή εκτείνεται δυτικά της τεχνητής λίμνης και του φράγματος Θησαυρού σε υψόμετρο περίπου 750m.

Η περιοχή ερευνήθηκε στο παρελθόν από την εταιρεία με ρηχές γεωτρήσεις και μία ερευνητική στοά χωρίς σπουδαία αποτελέσματα. Το γεγονός οφείλεται στο ότι κάποιες γεωτρήσεις "άγγιξαν" το πάνω μέρος της μεταλλοφορίας, η οποία εμφανίζεται κατά μήκος του άξονα μιας πτύχωσης.

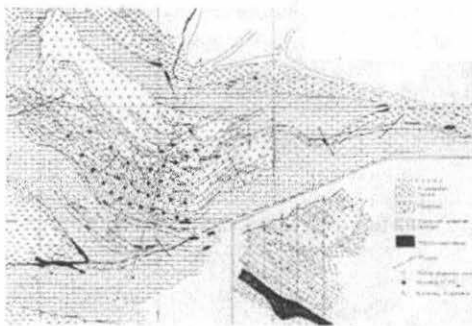
Εκτελέστηκαν 33 γεωτρήσεις ενδοδιατρηματικές και πυρηνοληψίας συνολικού μήκους 2.820m, σε κάναβο διαστάσεων περίπου 10x12m, σε 6 σειρές με διεύθυνση Α-Δ. Οι γεωτρήσεις έδειξαν ότι η μεταλλοφορία βυθίζεται προς βορρά.

Εντοπίστηκαν 44.500tn μεταλλεύματος με περιεκτικότητα περίπου 31% σε MnO_2 και περίπου 12% αδιάλυτα συστατικά.

3.4. Περιοχή Κουρί

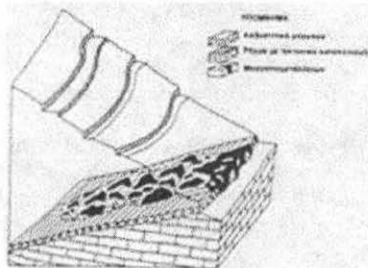
Η περιοχή Κουρί κείται 1 χλμ. νοτιοανατολικά του χωριού Γρανίτης σε υψόμετρο 1200m με παληές και πρόσφατες εκμεταλλεύσεις. Αποτελεί κι αυτή ένα από τα δορυφορικά κοι-

τάσματα - μεταλλεία της εταιρείας, απ' το οποίο εξορύχθηκαν στο παρελθόν περίπου 3.000tn μεταλλεύματος.

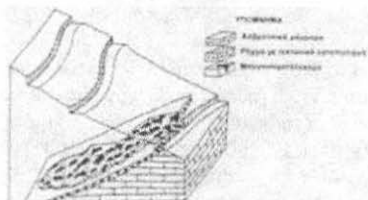


σχ. 2. Το κοιτάσμα Συκιδίων (από Ν. Επιτρόπου)⁽¹¹⁾
fig. 2. The Sykidia orebody (by N. Epitrouou)

Οι εργασίες υποδομής της έρευνας αφορούσαν χαρτογραφήσεις, ορυκτολογικές μελέτες του μεταλλεύματος και η μεταλλευτική έρευνα διεξήχθη με γεωτρήσεις και μία ερευνητική στοά.



σχ. 3. Το κοιτάσμα Κουρί Ι (από Ι. Χατζηπαναγή)⁽¹¹⁾
fig. 3. Kouri I orebody (by J. Chatzipanagis)



σχ. 4. Το κοιτάσμα Κουρί ΙΙ (από Ι. Χατζηπαναγή)⁽¹¹⁾
fig. 4. Kouri II orebody (by J. Chatzipanagis)

Η μεταλλοφορία ελέγχεται από ρήγματα που δημιουργούν τεκτονικές ασυνέχειες (λατυποπαγές πέτρωμα) εντός του οποίου αναπτύσσονται μεταλλοφόρα σώματα. Συνολικά εκτελέστηκαν 30 γεωτρήσεις συνολικού μήκους 2.248m και ορύχθηκαν 93m ερευνητικής στοάς. Εντοπίστηκαν περίπου 14.000tn με-ταλλεύματος MnO₂.

3.5. Περιοχή Μαύρο Ξύλο

Η περιοχή Μαύρο Ξύλο ανήκει στον κεντρικό πυρήνα των εκμεταλλεύσεων και των εγκαταστάσεων του μεταλλείου, σε υψόμετρο περίπου 700m και έχει ευκρινή σημάδια εντατικής μεταλλευτικής δραστηριότητας. Οι βασικές εργασίες υποδομής έδειξαν πιθανότητες εντοπισμού νέων κοιτασμάτων. Στην περιοχή εμφανίζεται σειρά εναλλαγών γενεσίων - σχιστολίθων και μαρμάρων. Η μεταλλοφορία ελέγχεται από ρήγματα, είναι καλής ποιότητας με MnO₂ ≈ 45-65%, Fe₂O₃ < 3%, SiO₂ ≈ 5-8% και ψηλό ηλεκτροχημικό δυναμικό.

Η μεταλλευτική έρευνα εκτελέστηκε με συνδιασμό γεωτρήσεων και ερευνητικών στοών. Εκτελέστηκαν συνολικά 20 γεωτρήσεις συνολικού μήκους 2.640m και 12 ρηχές γεωτρήσεις με διατρητικό φορείο (wagon drill) μήκους 754m. Οι δύο ερευνητικές στοές έχουν μήκος 215m συνολικά. Εντοπίστηκαν 4.000tn μεταλλεύματος καλής ποιότητας.

3.6. Περιοχή Ταρτάνα-Άγιοι Θεόδωροι

Η περιοχή βρίσκεται 7 χλμ. βορειοανατολικά του Κάτω Νευροκοπίου σε υψόμετρο περίπου 800m.

Μετά την εκτέλεση βασικών εργασιών υποδομής επελέγησαν τρεις θέσεις για την εφαρμογή του γεωτρητικού προγράμματος. Η μεταλλοφορία εντοπίζεται σε ρήγματα μέσα σε μάρμαρα που έχουν σχέση με το μεγάλο μεταλλοφόρο ρήγμα Ταρτάνας - Καρπουζιού.

Η περιοχή έχει υποστεί εκμετάλλευση με υπόγειες και επιφανειακές εργασίες και έχει δώσει μετάλλευμα άριστης ποιότητας. Εκτελέστηκαν 50 γεωτρήσεις (DTH και πυρηνολη-ψίας) συνολικού μήκους 2.970m χωρίς να εντοπιστεί κοιτάσμα.

3.7. Τεχνικά στοιχεία

Η εκτέλεση των παραπάνω ερευνητικών έργων (γεωτρήσεων και στοών) έγινε με τα ακόλουθα τεχνικά στοιχεία :

Ερευνητικές στοές

- Διαστάσεις 2,5x2,5m.
- Προχώρηση 1,3m/βάρδια.
- Διατρήματα (φουρνέλα) 18-22 ανάλογα με την σκληρότητα του πετρώματος.
- Κατανάλωση εκρηκτικών : 30kg ANFO και 2,5kg αμμωνιπιδας ανά μέτρο προχώρησης με τα ανάλογα καψύλια και χρήση βραδύκαυστης θρυαλίδας (2m/καψύλιο).
- Υποστήριξη (ξυλοδεσία) μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις. Τα ανθρακικά πετρώματα αποδείχτηκαν αρκετά ανθεκτικά για ασφαλείς συνθήκες εργασίας.
- Κοστολόγηση στοάς :

Εργατικά - Επίβλεψη	67%
Ενέργεια (καύσιμα κλπ.)	12%
Εκρηκτικά	6%
Συντήρηση - Επισκευές	7%
Γενικά έξοδα	8%

Γεωτρήσεις

Χρησιμοποιήθηκαν 4 γεωτρύπανα τύπου L.Y. 34 που λειτούργησαν κύρια με το σύστημα DTH με δειγματοληψία σκόνης και πυρηνολη-ψία με σύστημα Wire Line. Χρησιμοποιήθηκε επίσης κατά περίπτωση ένα διατρητικό φο-ρείο Wagon Drill τύπου Wrangler.

Για την υποστήριξη με πεπιεσμένο αέρα χρησιμοποιήθηκαν οι αεροσυμπιεστές υψηλής πίεσης Ingersoll Rand 960, Atlas Copco 750 και Sullair 625.

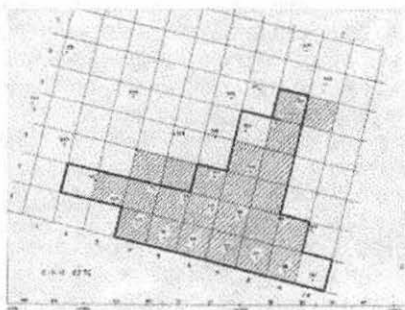
4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Η εκτίμηση των αποθεμάτων των διαφόρων κοιτασμάτων έγινε με γεωστατιστικές, στατιστικές και γεωμετρικές μεθόδους, ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα του καθενός. Περιορισμοί που μπήκαν για την εκτίμηση των αποθεμάτων ήταν : ελάχιστο πάχος μεταλλοφορίας 2m (ώστε να είναι εφικτή η εξόρυξη με υπόγεια έργα χωρίς την εξόρυξη μεγάλης ποσότητας στείρων), ελάχιστη περιεκτικότητα σε MnO₂ ≈ 20% και μέγιστη περιεκτικότητα

σε $\text{SiO}_2 \approx 30\%$. Οι ποιοτικοί περιορισμοί είναι για την δυνατότητα οικονομικής απόληψης εμπο-ρεύσιμου συμπυκνώματος MnO_2 . Τα κοιτάσματα που εκτιμήθηκαν βρίσκονται στις περιοχές Συκίδια, Φιντέρνα και Κουρί.

Το κοιτάσμα Φιντέρνας δεν παρουσιάζει προβλήματα ποιότητας (χαμηλή σχετικά περιεκτικότητα SiO_2 , ψηλή MnO_2) και για τον λόγο αυτόν, όπως και λόγω απουσίας δεδομένων έρευνας, έγινε γεωμετρικός υπολογισμός των αποθεμάτων με την μέθοδο των οριζοντίων τομών στα μεταλλοφόρα σώματα 7 και 8 (σχ. 1). Τα υπολογισμένα αποθέματα αποτελούν μια πολύ καλή βάση για την παραγωγή ψηλής περιεκτικότητας και ποιότητας συμπυκνωμάτων.

Στο κοιτάσμα των Συκιδίων (σχ. 2.) έγινε γεωστατιστική εκτίμηση αποθεμάτων από τα δεδομένα 25 γεωτρήσεων. Οι τοπικές εκτιμήσεις έγιναν σε μπλοκ διαστάσεων $10\text{m} \times 10\text{m} \times 1\text{m}$ και υπολογίστηκαν οι καμπύλες περιεκτικότητας - αποθεμάτων για διάφορες οριακές περιεκτικότητες. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από πλευράς ποιότητας και αποθεμάτων παρουσιάζει η οριακή περιεκτικότητα 25% MnO_2 που δίνει μέση περιεκτικότητα 31% σε MnO_2 και 28,3% σε SiO_2 , τα δε μεταλλοφόρα μπλοκ φαίνονται στο σχ. 5. Σημειώνεται ότι το κοιτάσμα Συκιδίων παρουσιάζει και τα σημαντικότερα προβλήματα ποιότητας, λόγω του ψηλού ποσοστού SiO_2 .



σχ. 5. Μεταλλοφόρα μπλοκ του κοιτάσματος Συκιδίων για οριακή περιεκτικότητα 25%⁽⁴⁾
fig. 5. Sykidia mining blocks for 25% cut-off grade

Στην περιοχή Κουρί ενδιαφέρον παρουσιάζουν δύο κοιτάσματα, τα I (σχ. 3.) και II (σχ. 4.) αντίστοιχα με κοινό χαρακτηριστικό την πολύ χαμηλή περιεκτικότητα ($\approx 0,5\%$) πε-

ριεκτικότητα σε SiO_2 . Ποιοτικά διαφέρουν διότι το Κουρί I έχει περιεκτικότητα σε $\text{MnO}_2 \approx 50\%$ ενώ το Κουρί II $\approx 25\%$. Η εκτίμηση των αποθεμάτων έγινε με την γεωστατιστική μέθοδο της "συνολικής εκτίμησης" και έδωσε ένα απόθεμα σημαντικό για την προσπάθεια βιοσιμότητας του μεταλλείου.

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

5.1. Γενικά

Όλα τα αποθέματα που εντοπίστηκαν από την μεταλλευτική έρευνα εξετάστηκαν από την άποψη της εμπλουτισιμότητάς τους και της δυνατότητας παραγωγής εμπορεύσιμων συμπυκνωμάτων μαγγανίου battery grade. Μελετήθηκαν με εργαστηριακές, ημιβιομηχανικές και βιομηχανικές δοκιμές και εκτιμήθηκαν οι αναμενόμενες αποδόσεις με επεξεργασία στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις εμπλουτισμού του λειτουργούντος μεταλλείου μαγγανίου Δράμας.



φωτ. 1. Οι εγκαταστάσεις εμπλουτισμού στο 25ο χλμ. Δράμας-Νευροκοπίου
photo. 1. The mill at the 25th km of the Drama-Nevrokopi road

Οι εγκαταστάσεις αυτές επιτελούν τις εξής βασικές λειτουργίες. Πρωτογενή και δευτερογενή θραύση στα -10 mm, με συγκρότημα ενός θραυστήρα με σιαγώνες και δύο θραυστήρων με κυλίνδρους σε κλειστό κύκλωμα. Εμπλουτισμό του -5 mm μεταλλεύματος με υγρό μαγνητικό διαχωρισμό με ισχυρούς μαγνητικούς διαχωριστές (εντάσεως μέχρι 11000 gauss), ενώ το $-10+5$ mm κοκκομετρικό κλάσμα λειοτριβείται σε ένα ραβδόμυλο και τροφοδοτείται σε δεύτερο συγκρότημα παρόμοιων υγρών μαγνητικών διαχωριστών. Τα midlings λειοτριβούνται και αυτά στο ραβδόμυλο και τροφοδοτούνται στο δεύτερο συγκρότημα

μαγνητικών διαχωριστών, ενώ υπάρχουν εγκατεστημένες χωρίς να λειτουργούν σειρά από δονούμενες τράπεζες υδρομηχανικού εμπλουτισμού που παλαιότερα ετροφοδοτούντο με προϊόν του ραβδομύλου. Βελτίωση των συμπυκνωμάτων επιτυγχάνεται με επεξεργασία στη μονάδα προσβολής με υδροχλωρικό οξύ. Τα παραγόμενα συμπυκνώματα μετά από αναμειξεις ώστε να έχουν την επιθυμητή σύσταση που να συμφωνεί με τις εκάστοτε προδιαγραφές των πελατών, ξηραίνονται, κωνιοποιούνται και συσκευάζονται στην υπάρχουσα αντίστοιχη μονάδα.

Οι τυπικές προδιαγραφές που πρέπει σε γενικές γραμμές να πληρούν τα συμπυκνώματα που χαρακτηρίζονται ως battery grade είναι οι ακόλουθες : Ελάχιστη περιεκτικότητα MnO_2 : 70-72%. Μέγιστη περιεκτικότητα αδιαλύτων στο υδροχλωρικό οξύ (κυρίως $SiO_2+Al_2O_3$): 12%. Μέγιστη περιεκτικότητα CaO : 4,0%, Pb : 1,5%, Zn : 1,5%, Cu : 0,05%, Fe : 3,0%. Ελάχιστο Δυναμικό: 570mV. Ελάχιστη Ενεργότητα σε μαλακή εκφόρτιση: 100mAh/gr, και σε σκληρή εκφόρτιση: 17mAh/gr.

Η χημική και ορυκτολογική σύσταση των συμπυκνωμάτων φυσικού MnO_2 καθορίζεται κατά κύριο λόγο από τη σύσταση των μεταλλευμάτων πυρολουσής καθώς και την αποδέσμευση των κυριότερων συνδρόμων ορυκτών. Τα μεταλλεύματα μαγγανίου της περιοχής, αλλά και γενικότερα της Ανατολικής και Κεντρικής Μακεδονίας, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία στη σύστασή τους και τα συμπυκνώματα που είναι δυνατό να παραχθούν τις περισσότερες φορές δεν πληρούν αφεαυτού τους όλες τις προδιαγραφές. Για το λόγο αυτό γίνονται οι κατάλληλες αναμειξεις και ομογενοποιήσεις για κάθε φορτίο προς παράδοση. Οσον αφορά όμως τα ηλεκτρο-χημικά τους χαρακτηριστικά (δυναμικά και ενεργότητα), έχει αποδειχθεί ότι όλα τα μεταλλεύματα μαγγανίου της ευρύτερης περιοχής, αλλά και της Χαλκιδικής, είναι ευνοημένα και για συμπυκνώματα περιεκτικότητας ~68% σε MnO_2 και άνω καλύπτουν τις αναφερθείσες προδιαγραφές. Πέραν τούτου βέβαια, με την χρήση υδροχλωρικού οξέως για διαλυτοποίηση του μεγαλύτερου μέρους του ανθρακικού ασβεστίου, βελτιώνονται σημαντικά και οι ιδιότητές αυτές.

Στη συνέχεια αναφέρονται κατά περιοχή τα σημαντικότερα συμπεράσματα από την εξέταση των κυριότερων αποθεμάτων.

5.2. Φιντέρνα

Το μέταλλευμα της Φιντέρνας είναι πολύ πλούσιο, με κύρια συστατικά MnO_2 (> 50%), SiO_2 (\approx 20%), $CaCO_3$ (\approx 5,5% CaO), Al_2O_3 (\approx 2%), Fe_2O_3 (\approx 1,5%), Pb (\approx 0,5%), Zn (\approx 0,5%).

Το μέταλλευμα που εξετάστηκε είναι εύθρυπτο και, όπως εξορύσσεται, το περίπου 50% του συνολικού βάρους έχει μέγεθος κόκκων κάτω από 5 mm, ενώ το 20% του συνολικού βάρους έχει κόκκους κάτω από 0,5 mm. Μετά από προσεκτική σταδιακή θραύση κάτω των 5 mm όλου του δείγματος, το ποσοστό των κάτω από 0,5 mm κόκκων (με περιεκτικότητα $MnO_2 \approx$ 45%) αυξάνει στο περίπου 30% του συνολικού βάρους. Για το λόγο αυτόν απαιτούνται αυξημένα μέτρα ώστε να μειωθούν κατά το δυνατόν οι απώλειες των λεπτομερών κόκκων. (Ένα μέρος από αυτούς, εφόσον παγιδευτούν και κατακαθίσουν, υπάρχει δυνατότητα να ανακτηθούν σε συμπύκνωμα δονούμενης τράπεζας με καλές σχέσεις βαρών και ποιότητας συμπυκνωμάτων).

Η συμπεριφορά του πλουσίου αυτού μεταλλεύματος στον υγρό μαγνητικό διαχωρισμό είναι πολύ καλή και (τουλάχιστον για μεγέθη κόκκων από 5 έως 0,5 mm) αναμένεται πολύ καλή σχέση **βάρους συμπυκνώματος / βάρους τροφής μαγνητών** (\approx 1/1,65 για το πρώτο πέρασμα, \approx 1/3,33 για το 2ο πέρασμα και αθροιστικά \approx 1/1,38). Η περιεκτικότητα του συμπυκνώματος που λαμβάνεται εγγίζει το 74% σε MnO_2 για το πρώτο συμπύκνωμα, 70 έως 72% για το δεύτερο, ενώ αθροιστικά είναι \approx 73%.

Η περιεκτικότητα του απορρίμματος παραμένει πάνω από 21% MnO_2 και είναι πιθανό μετά από μείωση του μεγέθους των κόκκων του να μπορεί να ανακτηθεί κάποια ποσότητα ακόμη, αλλά με πολύ μεγαλύτερες σχέσεις βαρών.

Όπως διαπιστώθηκε από τα αποτελέσματα των δοκιμών βαρών υγρών που έγιναν σε δείγμα από τη στοά 7Α της περιοχής, το SiO_2 δεν αποδεσμεύεται πλήρως από το MnO_2 στα εργάσιμα μεγέθη κόκκων (κάτω των 5mm). Το ίδιο συμβαίνει και με το Al_2O_3 . Αποτέλεσμα τούτου είναι να λαμβά-

νονται συμπυκνώματα στα οποία τα αδιάλυτα $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ να μη μπορούν να είναι μικρό-τερα από 9 έως 10% (ανάλογα και με τη κοκ-κομετρική τους σύνθεση) τουλάχιστον

Έτσι εξηγούνται και τα υψηλότερα των αρχικά αναμενόμενων αδιάλυτα στα συμπυκνώματα που ελήφθησαν τόσο κατά τις ημιβιομηχανικές, όσο και κατά τις βιομηχανικές δοκιμές, αλλά και κατά την κανονική παραγωγή του μεταλλείου.

Για το λόγο αυτό και η κοιτασματολογική έρευνα στράφηκε και σε άλλες περιοχές (Κουρί, Μαύρο Ξύλο, 250 χλμ) όπου αναζητήθηκαν μεταλλεύματα με λιγότερα αδιάλυτα ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν σε κατάλληλα μείγματα και τα συμπυκνώματα με υψηλότερα των επιτρεπόμενων αδιάλυτα (π.χ. Συκίδια, Νέοχώρι).

Από τις βιομηχανικές δοκιμές διαπιστώθηκαν:

- Στο συγκρότημα θραυστήρα σιαγώνων θραυστήρων με κυλίνδρους, κατά την πρωτογενή και δευτερογενή θραύση, παρατηρήθηκαν σημαντικές απώλειες λεπτο-μερών υλικών που ξεπερνούν το 20% και προσεγγίζουν έως και το 35% της τρο-φής κατά βάρος.
- Σημαντικές απώλειες, όμως, παρατηρούνται και στο συγκρότημα του ραβδομύλου όπου λειοτριβούνται τα υλικά +5mm που συγκρατούνται από το κόσκινο των μαγνητών, καθώς και τα απορρίμματα των μαγνητών, προκειμένου να επανατροφοδοτηθούν στους μαγνητικούς διαχωριστές (φθάνουν και στο $\approx 28\%$ κατά βάρος του λειοτριβούμενου υλικού).
- Μικρότερες απώλειες, που μπορεί να προσεγγίζουν και το $\approx 10\%$ του βάρους του υλικού, παρατηρούνται και κατά τον μαγνητικό διαχωρισμό.
- Οι σχέσεις **βάρους συμπυκνώματος εμπλουτισμού / το βάρος του μεταλλεύματος TV** που επετεύχθησαν κυμαίνονταν ελαφρά από $\approx 1/2,53$ έως $1/2,69$ για τις περιπτώσεις που το μέταλλευμα τροφοδοτήθηκε ως έχει στο συγκρότημα θραύσης-λειοτρίβησης, (ενώ εάν ληφθούν υπόψη και οι απώλειες της θραύσης και της λειοτρίβησης ή και του μαγνητικού διαχωρισμού οι σχέσεις αυτές γίνονται αντίστοιχα $\approx 1/2,05$, $\approx 1/1,8$ και $\approx 1/1,60$ ή και ελαφρώς καλύτερες, πλησιάζουν δηλαδή αρκετά στα αποτελέσματα των

ημιβιο-μηχανικών δοκιμών μαγνητικού διαχωρι-σμού).

- Σημαντική βελτίωση της σχέσης αυτής διαφαίνεται σε περίπτωση που το μέταλλευμα κοσκινίζεται πρώτα στεγνά και στη συνέχεια τροφοδοτείται το λεπτομερές κοκκομετρικό κλάσμα (-15mm) κατευθείαν στο σιλό των μαγνητικών διαχωριστών, ενώ το χονδρομερές υλικό θραύεται και εμπλουτίζεται ξεχωριστά. Στην περίπτωση αυτή, διαπιστώθηκε ότι και το λεπτομερές υλικό εμπλουτίζεται με καλύτερη σχέση ($\approx 1/2,26$) αλλά και το χονδρομερές επίσης ($\approx 1/2,05$ και πιθανόν $1/1,8$).
- Τα συμπυκνώματα που ελήφθησαν περιείχαν 73 έως 76% MnO_2 και αδιάλυτα $\approx 11\%$.

5.3. Συκίδια

Στην περιοχή Συκιδίων το γεωτρητικό πρόγραμμα εντόπισε σημαντικά αποθέματα μαγγανιούχου μεταλλεύματος με περιεκτικότητες γύρω στο 30% MnO_2 , ενώ ένα μέρος από αυτά (γεωτρήσεις S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6 κ. ά.) περιέχουν 43 έως 47% MnO_2 .

Τα κυριώτερα σύνδρομα συστατικά είναι: SiO_2 (20 έως 40%), CaCO_3 (5 έως 10% CaO), Al_2O_3 ($\approx 2\%$), Fe_2O_3 ($\approx 1,5\%$), Pb ($\approx 0,3\%$), Zn ($\approx 0,15\%$).

Λόγω της στενής σύνδεσης του MnO_2 του μεταλλεύματος με τα στείρα ορυκτά, δεν αποδεσμεύονται εύκολα με αποτέλεσμα να αναμένονται σημαντικές απώλειες του MnO_2 στα απορρίμματα και και παραμονή σημαντικής ποσότητας αδιάλυτων και ασβεστίτη στα συμπυκνώματα.

Από την εξέταση σχετικά πλουσίου μεταλλεύματος από το κοίτασμα Συκιδίων (με $\approx 45\%$ MnO_2) προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Με την θραύση του στο υπάρχον συγκρότημα μεταλλείου Δράμας αναμένονται απώλειες υλικού περίπου 20% του συνολικού βάρους, λόγω λεπτομερών κόκκων (-200 μ).
- Το μέταλλευμα αυτό, σπασμένο κάτω από 5 mm, με 1 πέρασμα από τους μαγνητικούς διαχωριστές δίνει προσυμπύκνωμα με 67-68% MnO_2 με σχέση βαρών $\approx 1/2,22$ επί της τροφής των μαγνητών, και δυναμικό ≈ 580 mV.

- Το συμπύκνωμα αυτό βελτιώνεται με δεύτερο πέρασμα ώστε να φθάσει το $\approx 71-72\%$ MnO_2 και δυναμικό ≈ 570 mV με σχέση $\approx 1/2,43$ (συνολική σχέση $\approx 1/5,4$ επί της αρχικής τροφής των μαγνητών). Μετά δε και την όξινη προσβολή με υδροχλωρικό οξύ, αυξάνεται η περιεκτικότητά του σε $\approx 73-74\%$ MnO_2 και το δυναμικό σε 615-625 mV.
 - Από το δεύτερο πέρασμα παράγεται επίσης και μία ποσότητα μικτών με $\approx 65\%$ MnO_2 και σχέση $\approx 1/3,77$ επί της αρχικής τροφής των μαγνητών. Το υλικό αυτό, μετά από θραύση σε μέγεθος κάτω των 2 mm, μπορεί να δώσει με πολύ καλή σχέση συμπύκνωμα με $\approx 70\%$ MnO_2 στις δονούμενες τράπεζες (πιθανόν και στους μαγνήτες - με κατάλληλες δοκιμές μπορεί να προσδιοριστεί τι είναι προσηφορότερο).
 - Εξάλλου, το απόρριμμα που προκύπτει από το πρώτο πέρασμα στους μαγνητικούς διαχωριστές, έχει αρκετό MnO_2 (≈ 30 έως 35%) και εάν περάσει, ως έχει, για δεύτερη φορά από τους μαγνήτες μπορεί να δώσει συμπύκνωμα με $\approx 65\%$ MnO_2 και σχέση $1/6$ έως $1/9$ και απόρριμμα με $25-30\%$ MnO_2 (το οποίο μετά από θραύση μπορεί να αποδώσει κάποια ποσότητα ακόμη συμπυκνώματος).
- Από την εξέταση σχετικά φτωχού μεταλλεύματος από το κοίτασμα Συκιδίων (με $\approx 27\%$ MnO_2) προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα :
- Φτωχό μέταλλευμα ($\approx 27\%$ MnO_2) από τα Συκίδια με 1 πέρασμα στους μαγνήτες δίνει προσυμπύκνωμα με $\approx 59\%$ MnO_2 το οποίο με 2ο πέρασμα φθάνει το $\approx 68\%$ MnO_2 .
 - Οι σχέσεις βαρών που επιτυγχάνονται κατά τον εμπλουτισμό τέτοιου φτωχού μεταλλεύματος με δεύτερο πέρασμα του απορρίμματος είναι αθροιστικά $\approx 1/3,72$ ($\approx 1/5,78$ στο 1ο πέρασμα και $\approx 1/8,62$ στο δεύτερο πέρασμα) για το προσυμπύκνωμα (με $\approx 58,85\%$ MnO_2), το οποίο με 2ο πέρασμα μπορεί να φθάσει το $\approx 68\%$ με σχέση βάρους συμπυκνώματος προς βάρος προσυμπυκνώματος $\approx 1/1,59$ και σχέση βάρους τελικού συμπυκνώματος 1 βάρος τροφής $\approx 1/5,92$ (ενώ παράγονται και μικτά με $\approx 44\%$ MnO_2).

5.4. Κουρί

Στη θέση Κουρί υπάρχουν εκμεταλλεύσεις από τις οποίες εξορύσσεται πλούσιο μέταλλευμα μαγγανίου ($MnO_2 > 50\%$) με ψηλή σχετικά περιεκτικότητα σε σίδηρο, αλλά και σε Pb Zn και Cu. Τα συμπυκνώματα που λαμβάνονται περιέχουν ψηλά ποσοστά από τα μέταλλα αυτά και δεν μπορούν να πωληθούν ως έχουν. Έχουν όμως το σημαντικό πλεονέκτημα να περιέχουν αδιάλυτα σε πολύ μικρό ποσοστό ($\approx 1,5\%$) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μείγματα με συμπυκνώματα άλλων θέσεων, οπότε το τελικό προϊόν καθίσταται εμπορεύσιμο ($Fe < 2,5\%$, αδιάλυτα $< 11\%$ κλπ).

Δείγματα από τις ερευνητικές εργασίες (γεωτρήσεις, στοές) μελετήθηκαν και εκτιμήθηκαν τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά και τα απαραίτητα στοιχεία εμπλουτισιμότητας για την αξιολόγηση του μεταλλεύματος. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το κοίτασμα αυτό και άλλα παρόμοια (π.χ. στη θέση Λαγός) ήταν η διερεύνηση ενδεχόμενης δυνατότητας ανάκτησης μέρους του συμπυκνώματος με ανεκτές περιεκτικότητες Fe ή και Pb, Zn.

Σημαντικό πλεονέκτημα του μεταλλεύματος αυτού είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε SiO_2 ($< 2\%$) και Al_2O_3 ($\approx 1\%$), και ως εκ τούτου τα συμπυκνώματα που παίρνονται έχουν πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε αδιάλυτα προϊόντα. Η σχέση βαρών **τροφής / συμπυκνώματος** φθάνει το 2,5 έως 3 :1 και μετά την επεξεργασία με υδροχλωρικό οξύ τα συμπυκνώματα έχουν την παρακάτω σύσταση : $MnO_2 = 71-72\%$, $SiO_2 + Al_2O_3 = 1-2\%$, $Pb = 1,2 - 1,5\%$, $Zn = 1\%$, $Cu = 0,15-0,30\%$, $Fe_2O_3 = 7-7,5\%$.

Οι δοκιμές μαγνητικού και υδρομηχανικού διαχωρισμού και οι δοκιμές βαρέων υγρών έδειξαν ότι δεν είναι εφικτή η παραγωγή συμπυκνωμάτων με σημαντική μείωση του σιδήρου και των βασικών μετάλλων.

Πάντως, τα συμπυκνώματα από το μέταλλευμα του Κουρί μπορούν να χρησιμοποιούνται σε αναμείξεις ώστε να διαμορφώνεται σε ανεκτά επίπεδα εμπορευσιμότητας η συνολική περιεκτικότητα του συμπυκνώματος σε αδιάλυτα, σίδηρο και βασικά μέταλλα.

5.5. Μαύρο Ξύλο

Στη θέση αυτή και σε επέκταση των μικρών αποθεμάτων που βρίσκονται υπό εκμετάλλευση, εκτελέστηκε επίσης ερευνητικό πρόγραμμα με γεωτρήσεις και στοές. Τα συμπεκνώματα που παίρνονται από τον εμπλουτισμό του μεταλλεύματος αυτού περιέχουν $\approx 1\%$ Fe και 5-8% αδιάλυτα και είναι πολύ καλής ποιότητας. Η σχέση βαρών τροφής / συμπεκνώματος του μεταλλεύματος Μ. Ξύλου, φθάνει το 3-4:1. Η περιεκτικότητα των συμπεκνωμάτων που λαμβάνονται είναι: $MnO_2 = 72-78\%$, $SiO_2 = 4-7\%$, $Fe_2O_3 = 0,7-1\%$, $Pb < 0,2\%$, $Zn = 0,15\%$, $Cu < 0,02\%$.

Λόγω της άριστης ποιότητας από κάθε άποψη, το μέταλλευμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ρυθμιστής των διάφορων φορτίων, ώστε να πληρούνται οι απαιτούμενες προδιαγραφές στα τελικά προϊόντα, με την αξιοποίηση και προβληματικών συμπεκνωμάτων.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα έγινε για να εκτιμηθούν τα αποθέματα MnO_2 στα κοιτάσματα της ευρύτερης περιοχής του Ν. Δράμας και εκτελέστηκε απ' το ΙΓΜΕ. Η διαπίστωση ύπαρξης αποθεμάτων μπορεί να επεκτείνει χρονικά την δραστηριότητα του ήδη λειτουργούντος Μεταλλείου Δράμας της εταιρείας ELBAUMIN.

Η εκτίμηση των αποθεμάτων με γεωστατιστικές μεθόδους στο κοιτάσμα Συκιδίων επιβεβαιώνει την ύπαρξη περίπου 45.000tn μεταλλεύματος περιεκτικότητας 31% σε MnO_2 (περίπου 14.000tn MnO_2) με οριακή περιεκτικότητα εκμετάλλευσης 25% σε MnO_2 . Το μέταλλευμα των Συκιδίων είναι μέτριας ποιότητας τόσο από πλευράς MnO_2 όσο κι απ' την σχετικά ψηλή περιεκτικότητα σε SiO_2 .

Στο κοιτάσμα Φιντέρνας η εκτίμηση έγινε με την μέθοδο των οριζόντιων τομών επειδή ήδη έχει γίνει εξόρυξη από την εκμεταλλεύτρια εταιρεία. Τα αποθέματα εκτιμήθηκαν ογκομετρικά και με το δεδομένο του ειδικού βάρους του μεταλλεύματος (3,5 tn/m³). Στα δύο ενδιαφέροντα σώματα 7 και 8 εκτιμήθηκαν αποθέματα ύψους 12.000tn μεταλλεύματος καλής ποιότητας.

Τα κοιτάσματα Κουρί Ι και ΙΙ μπορούν να δώσουν περίπου 14.000tn μεταλλεύματος

(περιεχόμενο MnO_2 5.000tn) καλής ποιότητας που μπορεί να αναμειχθεί με άλλο χαμηλότερης ποιότητας για παραγωγή εμπορεύσιμων συμπεκνωμάτων.

Το κοιτάσμα Μαύρο Ξύλο μπορεί να δώσει περίπου 4.000tn μεταλλεύματος καλής ποιότητας για ανάμειξη με άλλο χαμηλότερης ποιότητας και παραγωγή ποιοτικών συμπεκνωμάτων.

Οι γράφοντες εκτιμούν ότι η έρευνα που εκτελέστηκε στην ευρύτερη περιοχή Δράμας αύξησε τα αποθέματα μαγγανίου σε τέτοιο ύψος ώστε να μπορέσει να συνεχιστεί η μεταλλευτική δραστηριότητα της εταιρείας για 8-10 χρόνια με τον σημερινό ρυθμό παραγωγής.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γιαλόγλου, Γ., 1975, *Μεταλλεία Σιδήρου και Μαγγανίου στην Β. Ελλάδα*, International Petroleum and Mining Corporation Ltd., εσωτερική έκθεση, Αθήνα, Δράμα.
2. Γιαλόγλου, Γ.- Δρυμωνίτης, Δ., 1981, *Η συμβολή του ορυκτού πλούτου στην ανάπτυξη της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης*, "Συνέδριο για την Ανάπτυξη της Ελλάδας", ΤΕΕ, Αθήνα, τόμος IV, σελ. 295-319.
3. Gialoglou, G.- Drymonitis, D., 1983, *Northeastern Greece : mining activities, mineral exploration and future developments*, TIMM 92, October, pp. A180-185.
4. Δρυμωνίτης, Δ., 1998, *Γεωστατιστική Εκτίμηση Αποθεμάτων MnO_2 στο Κοιτάσμα Συκιδίων και Εκτίμηση Αποθεμάτων MnO_2 με την Μέθοδο των Τομών στο Κοιτάσμα Φιντέρνας του Μεταλλείου Δράμας της Εταιρείας ELBAUMIN*, ΙΓΜΕ, εσωτερική έκθεση, Αθήνα, 54 σελ.
5. Επιτροπής, Ν.- Chatzipanagis, Ι.- Theodoroudis, Α.- Dimitroula, Μ.- Galanopoulos, V., 1997, *The discovery of the Sykidia ore deposit, Drama County, N.E. Greece*, Symposium Ore Deposits Exploration, Belgrade, pp. 419-425.
6. Θεοδωρούδης, Α., 1997, *Υπολογισμός Αποθεμάτων MnO_2 και Ag του Κοιτάσματος Συκιδίων Ν. Δράμας*, ΙΓΜΕ, εσωτερική έκθεση, Αθήνα, 6 σελ. + 8 σελ. Παράρτημα.

7. Χαραλαμπίδης, Π.- Πατρώνης, Μ., 1992, *Liberation Study on the Neochori Manganese Ore by Means of Heavy Liquid Separation Tests*, Αθήνα, 25 σελ.
8. Χαραλαμπίδης, Π., 1993, *Beneficiation Study on the Neochori Manganese Ore by Magnetic and Gravimetric Methods*, Αθήνα, 15 σελ.
9. Χαραλαμπίδης, Π., 1996, *Έκθεση για τις Προκαταρκτικές Δοκιμές Εμπλουτισμού Μεταλλεύματος Μαγγανίου Περιοχής Φιντέρνας και Συκιδίων*, ΙΓΜΕ, εσωτερική έκθεση, Αθήνα, 23 σελ.
10. Χαραλαμπίδης, Π., 1997, *Έκθεση για τις Ερευνητικές Εργασίες Εμπλουτισμού Μεταλλευμάτων Μαγγανίου κατά το 1997, Έργο 9531518-ΠΕΠ Β'ΚΠΣ*, ΙΓΜΕ, εσωτερική έκθεση, Αθήνα, 6 σελ.
11. Χατζηπαναγής, Ι., 1999, *Τα Μαγγανιούχα Κοιτάσματα του Νομού Δράμας. Η Μεταλλευτική Έρευνα για την Αύξηση των Αποθεμάτων του Λειτουργούντος Μεταλλείου Μαγγανίου Δράμας κατά την Τετραετία 1995-1998 (Τελική Έκθεση)*, ΙΓΜΕ, εσωτερική έκθεση, Ξάνθη, 161 σελ.