

Επιστημονική Επετηρίδα, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Τιμητική έκδοση στη μνήμη του ομότιμου καθηγητή Κ. Σολδάτου	Ειδικός τόμος 101	9-16	Θεσσαλονίκη 2012
--	----------------------	------	---------------------

ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΗΠΟΥΡΙΣΤΡΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ (ΑΡΧΑΙΑ ΣΤΑΓΕΙΡΑ), ΒΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ

Βαβελίδης Μ. και Μέλφος Β.

Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. 541 24 Θεσσαλονίκη, vavelidi@geo.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην τοποθεσία Κηπουρίστρα, δυτικά της Ολυμπιάδας στη ΒΑ Χαλκιδική, εντοπίζεται ένας μεγάλος αριθμός από σωρούς μεταλλουργικών σκωριών και υπολειμμάτων από εγκαταστάσεις, κυρίως μεταλλουργικών καμίνων. Στην παρούσα εργασία περιγράφονται οι σωροί αυτοί καθώς και οι τομές (τρανσέρες) που διανοίχθηκαν για την πληρέστερη μελέτη τους. Με βάση τη μελέτη προκύπτει ότι οι σκωρίες προήλθαν από εκμετάλλευση των κοιτασμάτων Pb-Zn της περιοχής, ενώ η ορυκτολογική σύστασή τους σε συνδυασμό με την παρουσία μεγάλου αριθμού μεταλλουργικών υπολειμμάτων τύπου Speiss, καθώς επίσης η παρουσία λιθάρργου, δείχνουν ότι στην περιοχή γινόταν παραγωγή μολύβδου και αργύρου. Η χρονολόγηση των δειγμάτων άνθρακα που βρέθηκαν στους σωρούς σκωριών και τα αρχαιολογικά ευρήματα δείχνουν ότι η μεταλλουργική δραστηριότητα έλαβε χώρα κυρίως κατά τους υστεροβυζαντινούς και μεταβυζαντινούς χρόνους (1431-1656 μ.Χ.). Η παρουσία όμως υπολειμμάτων μεταλλουργικών σκωριών που παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά επεξεργασίας, αρχαιολογικών ευρημάτων και μεταλλευτικής δραστηριότητας από την αρχαϊκή εποχή στην περιοχή, αποτελεί σοβαρή ένδειξη για παλαιότερες φάσεις μεταλλουργικής δραστηριότητας.

ABSTRACT

STUDY OF THE ANCIENT METALLURGICAL WORKS IN KIPOURISTRA, OLYMPIADA (ANCIENT STAGEIRA), NE CHALKIDIKI

Vavelidis M. and Melfos V.

Department of Mineralogy-Petrology-Economic Geology, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24, Thessaloniki, vavelidi@geo.auth.gr

A large number of piles of metallurgical slags and ruins of metallurgical furnaces have been identified in the area of Kipouristra, west of Olympias in NE Chalkidiki. We describe here these piles and the sections that were dug for a more detailed study. Based on this investigation, the slags were produced by the mining of the local Pb-Zn deposits, while the mineralogical composition in combination with the presence of a large number of metallurgical residues of Speiss type, show that in the past there was a lead and silver production. Dating of the carbon found within the slag piles showed that the metallurgical activities took place mostly during the late Byzantine and post-Byzantine period (1431-1656 AD). However, the presence of residues of metallurgical slags demonstrating different processing characteristics is a strong evidence for earlier phases of metallurgical activity.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στον εντοπισμό και την καταγραφή ιχνών αρχαίας μεταλλευτικής και μεταλλουργικής δραστηριότητας στην τοποθεσία Κηπουρίστρα, δυτικά της Ολυμπιάδας στη ΒΑ Χαλκιδική (Σχ. 1). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τη περίοδο Ιουλίου-Οκτωβρίου 2000, στα πλαίσια ενός ευρύτερου προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από τη ΙΣΤ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων Θεσσαλονίκης στην περιοχή όπου είχε αρχικά επιλεγεί να κατασκευαστεί η λίμνη αποβλήτων της μεταλλουργίας χρυσού. Η απόφαση αυτή ανακλήθηκε, αλλά τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν σημαντικά ευρήματα σχετικά με τη μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα στην περιοχή, από την αρχαιότητα έως και τα πρόσφατα χρόνια.

2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΤΗ ΒΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ

Η Βορειοανατολική Χαλκιδική ανήκει γεωλογικά

στη Σερβομακεδονική μάζα και αποτελείται από γνεύσιους, αμφιβολίτες και μάρμαρα της ενότητας Κερδυλίων και της ενότητας Βερίσκου (Kockel et al. 1977, Frei 1986, Kassoli-Fourmaraki 1986). Μέσα στα πετρώματα αυτά διεισδύουν Τριτογενή μαγματικά σώματα, κυρίως μονζοδιορίτες, γρανοδιορίτες και γρανίτες, ενώ κάποια μικρότερα σώματα και φλέβες έχουν λατινική, τραχειτική, ανδεσιτική, ρυολιθική και δακτινική σύσταση (Frei 1992). Γεωχρονολογήσεις αυτών των σωμάτων από τους De Wet (1989), Christofides et al. (1990) και Frei (1992) έδειξαν Ηωκαινική ηλικία. Στην περιοχή εντοπίζονται επίσης και υποηφαιστιακές πορφυριτικές διεισδύσεις, η ηλικία των οποίων, σύμφωνα με γεωχρονολογήσεις με K/Ar και U/Pb είναι Ολιγοκαινική-Μειοκαινική (Tomprouloglou 1981, Frei 1992).

Η ΒΑ Χαλκιδική αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μεταλλογενετικές περιοχές της ΝΑ Ευρώπης με σημαντικά κοιτάσματα χρυσού, αργύρου, χαλκού, μολύβδου, ψευδαργύρου, που έχουν υποστεί εκμετά-

λευση από την αρχαιότητα έως σήμερα (Vavelidis et al. 1983, Wagner et al. 1986). Οι κυριότερες μεταλλοφορίες είναι τύπου πορφυριτικού Cu-Au, αντικατάστασης πολυμεταλλικών σουλφιδίων Pb-Zn, Skarn και οξειδίων Mn, που σχετίζονται με τον Τριτογενή μαγματισμό.



Σχ. 1. Τριτογενείς μεταλλοφορίες στη ΒΑ Χαλκιδική και τύποι μεταλλοφορίας.

Οι μεταλλοφορίες πορφυριτικού Cu-Au εντοπίζονται στις θέσεις Σκουριές, Φισόκα, Δίλοφο, Αλατίνα, Τσικάρια και Ασπρά Χώματα. Η σημαντικότερη βρίσκεται στις Σκουριές και σχετίζεται με έναν έντονα υδροθερμικά εξαλλοιωμένο συνηθισμένο πορφύρη (Paradakis and Michailidis 1976) που το βάθος του ξεπερνάει τα 700 m. Η μεταλλοφορία είναι διάσπαρτη και τύπου stockwork και αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη, χαλκοπυρίτη, βορνίτη, μαγνητίτη και σε μικρότερες ποσότητες χρυσό, γαληνίτη και τετραεδρίτη. Τα αποθέματα του κοιτάσματος είναι 191 Mt με μέσες περιεκτικότητες 0,55% Cu, 0,8 gr/t Au και 2,5 gr/t Ag (European Goldfields 2008).

Εντός των μαρμάρων της Σειράς Κερδυλίων εντοπίζονται κοιτάσματα αντικατάστασης πολυμεταλλικών σουλφιδίων Pb-Zn υπό μορφή στρωμάτων, φλεβών ή διάσπαρτης μεταλλοφορίας. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα αυτού του τύπου βρίσκονται στις θέσεις Ολυμπιάδα, Μαδέμ Λάκκος και Μαύρες Πέτρες. Τα κύρια μεταλλικά ορυκτά είναι σιδηροπυρίτης, σφαλερίτης, γαληνίτης, αρσενοπυρίτης και χαλκοπυρίτης (Gilg 1993). Τα αποθέματα στο κοιτάσμα της Ολυμπιάδας υπολογίζονται σε 14,5 Mt με μέσες περιεκτικότητες 4,2 wt% Pb, 5,6 wt% Zn, 9,3 g/t Au και 129 g/t Ag.

Εμφανίσεις μεταλλοφορίας τύπου skarn εντοπίζονται στη ΒΑ Χαλκιδική στην επαφή του μαρμάρου με τον γρανодиόριτη του Στρατωνίου. Η κύρια παραγένεση είναι γρανάτης, κλινόπυροξενος, επίδοτο και μαγνητίτης (Nebel et al. 1991). Μεταλλοφορίες οξειδίων του Mn υπάρχουν κυρίως στα όρια των κοιτασμάτων

μεικτών θειούχων του Μαδέμ Λάκκου και της Ολυμπιάδας και κατά μήκος της τεκτονικής ασυνέχειας Στρατωνίου-Βαρβάρας, εντός των μαρμάρων της ενότητας Κερδυλίων. Στην περιοχή Πυργαδίκια-Μεταγγίτσι-Σαλονικό εντοπίζονται χαλαζιακές φλέβες με σεελίτη (CaWO₄) και χρυσό. Οι φλέβες αυτές διεισδύουν σε διμαρμαρυγικούς γνευσίους της ενότητας Βερίσκου.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί η παρουσία προσχωματικού χρυσού σε πολλές θέσεις της ΒΑ Χαλκιδικής, όπως στο Μεταγγίτσι καθώς και στα ρέματα Χαβρίας και Ασπρος Λάκκος (Vavelidis 1989).

3 ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΒΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ

Η μακράιωνη μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα στην ΒΑ Χαλκιδική αποδεικνύεται από το πλήθος των παλαιών μεταλλευτικών έργων και από τους σωρούς σκωρίας που απαντώνται σε ολόκληρη την περιοχή. Για την αρχαία μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή της ΒΑ Χαλκιδικής δεν υπάρχουν ιστορικές μαρτυρίες. Όπως όμως προκύπτει από τις ανασκαφικές ενδείξεις μέσα στην πόλη των Αρχαίων Σταγείρων (Ολυμπιάδα), αλλά και από βεβαιωμένα ίχνη μεταλλευτικής δραστηριότητας (Φωτ. 1), η εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου είχε ξεκινήσει τουλάχιστον από τον 6^ο αιώνα π.Χ., αν και με βάση τα χαρακτηριστικά των μεταλλευτικών στοών στην Ολυμπιάδα και στο Μεταγγίτσι οι Vavelidis et al. (1983) και Vavelidis (1997) θεωρούν ότι οι μεταλλευτικές δραστηριότητες άρχισαν τουλάχιστον κατά την αρχαϊκή και προϊστορική περίοδο αντίστοιχα.



Φωτ. 1. Αρχαία μεταλλευτική στοά, Ολυμπιάδα. Φωτ. 2,3. Μεταλλουργικός κλίβανος στο πρηνές του ρέματος. Φωτ. 4. Διάνοιξη τομής (τρανσέρας) σε σωρό από σκωρίες.

Ο Sagui (1928) αναφέρει ότι εντόπισε μέσα σε αρχαίες μεταλλευτικές στοές στην περιοχή της Ολυμπιάδας νομίσματα του Μεγάλου Αλεξάνδρου και του Φιλίππου III. Η περιοχή αναφέρεται σύμφωνα με τον Παπάγγελο (1991) από το 866 μ.Χ. με το όνομα Σιδηροκαύσια, που δηλώνει την ύπαρξη μεταλλευτικής δραστηριότητας. Ιστορικές πηγές δείχνουν συστηματική εκμετάλλευση των κοιτασμάτων της ΒΑ Χαλκιδικής από τον 15^ο έως τον 17^ο αι. μ.Χ. Συγκεκριμένα το 1553 ο Γάλλος περιηγητής Belon περιγράφει με λεπτομέ-

ρεια το ακμαίο μεταλλουργικό κέντρο της περιοχής, στο οποίο εργάζονταν 6000 εργάτες διαφόρων εθνικοτήτων σε 500-600 μεταλλουργικούς φούρνους, που ήταν διασκορπισμένοι στην περιοχή. Το 1705 τα χωριά της ΒΑ Χαλκιδικής παίρνουν το όνομα Μαντεμοχώρια και αποκτούν το δικαίωμα εκμετάλλευσης των μεταλλείων αργύρου.

Από το 1893 έως το 1908 έγινε εκμετάλλευση των μαγγανιούχων μεταλλευμάτων στις Μαύρες Πέτρες και την Πιάβιτσα, από την Οθωμανική Εταιρεία «Μεταλλεία Κασσάνδρας», ενώ από το 1901 άρχισε και η εκμετάλλευση των σουλφιδίων. Το 1927 η Ανώνυμη Ελληνική Εταιρεία Χημικών Προϊόντων & Λιπασμάτων (Α-ΕΕΧΠ&Λ) απέκτησε την Οριστική Παραχώρηση Εκμετάλλευσης και επέκτεινε τις μεταλλευτικές δραστηριότητες κατασκευάζοντας στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στο Στρατώνι εργοστάσιο εμπλουτισμού για την επεξεργασία μικτών θειούχων συμπυκνωμάτων. Παράλληλα από το 1972 άρχισε η εκμετάλλευση του μεταλλείου μικτών θειούχων της Ολυμπιάδας και το 1976 κατασκευάστηκε και εκεί εργοστάσιο εμπλουτισμού.

Το 1995 τα μεταλλεία και οι εγκαταστάσεις περιήλθαν στην TVX Hellas, με σκοπό τη δημιουργία μεταλλουργίας χρυσού στην περιοχή Ολυμπιάδας. Η επένδυση αυτή δεν υλοποιήθηκε και έτσι το 2004 παραχωρήθηκαν τα μεταλλευτικά δικαιώματα στην εταιρεία ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΧΡΥΣΟΣ Α.Ε. Ήδη έχει εγκριθεί η Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ) για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων και τη μεταλλουργία χρυσού και αναμένεται η εκπόνηση της τελικής μελέτης για την αδειοδότηση του επενδυτικού σχεδίου.

4 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΗΠΟΥΡΙΣΤΡΑ

Η περιοχή Κηπουρίστρα ανήκει γεωλογικά στην ενότητα Κερδυλίων και αποτελεί ένα βαθύ ρέμα που ξεκινά από την περιοχή της Βαρβάρας και καταλήγει ανατολικά στην Ολυμπιάδα (Σχ. 1). Τα πετρώματα αποτελούνται από βιοτιπικούς γνεύσιους, βιοτιπικούς-κεροσιλικούς γνεύσιους και αμφιβολίτες. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία πηγματιτικών και απλιτικών φλεβών που διατρέχουν τα μεταμορφωμένα πετρώματα και σε πολλές περιπτώσεις το πάχος τους ξεπερνά το 1 m. Φακοί μαρμάρων της ενότητας Κερδυλίων, πάχους έως 10 m, εντοπίστηκαν στο βόρειο τμήμα και στη δυτική παρεία του ρέματος. Στην ευρύτερη περιοχή οι μεταλλοφορίες φιλοξενούνται κυρίως στα όρια των μαρμάρων με τους γνεύσιους. Μέσα στο ρέμα απουσιάζουν οι μεταλλοφόρες εμφανίσεις.

Για τον εντοπισμό και την καταγραφή των ιχνών της αρχαίας μεταλλευτικής και μεταλλουργικής δραστηριότητας, πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης συστηματική υπαίθρια έρευνα σε όλη την έκταση του ρέματος Κηπουρίστρας, σε συνεργασία με την ΙΣΤ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων Θεσσαλονίκης.

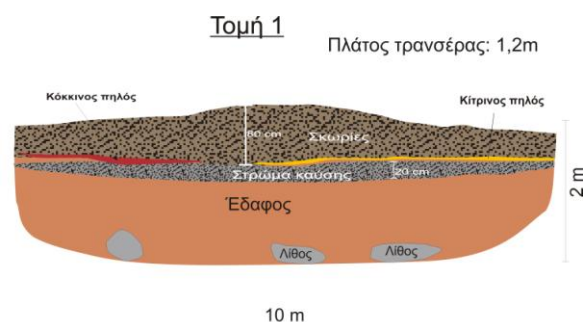
Κατά τη διάρκεια της υπαίθριας έρευνας εντοπίστηκαν 8 σωροί μεταλλουργικών σκωριών κατά μήκος του κεντρικού ρέματος, που είχαν ύψος έως 10 m και διάμετρο έως 50 m. Κοντά στους σωρούς βρέθηκαν κτίσματα ή κοιλότητες στο έδαφος, με σκωρίες και διάσπαρτο οικοδομικό υλικό που μαρτυρούν μεταλ-

λουργική δραστηριότητα. Σε μια περίπτωση είχε ήδη αποκαλυφθεί από την Ι' Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, ένας μεταλλουργικός κλίβανος κοντά σε σωρό σκωριών (Φωτ. 2,3). Πολλοί από τους σωρούς έχουν υποστεί έντονη διαταραχή, λόγω της απομάκρυνσης μεγάλων ποσοτήτων σκωριών για την επιστροφή αγροτικών δρόμων της περιοχής, τη δεκαετία του 1970.

Κατά την έρευνα καταγράφηκαν επίσης αρκετοί διασκορπισμένοι κενοί λάκκοι που αποτελούσαν κατά το παρελθόν θέσεις παραγωγής ξυλοκάρβουνου, καθώς επίσης και ένα πηγάδι βάθους 4 m, τοίχοι αντιστήριξης ύψους 2 m, ερείπια κτισμάτων, υπολείμματα μεταλλεύματος και διάσπαρτα κεραμικά απροσδιόριστης χρονολογίας. Στην περιοχή μελέτης η Ι' Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων είχε πιο πριν ανασκάψει και έναν Βυζαντινό νερόμυλο.

4.1 Περιγραφή των σωρών μεταλλουργικών σκωριών και διάνοιξη τομών

Οι σωροί σκωριών που βρέθηκαν στην περιοχή μελέτης αριθμήθηκαν με βάση τη θέση τους από Βορρά προς Νότο. Επίσης πραγματοποιήθηκαν συνολικά 11 διανοίξεις τομών (τρανσέρων) για την πληρέστερη μελέτη και δειγματοληψία των σωρών με τις σκουριές (Σχ. 2, Φωτ. 4).



Σχ. 2. Το προφίλ της τομής 1 όπου διακρίνονται λεπτά στρώματα κόκκινης και κίτρινης αργίλου, καθώς και ένα λεπτό στρώμα καύσης πάχους έως 20 cm, κάτω από ένα σωρό από σκωρίες.

Σωρός 1: Καταλαμβάνει μία έκταση περίπου 30 m². Δεν βρέθηκε κάτι σημαντικό στον σωρό αυτό εκτός από έναν ογκόλιθο μεταλλεύματος.

Σωρός 2: Ο σωρός αυτός είναι αδιατάραχτος και έχει μήκος 35 m και μέγιστο πλάτος 19 m, ενώ το ύψος του φθάνει έως 5 m. Στην περιφέρεια του και στο νότιο κατώτερο επίπεδο υπάρχουν θέσεις με παλαιότερες σκωρίες και στα κατώτερα στρώματα εντοπίστηκαν ίχνη καύσης. Στο ανατολικό όριο του σωρού υπάρχουν κοιλότητες στο έδαφος και καμένοι λίθοι, πιθανόν υπολείμματα κάποιας μεταλλουργικής εγκατάστασης.

Σωρός 3: Δυτικά του δρόμου εντοπίζονται σκωρίες που καταλαμβάνουν έκταση 200 m². Πρόκειται για σωρό ο οποίος φαίνεται ότι έχει διαταραχθεί σημαντικά.

Σωρός 4: Βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του κτήματος Βαρβαριώτη. Είναι εμφανώς διαταραγμένος και θα πρέπει να καταλάμβανε μια έκταση περίπου 2000 m². Διακρίνεται η ενστρομένη διάταξή του

καθώς και η παρουσία μεγάλων «πλακών» σκωριών, διαμέτρου 80-100 cm. Στα ανατολικά του σωρού, στο υψηλότερο επίπεδο του, εντοπίστηκαν δομές από κεραμικά, λίθους και κάρβουνο, που προφανώς αποτελούσαν τις μεταλλουργικές καμίνους. Πραγματοποιήθηκε μία τομή (Τομή 6) μήκους 11 m και βάθους 1,5 m, στο κέντρο του σωρού. Σε βάθος 1 m αποκαλύφθηκε στρώμα καύσης, το οποίο παρατηρείται κατά μήκος όλης της τομής. Πάνω από το στρώμα καύσης και σε επαφή με αυτό βρέθηκαν κεραμικά, λίθοι και σκωρίες, ενώ πολλοί από τους λίθους ήταν εξωτερικά καμένοι. Δοκιμαστικά έγινε ακόμη μία τομή (Τομή 8) στο κέντρο του κτήματος Βαρβαριώτη, χωρίς όμως αποτελέσματα.

Σωρός 5: Εντοπίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του κτήματος Βαρβαριώτη και ένα μεγάλο του τμήμα έχει απομακρυνθεί. Το ύψος του είναι περίπου 7 m και το μέσο μήκος του 20 m, και αποτελείται από σκωρίες μέσης διαμέτρου 20 cm. Διανοίχθηκε μία τομή (Τομή 5) βάθους 3 m. Το στρώμα των σκωριών φθάνει σε βάθος 50-60 cm και ακολουθεί στρώμα χύματος μέχρι βάθους 1,5 m. Σε περιορισμένη έκταση ακολουθεί στρώμα με εναλλαγές αργίλου με κάρβουνο και τεμάχια κεραμικών.

Σωρός 6: Είναι έντονα διαταραγμένος και βρίσκεται στο πρηνές του δρόμου. Κατά τη διάρκεια ανασκαφών της Ι' Εφορείας Βυζαντινών Αρχαιοτήτων αποκαλύφθηκε κτίσμα που πρόκειται για μία από τις κύριες μεταλλουργικές καμίνους στην περιοχή. Έγινε μία τομή (Τομή 7) όπου αποκαλύφθηκε ότι κάτω από το επιφανειακό στρώμα των σκωριών, πάχους 30 cm, ακολουθεί στρώμα κόκκινου χύματος, πάχους 2 m, μέσα στο οποίο εντοπίζεται κοιλότητα με σκωρίες, με μέγιστη διάμετρο 1,4 m και βάθος 1 m. Στο πυθμένα της κοιλότητας υπάρχουν ίχνη καύσης. Τα χαρακτηριστικά της κοιλότητας μας οδηγούν στην υπόθεση ότι διανοίχθηκε για την απόρριψη των σκωριών.

Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν άλλες δύο τομές (Τομή 9 και 10), 10 m βόρεια της ανασκαμμένης καμίνου και βόρεια του σωρού 6. Αποκαλύφθηκαν δύο στρώματα καύσης, ένα επιφανειακό και ένα σε βάθος περίπου 50 cm. Δεν βρέθηκαν κεραμικά ή σκωρίες.

Σωρός 7: Καταλαμβάνει μία έκταση περίπου 2000 m² όπου εντοπίζονται τουλάχιστον 6 επιμέρους σωροί, οι οποίοι δεν διατηρούν το αρχικό μέγεθός τους, λόγω της έντονης διαταραχής που έχουν υποστεί. Τα ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το σημείο αυτό αποτελούσε τη πιο σημαντική θέση εκκαμίνευσης στην περιοχή μελέτης, όπου λειτουργούσαν ταυτόχρονα πολλοί μεταλλουργικοί κλίβανοι. Η μεγάλη κλίση του πρηνούς, ο καλός αερισμός και η εύκολη πρόσβαση στη θέση αυτή σε νερό, δικαιολογούν την επιλογή του λόφου για κέντρο εκκαμίνευσης της περιοχής. Έγιναν συνολικά 4 τομές: δύο τομές (Τομή 1 και 2), μήκους 10 m και βάθους 2 m, μία τομή (Τομή 3) μήκους 3 m και βάθους 1,5 m και μία τομή (Τομή 4) μήκους 5 m και βάθους 4-5 m. Στην τομή 2 βρέθηκαν μεγάλα πεπλατυσμένα τεμάχια σκωριών καθώς και υπολείμματα εγκατάστασης μεταλλουργικού κλιβάνου. Παρατηρήθηκαν δύο φάσεις μεταλλουργικής δραστηριότητας, η πρώτη επιφανειακή και η δεύτερη σε βάθος ενός μέτρου. Κάτω από τις σκωρίες αποκαλύφθηκε στρώμα κόκκινου χύματος μέχρι βάθους 1 m, ένα στρώμα

καύσης και διάσπαρτα κεραμικά τα οποία είναι εξωτερικά καμένα.

Σωρός 8: Εντοπίζεται νότια του κεντρικού δρόμου και του νερόμυλου, ανατολικά του ρέματος και είναι αδιατάραχτος. Πραγματοποιήθηκε μία τομή (Τομή 11) με μήκος 10 m και μέγιστο βάθος 2 m. Σε όλο το μήκος της τομής εντοπίστηκαν σκωρίες, οι οποίες συνεχίζονται σε μεγάλο βάθος.

5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης έγινε ενδεικτική δειγματοληψία σκωριών, κεραμικών, επιχρισμάτων, κάρβουνου, καθώς επίσης και υλικών που παρουσίαζαν ενδιαφέρον. Η δειγματοληψία των σκωριών έγινε από τους σωρούς επιφανειακά ή σε βάθος από τις τομές και προτιμήθηκαν δείγματα που η μορφολογία τους ή θέση τους μαρτυρούσαν παλαιότερη μεταλλουργική δραστηριότητα. Έγινε ενδεικτική δειγματοληψία από όλους τους διαφορετικούς τύπους σκωριών που εντοπίστηκαν στην περιοχή. Ιδιαίτερα ενδιαφέροντα ήταν τα μεταλλουργικά υπολείμματα τύπου spreiss (εκεί που αναφέρεται πρώτη φορά να δοθεί ο ορισμός του) που βρέθηκαν κατά την αρχαιολογική ανασκαφή κοντά στο μεταλλουργικό κλίβανο. Τα δείγματα από κεραμικά και λίθους ελήφθησαν κυρίως από θέσεις όπου υπήρχαν ίχνη μεταλλουργικής δραστηριότητας, όπως ίχνη καύσης, χαρακτηριστικές κοιλότητες στο έδαφος και «πλάκες» σκωριών. Τα δείγματα του άνθρακα που ελήφθησαν για ραδιοχρονολόγησης, προέρχονται από τα βαθύτερα στρώματα καύσης που εντοπίστηκαν κατά την εκσκαφή των τομών (τρανσέρων). Τα στρώματα αυτά ήταν σε άμεση επαφή με σκωρίες και με υπολείμματα κατασκευών (κεραμικά, καμένοι λίθοι), τα οποία μαρτυρούσαν μεταλλουργικές εγκαταστάσεις.

Για τον προσδιορισμό της ορυκτολογικής σύστασης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ (XRD) στον Τομέα Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ. Για τη μικροσκοπική μελέτη των δειγμάτων κατασκευάστηκαν λεπτές-στιλπνές τομές, οι οποίες μελετήθηκαν σε μεταλλογραφικό μικροσκόπιο, τύπου Leitz του Τομέα Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας. Επίσης, οι λεπτές-στιλπνές τομές μελετήθηκαν στο ηλεκτρονικό σαρωτικό μικροσκόπιο (SEM) του Α.Π.Θ. με σύστημα ανάλυσης EDS, και προσδιορίστηκε η χημική σύσταση των ορυκτών φάσεων.

Για τα δείγματα άνθρακα που ελήφθησαν κυρίως κατά τη διάρκεια διάνοιξης των τομών, εφαρμόστηκε η μέθοδος ραδιοχρονολόγησης με ¹⁴C, για να προσδιοριστεί η ηλικία των βαθύτερων στρωμάτων καύσης που αποκαλύφθηκαν κατά την εκσκαφή. Τα δείγματα αναλύθηκαν στο εργαστήριο Αρχαιομετρίας του Ινστιτούτου Επιστήμης Υλικών του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Δημόκριτου.

6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Ακτινογραφική μελέτη

Με τη μέθοδο της περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ εξετάστηκαν 4 δείγματα προκειμένου να προσδιοριστεί η ορυκτολογική τους σύσταση. Τα δείγματα προέρχονται από τμήμα κεραμικού που βρέθηκε μαζί με σκωρίες

και από επιχρίσματα ή λίθους που αποτελούσαν μέρος των τοιχωμάτων μεταλλουργικών κλιβάνων.

Το δείγμα Kyp-4-2 αποτελεί τμήμα ακατέργαστου κεραμικού (πλίνθου) που βρέθηκε στο σωρό 4 κατά την εκσκαφή της τομής 6, σε βάθος 1,5 m μαζί με στρώμα καύσης και σκωρίες. Σύμφωνα με την ακτινογραφική μελέτη η ορυκτολογική σύσταση του δείγματος αποτελείται κυρίως από χαλαζία, αλβίτη, κερροσίλβη και μοσχοβίτη.

Το δείγμα Kyp-4-5 είναι τμήμα σκωρίας που βρέθηκε στο πυθμένα της τομής 5 στο σωρό 4. Πιθανόν προέρχεται από τοίχωμα κάποιου κλιβάνου. Σύμφωνα με την ακτινογραφική μελέτη η κύρια ορυκτολογική σύσταση του δείγματος είναι χαλαζίας και μαγγανιούχος φαυαλίτης ($\text{Fe, Mn}_2\text{SiO}_2$), ορυκτά που απαντώνται συχνά σε μεταλλουργικές σκωρίες, ειδικά σε περιπτώσεις κοιτασμάτων πλούσιων σε Mn.

Το δείγμα Kyp-6-1 είναι επίχρισμα από το ΒΔ άκρο του κτίσματος που χαρακτηρίστηκε ως μεταλλουργικός κλιβανός από Ι' Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων. Το επίχρισμα αυτό έχει υποστεί καύση και ανακρυστάλλωση και περιέχει υπολείμματα σκωρίας. Σύμφωνα με την ακτινογραφική μελέτη αποτελείται κυρίως από χαλαζία, αλβίτη και φαυαλίτη.

Το δείγμα Kyp-2-1 είναι λίθος που βρέθηκε στο σωρό 2 κοντά σε ερείπια κτίσματος. Πρόκειται για λίθο ο οποίος περιβάλλεται από άργιλο, υπό μορφή επιχρίσματος. Πιθανόν αποτελούσε τμήμα μεταλλουργικού κλιβάνου. Σύμφωνα με την ακτινογραφική μελέτη, το δείγμα αποτελείται από χαλαζία και αλβίτη.

6.2 Μικροσκοπική και ορυκτοχημική μελέτη

Με μεταλλογραφικό μικροσκόπιο και SEM μελετήθηκαν ενδεικτικά 4 δείγματα από σκωρίες, spreiss, ειδικά μεταλλουργικά κατάλοιπα και κεραμικά που βρέθηκαν δίπλα σε σκωρίες, προκειμένου να προσδιοριστεί η ορυκτολογική τους σύσταση.

Το δείγμα Kyp 7b-2 είναι σκωρία που βρέθηκε στον σωρό 7β στο νοτιοανατολικό του άκρο. Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και το μέγεθος της πρόκειται για σκωρία αρχαιότερη της εποχής του Μεσαίωνα. Όλη σχεδόν η μάζα της σκωρίας είναι άμορφη και αποτελείται κυρίως από SiO_2 , FeO , MnO , CaO και ZnO (Πίν. 1). Στο εσωτερικό μιας κοιλότητας εντοπίστηκαν τα ορυκτά πετεδουνίτης, φαυαλίτης, υαλοφανής και σφαλερίτης. Ο πετεδουνίτης $\text{Ca}(\text{Zn, Mn, Fe, Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$ ανήκει στην ομάδα των κλινοπυροξένων. Απαντά κυρίως σε υπιδιόμορφους κρυστάλλους, μεγέθους 50-200 μm και συμφύεται με το ορυκτό υαλοφανής. Σύμφωνα με τον Bachmann (1982), οι πυρόξενοι αυτής της σύστασης είναι αρκετά συνήθεις στις μεταλλουργικές σκωρίες και συνδέονται με ορθοπυριτικά ορυκτά όπως ο φαυαλίτης. Ο φαυαλίτης $(\text{Zn, Mn, Fe, Mg})_2\text{SiO}_4$ (Πίν. 1) εμφανίζεται με ιδιόμορφους, σκελετοειδείς κρυστάλλους, των οποίων το μέγεθος κυμαίνεται από 10-150 μm. Ο υαλοφανής $(\text{K, Ba})\text{Al}(\text{Si, Al})_3\text{O}_8$ (Πίν. 1) σχηματίζει μακροπρισματικούς κρυστάλλους. Η παρουσία ορυκτού του Ba στις σκωρίες, σύμφωνα με τον Marechal (1985), οφείλεται στην προσθήκη μέσα στις καμίνους βαρύτη (BaSO_4), ως συλλήψαμα στη μεταλλουργία μολύβδου, διότι διευκολύνει την απομάκρυνση του S από το γαληνίτη κατά την εκκαμίνευση. Ο σφαλερίτης (ZnS) εμφανίζε-

ται με μορφή σκελετοειδών εγκλεισμάτων και περιέχει 7,16% Fe. Χαρακτηριστικό των σκωριών αυτών είναι η παρουσία Zn σε όλες τις ορυκτές φάσεις, γεγονός που χαρακτηρίζει σκωρίες που προκύπτουν από μεταλλεύματα πλούσια σε Pb-Zn, όπως αυτά της ΒΑ Χαλκιδικής. Ο Pb διαχωρίζονταν κατά την εκκαμίνευση μαζί με τον Ag, ενώ ο Zn παρέμενε στη σκωρία (Φωτ. 5).

Το δείγμα Kyp 7b-1 είναι πλακώδης σκωρία από τον σωρό 7b μεγέθους 0,20 X 0,15 X 0,07 cm με χαρακτηριστική εικόνα ροής στην επιφάνεια της. Αποτελείται από χαλαζία και μικρούς κρυστάλλους μπαννιστερίτη, ένυδρο ορυκτό της ομάδας του σιλιπνομέλανα. Στη χημική σύσταση του μπαννιστερίτη, εκτός των Si, Fe, Ca, Mn και Zn, σημαντική είναι και η συμμετοχή του Mo (<3%) (Πίν. 2). Εντοπίστηκαν επίσης εγκλείσματα κραμάτων του Fe, As, Sb, Cu και Pb με τους ακόλουθους χημικούς τύπους: $\text{Fe}_{0,31}\text{As}_{0,68}\text{Sb}_{0,01}$, $\text{Fe}_{0,02}\text{Pb}_{0,02}\text{As}_{0,01}\text{Sb}_{0,95}$ και $\text{Fe}_{0,03}\text{Cu}_{0,61}\text{Pb}_{0,01}\text{As}_{0,02}\text{Sb}_{0,34}$ (Πίν. 2).

Το δείγμα Kyp-7b-8 χαρακτηρίζεται ως «Spreiss» (Φωτ. 6). Πρόκειται για μεταλλικά εγκλείσματα που αποτελούνται κυρίως από Fe, με μεγάλο ποσοστό As, Sb και Cu. Τα εγκλείσματα αυτά σχηματίζονται κατά την εκκαμίνευση μεταλλευμάτων μολύβδου ή χαλκού που περιέχουν μεγάλο ποσοστό αρσενικού και αντιμονίου. Πρόκειται για μεταλλικές ενώσεις τύπου As-Fe, όπου τα μέταλλα ενώνονται με μεταλλικό δεσμό. Τα «spreiss» εντοπίζονται είτε διάσπαρτα μέσα στη σκωρία, είτε λόγω μεγάλου ειδικού βάρους, στο πυθμένα της καμίνου, σαν ξεχωριστή φάση (Bachmann, 1982). Στην περιοχή Κηπουρίστρας, εντοπίστηκαν μεγάλες μάζες spreiss που αποτελούνται από επιμήκεις κρυστάλλους μίας ορυκτής φάσης με χημικό τύπο $\text{Fe}_{0,60}\text{Cu}_{0,03}\text{As}_{0,36}\text{Sb}_{0,01}$, μέσα στην οποία υπάρχουν εγκλείσματα από μαγνητοπυρίτη ($\text{Fe}_{1,04}\text{S}_{0,96}$) και από κράματα Fe, Cu, As και Sb, με χημικό τύπο $\text{Fe}_{0,49}\text{Cu}_{0,04}\text{As}_{0,12}\text{Sb}_{0,34}$ και $\text{Fe}_{0,9}\text{As}_{0,09}\text{Sb}_{0,01}$.

Το δείγμα Kyp 4-2 είναι κεραμικό με κύρια ορυκτολογική σύσταση χαλαζία, πλαγιόκλαστο, καλιούχο άστριο και αμφίβολο. Οι μικροαναλύσεις των ορυκτών που εντοπίστηκαν δίνονται στον πίνακα 1. Η αμφίβολος είναι σύστασης μαγνησιούχου κερροσίλβης με χημικό τύπο $(\text{Ca, Na})_{2,47}(\text{Mg, Fe, Al})_{5,26}(\text{Al, Si})_{8,11}\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, το πλαγιόκλαστο έχει σύσταση αλβίτη με χημικό τύπο $\text{Na}_{1,01}\text{Al}_{1,00}\text{Si}_{3,20}\text{O}_8$, ενώ ο καλιούχος άστριος έχει χημικό τύπο $\text{K}_{0,93}\text{Al}_{1,00}\text{Si}_{3,02}\text{O}_8$. Μέσα στην μάζα του κεραμικού εντοπίστηκαν επίσης τα ορυκτά μαγνητίτης, αιματίτης, ιλμενίτης, ρουτίλιο και ζιρκόνιο. Σημαντικό είναι να αναφερθεί η παρουσία εγκλεισμάτων καθαρού αργύρου (Φωτ. 7,8) μέσα στο κεραμικό κάτι που δείχνει τη χρήση του συγκεκριμένου κεραμικού στη μεταλλουργική διαδικασία απόληψης του αργύρου από το κοίτασμα. Το κεραμικό αυτό προφανώς ήρθε σε επαφή με τον λιωμένο άργυρο και έτσι διείσδυσε το εγκλείσμα στο πορώδες εσωτερικό του.

6.2 Ραδιοχρονολογήσεις ξυλοκάρβουνου (άνθρακα) με ^{14}C

Για την χρονολόγηση των στρωμάτων που αποκαλύφθηκαν με την διάνοιξη των τρانشέρων στους σωρούς 1, 4, 7α και 7β, εφαρμόστηκε η μέθοδος ^{14}C σε κομμάτια ξυλοκάρβουνου που βρέθηκαν στα στρώματα αυτά (Φωτ. 9,10). Συγκεκριμένα εξετάστηκαν τα δείγματα:

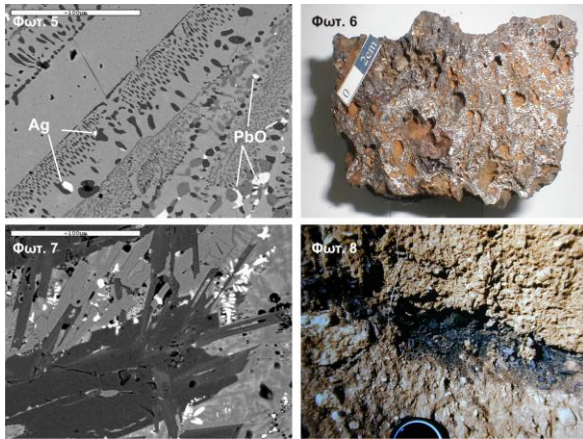
Πίνακας 1. Μικροαναλύσεις σε υαλοφανή, πετεδουνίτη, φαυαλίτη, υαλώδη μάζα (δείγμα Kyp 7b-2), μπανιστερίτη (δείγμα Kyp 7b-1), αλβίτη, Κ-άστριος, αμφίβολος, ζιρκόνιο, ρουτίλιο (δείγμα Kyp 4-2). FeO: Ολικός σίδηρος, bd: κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας

	Υαλοφανής	Πετεδουνίτης	Φαυαλίτης	Υαλος	Μπανιστερίτης		Αλβίτης	Κ-άστριος	Αμφίβολος	Ζιρκόνιο	Ρουτίλιο		
Na ₂ O	0,54	0,85	1,24	1,69	bd	bd	1,53	11,20	0,05	1,96	bd	bd	bd
K ₂ O	9,86	bd	bd	1,27	1,35	1,47	1,40	0,02	15,84	0,49	bd	bd	bd
MgO	bd	1,24	0,72	0,34	0,79	0,66	0,64	bd	bd	9,63	bd	bd	bd
Al ₂ O ₃	20,26	bd	bd	2,35	2,94	3,31	3,13	19,40	18,40	13,04	bd	bd	bd
SiO ₂	46,09	47,63	27,94	36,52	43,61	42,48	42,06	68,93	65,36	43,05	30,76	0,30	0,40
CaO	bd	22,38	2,81	7,24	9,94	9,81	10,13	bd	bd	11,90	0,07	bd	bd
TiO ₂	bd	bd	bd	1,46	0,75	0,71	0,69	bd	bd	0,94	bd	98,40	99,23
MnO	0,24	15,81	23,43	21,78	6,67	6,86	5,60	bd	bd	bd	bd	bd	bd
FeO*	0,76	11,68	39,03	21,81	28,29	28,32	28,19	0,07	0,04	18,94	bd	0,99	1,02
ZrO ₂	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	69,54	bd	bd
CuO	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
ZnO	bd	1,10	4,23	5,07	2,44	3,23	3,50	bd	bd	bd	bd	bd	bd
BaO	19,19	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
MoO ₃	bd	bd	bd	bd	3,34	3,34	3,67	bd	bd	bd	bd	bd	bd
Total	96,94	100,69	99,40	99,53	100,12	100,19	100,54	99,62	99,69	99,95	100,37	99,69	100,65

14

Πίνακας 2. Μικροαναλύσεις σε μεταλλικά εγκλείσματα . bd: κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας

	Σκωρία Kyp 7b-1			Speiss		
	Fe _{0,31} As _{0,68} Sb _{0,01}	Fe _{0,02} Pb _{0,02} As _{0,01} Sb _{0,95}	Fe _{0,03} Cu _{0,61} Pb _{0,01} As _{0,02} Sb _{0,34}	Fe _{0,6} Cu _{0,03} As _{0,36} Sb _{0,01}	Fe _{0,9} As _{0,09} Sb _{0,01}	Fe _{0,49} Cu _{0,04} As _{0,12} Sb _{0,34}
Fe	25,15	0,85	1,77	52,65	86,44	33,77
Cu	bd	bd	46,08	3,01	bd	3,04
As	73,19	0,68	1,34	43,06	11,83	11,49
Sb	1,64	94,97	48,46	1,61	1,26	51,25
Pb	bd	3,70	2,15	bd	bd	bd
Total	99,98	100,20	99,80	100,33	99,53	99,55



Φωτ. 5 Εγκλείσματα αργύρου (Ag) και οξειδίων του μολύβδου (PbO) σε λιθάργυρο. Φωτ. 6. Τεμάχιο μεταλλουργικού υπολοίπου, τύπου spreiss, που βρέθηκε μαζί με σκωρίες. Φωτ. 7. Εγκλείσματα αργύρου (λευκό) μέσα σε λιθάργυρο (τεφρό). Φωτ. 8. Στρώμα ξυλοκάρβουνου (άνθρακα) από καύση.

Κыр 7b-1: Άνθρακας από στρώμα καύσης σε βάθος 1m, από την τομή 2, στο σωρό 7β. Το στρώμα καύσης βρίσκεται πάνω από τους λίθους στον πυθμένα της τομής, όπου σχηματίζεται άνοιγμα, πιθανόν υπόλειμμα κάποιου κτίσματος.

Κыр 7a-1: Άνθρακας από το στρώμα καύσης στην τομή 1, στο σωρό 7a, κάτω από το στρώμα των σκωριών, σε βάθος 1 m.

Κыр 4-1: Άνθρακας από την τομή 5, στο σωρό 4, σε βάθος 1,5 m, από το σημείο όπου εναλλάσσονται λεπτά στρώματα αργίλου με άνθρακα.

Κыр 4-3: Άνθρακας από το στρώμα καύσης στην τομή 6, στο σωρό 4, σε βάθος 1 m, πολύ κοντά στη θέση με τα κεραμικά και τις σκωρίες.

Κыр 4-5: Άνθρακας από το στρώμα καύσης στην τομή 7, στο σωρό 4, σε βάθος 2 m, από τον πυθμένα της κοιλότητας των σκωριών.

Κыр 6-2: Άνθρακας από το στρώμα καύσης στην τομή 9, νότια του σωρού 6, από το κατώτερο στρώμα καύσης της τομής.

Οι προτεινόμενες ηλικίες δίνονται στον πίνακα 3. Οι μετρήσεις έγιναν σύμφωνα με τους Stuiver et al (1998). Για την βαθμολόγηση της ηλικίας ραδιοάνθρακα χρησιμοποιήθηκε το Radiocarbon Calibration Program Rev. 4.3 (Stuiver and Reimer 1993). Τα δείγματα άνθρακα που εξετάστηκαν έδωσαν ηλικίες υστεροβυζαντινών και μεταβυζαντινών χρόνων (1431-1656 μ.Χ.).

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ραδιοχρονολόγησης δειγμάτων άνθρακα.

Δείγμα	Είδος	%Mod	Ηλικία BP	$\delta^{13}C$ (‰)	Βαθμολογημένη ηλικία	Πιθανότητες
Κыр 7b-1	Άνθρακας	96.09±0.32	320±26	-25.00	1519-1637 μ.Χ.	(68.3%)
					1489-1642 μ.Χ.	(95.4%)
Κыр 4-3	Άνθρακας	96.34±0.26	299±21	-25.00	1524-1644 μ.Χ.	(68.3%)
					1517-1651 μ.Χ.	(95.4%)
Κыр 4-1	Άνθρακας	95.80±0.29	344±24	-25.00	1492-1628 μ.Χ.	(68.3%)
					1478-1636 μ.Χ.	(95.4%)
Κыр 4-5	Άνθρακας	96.45±0.27	290±22	-25.00	1526-1648 μ.Χ.	(68.3%)
					1519-1656 μ.Χ.	(95.4%)
Κыр 7a-1	Άνθρακας	95.40±0.24	378±19	-25.00	1457-1614 μ.Χ.	(68.3%)
					1446-1624 μ.Χ.	(95.4%)
Κыр 6-2	Άνθρακας	94.73±0.26	434±21	-25.00	1437-1465 μ.Χ.	(68.3%)
					1431-1480 μ.Χ.	(95.4%)

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι σωροί μεταλλουργικών σκωριών και τα υπολείμματα των εγκαταστάσεων που εντοπίστηκαν στο ρέμα της Κηπουρίστρας, βρέθηκαν όλα πολύ κοντά στο κεντρικό ρέμα ή σε μικρότερα ρέματα με συνεχή ροή νερού, για να υπάρχει άμεση πρόσβαση στο νερό και σε πρηνή με κλίση για καλό αερισμό της καμίνου.
- Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις βρέθηκαν υπολείμματα κατασκευών στις κορυφές των σωρών, γεγονός που επιβεβαιώνει το μοντέλο της μεταλλουργικής διεργασίας. Σύμφωνα με αυτή, το χρήσιμο μέταλλο παραγόταν στη κάμινο και τις ανεπιθύμητες σκωρίες που προέκυπταν κατά την εκκαμίνευση, τις «πετούσαν» έξω από τις καμίνους. Έτσι με τη πάροδο του χρόνου, σχηματίζονταν μπροστά από τη κάμινο σωροί από σκωρίες.
- Από τις τομές 2, 5, 6 και 7 προκύπτει ότι υπάρχει ένα παλαιότερο στρώμα, όπου βρέθηκαν ίχνη ανθρώπινης δραστηριότητας (κεραμικά, καύση), και ιδιαίτερα μεταλλουργικής δραστηριότητας. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν την πολυπλοκότητα της ιστορίας της περιοχής, φανερώνοντας ότι υπάρχουν παλαιότερες φάσεις κατοίκησης και μεταλλουργικής δραστηριότητας.
- Από τη μελέτη των δειγμάτων που ελήφθησαν από την περιοχή προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:
 - Οι σκωρίες της Κηπουρίστρας προήλθαν από εκμετάλλευση των κοιτασμάτων Pb-Zn της περιοχής.
 - Η παρουσία μεγάλου αριθμού μεταλλουργικών υπολειμμάτων τύπου Spreiss στην περιοχή και ιδιαίτερα στα ευρήματα αρχαιολογικών ανασκαφών, μαρτυρά την παραγωγή μολύβδου και αργύρου από μετάλλευμα των κοιτασμάτων της περιοχής, τα οποία περιέχουν σημαντικό ποσοστό As και Sb.
 - Όπως έδειξε η μικροσκοπική και γεωχημική μελέτη των δειγμάτων στους χώρους εκκαμίνευσης, τα προϊόντα εκμετάλλευσης ήταν ο άργυρος και ο μόλυβδος από τα μεταλλεύματα της ευρύτερης περιοχής.
- Αναφορικά με τη χρονολόγηση των δειγμάτων άνθρακα από τους σωρούς των σκωριών και τους χώρους εκκαμίνευσης, προκύπτει ότι οι μεταλλουργικές δραστηριότητες έλαβαν χώρα κυρίως κατά τους υστεροβυζαντινούς και μεταβυζαντινούς χρόνους, από το 1431 έως το 1656 μ.Χ.

6. Τα παραπάνω αφορούν στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους που ερευνηθήκαν. Η παρουσία όμως υπολειμμάτων σε ορισμένες περιπτώσεις μεταλλουργικών σκωριών που παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά επεξεργασίας (μορφολογία, τρόπος χύτευσης, επανάτηξη κ.λ.π.), αποτελεί σοβαρή ένδειξη για παλαιότερες φάσεις μεταλλουργικής δραστηριότητας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή αναφέρεται σε μέρος των αποτελεσμάτων που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή Μιχάλη Βαβελίδη, το 2000 και χρηματοδοτήθηκε από την ΙΣΤ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων Θεσσαλονίκης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Παπάγγελος Ι.Α. 1991. Το «κοινό» του Μαντεμίου. Συμπόσιο «Η διαχρονική πορεία του κοινοτισμού στη Μακεδονία», Κέντρο Ιστορίας Θεσσαλονίκης του Δήμου Θεσσαλονίκης, Αυτοτελείς Εκδόσεις, Αρ. 5.
- Bachmann H.G. 1982. The identification of slags from archaeological sites. Occasional Publication No.6. Institute of Archaeology, London.
- Christofides G., D'Amico C., Del Moro A., Eleftheriadis G. & Kyriakopoulos C. 1990. Rb/Sr geochronology and geochemical characters of the Sithonia plutonic complex. *European J. Mineral*, 2, 79-87.
- De Wet A.P. & Miller J.A. 1987. ⁴⁰Ar-³⁹Ar data from some of the granitoids of the Chalkidiki peninsula. northern Greece: Joint meeting EGS XII. Strasburg. *Terra Cognita*, 7(2-3), 107.
- European Goldfields (2008). Development, Delivery, Growth. 16p.
- Frei R. 1986. Geological, mineralogical and geochemical investigations of a stratabound, polymetallic mineralization and a B.I.F. formation in the Serbomacedonian Massif (Metagitsi-Plana-Pyrgadikia. Chalkidiki. N. Greece. Unpub. Diploma thesis. ETH Zurich, 103p.
- Frei R. 1992. Isotope (Pb, Rb-Sr, S, O, C, U-Pb) geochemical investigations on Tertiary intrusives and related mineralizations in the Serbomacedonian Pb-Zn, Sb+Cu-Mo metallogenic province in Northern Greece, PhD Thesis, ETH Zurich, 231p.
- Gilg A.G. 1993. Geochronology (K-Ar), fluid inclusion and stable isotope (C, O, H) studies of skarn, porphyry copper, and carbonate-hosted Pb-Zn (Ag-Au) replacement deposits in the Kassandra mining district (Eastern Chalkidiki, Greece), PhD Thesis, ETH Zurich, 152p.
- Kassoli-Fournaraki A. 1982. The origin of the Kerdylia series amphibolites (eastern Serbomacedonian mass), Greece, *N. Jb. Miner. Mh*, H.6, Stuttgart, Juni 1982, 272-278.
- Kockel F., Mollat H. & Walther H. 1977. Erläuterungen zur geologischen Karte der Chalkidiki und angrenzender Gebiete 1:100000 (Nord Griechenland). Bundeanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hannover. 119p.
- Marechal J.R. 1985. Methods of ore roasting and the furnace used (Trans. by P.T. Craddock). In Craddock. P.T. and M.J. Hughes (eds). *Furnace and smelting technology in antiquity*. British Museum Occasional Pap., No.48, 29-42.
- Nebel M.L., Hutchinson R.W. & Zartman R.E. 1991. Metamorphism and Polygenesis of the Madem Lakkos Polymetallic Sulfide Deposit. Chalkidiki. Greece. *Economic Geology*, 86, 81-105.
- Papadakis A. & Michailidis K. 1976. Hydrothermal alteration and porphyry copper type mineralization in the sub-volcanic rocks of Eastern Chalkidiki (Greece). *Sci. Annals. Fac. Phys. & Mathem. Univ. Thessaloniki*, 16, 451.
- Sagui L.C. 1928. The ancient mining works of Cassandra, Greece. *Economic Geology*, 23, 671.
- Stuiver M. & Reimer P.J. 1993. *Radiocarbon*, 35, 215-230.
- Stuiver M., Reimer P.J., Bard E., Beck J.W., Burr G.S., Hughen K.A., Kromer B., McCormac F.G., v.d. Plicht J. & Spurk M. 1998. *Radiocarbon*, 40, 1041-1083.
- Tompoulouglou C. 1981. Les mineralisations tertiaires. type cuivre porphyrique. du massif Serbo-Macedonien (Macedoine Grece) dans leur contexte magmatique (avec un traitement geostatistique pour les donnees du prospect d' Alexia. Unpubl. Ph. D. thesis. Ecole National Superieure des Mines de Paris, 230p.
- Vavelidis M. 1989. Das Au-Ag Vorkommen von Metagitsi. Chalkidiki (Nordgriechenland). *Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. Beih. z. Eur. J. Mineral. Vol.1*.
- Vavelidis M. 1997. Gold deposits and ancient mining activity in Greece, with emphasis in the areas of Macedonia and Thrace, *Pact*, 22p. (in press).
- Vavelidis M., Pernicka E. & Wagner G.A. 1983. Untersuchungen in den Pb-Ag- und Au-Vorkommen von NE-Chalkidiki (Nordgriechenland). *Beihefte zum Eurp. J. Miner.*, 61, 212-213.
- Wagner G.A., Pernicka E., Vavelidis M., Baranyi I. & Bassiakos I. 1986. *Archaeometallurgische Untersuchungen auf Chalkidiki. Anschnitt*, 38, H5-6, 166-186.