

Η Βυζαντινή μεταλλευτική και μεταλλουργία στην Ανατολική Μακεδονία

Νεραντζής Νεραντζής

Αρχαιολόγος

Η πολυτάραχη ιστορία της Ανατολικής Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας χαρακτηρίζεται από τις διαρκείς εναλλαγές επέκτασης και περιορισμού των συνόρων της κατά τη διάρκεια της χιλιόχρονης επικράτησής της. Στη μεγαλύτερη δόξα της κατείχε εδάφη από την Ιταλία έως τη Συρία περιλαμβάνοντας ένα μεγάλο τμήμα της Αιγύπτου και της βόρειας αφρικανικής ακτής, ενώ στην περιορισμένη μορφή της εκτεινόταν μόλις και μετά βίας πέρα από τα τείχη της Κωνσταντινούπολης. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι καθ' όλη αυτή την παραχώδη ιστορία, το βυζαντινό χρυσό νόμισμα (*solidus*) δεν υποτιμήθηκε σχεδόν ποτέ μέχρι τον 11ο αιώνα. Φαίνεται ότι η βυζαντινή οικονομία βασίστηκε σε έναν σταθερό και αξιόπιστο ανεφοδιασμό χρυσού που επέτρεπε την κοπή νομισμάτων ακόμη και σε καιρούς ύφεσης. Μερικοί μελετητές έχουν προτείνει την άποψη ότι αυτό κατέστη δυνατό με τη δημιουργία ενός τεράστιου αποθέματος σε χρυσό κατά τη διάρκεια των περιόδων επέκτασης, όταν οι Βυζαντινοί κατείχαν μερικά από τα πλουσιότερα κοιτάσματα χρυσού στην Ευρώπη και την Ανατολία (Σερβία, Βουλγαρία και οι ακτές της Μαύρης Θάλασσας στη σημερινή Τουρκία). Άλλοι έχουν υποστηρίξει ότι μια βασική πηγή χρυσού θα πρέπει να βρισκόταν μέσα στα περιορισμένα σύνορα της αυτοκρατορίας, πιθανότατα στον ζωτικό χώρο της Μακεδονίας και της Θράκης. Το ζήτημα της προέλευσης του βυζαντινού χρυσού παραμένει ένα σημαντικό και μέχρι σήμερα αναπάντητο ερώτημα για την αρχαιολογική και ιστορική έρευνα.

Η παρούσα μελέτη έχει σκοπό τη διερεύνηση αρχαιολογικών ενδείξεων εκμετάλλευσης μεταλλοφόρων κοιτασμάτων και καταλοίπων μεταλλουργίας στην Ανατολική Μακεδονία κατά την ύστερη βυζαντινή-πρώιμη οθωμανική περίοδο, με σκοπό την προσέγγιση ζητημάτων τεχνολογίας και προέλευσης πρώτων υλών. Για τις ανάγκες της έρευνας επανεξετάζονται οι ενδείξεις σχετικά με τη βυζαντινή τεχνολογική πολυπλοκότητα με βασικό άξονα την παραγωγή σιδήρου και κατ' επέκταση του χρυσού στη βόρεια Ελλάδα και αξιολογούνται η οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας, η χρήση χώρων εργασίας για την εκμετάλλευση πρώτων υλών καθώς και η σύνθεση και η κοινωνική θέση του εργατικού δυναμικού μεταξύ 13ου και 16ου αιώνα. Κάτι τέτοιο επιχειρήθηκε με το σχεδιασμό ενός προγράμματος επιφανειακής έρευνας, εντοπισμού θέσεων παραγωγής και επιστημονικής ανάλυσης υλικών καταλοίπων. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διασαφηνιστεί εάν τα μεταλλουργικά κέντρα παραγωγής σιδήρου της Μακεδονίας παρήγαν και χρυσό και σε ποιες ποσότητες κατά τη διάρκεια της βυζαντινής περιόδου.

Γεωλογία και ιστορία της περιοχής

Η Ανατολική Μακεδονία αποτελείται από τον ορεινό όγκο της νότιας Ροδόπης και τον σερβομακεδονικό όγκο όπου βρίσκο-

νται τα όρη Φαλακρό, Μενοίκιο, Άγκιστρο, Παγγαίο και οι οροσειρές της Βροντούς και της Λεκάνης. Η μεταλλοφορία εμφανίζεται στις επαφές των μαρμάρων, σχιστόλιθων και γνευσίων και αποτελείται από αιματίτη, λειμωνίτη και μαγνητική άμμο σιδήρου (μαγνητίτης), θειούχα και αρσενικούχα κοιτάσματα, ενώσεις μαγγανίου καθώς και φλεβικό χρυσό σε χαλαζιακά σώματα και στους σιδηροπυρίτες αλλά και προσχλωματικό χρυσό στους ποταμούς Αγγίτη και Στρυμόνα.¹ Διαβρωμένος σιδηροπυρίτης υπό μορφή μαρκασίτη πιθανόν να αποτελούσε εναλλακτική πρώτη ύλη για την εξαγωγή σιδήρου.

Αρκετές συγκεντρώσεις σκωριών και συναφών καταλοίπων μεταλλουργικής δραστηριότητας, στην πλειονότητά τους αχρονολόγητες, έχουν καταγραφεί σε ορεινές θέσεις του νομού Δράμας, όπως στους οικισμούς Κατάφυτο, Βαθύτοπο, Εξοχή, Λευκόγεια, σε θέσεις του νομού Σερρών, όπως Σιδηρόκαστρο, Άγκιστρο, Φαιά Πέτρα, Άνω Βροντού και στην Καβάλα στις θέσεις Μακρυχώρι, Παλιά Καβάλα, Τρία Καραγάτσια καθώς και στο όρος Παγγαίο (εικ. 1). Η φύση των ενδείξεων υποδεικνύει άλλοτε μικρής κλίμακας αποκεντρωμένη παραγωγή, που συντονιζόταν από μικρές ομάδες μεταλλουργών οι οποίοι πιθανόν ζούσαν σε κοντινούς οικισμούς, και σε άλλες περιπτώσεις μεγάλης κλίμακας ελεγχόμενη δραστηριότητα. Παλαιότερες έρευνες επικεντρώθηκαν σε κατάλοιπα που χρονολογούνται βάσει κεραμικής στα κλασικά και στα ελληνιστικά χρόνια, ενώ σε ορισμένες θέσεις η ύπαρξη βυζαντι-



1. Η περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας, όπου σημειώνονται οι θέσεις εξόρυξης και μεταλλουργικής παραγωγής (πηγή: Google Earth).

νής κεραμικής μαρτυρεί την επαναλειτουργία των αρχαίων μεταλλουργικών κέντρων σε μεταγενέστερες περιόδους.

Οι Σέρρες υπήρξαν το πιο σημαντικό οικιστικό κέντρο και πρωτεύουσα του θέματος Στρυμόνος, όπου αναπτύχθηκαν τα κέντρα παραγωγής που μελετώνται. Κατά τον 12ο αιώνα ήταν μια ακμάζουσα πόλη με εργαστήριο παραγωγής υψηλής ποιότητας εφυαλωμένης κεραμικής και κατά την Παλαιολόγεια περίοδο αναπτύχθηκε σε δυναμικό οικονομικό κέντρο χάρη στον εύφορο κάμπο όπου βρισκόταν. Η πόλη των Σερρών επιβίωσε κατά τις δυναστικές διαμάχες του 14ου αιώνα, την περίοδο της σερβικής κυριαρχίας μεταξύ 1345-1371 και την οθωμανική κατάκτηση του 1383. Αρχαιολογικές ενδείξεις μαρτυρούν τη μετάβαση της παραγωγικής διαδικασίας προς περισσότερο συγκεντρωτικά μοντέλα μετά την οθωμανική επικράτηση στην περιοχή.

Μεταλλευτική και μεταλλουργία στη βυζαντινή Μικρά Ασία και Ελλάδα

Η μεταλλευτική περιλαμβάνει όλα τα στάδια αναζήτησης ορυκτών πρώτων υλών με την υπόγεια εξόρυξη και τη συλλογή επιφανειακών προσχωματικών κοιτασμάτων. Εκτός από την υπόγεια εξόρυξη πλούσιων μεταλλευμάτων σιδήρου, όπως ο αιματίτης, ο γκαϊπίτης και ο λειμωνίτης, οι μεταλλωρύχοι συγκέντρωναν και επιφανειακή μαγνητική άμμο πλούσια σε σίδηρο σαν μια εναλλακτική πηγή ορυκτού ήδη από την εποχή

του Σιδήρου. Ο άργυρος που συχνά απαντά σε μολυβδούχα κοιτάσματα, όπως ο γαληνίτης, διαχωριζόταν σε δύο στάδια με τη μέθοδο της κυπέλλωσης. Παρομοίως και ο φλεβικός χρυσός καθαριζόταν από τις προσμίξεις ή συλλεγόταν ως αυτοφυής από ποτάμιες αποθέσεις.

Εξορυκτική δραστηριότητα σπάνια αναφέρεται στη βυζαντινή γραμματεία, αν και οι ανάγκες της αυτοκρατορίας σε σίδηρο, χαλκό, άργυρο και χρυσό ήταν ιδιαίτερα αυξημένες για την κατασκευή εργαλείων, όπλων, εκκλησιαστικών σκευών και νομισμάτων. Έμμεσες πληροφορίες σχετικά με το ζήτημα της εξόρυξης χρυσού σε βυζαντινές επαρχίες υπάρχουν στον Θεοδοσιανό Κώδικα (370-386), όπου καταγράφεται η δυσκολία της κεντρικής εξουσίας να αποτρέψει θράκες μεταλλωρύχους να δραστηριοποιηθούν εκτός των ορίων της επαρχίας Μακεδονίας. Η κατάσταση φαίνεται να δυσχεραίνεται όταν πολλοί από αυτούς προσχώρησαν στον γοθικό στρατό. Η συγκεκριμένη αναφορά σε Θράκες έχει ιδιαίτερη σημασία αφού θεωρούνταν πεπειραμένοι στο να ακολουθούν φλέβες χρυσού σε κάθε τύπο μεταλλεύματος. Τα παραπάνω οδηγούν στην ασφαλή υπόθεση ότι ορισμένα από τα μεταλλεία της Μακεδονίας και της Θράκης παρέμεναν ενεργά τουλάχιστον κατά την πρώιμη βυζαντινή περίοδο, αφού επιχειρήθηκε μεταλλευτική δραστηριότητα. Άλλωστε ο χρυσός *solidus* του νομισματοκοπέιου της Κωνσταντινούπολης παρέμεινε το ισχυρότερο νόμισμα ακόμη και όταν χάθηκαν τα πλούσια μεταλλεία των ανατολικών επαρχιών από την



2. Βαθύτοπος. Ο υδρόμυλος διακρίνεται στο βάθος ανάμεσα σε πυκνή βλάστηση και σωρούς σκωριών.

αραβική κατάκτηση του 7ου αιώνα. Η σταθερότητα της σύστασης του χρυσού, που απέτρεψε μια ενδεχόμενη υποτίμηση, υποδεικνύει την αυτάρκεια της αυτοκρατορίας σε αποθέματα χρυσού προερχόμενου από τα περιορισμένα όριά της. Είναι γνωστό από βυζαντινά εκκλησιαστικά κείμενα ότι πρακτικές συλλογές σιδηρούχου άμμου λάμβαναν χώρα στις ακτές της Μαύρης Θάλασσας. Ο Νικήτας Μάγιστρος παρέχει πληροφορίες για την επεξεργασία του σιδήρου κατά τον 10ο αιώνα στην Προποντίδα, όπου οι αυτόχθονες συγκέντρωναν σβόλους σιδηρομεταλλεύματος από προσχωματική άμμο και, αφού τους θέρμαιναν, τους τοποθετούσαν μαζί με καύσιμη ύλη σε μεταλλουργικούς κλιβάνους. Το σύντηγμα που προέκυπτε επαναθερμαινόταν πριν πάρει την τελική του μορφή και δοθεί στους σιδηρουργούς για περαιτέρω επεξεργασία. Ο ισπανός απεσταλμένος Ruy Gonzalez de Clavijo περιέγραψε τη σιδηρουργία στην αυτοκρατορία της Τραπεζούντας το 1404 και παρέχει πληροφορίες για τα μεταλλεία σιδήρου και αργύρου-μολύβδου στα βουνά του Πόντου.

Σε ό,τι αφορά ειδικά τη Μακεδονία υπάρχουν συγγραφικές μαρτυρίες που αναφέρονται σε εκτεταμένη μεταλλουργική δραστηριότητα αργύρου-μολύβδου της ύστερης βυζαντινής περιόδου στα Σιδηροκαύσια της Χαλκιδικής. Η μεταλλευτική παράδοση στην περιοχή καταγράφεται σε καταλόγους της Μονής Μεγίστης Λαύρας που κατείχε γη στη Στρατονίκη και τον Μαντέμ Λάκ-

κο, όπου βρίσκονταν τα μεταλλεία. Τα αρχεία από τις Μονές Ιβήρων, Πρωτάτου και Ξηροποτάμου περιέχουν χειρόγραφα με πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την ίδρυση των Σιδηροκαυσίων και την ανάπτυξη της μεταλλουργίας αργύρου-μολύβδου στην ευρύτερη περιοχή ήδη από τον 10ο αιώνα. Από ιστορικές πηγές της ύστερης βυζαντινής περιόδου και κυρίως τα αρχεία των αθωνικών μοναστηριών γίνεται γνωστή η παραγωγή σιδήρου σε εκκλησιαστικές κτήσεις στην ευρύτερη περιοχή των Σερρών. Συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της σερβικής κυριαρχίας εξεδόθη χρυσόβουλο του βασιλέα Στεφάνου Δουσάν που χρονολογείται στα 1347 και αναφέρει ξεκάθαρα ότι 600 μαζί σιδήρου κατ' έτος προέρχονταν από τα μεταλλεία Τριλίσιου και Βροντέως, βόρεια της πόλης των Σερρών. Σε μεταγενέστερο χρυσόβουλο του Στεφάνου Ούρεση του 1361 καταγράφεται η πλούσια πρόσδοδος της τάξεως των 30 υπέρπυρων ανά έτος προερχόμενη από το Τριλίσιο.⁴ Αποδεικνύεται λοιπόν με βάση τις παραπάνω μαρτυρίες ότι, για τουλάχιστον μια δεκαετία, μεταλλεία σιδήρου και μεταλλουργικά κέντρα μεταποίησης ήταν ενεργά στα βόρεια του σημερινού νομού Σερρών, χωρίς όμως να έχουν εντοπιστεί με ακρίβεια. Αν και το τοπωνύμιο Βροντή θα πρέπει να αναφέρεται στον σημερινό οικισμό της Άνω Βροντούς, όπου έχουν επισημανθεί ίχνη τήξεως σιδηρομεταλλεύματος σε διάφορα σημεία του οικισμού και κοντά σε υδρόμυλο, για την περιοχή Τριλίσιου δεν έχει προταθεί πιθανή περιοχή ταύτισης. Προτείνεται λοιπόν η ταύτιση του Τριλίσιου με τη θέση Τρίσλα στο Μαύρο Βουνό, που αποτελεί μέρος της οροσειράς Βροντούς. Η ονομασία Τρίσλα ίσως προέκυψε από παραφθορά του τοπωνυμίου Τριλίσιο κατά τη χρήση του στη βουλγαρική γλώσσα. Σημαντικότερο όμως στοι-



3. Άγκιστρο. Άποψη των βορειοανατολικών παρυφών του οικισμού, όπου ανάμεσα στις αποθέσεις σκωριών βρέθηκε εφυαλωμένη βυζαντινή κεραμική.

χείο αποτελεί το γεγονός ότι σε υψόμετρο 1700 μ. του όγκου Τρίσλα έχει εντοπιστεί από έρευνες του ΙΓΜΕ κάθετο φρέαρ που προήλθε από εξόρυξη οξειδωμένων μεταλλευμάτων σιδήρου με μεθόδους που δεν ομοιάζουν με σύγχρονες.

Επομένως το τόξο Άνω Βροντού-Τρίσλα-Άγκιστρο, που διατάσσεται ακριβώς επάνω στην πλούσια μεταλλοφορία της οροσειράς της Βροντούς, αποτελούσε σημαντικό κέντρο εξόρυξης και κατεργασίας-μεταποίησης σιδήρου στα ύστερα βυζαντινά χρόνια, όπως φαίνεται από ιστορικές πηγές και ευρήματα. Οι θέσεις παραγωγής κοντά στα χωριά Κατάφυτο, Λευκόγεια και Εξοχή λόγω της κοντινής απόστασης και της ομοιότητας σύστασης των σκωριών θα πρέπει να προμηθεύονταν την πρώτη ύλη μεταλλεύματος από το μεταλλείο του Τριλισίου και να αποτελούσαν κέντρα μεταποίησης σε πιο προσιτές για κατανάλωση περιοχές.

Το όρος Παγγαίο, με συνολικό μήκος 50 χλμ., διαιρεί την ανατολική Μακεδονία σε βόρεια και νότια. Σωροί εκκαμινεύσεων έχουν καταγραφεί σε πολυάριθμες περιοχές του όρους όπως στις θέσεις Λειβάδια, Γιαννάκη Βρύση, Αυλή, Βαλούδα, Λόφος Σινά και αλλού. Ο κατ' εκτίμηση όγκος των σκωριών από όλες τις ανωτέρω περιοχές είναι της τάξεως των 35.000-40.000 τ.μ. και στις περισσότερες περιπτώσεις συνυπάρχουν με χαρακτηριστικά υπολείμματα εξαγωγής χρυσού και αργύρου τα λεγόμενα spreiss.⁵ Μια σύγκριση των χημικών στοιχείων των spreiss της Παλαιάς Καβάλας και του Παγγαίου παρουσίασε παρόμοια σύσταση, γεγονός που μαρτυρεί ομοιότητες στις μεθόδους για την εξαγωγή πολύτιμων μετάλλων. Στη θέση Λειβάδια νότια του χωριού Νικήσιανη ένας μεταλλουργικός κλίβανος πιθανότατα του 16ου αιώνα έχει

αποκαλυφθεί από τη ΙΗ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων το 1982. Αποτελείται από δύο θαλάμους καύσης: στον πρώτο διενεργείτο η εξαγωγή του αργυρούχου μολύβδου (υπό μορφή λιθάργυρου) από το μέταλλευμα και στη συνέχεια στον δεύτερο ο διαχωρισμός του αργύρου από το μόλυβδο με τη διαδικασία της κυπέλλωσης. Επιπλέον τα πρωιμότερα στοιχεία για την παραγωγή χυτοσιδήρου προέρχονται από την περιοχή της Αυλής, όπου μεταλλικά εγκλείσματα σε σκωρίες που έχουν αναλυθεί βρέθηκαν να είναι φαιός χυτοσίδηρος συμπεριλαμβανομένων και νιφάδων από γραφίτη με πυρίτιο, φωσφόρο και μαγγάνιο.⁶

Σύμφωνα με τον Pamuk, μεταξύ των ετών 1390 και 1460 οι Οθωμανοί κατέλαβαν, έχασαν και ανέκτησαν τις κύριες περιοχές εξαγωγής αργύρου και σιδήρου στη Μακεδονία, τη Σερβία και τη Βοσνία. Τα αργυρά νομίσματα, *akces* με τις διάφορες ημερομηνίες κοπής βοηθούν στην παρακολούθηση της σταδιακής πρόσβασης των Οθωμανών στα αργυρωρυχεία των Βαλκανίων. Κατά συνέπεια υπάρχουν ακριβείς ημερομηνίες κοπής για *akces* από το Serez που χρονολογούνται στα 1413, από το Uskub/Skorje στα 1422 και το Novo Brdo στα 1430. Άλλα ορυχεία, όπως τα Kratona, Sidrekapsi (Σιδηροκαύσια) και Srebrenica, κατελήφθησαν από το 1460 αλλά κανένα χρυσό ή αργυρό νόμισμα δεν εκδόθηκε σε αυτά μέχρι τον 15ο και τον 16ο αιώνα. Τέλος, στα οθωμανικά φορολογικά αρχεία *tahrir defteri* των μέσων του 15ου αιώνα για την περιοχή βόρεια των Σερρών και της Δράμας σποραδικά καταγράφονται η μεταλλευτική και η παραγωγή του σιδήρου.

Έρευνα πεδίου

Η επιφανειακή έρευνα πεδίου διενεργήθηκε με σκοπό τον εντοπισμό μεταλλευτικών περιοχών και θέσεων εξαγωγικής παραγωγής σε συνεργασία με τη 12η Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, κατόπιν χορηγήσεως άδειας από το ΥΠΠΟ. Δειγματοληψία σκωριών και πυρίμαχων κεραμικών πραγματοποιήθηκε ώστε να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας τήξης, η τεchnο-οικονομική οργάνωση του χώρου παραγωγής και γενικά η αποδοτικότητα σε κάθε θέση που μελετήθηκε.⁷ Προγενέστερες ορυκτολογικές αναλύσεις σε σκωρίες από τις θέσεις Άγκιστρο, Άνω Βροντού και Παλαιά Καβάλα, που πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια του ΙΓΜΕ, και στοιχεία της κοιτασματολογικής σύστασης έχουν ληφθεί υπόψη.

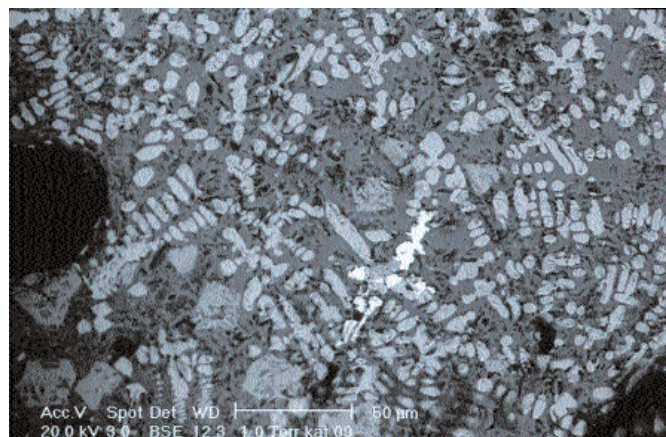


4. Συγκέντρωση σκωριών στο Μακρυχώρι.

Οι ενδείξεις στις θέσεις Κατάφυτο και Βαθύτοπος μαρτυρούν μεταλλουργία σιδήρου παρόμοιας κλίμακας (περίπου 100-200 τόνοι σκωριών) και οργάνωσης του χώρου κοντά σε ρέματα, ενώ οι πρώτες ύλες πιθανόν προέρχονταν από τα ίδια μεταλλεία. Σκωρίες και υλικό από καμίνους καλύπτουν ένα τεχνητό έξαρμα παράλληλα στο ρέμα έξω από το Κατάφυτο. Μεγάλος αριθμός φραγμένων ακροφυσίων και υπεράριθμα θραύσματα πήλινης επένδυσης για τη συνεχή επισκευή των καμίνων στο Κατάφυτο υποδηλώνουν ότι η τήξη ήταν ανεπαρκής. Κοντά στο χωριό Βαθύτοπος οι σκωρίες βρίσκονται διάσπαρτες και σε μικρές σωρούς μεταξύ του κοινοτικού υδρόμυλου και του ρέματος της περιοχής (εικ. 2). Το μέταλλευμα πιθανόν μεταφερόταν από μεταλλεία των περιοχών Τρίσλα και Μαύρο Βουνό της Βροντούς και υποβαλλόταν σε επεξεργασία στα πεδινά λόγω των κατάλληλων συνθηκών για μεταλλουργικές δραστηριότητες. Τα στοιχεία και από τις δύο περιοχές μαρτυρούν τη χρήση υδροκίνησης παραγόμενης από νερόμυλους για τη λειτουργία των φυσερών, πρακτική που αναφέρεται και από τον Georgiev (1971) στο Σαμόκοβο της Βουλγαρίας κοντά στα ελληνοβουλγαρικά σύνορα.

Η ευρύτερη περιοχή γύρω από το χωριό Άγκιστρο αποτελεί σε στο παρελθόν ένα από τα σημαντικότερα κέντρα μεταλλουργίας σιδήρου της Ανατολικής Μακεδονίας, όπως μαρτυρείται από τις τεράστιες συγκεντρώσεις σκωριών της κλίμακας των 150.000 τόνων (εικ. 3). Επίσης, όπως φαίνεται από την ορυκτολογία της περιοχής που αποτελείται και από χρυσοφόρα κοιτάσματα, αλλά κυρίως λόγω της ύπαρξης μεταλλουργικών καταλοίπων *spreiss* (αρσενίδια σιδήρου) που προέκυψαν από την τήξη αυτών των κοιτασμάτων, η εξόρυξη χρυσού στην περιοχή θεωρείται βέβαιη. Η συγκέντρωση στη βορειοδυτική είσοδο του χωριού όπου έγινε δειγματοληψία καλύπτει την πλαγιά ενός υψωμένου αγροτικού τεμαχίου, ενώ επίπεδα θραύσης μεταλλεύματος σημειώθηκαν βορειότερα. Στα υψηλότερα επίπεδα της απόθεσης καταγράφηκαν πέτρες με έντονα σημάδια καύσης που πιθανόν προέρχονται από δομικό υλικό της καμίνου, καθώς και δύο όστρακα εφυσωμένης κεραμικής της ύστερης βυζαντινής περιόδου. Κρίνοντας με βάση τη μεγάλη κλίμακα δραστηριοτήτων, τα όστρακα που βρέθηκαν και τη χρονολόγηση με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα 14 από δείγμα σε φρέαρ μεταλλείου του Αγκίστρου περίπου στο 1330 ± 310 , οι δραστηριότητες τοποθετούνται στην ύστερη βυζαντινή-πρώιμη οθωμανική περίοδο.⁸ Παρ' όλα αυτά δεν υπάρχουν αρκετές ενδείξεις για τις απαρχές των εξορυκτικών-μεταλλουργικών δραστηριοτήτων και επομένως δεν είναι ξεκάθαρη η χρονική διάρκεια των εργασιών.

Οι νότιοι πρόποδες της Λεκάνης βόρεια του χωριού Μακρυχώρι υπήρξαν σημαντικό κέντρο ανάπτυξης μεταλλουργικών δραστηριοτήτων ευρείας κλίμακας. Στη θέση Πλατανιά διάσπαρτο υλικό που καλύπτει έκταση μεγαλύτερη των 100 στρεμμάτων προέρχεται από μεγάλες συγκεντρώσεις σκωριών (εικ. 4). Προηγούμενες έρευνες βασισμένες σε τυπολο-

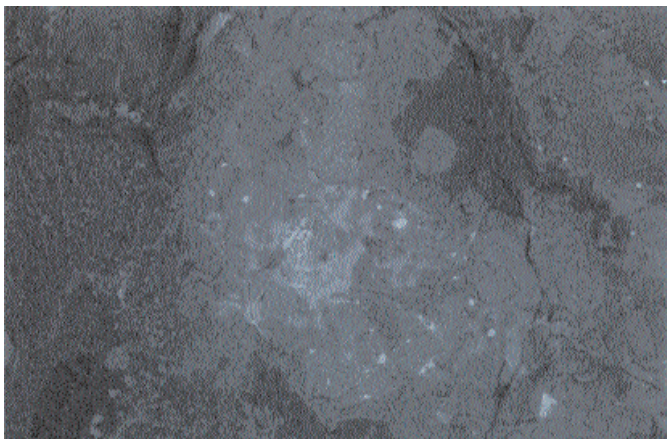


5. Μικροσκοπική δομή δείγματος σκωρίας από το Κατάφυτο ΚΑΤ09 (SEM image): Δενδρίτες βουσιτίτη (ωοειδείς σκελετικοί κρύσταλλοι), εγκλεισμάτα σιδήρου (λευκό), κυστοειδής μάζα (σκούρο υπόβαθρο).

γία κεραμικής έδειξαν ότι η μεταλλουργική δραστηριότητα είναι πιθανό να ξεκίνησε μεταξύ του 4ου και του 2ου αιώνα π.Χ.⁹ Βασισμένοι σε στοιχεία χημικών αναλύσεων οι Photos κ.ά. (1987) έθεσαν το ζήτημα σύνθετων μεταλλουργικών μεθόδων κατά τις οποίες η πρόσθεση μολύβδου στο πλούσιο σε μαγνήσιο μέταλλευμα ενεργούσε σαν συλλέκτης πολυτίμων μετάλλων (Au, Ag). Έτσι είναι πολύ πιθανό, παράλληλα με τη μεταλλουργία σιδήρου, τα συγκεκριμένα πολυμεταλλικά κοιτάσματα να ευνοούσαν και την απόληψη χρυσού, γεγονός που συνέβαινε ίσως από τα ελληνιστικά χρόνια και έπειτα. Το ζήτημα της πιθανής βυζαντινής εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου του Μακρυχωρίου δεν έχει πλήρως διασαφηνιστεί, ενώ τοπωνύμια του 16ου και 17ου αιώνα, όπως Μαντέμ Τσιφλίκι, Μαντέμ Λόφος και Μαντέμ Καρά, πιθανόν συσχετίζονται με τις μεταλλουργικές δραστηριότητες της περιόδου της Τουρκοκρατίας. Η πιθανότητα αδιατάρακτης συνέχειας της παραγωγής ή το ενδεχόμενο της εκ νέου εμφάνισης κέντρων επεξεργασίας κατά τη βυζαντινή και την οθωμανική περίοδο εξετάζονται στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης.

Εργαστηριακή έρευνα

Οι εργαστηριακές αναλύσεις επικεντρώθηκαν σε δείγματα σκωριών και πυρίμαχου υλικού ώστε να επιτευχθεί η προσέγγιση τεχνολογικών παραμέτρων, όπως οι συνθήκες κατά την τήξη, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, η αναλογία CO-CO₂ στο εσωτερικό της καμίνου και οι θερμοδυναμικές ιδιότητες της όλης διαδικασίας. Εδώ παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μικροσκοπικής παρατήρησης για την κατανόηση των οποίων διευκρινίζονται τα εξής: Οι μεταλλουργικές σκωρίες αποτελούνται κυρίως από ύαλο και κρυσταλλικά ορυκτά που διακρίνονται ως ξεχωριστές φάσεις της μικροδομής. Οι πιο συνηθισμένες από αυτές τις φάσεις που απαντούν σε σκωρίες σιδήρου είναι: α) οξειδία (όπως ο βουσιτίτης: FeO και ο μαγνητίτης: Fe₃O₄), β) ενώσεις πυριτίου



6. Μικροσκοπική δομή δείγματος σκωρίας από το Μακρυχώρι ΜΑΚ03 (SEM image): Ευμεγέθεις κρύσταλλοι φαϋαλίτη, σκελετικές συναθροίσεις βουσίτη στα διάκενα, σφαιροειδή εγκλείσματα μολύβδου, ο οποίος προσετέθη για την απόληψη χρυσού (λευκά σφαιρίδια).

(όπως ο φαϋαλίτης: Fe_2SiO_4), γ) μέταλλα υπό μορφή εγκλεισμάτων (όπως Fe , As κ.ά.). Κατά τη δημιουργία του σπογγώδους σιδήρου τα μη-μεταλλικά ορυκτά με χαμηλό σημείο τήξης ρευστοποιούνται πρώτα και διαμορφώνουν τη ρευστή σκωρία. Εάν η θερμοκρασία δεν είναι αρκετά υψηλή ή δεν έχουν χρησιμοποιηθεί κατάλληλα συλλιπάσματα, κάποιες ποσότητες μετάλλου δεν αντιδρούν και εγκλωβίζονται στις σκωρίες. Επομένως με την εξέταση της μικροδομής μπορεί γρήγορα να διαπιστωθεί με σχετική ακρίβεια η αποδοτικότητα της παραγωγής και για το λόγο αυτό αποτελεί συνήθως το πρώτο βήμα σε κάθε εργαστηριακή μελέτη.

Χαρακτηριστικά των μικροδομών από 40 δείγματα που έχουν εξεταστεί σε μεταλλογραφικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) δείχνουν μια γενική εικόνα επικρατούσας κυστοειδούς δομής με σποραδικούς βουσίτες (w site: FeO), σπάνιους φαϋαλίτες (faylite : Fe_2SiO_4) και εγκλείσματα μεταλλικών φάσεων. Τα τελευταία αποτελούν ανεξάρτητα ή σε συστοιχίες εγκλείσματα αυτοφυούς σιδήρου και αρσενίδια σιδήρου γνωστά ως *spreiss*. Υαλώδεις φάσεις σημειώθηκαν σε περιορισμένο αριθμό δειγμάτων.¹⁰ Με βάση τη μικροσκοπική δομή κάποια προκαταρκτικά συμπεράσματα της τεχνικής διαδικασίας μπορούν να παγιωθούν. Οι στυλπνές τομές από τις θέσεις Κατάφυτο και Βαθύτοπος (εικ. 5) έδειξαν αρκετά μεταλλικά εγκλείσματα σε αντίθεση με αυτές από το Άγκιστρο και το Μακρυχώρι. Η παρουσία πολυάριθμων εγκλεισμάτων υποδηλώνει ότι ο διαχωρισμός μετάλλου-σκωρίας δεν ήταν πάντα επιτυχής. Τα δείγματα από το Βαθύτοπο έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά μικροδομής ανεπαρκούς τήξης αν και δεν σημειώθηκε μεγάλος αριθμός πυρίμαχων υλικών κατά την έρευνα πεδίου. Οι σκωρίες από το Άγκιστρο και το Μακρυχώρι περιέχουν περιστασιακά εγκλείσματα σε περισσότερο ομοιογενείς δομές που προέκυψαν από ανακρυστάλλωση ύαλου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα σφαιροειδή εγκλείσματα μολύβδου που δεν ανήκουν στη χημική ταυτότητα της πρώτης ύλης και επομένως έχουν προστεθεί σκόπιμα από τους μεταλλουργούς (εικ. 6). Κάτι τέτοιο θα

πρέπει να συνέβη ούτως ώστε ο μολύβδος να δράσει ως συλλέκτης πολύτιμων μετάλλων και έτσι μπορεί να επιβεβαιωθεί η υπόθεση ότι στα μεταλλουργικά κέντρα Άγκιστρο και Μακρυχωρίου παραγόταν χρυσός και άργυρος.

Η ευρείας κλίμακας παραγωγή στο Άγκιστρο μαρτυρείται από τη συνθετότητα της οργάνωσης του χώρου (επίπεδα θραύσης μεταλλεύματος, τήξη με υδροκίνηση), της μεταφοράς των πρώτων υλών και του σημαντικού όγκου των εκκαμινύσεων. Η παραγωγική διαδικασία στο Μακρυχώρι είναι επίσης σύνθετη και δυσνόητη όσον αφορά την οργάνωση, τη μακρά χρονική διάρκεια αλλά και τη σημαντική διατάραξη των ενδείξεων. Η παρουσία πολυάριθμων υαλωδών θραυσμάτων σκωρίας αναγνωρίσιμων μακροσκοπικά στο πεδίο, πιθανόν αντιπροσωπεύει τα τελευταία στάδια των δραστηριοτήτων (βυζαντινής-οθωμανικής περιόδου) που μαρτυρούν μια τεχνικά και οικονομικά αποδοτικότερη διαδικασία σε σχέση με αυτές του μακρινού παρελθόντος.

Προκαταρκτικά συμπεράσματα

Οι περισσότερες από τις υλικές ενδείξεις μεταλλουργίας σιδήρου και χρυσού που περιγράφηκαν προέρχονται από ορεινές-ημιορεινές θέσεις κυμαινόμενου υψομέτρου μεταξύ 200 και 900 μ., που συχνά χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι και σπανιότερα για αγροτικές καλλιέργειες. Αυτή η ζώνη συμπίπτει με τα επιφανειακά μεταλλοφόρα κοιτάσματα, ευκόλως αναγνωρίσιμα και εκμεταλλεύσιμα από μεταλλωρύχους του παρελθόντος. Σε αρκετές περιπτώσεις οι μεταλλουργικές διεργασίες λάμβαναν χώρα κοντά σε πηγές άφθονου νερού όπως ρέματα και ποτάμια, γεγονός που αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα κατά την έκπλυση, θραύση και τήξη του μεταλλεύματος. Δεδομένου ότι δεν σημειώθηκαν μεγάλες αλλαγές στη βλάστηση της περιοχής από την αρχαιότητα, οι μεταλλουργοί είχαν άμεση πρόσβαση σε άφθονη ξυλεία για τη χρήση της ως καύσιμης ύλης.

Πώς διαμορφώθηκε λοιπόν ο χαρακτήρας της μεταλλουργίας στη Μακεδονία υπό βυζαντινή και αργότερα οθωμανική διοίκηση και ποια ήταν η κοινωνική ταυτότητα των πρωταγωνιστών αυτής; Με βάση τα στοιχεία που εξετάστηκαν συντίθεται η εικόνα δύο μοντέλων πρακτικής: αφ' ενός μικρής κλίμακας, χαμηλής παραγωγικότητας και απόδοσης στις θέσεις Κατάφυτο και Βαθύτοπος και αφ' ετέρου μια πρακτική ευρείας κλίμακας και υψηλής αποδοτικότητας στις θέσεις Άγκιστρο και Μακρυχώρι όπου γινόταν και παράλληλη εξόρυξη χρυσού. Μια τέτοια εικόνα πιθανότατα αντικατοπτρίζει τα διαφορετικά διοικητικά συστήματα υπό τα οποία εργάζονταν οι μεταλλουργοί. Στα λιγότερο παραγωγικά κέντρα Κατάφυτο και Βαθύτοπο η αποδοτικότητα ίσως να μην αποτελούσε κυρίαρχη έγνοια καθώς οι μεταλλουργοί στόχευαν στην εξυπηρέτηση τοπικών αναγκών, μια κατάσταση συγκλίνουσα με το κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον της ύστερης βυζαντινής εποχής. Αργότερα, κατά τον 15ο αιώνα, η εφαρμογή της

οθωμανικής διοίκησης και του φορολογικού συστήματος οδήγησαν τους μεταλλουργούς στην ανάγκη να αυξήσουν την απόδοση με κάθε κόστος. Παρόμοια εικόνα εμφανίζεται στο Άγκιστρο και το Μακρυχώρι όπου η υψηλή πρόσδοδος αντικατοπτρίζει ελεγχόμενα εγχειρήματα για την απόληψη μεγάλων ποσοτήτων μετάλλου ώστε να εξοφλούνται οι φόροι. Πρέπει να σημειωθεί ότι η εποχή χαρακτηρίζεται από συγκέντρωση της παραγωγής που αυξήθηκε σε συνδυασμό με την υποδούλωση του εργατικού δυναμικού.

Η εφαρμογή μεικτών οικονομικών στρατηγικών που περιλάμβανε κτηνοτροφία, περιορισμένη γεωργία και χειροτεχνία, συμπληρούμενη από εποχιακή μεταλλευτική και σιδηρουργία, πιθανόν αποτελούσε την παραγωγική βάση των περιοχών που μελετώνται. Άμεσες αρχαιολογικές ενδείξεις για την εξόρυξη και τη μεταλλουργία σιδήρου και χρυσού ερευνώνται με σκοπό την ανασύσταση των κοινωνικών εκείνων στοιχείων, όπως η στρατηγική εξεύρεσης φυσικών πόρων και η οργάνωση του εργατικού δυναμικού. Επίσης μελετάται ο χαρακτήρας της σιδηρουργίας και ο βαθμός στον οποίο συμπλήρωνε τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις των τοπικών οικονομιών της Ανατολικής Μακεδονίας. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων, η εκμετάλλευση χρυσού αποτελούσε αναπόσπαστο μέρος των δραστηριοτήτων αυτών, αν και δεν είναι προς το παρόν εφικτό να προσδιοριστεί το μέγεθος και η σημασία της. Παρ' όλα αυτά η Μακεδονία μπορεί με σχετική βεβαιότητα να θεωρηθεί τόπος προέλευσης ενός μέρους του χρυσού στους χαλεπούς καιρούς της ύστερης βυζαντινής περιόδου.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Πλήθος πολυμεταλλικών κοιτασμάτων έχουν εντοπιστεί κατά τη διάρκεια ερευνών του ΙΓΜΕ. Χημικές αναλύσεις μεταλλευμάτων και αρχαίων σκωριών κατέδειξαν την οικονομική σημασία των κοιτασμάτων της Μακεδονίας κατά την αρχαιότητα.
2. C. Pharr, *The Theodosian Code*, Princeton 1952, σ. 284.
3. L.G. Westernik (επιμ.), *Nicetas Magistros, Lettres d'un exilé (928-946)*, Paris 1973, σ. 65.
4. P. Lemerle / A. Gouillou / N. Svoronos / D. Papachrysanthou, *Actes De Lavra III de 1329 a 1500*, Paris 1979: Chrysobulle de Stefan Dusan (1347) II 33, σ. 38: ... λαμβάνωσι (δε) κατ' έτος από των σιδηροκαυσίων του Τριλισίου (και) Βροντ(έως) μαζί εξακόσια σίδηρον ακολίτως· στο ίδιο: Chrysobulle de Stefan Uros (1361) II 19, σ. 85: ... εν αυτή παροίκ(ων) και της γης ην περιέχει όση (και) οία, εν τω Σιδηροκάστρω μύλων ολοκαιρινός, από της ενοχής του II 20 Τριλισίου (υπερ)π(υ)ρα τριάκοντα κατ' έτος.
5. Στη διεθνή βιβλιογραφία ως spreiss αναφέρονται τα υπολείμματα μεταλλουργικής δραστηριότητας που προκύπτουν από την απόληψη ευγενών μετάλλων. Πρόκειται για αρσενίδια σιδήρου που περιέχουν αυξημένα ποσοστά αρσενικού και αντιμονίου.
6. Πρόκειται για σημαντικό εύρημα, καθώς η παραγωγή χυτοσιδήρου κατέστη δυνατή μόνο με τη χρήση της υψηλής φρεατώδους καμίνου κατά την πρωτοβιομηχανική εποχή.
7. N. Nerantzis, «Metallurgical production in Late Byzantine-Early Ottoman Eastern Macedonia: Organization of regional economies between the Strymon and Nestos Rivers», *Proceedings of the 2nd International Conference on Ancient Greek Technology*, TEE, Athens 2006, σ. 784.
8. E. Chiotis / C. Koukouzas / G. Papadimitriou, «Old mining and metallurgical

activities in Angistrion-Serres-Macedonia», *Proceedings of the 2nd Symposium of the Hellenic Archaeometric Society*, Thessaloniki 1996, σ. 77-89.

9. Η μελέτη της κεραμικής του Μακρυχωρίου αλλά και άλλων θέσεων παραγωγής της Λεκάνης συνηγορεί στη μακρόχρονη μεταλλουργική δραστηριότητα από τα κλασικά έως και τα χρόνια της Τουρκοκρατίας.

10. Στοιχεία σχετικά με τη μικροσκοπική δομή παρουσιάστηκαν στο Nerantzis, *ό.π.*, σ. 785.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BPYΩNHΣ Σ., «The question of the Byzantine mines», *Speculum* 37 (1962), σ. 1-17.
- BRYER A., «The question of Byzantine mines in the Pontos: Chalybian iron, Chaldian silver, Koloneian alum and the mummy of Chieriana», *Anatolian Studies* 32 (1983), σ. 133-150.
- GEORGIEV G.I., «Die alte Eisengewinnungsindustrie in Bulgarien», *Geologie* 20/4-5 (1971), σ. 597-608.
- ΚΟΥΚΟΥΛΗ-ΧΡΥΣΑΝΘΑΚΗ Χ., «Τα μέταλλα της Θασιακής Περαίας», *Μνήμη Δ. Λαζαρίδη: Πόλις και Χώρα στην αρχαία Μακεδονία και Θράκη, Πρακτικά Αρχαιολογικού Συνεδρίου*, Θεσσαλονίκη 1990, σ. 493-514.
- LEMERLE P. / A. GOUILLOU / N. SVORONOS / D. PAPACHRYSANTHOU, *Actes De Lavra III de 1329 a 1500*, Paris 1979.
- NERANTZIS N., «Metallurgical production in Late Byzantine-Early Ottoman Eastern Macedonia: Organization of regional economies between the Strymon and Nestos Rivers», *Proceedings of the 2nd International Conference on Ancient Greek Technology*, TEE, Athens 2006, σ. 781- 787.
- PAMUK S.A., *Monetary History of the Ottoman Empire*, Cambridge University Press, 2000.
- ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΑΚΗ Α., «Σκωρίες της αρχαίας ελληνικής μεταλλουργίας», *Πρακτικά Α' Σεμιναρίου Αρχαιομετρίας*, ΙΓΜΕ, Αθήνα 1985, σ. 41-67.
- PHOTOS E., «Early Extractive Iron Metallurgy in N. Greece: A Unified Approach to Regional Archaeometallurgy», *αδημ. διδ. διατρ.*, University of London, 1987.
- PHOTOS E. / C. KOUKOULI-CHRYSANTHAKI / R.F. TYLECOTE / G. GIALOGLU, «Precious metals extraction in Palaia Kavala, NE Greece», *International Old World Archaeometallurgy Conference*, Max Planck Institut für Kernphysik, Heidelberg 1987, σ. 179-190.

The Byzantine Mining and Metallurgy in Eastern Macedonia

Nerantzis Nerantzis

The provenance of the gold of the Byzantine Empire is still considered a difficult archaeological issue in its investigation. One of the regions that probably contributed to the creation of the store of state gold is Macedonia and its rich deposits. Mining of gold was held in parallel with mining and manufacturing of iron in some metallurgic centers, such as Aghistro and Makrychori, between the thirteenth and sixteenth century AD. The study of the remnants of metallurgy from four relevant locations suggests that two of them showed a small-scale activity, whereas the other two had a large-scale production. The technological complexity of the Byzantine world is evaluated through the thorough research on the overall organization of the production process, which aimed at the better exploitation of raw materials.