

Συμβολή της Γεωλογίας της Κύπρου στην Εκτεταμένη Εκμετάλλευση των Χαλκούχων Κοιτασμάτων της, κατά την Αρχαιότητα

Δρ Γεώργιος Κωνσταντίνου

Περίληψη

Η ιστορική και πολιτιστική εξέλιξη της Κύπρου κατά την αρχαιότητα σημαδεύτηκε από την εκτεταμένη εκμετάλλευση των φυσικών της πόρων, κυρίως του χαλκού. Για τρεις χιλιάδες χρόνια το νησί ήταν το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής και εμπορίας χαλκού και πολύ δικαιολογημένα κατέστη συνώνυμο με το χαλκό. Η μεγαλύτερη παραγωγή χαλκού της Κύπρου συνέβαλε στη μετάβαση από τη Χαλκολιθική περίοδο στην εποχή του χαλκού. Πειστικές μαρτυρίες για το μέγεθος και τη διάρκεια της μεταλλευτικής βιομηχανίας χαλκού αποτελούν οι παλιές αναφορές στα αρχαία κείμενα από τις αρχές του 18^{ου} π.χ. αιώνα, τα αρχαία ναυάγια, η πληθώρα των αρχαίων μεταλλευτικών εργασιών στα 30 μεταλλεία χαλκού που λειτούργησαν στους νεότερους χρόνους, αλλά κυρίως οι 40 μεγάλοι σωροί αρχαίας σκουριάς με συνολικά αποθέματα 4 εκατομμύρια τόννους που υποδηλούν παραγωγή 200.000 τόννων μετάλλου χαλκού.

Η Γεωλογία της Κύπρου, ιδιαίτερα του οφιολιθικού συμπλέγματος της οροσειράς του Τροόδου, ήταν ο πιο καθοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη και συνεχή παραγωγή του χαλκού για τόσα χρόνια. Το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδου συγκαταλέγεται στις πέντε πλουσιότερες περιοχές του κόσμου σε χαλκό ανά μονάδα επιφάνειας. Ο χαλκός συγκεντρώθηκε στα τριάντα κοιτάσματα που σχηματίστηκαν στο βυθό της θάλασσας κατά την υποθαλάσσια ηφαιστειακή δράση στην Ανώτερη Κρητιδική Περίοδο (90 εκ. χρόνια) και καλύφθηκαν από νεότερες λάβες και ιζήματα συνολικού πάχους 3000 μέτρων. Ακολούθησαν πολύπλοκες γεωτεκτονικές διεργασίες που κράτησαν εκατομμύρια χρόνια με επιστέγασμα τη διαφορική ανύψωση του Τροόδου από το βυθό της θάλασσας στο σημερινό υψόμετρο των 2000 μέτρων. Η διάβρωση που ακολούθησε έφερε στην επιφάνεια τα χαλκούχα κοιτάσματα η οξειδωση των οποίων δημιούργησε αποθέσεις οξειδίων του σιδήρου με επικρατούντα χρώματα το έντονα κόκκινο και κίτρινο, τα οποία βοήθησαν στην γρήγορη ανακάλυψη και εκμετάλλευσή τους. Η διαφορική ανύψωση προκάλεσε επίσης έντονο θρυμματισμό του συμπαγούς μεταλλεύματος των κοιτασμάτων καθιστώντας την εξόρυξή του πολύ εύκολη και με τα πιο πρωτόγονα μέσα.

Η παραγωγή μεταλλικού χαλκού γινόταν με την πυρομεταλλουργική επεξεργασία των θειούχων ορυκτών με τη χρήση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας που προήλθε αποκλειστικά από τα δάση του νησιού. Αυτό έγινε κατορθωτό λόγω της γρήγορης ανανέωσης των δασών, που ενοείται από τις κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες που δημιουργήθηκαν με τη διαφορική ανύψωση του Τροόδου. Η Κύπρος αποτελεί ίσως το μοναδικό παράδειγμα στην αρχαιότητα λειτουργίας της αρχής της αειφορίας στη μακρόχρονη εκμετάλλευση των ορυκτών και ενεργειακών πόρων της. Η διαφορική ανύψωση του Τροόδου προκάλεσε επίσης αύξηση της βροχόπτωσης και σε συνδυασμό με τη διαπερατότητα των πετρωμάτων δημιουργήθηκαν χιλιάδες πηγές νερού στην οροσειρά του Τροόδου, που προμήθευαν τους οικισμούς και τις πόλεις με το απαραίτητο νερό για ύδρευση και άρδευση κατά τους πολλούς άνομβρους μήνες του χρόνου που επικρατούν στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου. Οι φυσικοί πόροι, που η φύση μέσω της γεωλογίας επιδαψίλεψε στην Κύπρο σε συνδυασμό με την στρατηγική της θέσης στο σταυροδρόμι τριών ηπείρων και στο κέντρο μιας περιοχής που αναπτύχθηκαν οι μεγαλύτεροι πολιτισμοί της αρχαιότητας, ήταν οι βασικότεροι συντελεστές της μακρόχρονης ιστορίας, τέχνης και πολιτισμού του νησιού.

βάθους 6 χιλιομέτρων από το βυθό των σημερινών ωκεανών μέχρι το μερικώς τηγμένο μανδύα. Η γη μέσω του Τροόδους, άνοιξε όλα τα μυστικά της στους γεωεπιστήμονες, με αποτέλεσμα την εντατική μελέτη του και τη δημοσίευση χιλιάδων επιστημονικών ανακοινώσεων σε όλα τα γεωλογικά περιοδικά του κόσμου και την οργάνωση των δύο μεγαλύτερων διεθνών συμποσίων για το θέμα. Το Τρόδος έγινε η Μέκκα της γεωλογίας και βοήθησε στην κατανόηση της εξέλιξης της σημερινής ωκεάνιας λιθόσφαιρας και του πλανήτη γη γενικά. Η γεωλογική εξέλιξη του Τροόδους συνοδεύτηκε με πλούσια μεταλλογραφία που περιλαμβάνει πλούσια κοιτάσματα χρωμίου, το μεγαλύτερο κοιτάσμα αμιάντου στην Ευρώπη, πολλά και πλούσια κοιτάσματα χαλκούχων σιδηροπυριτών και μια μεγάλη ποικιλία ορυκτών χρωμάτων που περιλαμβάνει φαιόχωμα (umber), ώχρα σίενα και πράσινη γαία (terraverde).

Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα της διαφορικής ανύψωσης του Τροόδους και της αναστροφής της στρωματογραφίας του που αναφέραμε πιο πάνω ήταν ότι έφερε στην επιφάνεια ή πολύ κοντά στην επιφάνεια τα διάφορα κοιτάσματα της Κύπρου. Τα κοιτάσματα των χαλκούχων σιδηροπυριτών που εκτέθηκαν στην επιφάνεια υπέστησαν οξειδωση με αποτέλεσμα το σχηματισμό εκτεταμένων σιδηρών καλυμμάτων (gossans) υδροξειδίων του σιδήρου με εντυπωσιακά κόκκινα και κίτρινα χρώματα. Μέρος του διαλυμένου χαλκού που ήταν μέσα στα κοιτάσματα που οξειδώθηκαν κατείσδυσε στα βαθύτερα στρώματα των κοιτασμάτων και εναποτέθηκε ξανά σχηματίζοντας ζώνες δευτερογενούς εμπλουτισμού με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε χαλκό. Τα έντονα χρώματα των οξειδώσεων τράβηξαν την προσοχή των αρχαίων και βοήθησαν στη γρήγορη ανακάλυψή τους και στην εκτεταμένη εκμετάλλευσή τους.

Παρόλο που η Κύπρος βρίσκεται στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου με ημίξηρο κλίμα, η εντυπωσιακή τοπογραφία που δημιουργήθηκε με τη διαφορική ανύψωση του Τροόδους επηρέασε άμεσα ή έμμεσα το φυσικό περιβάλλον του νησιού και κάθε άποψη της ζωής σε αυτό. Επηρέασε γενικά τις κλιματολογικές συνθήκες, ειδικά τη συνολική ετήσια βροχόπτωση η οποία στα ψηλότερα σημεία του Τροόδους ξεπερνά τα 1000 χιλιοστά, ενώ στα πεδινά και τα παράλια δεν ξεπερνά τα 300 χιλιοστά. Η διακύμανση των μικροκλιμάτων λόγω της τοπογραφίας του Τροόδους φαίνεται καθαρά από την κατανομή των καλλιεργειών, κυρίως των φρούτων, ακόμη και σε πολύ μικρές αποστάσεις. Μπορεί εύκολα να αντιληφθεί κανείς στις φρουταγορές κατά τη διάρκεια του χρόνου τις τεράστιες δυνατότητες παραγωγής μεγάλης ποικιλίας φρούτων. Σε πολύ μικρή απόσταση μπορεί να πάει κάποιος από καλλιέργεια ημιτροπικών φρούτων, όπως μπανάνες, αβοκάντο, μάγκο, εσπεριδοειδή, σε καλλιέργειες των πιο ψυχρών κλιμάτων της Ευρώπης όπως μήλα, δαμάσκηνα, κεράσια. Είναι μοναδική περίπτωση να βλέπει κανείς στις παρυφές του Τροόδους ώριμα κεράσια το Μάη και αμέσως μετά ανθισμένες κερασιές στα πιο ψηλά χωριά του Τροόδους.

Οι κλιματολογικές συνθήκες που δημιούργησε η τοπογραφία του Τροόδους καθώς επίσης το εύφορο έδαφος που δημιούργησε η αποσάθρωση των πετρωμάτων του ήταν οι βασικοί συντελεστές για την μεγάλη ανάπτυξη των δασών. Η αποσάθρωση έγινε πιο εύκολη και σε μεγάλο βάθος λόγω του έντονου θρυμματισμού των πετρωμάτων κατά την ανύψωση του Τροόδους. Δημιουργήθηκαν συνθήκες για φυσική αναδάσωση σε μια περίοδο πενήντα μέχρι ογδόντα χρόνων και μεγάλη ποικιλία της άγριας χλωρίδας και πανίδας. Η έντονη αποσάθρωση είχε επίσης ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ομαλής τοπογραφίας και κατέστησε το Τρόδος προσπελάσιμο από όλες τις περιοχές της Κύπρου. Αυτό διευκόλυνε την εκμετάλλευση των δασών και των χαλκούχων κοιτασμάτων του και την ανάπτυξη οδικού δικτύου σε ολόκληρο το νησί για τη μεταφορά προϊόντων από τις διάφορες περιοχές του Τροόδους στα παράκτια αστικά κέντρα.

Η τελική μορφολογία και το σχήμα της Κύπρου ήταν το αποτέλεσμα του συνδυασμού των τελικών σταδίων της ανύψωσής της και της διακύμανσης της στάθμης της Μεσογείου κατά τις



Εικ. 2. Γεωλογικός Χάρτης της Κύπρου με τα αρχαία μεταλλεία χαλκού και τους σωρούς των αρχαίων σκουριών

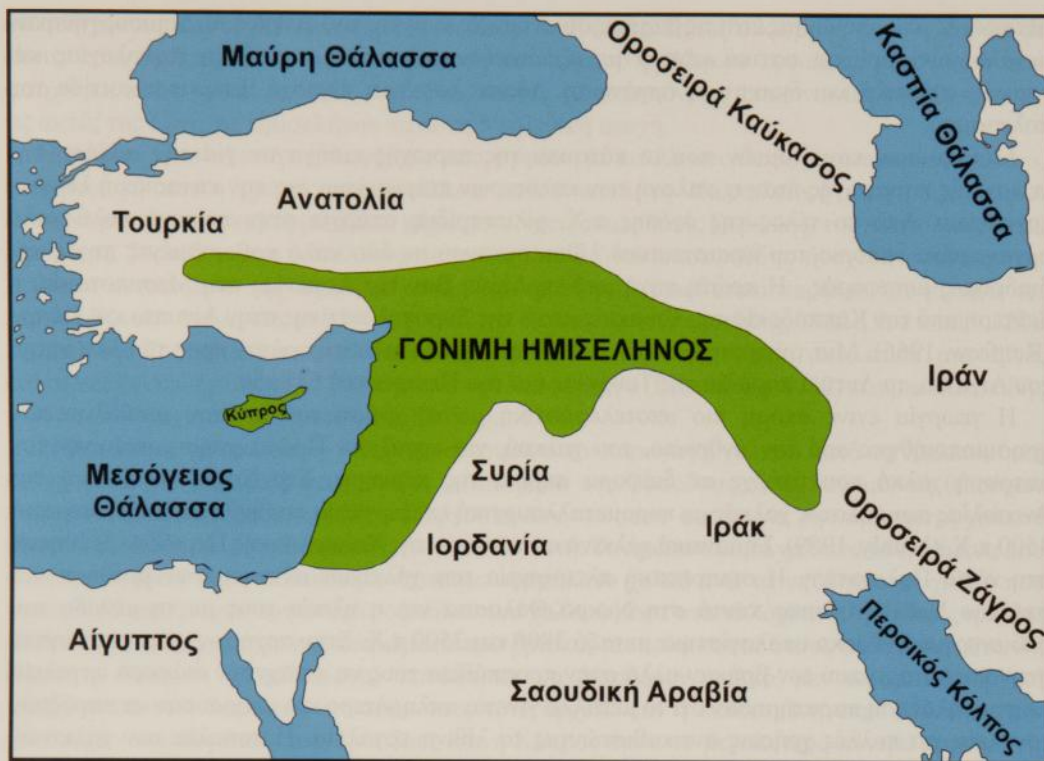
παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους. Κατά την περίοδο των παγετώνων η στάθμη της Μεσογείου κατέβαινε μέχρι 100 μέτρα. Υπό τις συνθήκες αυτές μικρά νησιά πρόβαλλαν σε αρκετή απόσταση ανατολικά του σημερινού ανατολικότερου άκρου της Κύπρου. Τα νησιά αυτά χρησιμοποιήθηκαν από τα διάφορα θηλαστικά, περιλαμβανομένων ελεφάντων και ιπποποτάμων, που ζούσαν στις γειτονικές ακτές της Ασίας για να εποικίσουν την Κύπρο.

Επίσης κατά τις περιόδους των παγετώνων η ξηρά της Κύπρου εκτεινόταν πολλά χιλιόμετρα πέραν των σημερινών της ακτών. Αυτή η επιπρόσθετη ξηρά υπέστη έντονη διάβρωση κατά τις περιόδους τήξης των παγετώνων σχηματίζοντας κοιλάδες οι οποίες πλημμύριζαν με την άνοδο της στάθμης της Μεσογείου σχηματίζοντας τους πολλούς κόλπους που χαρακτηρίζουν το νησί. Οι κόλποι πρόσφεραν προστασία από τους ανέμους και βοήθησαν στον εποικισμό του νησιού από κατοίκους που ήλθαν από τα γειτονικά ασιατικά παράλια στα μέσα της ενδέκατης χιλιετηρίδας π.Χ. Στα νότια παράλια, στο Ακρωτήριο Λεμεσού και Λάρνακας οι μεγάλοι κόλποι αποκόπηκαν από τη θάλασσα με τη συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων αμμοχαλίκων και δημιούργησαν τις ομώνυμες αλυκές. Οι αλυκές και τα έλη που τις περιβάλλουν εξελίχθηκαν σε σημαντικούς βιότοπους για ψάρια και όστρακα και μεγάλα θηλαστικά καθώς και τόποι διαχείμανσης μεταναστευτικών πουλιών. Δεν είναι τυχαίο που στο Ακρωτήριο Λεμεσού βρέθηκαν τα κατάλοιπα της πιο πρώιμης ανθρώπινης δραστηριότητας στην Κύπρο.

Οι πολύπλοκες λοιπόν γεωλογικές διεργασίες στην περιοχή της Κύπρου γέννησαν ένα νησί με μοναδική μορφολογία, ιδιαίτερα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, ιδιαίζουσες μικροκλιματολογικές συνθήκες, γόνιμο έδαφος καλυμμένο με εκτεταμένα δάση και μεγάλη ποικιλία άγριας χλωρίδας και πανίδας, πλούσιο σε νερό και μεταλλεύματα κυρίως χαλκούχα, δημιουργώντας ένα εξαιρετικό φυσικό περιβάλλον για ανθρώπινη διαβίωση, πολιτιστική δημιουργία και κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη.

Συμβολή της γεωγραφικής θέσης της Κύπρου ιστορική εξέλιξη

Η Κύπρος βρίσκεται στο βορειοανατολικό άκρο της Μεσογείου με συνολική επιφάνεια 9250 km² που το κατατάσσει τρίτο σε μέγεθος νησί της Μεσογείου μετά από τη Σικελία και τη Σαρδηνία. Βρίσκεται στο σταυροδρόμι τριών ηπείρων, της Ασίας, της Αφρικής και της Ευρώπης



Εικ. 3. Χάρτης της περιοχής της γόνιμης ημισελήνου και των γειτονικών χωρών

με ελάχιστη απόσταση από τις ασιατικές ακτές της νότιας Τουρκίας, 60 χιλιόμετρα, από τις βόρειες ακτές της Αιγύπτου, 330 χιλιόμετρα και από τα νησιά Ρόδο και Κρήτη 370 και 500 χιλιόμετρα αντίστοιχα. Οι ακτές της Τουρκίας, της Συρίας και του Λιβάνου που είναι πολύ κοντά στην Κύπρο αποτελούν τα δυτικά όρια της περιοχής που λόγω του σχήματός τους είναι γνωστή με το όνομα Γόνιμη Ημισέληνος.

Η περιοχή αυτή έχει τα ίδια, αλλά σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα, τοπογραφικά και μικροκλιματολογικά χαρακτηριστικά που περιγράψαμε πιο πάνω για την Κύπρο. Στην περιοχή υπάρχει το χαμηλότερο υψόμετρο πάνω στη γη (Νεκρά Θάλασσα) αλλά και βουνά με υψόμετρο πέραν των 5000 μέτρων. Αποτέλεσμα του τοπογραφικού ανάγλυφου, ήταν η μεγάλη ποικιλία μικροκλιμάτων και φυσικού περιβάλλοντος χλωρίδας και πανίδας. Τα βουνά της περιβάλλονται από μεγάλες πεδιάδες που ποτίζονται από μεγάλους ποταμούς που τις διασχίζουν, καθώς επίσης και έρημους που όταν αρδεύονται από τους ποταμούς μετατρέπονται σε τόπους μεγάλης γεωργικής παραγωγής.

Στην περιοχή αυτή ο άνθρωπος δημιούργησε τους πρώτους μόνιμους οικισμούς και ανέπτυξε γεωργική παραγωγή για τη διατροφή του. Γύρω στο 10000 π.χ. όλοι οι κάτοικοι της περιοχής ζούσαν από το κυνήγι ενώ στην όγδοη π.χ. χιλιετηρίδα η περιοχή ήταν γεμάτη με οικισμούς που η διατροφή των κατοίκων τους βασιζόταν κυρίως στην γεωργική παραγωγή. Από τη μεγάλη ποικιλία της χλωρίδας και πανίδας επέλεξαν τέσσερα είδη δημητριακών και τέσσερα είδη ψυχανθών και τα καλλιέργησαν καθώς επίσης και τέσσερα μεγάλα θηλαστικά τα οποία εξημέρωσαν, τα οποία μέχρι σήμερα συνεισφέρουν πέραν του εβδομήντα τοις εκατό στη διατροφή μας. Αργότερα τα ζώα χρησιμοποιήθηκαν για το γάλα και το μαλλί, για όργωμα και

μεταφορές ικανοποιώντας έτσι τις βασικές οικονομικές ανάγκες του ανθρώπου. Δημιουργήθηκαν μεγάλοι οικισμοί και αστικά κέντρα με εξειδικεύσεις εργασίας, ανάπτυξη τεχνολογίας και γραφής, πολιτική και διοικητική οργάνωση. Δίκαια λοιπόν η περιοχή θεωρείται κοιτίδα του πολιτισμού.

Μεταξύ των καινοτομιών που οι κάτοικοι της περιοχής εισήγαγαν για την αύξηση της γεωργικής παραγωγής ήταν η επιλογή των καλύτερων πετρωμάτων για την κατασκευή λίθινων εργαλείων. Από το τέλος της όγδοης π.Χ. χιλιετηρίδας υπάρχει στην περιοχή πολύ καλά οργανωμένο εμπόριο του ηφαιστειακού λίθου οψιανού με δύο καλά καθορισμένες πηγές και διαδρομές μεταφοράς. Η πρώτη πηγή από τη Λίμνη Βαν της Αρμενίας στη Μεσοποταμία, η δεύτερη από την Καππαδοκία της Τουρκίας μέσω της Συροπαλαιστίνης στην Αίγυπτο και Κύπρο (Renfrew, 1966). Μια τρίτη πηγή οψιανού ήταν η Μήλος και μεταφερόταν προς τα άλλα νησιά του Αιγαίου, τα Δυτικά παράλια της Τουρκίας και την Ηπειρωτική Ελλάδα.

Η γεωργία έγινε ακόμη πιο αποτελεσματική με τη χρήση του πρώτου μετάλλου που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο, του χαλκού, για εργαλεία. Πρώτα χρησιμοποίησαν τον αυτοφυή χαλκό που υπήρχε σε διάφορα σημεία της περιοχής. Στο Καγυόνου Τεπεσί της Ανατολίας σφυρήλατος χαλκός με πυρομεταλλουργική επεξεργασία παρήχθη πολύ αργότερα το 4500 π.Χ. (Muhly, 1989). Σημαντικά χάλκινα αντικείμενα της Χαλκολιθικής Περιόδου βρέθηκαν στη νότια Παλαιστίνη. Η συντριπτική πλειοψηφία των χάλκινων αντικειμένων βρέθηκε στο σπήλαιο Nahal Mishmar κοντά στη Νεκρά Θάλασσα και η ηλικία τους με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα υπολογίστηκε μεταξύ 3800 και 3500 π.Χ. Στην αρχή τον χρησιμοποίησαν στην κατάσταση που τον βρήκαν αλλά στην προσπάθεια τους να φτιάχνουν διάφορα εργαλεία με σφυρηλάτηση παρατήρησαν ότι το μέταλλο γίνεται σκληρότερο και μπορούσαν να παράξουν εργαλεία για πολλές χρήσεις αντικαθιστώντας τα λίθινα εργαλεία. Η ποικιλία των χάλκινων εργαλείων αυξήθηκε ακόμη περισσότερο με την εισαγωγή της πυρομεταλλουργίας στην κατασκευή εργαλείων.

Λόγω της μεγάλης ζήτησης η παραγωγή του χαλκού αυξήθηκε με την πυρομεταλλουργική επεξεργασία ορυκτών οξειδίων του χαλκού (μαλαχίτη, αζουρίτη, χρυσόκολλας) κοιτάσματα των οποίων υπήρχαν στο Ισραήλ, στην Ιορδανία και σε άλλες χώρες της περιοχής. Η συνολική όμως παραγωγή δεν ήταν αρκετή για να αντικαταστήσει ο χαλκός τα λίθινα εργαλεία, ούτε δημιουργήθηκε εμπόριο χαλκού και για χιλιάδες χρόνια οι κάτοικοι χρησιμοποιούσαν χάλκινα και λίθινα εργαλεία και η περίοδος αυτή είναι γνωστή ως Χαλκολιθική Περίοδος.

Η Κύπρος λόγω της μικρής απόστασης που τη χωρίζει από την περιοχή της Γόνιμης Ημισελήνου δεχόταν σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα τις διάφορες καινοτομίες και τεχνολογίες που αναπτύσσονταν στην περιοχή. Στην πραγματικότητα λόγω της στενής λωρίδας της θάλασσας που παρεμβάλλετο μεταξύ τους, δε θεωρείται μέρος της περιοχής αυτής. Ο εποικισμός του νησιού από κατοίκους της Γόνιμης Ημισελήνου έγινε, όπως αναφέραμε προηγουμένως, την ενδέκατη χιλιετηρίδα π.Χ. Οι πρώτοι κάτοικοι ήταν αποκλειστικά κυνηγοί. Πρόσφατες αρχαιολογικές έρευνες στον Ασπρόκρεμμο Ακρωτηρίου Λεμεσού απέδειξαν ότι στο θήραμα των κατοίκων της περιοχής περιλαμβάνονταν 196 νάνοι ιπποπόταμοι και 4 νάνοι ελέφαντες γεγονός που πιθανόν συνέβαλε στην εξάλειψη των ειδών αυτών και όχι οι φυσικοί παράγοντες όπως οι κλιματολογικές αλλαγές και η έλλειψη τροφής. Θεωρήθηκε η πρώτη εξάλειψη πανίδας σε μια νησιώτικη κοινωνία από τους κυνηγούς ιπποποτάμων της Κύπρου (Simmons 1999).

Πρόσφατες αρχαιολογικές έρευνες απέδειξαν επίσης ότι στις περιοχές της Παρεκκλησιάς, βόρεια της Λεμεσού (Giller 2003) και της Κισσόνεργας (Peltenberg 2003) δυτικά της Πάφου υπήρχαν μόνιμοι οικισμοί γύρω στο 8500 π.χ. που οι κάτοικοι τους καλλιεργούσαν τα ίδια φυτά με τους κατοίκους της Γόνιμης Ημισελήνου. Κατά την έβδομη π.Χ. χιλιετηρίδα υπάρχουν ήδη στην Χοιροκίτια (Le Brun 1991) και Τέντα Καλαβασού (Todd 1987) οικισμοί από τους πιο

ανεπτυγμένους και οργανωμένους της Νεολιθικής Εποχής. Στους οικισμούς αυτούς καθώς σε όλους τους άλλους νεολιθικούς οικισμούς του νησιού βρέθηκαν εργαλεία με οψιανό που εισήχθη από την Καππαδοκία, επιβεβαιώνοντας τις υπερπόντιες επικοινωνίες της Κύπρου με τις ακτές της Γόνιμης Ημισελήνου κατά τη Νεολιθική εποχή.

Η Κύπρος, παρ'όλον ότι ευλογήθηκε από τη φύση με πολλά και πλούσια κοιτάσματα χαλκού, η παραγωγή και η χρήση του μετάλλου αυτού κατά τη Χαλκολιθική εποχή ήταν πολύ περιορισμένη σε σύγκριση με άλλες χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, της Ανατολίας, Ιράν, Ιορδανίας, Ισραήλ και η μεταλλουργία του χαλκού ήταν υποτυπώδης ή σχεδόν ανύπαρκτη. Χάλκινα αντικείμενα της περιόδου αυτής βρέθηκαν στα νοτιοδυτικά παράλια του νησιού και περιλαμβάνουν ένα αγκίστρι 3500 π.χ. από την Κισσόνεργα (Peltenberg, 1982), ένα κοπίδι 3200 π.χ. από την Ερήμη (Dikaeos, 1936), ένα κοπίδι 2500 π.χ. από την Λέμπα, μια λεπίδα, μια αξίνα, ένα σκεπάρνι και ένα κοπίδι 2500 π.χ. από την Κισσόνεργα (Peltenberg, 1982) και μια ελικοειδής χάνδρα 2500 π.χ. από την Σουσκίου (Christou, 1989).

Η βασικότερη αιτία που η Κύπρος υστέρησε στην παραγωγή χαλκού κατά τη Χαλκολιθική εποχή είναι ότι ο χαλκός στα μεγάλα κοιτάσματα του Τροόδους είναι υπό μορφή θειούχων ενώσεων. Η πυρομεταλλουργική επεξεργασία των ενώσεων αυτών για την παραγωγή χαλκού είναι πολύπλοκη και άγνωστη κατά την περίοδο αυτή. Το πρώτο από τα χάλκινα αντικείμενα που αναφέραμε κατά πάσα πιθανότητα έγινε με σφυρήλατο χαλκό ενώ τα υπόλοιπα με χαλκό που παράχθηκε από μικρές εμφανίσεις οξειδίων του χαλκού μέσα στα αλλόχθονα, τριαδικής ηλικίας (200 εκ. χρόνια) ηφαιστειακά πετρώματα που βρίσκονται πολύ κοντά στους οικισμούς (Εικ. 4). Όταν οι Κύπριοι μεταλλουργοί κατάφεραν να παράξουν χαλκό με πυρομεταλλουργική επεξεργασία των θειούχων ενώσεών του, τότε άρχισε και η εκτεταμένη εκμετάλλευση των χαλκούχων κοιτασμάτων του Τροόδους και η Κύπρος έγινε το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής και εξαγωγής χαλκού. Η μεγάλη παραγωγή χαλκού συνέβαλε στη μετάβαση του ανθρώπου από τη Χαλκολιθική Εποχή στην Εποχή του Χαλκού.

Πολύ γρήγορα η παραγωγή επεκτάθηκε και στις αρχές της δεύτερης χιλιετηρίδας η Κύπρος ήταν το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής και εξαγωγής χαλκού και παρέμεινε έτσι μέχρι την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Πειστική μαρτυρία είναι τα πολυάριθμα εργαλεία (Εικ. 5), φρέατα και στοές, υποστυλωμένες και μη, που ανακαλύφθηκαν όταν τα μεταλλεία ξαναλειτούργησαν στις πρώτες δεκαετίες του εικοστού αιώνα (Εκ. 6 και 7) όλα τα κοιτάσματα που λειτούργησαν στους νεότερους χρόνους ανακαλύφθηκαν από τους αρχαίους. Η εκμετάλλευση τους από τους αρχαίους προχώρησε μέχρι βάθος 180 μέτρων και σταματούσε



Εικ. 4. Μετάλλευμα οξειδίων του σιδήρου με μικρές ποσότητες μαλαχίτη και χρυσόκοκας 500m ανατολικά της Κισσόνεργας



Εικ. 5. Μεγάλη ποικιλία εργαλείων που βρέθηκαν στις στοές του αρχαίου μεταλλείου της Σκουριώτισσας

μόνο όταν συναντούσαν τη στάθμη του υπόγειου νερού διότι δεν είχαν αντλίες για την απομάκρυνση του νερού.

Τα περισσότερα από τα αρχαία τάλαντα χαλκού που βρέθηκαν σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου όπως Παλαιστίνη, Κύπρο, Κρήτη, Ηπειρωτική Ελλάδα, Εύβοια, Κέα, Ιταλία, Σικελία και Σαρδηνία, προέρχονται από την Κύπρο και δίνουν μια εικόνα της παραγωγής και της έκτασης του εμπορίου του χαλκού, ιδιαίτερα μετά το 1500 π.Χ. Η μεγαλύτερη όμως ποσότητα ταλάντων βρέθηκε στα φορτία δύο αρχαίων ναυαγίων στο Ulü Burgum και στο Ακρωτήριο Χελιδονίων στις νότιες ακτές της Τουρκίας, βόρεια της Κύπρου. Το πρώτο ναυάγιο είναι του 14^{ου} π.Χ. αιώνα και σ' αυτό βρέθηκαν πέραν των 200 ταλάντων, συνολικού βάρους πέραν των 63 τόννων χαλκού και το δεύτερο (Εικ. 4α) του 13^{ου} π.Χ. αιώνα (Bass, 1987, 1967).

Η Κύπρος ως παραγωγός και εξαγωγέας χαλκού αναφέρεται στα πολύ αρχαία κείμενα της Εγγύς Ανατολής στην αρχή με το τοπωνύμιο Αλάσια. Τα πρώτα κείμενα προέρχονται από το Μαρί της Μεσοποταμίας (1782–1739 π.Χ.) και τη Βαβυλώνα (1750–1702 π.Χ.) (Muhly, 1982), ενώ κείμενα των Χετταίων του 15^{ου} π.Χ. αιώνα μιλούν για μεταφορά χαλκού από τα βουνά της Αλάσια (Goetze, 1959). Η πρώτη αναφορά σε μεταφορά χαλκού από την Αλάσια στην Αίγυπτο γίνεται σε κείμενο της εποχής του Tutthmosis III το 1470 π.Χ. (Georgiou, 1979). Το μεγαλύτερο όμως εμπόριο χαλκού με την Αίγυπτο γίνεται στην περίοδο της Αμάρνα, όπως φαίνεται στις επτά επιστολές που έγραψε ο βασιλιάς της Αλάσιας στο Φαραώ Ακενάτεν (1362–1329 π.Χ.). Στη δεύτερη επιστολή αναφέρεται στην αποστολή 100 ταλάντων (περίπου τρεις τόννοι χαλκού) και λυπάται γιατί δεν έχει αρκετούς ανθρώπους για να παραγάγει και να στείλει περισσότερα. Τέλος, ο Όμηρος αναφέρεται σε πολλές περιπτώσεις στο χαλκό της Κύπρου. Αναφέρεται στην Ταμασσό και τη Φουκάσα (δύο μεταλλευτικά κέντρα χαλκού) όπου οι άνθρωποι αντάλασσαν το χαλκό με άλλα προϊόντα, ενώ οι πανοπλίες και τα ξίφη του Αχιλλέα και Αγαμέμνονα ήταν κατασκευασμένα από χαλκό της Κύπρου.

Την πιο εντυπωσιακή όμως μαρτυρία για την έκταση και τη διάρκεια αυτής της βιομηχανίας τη δίνουν οι σωροί των αρχαίων σκουριών, που είναι σκορπισμένες στην περιοχή των λαβών



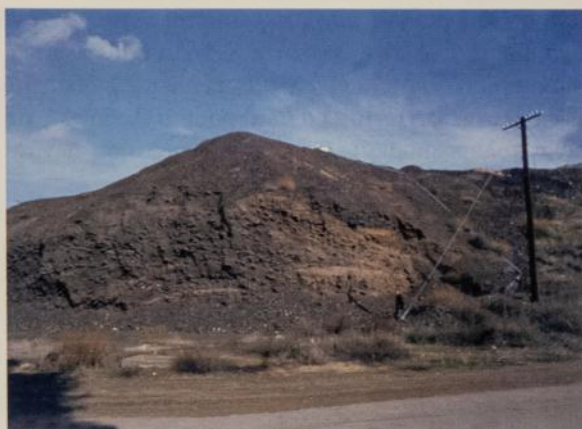
Εικ. 6. Σιδηρούς κάλυμμα (gossan) διάτρητο από αρχαίες γαλαρίες στο μεταλλείο Νότιος Μαθιάτης.



Εικ. 7 (δεξιά). Λεπτομέρεια αρχαίας γαλαρίας στο μεταλλείο Πλατείες Καλαβασού.



Εικ. 8. Τάλαντα χαλκού και πολλά άλλα αντικείμενα από το ναυάγιο Ακρωτηρίου Χελιδονίων στα νότια παράλια της Τουρκίας (13^{ος} Π.Χ. αιώνας)



Εικ. 9. Μεγάλος σωρός αρχαίας σκουριάς 2 (εκατομ.τόννοι), στη Φοπυκάσα (Σκουριώτισσα). Χρονολόγηση με C14 υποδηλώνει πυρομεταλλουργική δραστηριότητα από 2000 Π.Χ.–500 Μ.Χ.

στην περιφέρεια του Τροόδου (Εικ. 2). Έχουν βρεθεί πάνω από 40 τέτοιοι σωροί και η συνολική ποσότητα των σκουριών έχει υπολογιστεί σε 4 εκατομμύρια περίπου τόννους. Ο μεγαλύτερος σωρός, 2 εκατομμύρια τόννοι, βρέθηκε στη Σκουριώτισσα (Εικ. 9) κοντά στην εκκλησία της ομώνυμης Παναγίας κοντά στο μεταλλείο της Φουκάσας, όπως ήταν γνωστό όταν πρωτοάνοιξε το 1920. Ο δεύτερος μεγάλος σωρός 750.000 τόννοι βρίσκεται κοντά στο μεταλλείο Πέτρα της περιοχής Καλαβασού. Άλλοι μικρότεροι σωροί βρέθηκαν στο Μιτσερό, στη Λίμνη, στα Βρέτσια, στους Τρούλλους και σε πολλές άλλες περιοχές. Ειδικόι αρχαιομεταλλουργοί έχουν υπολογίσει ότι τα 4 εκατομμύρια τόννοι των σκουριών αντιπροσωπεύουν μια συνολική παραγωγή 200-250 χιλιάδων τόννων μεταλλικού χαλκού. Αυτή η ποσότητα παράχθηκε μια περίοδο 3500 χρόνων που διάρκεσε η μεταλλευτική βιομηχανία των αρχαίων στην Κύπρο.

Γεωλογικοί παράγοντες που συνέβαλαν στην έναρξη της εκμετάλλευσης των χαλκούχων κοιτασμάτων του Τροόδου

Αρχαιολογικά ευρήματα υποδηλώνει ότι στα παράλια της νοτιοδυτικής Κύπρου οι χαλκολιθικοί οικισμοί είχαν ανεπτυγμένη γεωργική παραγωγή και κοινωνική οργάνωση. Οι κάτοικοι των οικισμών αυτών υπήρξαν καινοτόμοι και πιο επιδεκτικοί σε αλλαγές και πρόοδο από προηγούμενους οικισμούς στο υπόλοιπο νησί (Peltenberg, 1982). Είχαν έντονα αισθητικά ενδιαφέροντα και αναζητούσαν χρωματιστούς λίθους, όπως όχρα για διακόσμηση κεραμικών και πρασινομπλέ πικρόλιθο για την κατασκευή σταυροειδών ειδωλίων, περιδεραίων και περιάπτων. Η ανεύρεση σ' αυτούς τους οικισμούς σάρδιου λίθου ελεφαντόδοντου και οφιανού υποδηλώνει υπερπόντιες επαφές με Συροπαλαιστίνη, Αίγυπτο και Ανατολία αντίστοιχα. Παράλληλα σ' αυτούς αναπτύχθηκαν, διάφοροι κλάδοι πυροτεχνολογίας όπως η παραγωγή ασβέστη για επιχρίσματα για κάλυψη των δαπέδων των οικιών και παραγωγή μονόχρωμων κόκκινων και μαύρων κεραμικών με ελεγχόμενες οξειοαναγωγικές συνθήκες στα καμίνια που τα έφηναν. Τέλος, σύμφωνα με τα αρχαιολογικά ευρήματα οι κάτοικοι των οικισμών της περιοχής αυτής ανέπτυξαν πολύ καλά την τεχνική της ανόρυξης φρεάτων με διάμετρο πέραν του ενός

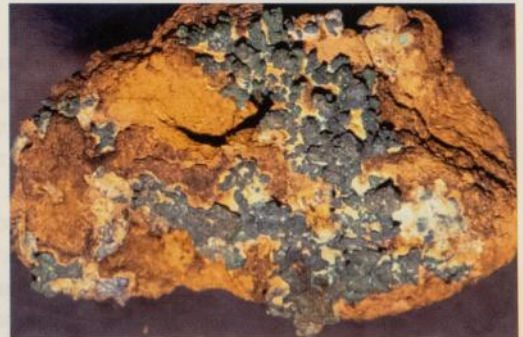
μέτρου και βάθους μέχρι οκτώ μέτρων για την ανεύρεση υπόγειου νερού για τις περιόδους ανομβρίας από την έννατη π.Χ. χιλιετηρίδα. Είναι σ' αυτή τη φάση της αναγνώρισης, της διάκρισης και της δημιουργίας τεχνικών ειδικοτήτων που εμφανίζεται ο χαλκός, αρχικά ως σφυρήλατος και αργότερα με πυρομεταλλουργική κατεργασία. Τα αρχαιολογικά όμως δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα για την ιχνηλάτηση των αιτίων και των λεπτομερειών της ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας.

Η έντονη αναζήτηση χρωμάτων, όπως ώχρας και πικρόλιθου, τους οδήγησε κατά μήκος των ποταμών προς τα βουνά του Τροόδους και στην περιοχή των αυτόχθονων λαβών του κρητιδικής ηλικίας (90 εκ. χρόνια), όπου βρήκαν τις οξειδώσεις των μεγάλων χαλκούχων κοιτάσμάτων (Εικ. 10). Οι αρχαίοι, όταν έφτασαν στα κοιτάσματα των λαβών του Τροόδους, βρήκαν τον αυτοφυή χαλκό (Εικ. 11) και τον χρησιμοποίησαν. Περιορισμένες ποσότητες αυτοφυούς χαλκού βρέθηκαν και κατά τους νεότερους χρόνους σε διάφορα χαλκούχα κοιτάσματα καθώς επίσης στα κοιτάσματα χρωμιτών στους δουνίτες του Τροόδους. Από τους αρχαίους δεν έγινε εκμετάλλευση των χρωμιτών ούτε φυσικά του μεταλλικού χαλκού του. Τα χαλκούχα κοιτάσματα μεταλλικός χαλκός γύρω από τα καλύμματα των οξειδώσεων (gossans) ίσως σχηματίστηκε από την αναγωγή διαλύματος θεικού χαλκού σε μεταλλικό με ρητίνη του πεύκου, που βρισκόταν στο έδαφος. Το έδαφος ήταν πλούσιο σε ρητίνη, επειδή οι περιοχές των οξειδώσεων καλύπτονταν με πυκνά δάση πεύκων, των οποίων η ανάπτυξη ευνοείτο από το χαμηλό pH του εδάφους και την υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο. Τα ξύλα πεύκου που χρησιμοποιήθηκαν από τους αρχαίους για υποστήλωση μεταλλευτικών στοών και τα οποία έμειναν θαμμένα στα εγκαταλειμμένα μεταλλεία για χιλιάδες χρόνια, διατηρήθηκαν σε άριστη κατάσταση λόγω του ότι ήταν εμβαπτισμένα σε όξινο νερό πλούσιο σε θειικό σίδηρο και χαλκό. Τα ξύλα, που ήταν πλούσια σε ρητίνη, είχαν εμποτιστεί με μεταλλικό χαλκό και πολλές φορές παρατηρήθηκε ψευδομόρφωση ρητίνης από μεταλλικό χαλκό (Εικ. 12).

Τα έντονα κόκκινα και κίτρινα χρώματα των οξειδώσεων (Εικ. 13) θύμιζαν στους αρχαίους τη φωτιά, αφού δεν μπορούσαν να εξηγήσουν την προέλευσή τους από χημικές αντιδράσεις. Πολύ πιθανόν να απέδωσαν το σχηματισμό του αυτοφυούς μεταλλικού χαλκού στην επίδραση της φωτιάς στο κοιτάσμα και τις οξειδώσεις ως τα κατάλοιπα αυτής της διεργασίας. Γι' αυτό όταν σύντομα εξαντλήθηκαν οι περιορισμένες ποσότητες αυτοφυούς χαλκού προχώρησαν κάτω από το κάλυμμα των οξειδώσεων το πάχος των οποίων ήταν το ίδιο με το βάθος των φρεάτων που εκείνη την εποχή μπορούσαν να ανοίξουν εξερευνώντας για περισσότερο μεταλλικό χαλκό. Αντί αυτού όμως συνάντησαν το μέταλλο της Ζώνης δευτερογενούς εμπλουτισμού πολύ



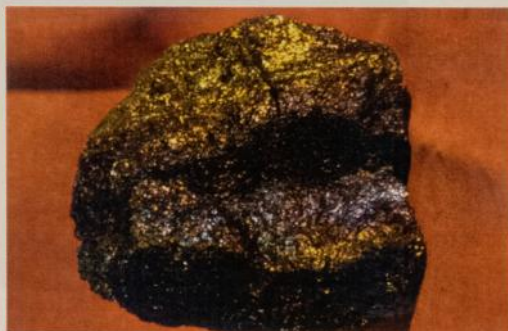
Εικ. 10. Οξειδωμένο κοιτάσμα (gossan), με έντονα κόκκινα και κίτρινα χρώματα. Σε μικρό βάθος βρίσκεται το ανοξειδωτο κοιτάσμα (ανοικτά χρώματα) στο μεταλλείο Βόρειος Μαθιάτης.



Εικ. 11. Αυτοφυής μεταλλικός χαλκός (πράσινο), ανάμεικτος με υδροξείδια του σιδήρου (κίτρινο), από το μεταλλείο της λίμνης (αρχαίο Μάριον).



Εικ. 12. Κορμός πεύκου από αρχαίες υποστηλώσεις υπόγειων στοών, στο μεταλλείο Απλίκι. Η ρητίνη του ξύλου αντικαταστάθηκε από μεταλλικό χαλκό.



Εικ. 13. Πλούσιο χαλκούχο μέταλλευμα (20% Cu), υπό μορφή χαλκοπυρίτη (κίτρινο), χαλκοσύνη (μαύρο), βορνίτη (κόκκινο) και κοβελλίνη (γαλάζιο), από το μεταλλείο Κοκκινόγια.

πλούσιο σε χαλκό (10–25%) που αποτελείτο κυρίως από θειούχα ορυκτά του χαλκού κυρίως χαλκοπυρίτη (CuFeS_2), βορνίτη (Cu_4FeS_5), χαλκοσύνη (CuS_2) και κοβελλίνη (CuS) (Εικ. 13). Δοκίμασαν να κάψουν το θειούχο χαλκούχο μέταλλευμα στη φωτιά επιδιώκοντας να φτάσουν τις ίδιες θερμοκρασίες στις οποίες επετύγχαναν τη μετατροπή του πηλού σε κεραμικό και του ασβεστόλιθου σε ασβέστη. Στις ίδιες περίπου θερμοκρασίες γίνεται και η φρύξη των θειούχων ορυκτών του χαλκού και μάλιστα με λιγότερη ενέργεια διότι η καύση τους είναι εξώθερμη και αυτοπαράγει ενέργεια. Με έκπληξη παρατήρησαν ότι με τη φρύξη από το χρυσοκίτρινο χαλκοπυρίτη, τον κόκκινο βορνίτη και το βαθύ μπλε χαλκοσύνη και κοβελλίνη παράγοντα οξειδία με παρόμοια χρώματα με εκείνα των οξειδωμένων καλυμμάτων των κοιτασμάτων. Ενθαρρύνθηκαν με την πρώτη επιτυχία και συνέχισαν την προσπάθεια με στόχο να πετύχουν τη τήξη των οξειδίων και για το σκοπό αυτό χρησιμοποίησαν κάρβουνο. Με τη χρήση του τελευταίου πέτυχαν πιο ψηλές θερμοκρασίες και την τήξη των οξειδίων αλλά ταυτόχρονα δημιούργησαν τις αναγωγικές συνθήκες που ήταν απαραίτητες για την παραγωγή μεταλλικού χαλκού από τα οξειδία του.

Η σταδιακή εξέλιξη και βελτίωση των πυρομεταλλουργικών μεθόδων φαίνεται από τη μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών της ορυκτολογίας και της χημικής σύστασης των διαφόρων στρωμάτων των σωρών της σκουριάς. Σε διάφορα επίπεδα των σωρών βρέθηκαν πέτρες, παρμένες από τους πιο κοντινούς ποταμούς και οι οποίοι πηγάζουν από το Τρόδος, προσεκτικά επιλεγμένες που να ικανοποιούν τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της κάθε χρήσης. Σπάνια βρέθηκαν στους εν λόγω σωρούς πυρομεταλλουργικά καμίνια. Για το σπάσιμο και τριβή του μεταλλεύματος χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά μικροκρυσταλλικό γάββρο, ο οποίος λόγω της ορυκτολογικής υφής του αντέχει στην τριβή ενώ για την κατασκευή των καμινιών χρησιμοποιούσαν κυρίως πυρίμαχα υπερβασικά πετρώματα όπως δουνίτη και περιδοτίτη.



Εικ. 14. Χαλκούχο μετάλλευμα καλυμμένο με ώχρα η οποία με την σειρά της καλύπτεται από ούμβρα. Μεταλλείο Φουκάσας (Σκουριώτισσα).

Συγκρίνοντας τη χημική σύσταση των χαλκούχων μεταλλευμάτων με εκείνη των σκουριών είναι φανερό ότι στην εξέλιξη των μεταλλουργικών μεθόδων οι αρχαίοι χρησιμοποίησαν διάφορα συλλιπάσματα για τη μείωση της θερμοκρασίας τήξεως αλλά και τη βελτίωση του ιξώδους του τήγματος και τη μεγιστοποίηση της ανάκτησης του χαλκού. Στις παλιές σκουριές η περιεκτικότητα σε χαλκό είναι 2.5%, ενώ στις νεότερες μειώνεται στο 0.3%.

Οι γεωλογικές συνθήκες των χαλκούχων κοιτασμάτων του Τροόδους παρείχαν το κίνητρο στους αρχαίους μεταλλουργούς να δοκιμάσουν διάφορα πετρώματα γύρω από αυτά σαν πιθανές πηγές χαλκού. Τέτοια πετρώματα ήταν τα καλύμματα (gossans) που προήλθαν από την οξείδωση των κοιτασμάτων και που αποτελούνται από ζώνες με διάφορες αναλογίες υδροξειδίων του σιδήρου και άμορφο διοξείδιο του πυριτίου με έντονα κόκκινα και κίτρινα χρώματα. Κοντά στα κοιτάσματα στις πλείστες περιπτώσεις εμφανίζονται ούμβρες (Εικ.14). Το πάχος των ιζημάτων αυτών κυμαίνεται από πέντε μέχρι είκοσι μέτρα και αποτελούνται κυρίως από άμορφον υδροξείδιο του σιδήρου και διάφορες αναλογίες αμόρφου υδροξειδίου του μαγγανίου και μικρές ποσότητες αμόρφου διοξειδίου του πυριτίου σε μια μεγάλη ποικιλία χρωμάτων από καστανό μαύρο σε καφέ κίτρινο. Τέλος, σε αρκετά κοιτάσματα το μετάλλευμα καλύπτεται από ιζήματα ώχρας το πάχος των οποίων κυμαίνεται από πέντε μέχρι δεκαπέντε μέτρα και αποτελούνται κυρίως από μικροκρυσταλλικό υδροξείδιο του σιδήρου και μικρές ποσότητες άμορφο διοξείδιο του πυριτίου και ίχνη υδροξειδίου του μαγγανίου με έντονο κόκκινο πορτοκαλί και κίτρινο χρώμα. Όλα αυτά τα πετρώματα είναι μαλακά και εύθρυπτα και η εξόρυξή τους είναι εύκολη ακόμη και με πρωτόγονα μέσα. Τα πετρώματα αυτά δεν περιέχουν χαλκό αλλά όταν δοκιμάστηκαν από τους αρχαίους μεταλλουργούς, αποδείχτηκαν εξαιρετικά συλλιπάσματα που βελτίωναν τις φυσικές ιδιότητες του τήγματος των χαλκούχων μεταλλευμάτων και μεγιστοποιούσαν την ανάκτηση του χαλκού λόγω της χημικής και ορυκτολογικής τους σύστασης. Η χρήση των πετρωμάτων αυτών στην πυρομεταλλουργική επεξεργασία των χαλκούχων μεταλλευμάτων φαίνεται εύκολα από τη σύγκριση της χημικής τους σύστασης με εκείνη του μεταλλεύματος των χαλκούχων κοιτασμάτων και των σκουριών.

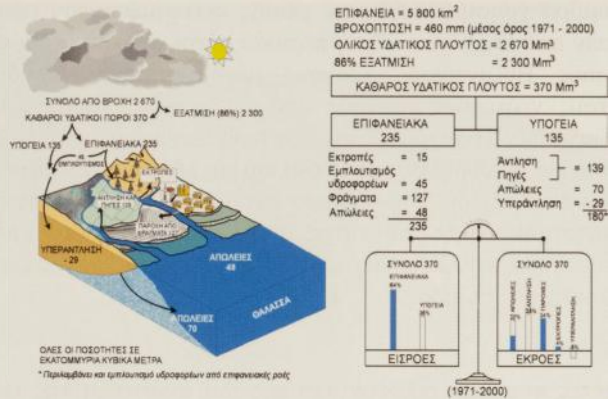
Η ώχρα και η ούμβρα χρησιμοποιήθηκαν επίσης εκτεταμένα σαν ορυκτά χρώματα, για διακόσμηση κεραμικών από τη Χαλκολιθική περίοδο μέχρι σήμερα, καθώς και από τους αγιογράφους από τους Βυζαντινούς χρόνους μέχρι σήμερα. Χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται στους νεότερους χρόνους από τις μεγάλες βιομηχανίες χρωμάτων της Ευρώπης και της Αμερικής. Η ώχρα είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη σε μεγάλο πάχος στα κοιτάσματα Μαυροβουνίου, Σκουριώτισσας, Απλικιού και Μαθιάτη. Οι ώχρες των κοιτασμάτων αυτών περιέχουν μέχρι 80% οξειδία του σιδήρου και μικρότερες ποσότητες άμορφο διοξείδιο του πυριτίου και συνιστούν καλής ποιότητας μέταλλευμα σιδήρου. Υπήρχαν συνεπώς οι προϋποθέσεις κατά τις πυρομεταλλουργικές δοκιμές της ώχρας για παραγωγή χαλκού αντί αυτού να παραχθεί μεταλλικός σίδηρος.

Γεωλογικοί παράγοντες που συνετέλεσαν στη μεγάλη ανάπτυξη της εκμετάλλευσης του χαλκού

Η μεγάλη ανάπτυξη της εκμετάλλευσης του χαλκού στην Κύπρο οφείλεται σε διάφορους λόγους, οι πιο πολλοί από τους οποίους έχουν σχέση με τη γεωλογία του νησιού. Ο πρώτος και κυριότερος λόγος είναι η ύπαρξη τριάντα κοιτασμάτων χαλκούχων σιδηροπυριτών, που σχηματίστηκαν στο βυθό της θάλασσας κατά την υποθαλάσσια ηφαιστειακή δράση των λαβών του Τροόδου (Constantinou 1972). Τα βασικά μέταλλα των κοιτασμάτων όπως ο Cu, Fe και Zn προήλθαν από την αλμυρόλυση των υποκείμενων φλεβικών διαβασικών πετρωμάτων και βασαλτικών λαβών με θερμό θαλάσσιο νερό, που κυκλοφορούσε σε μεγάλα βάθη. Την κυκλοφορία του θαλάσσιου νερού υποβοήθησαν βαθιά τεκτονικά ρήγματα και η απαραίτητη θερμική ενέργεια προήλθε από εγκλείσματα μάγματος σε μικρά βάθη στις ζώνες διάνοιξης του ωκεάνιου φλοιού.

Ένας άλλος λόγος για την ανάπτυξη της μεταλλουργίας είναι ότι όλα τα κοιτάσματα ήταν σε μικρά βάθη. Μετά το σχηματισμό τους στο βυθό της θάλασσας τα κοιτάσματα καλύφθηκαν από νεότερες λάβες και ιζήματα συνολικού πάχους 3000 μέτρων. Η ανακάλυψη και εκμετάλλευση χαλκούχων κοιτασμάτων σε τέτοιο βάθος είναι ανέφικτη ακόμη και με τα σημερινά δεδομένα. Πολύπλοκες όμως τεκτονικές διεργασίες, που κράτησαν εκατομμύρια χρόνια με επιστέγασμα τη γεωλογικά πρόσφατη διαφορική ανύψωση του Τροόδου, προκάλεσαν αναστροφή της στρωματογραφίας και έφεραν τα κοιτάσματα κοντά στην επιφάνεια. Η διάβρωση που ακολούθησε εξέθεσε μέρος των κοιτασμάτων στην επιφάνεια, τα οποία οξειδώθηκαν και σχημάτισαν καλύμματα με έντονα κόκκινα και κίτρινα χρώματα των οξειδίων του σιδήρου. Το μεγαλύτερο μέρος του χαλκού, που περιείχετο στο οξειδωμένο κοίτασμα, κατείσδυσε σε οξειδωμένο κοίτασμα ως διάλυμα θειικού χαλκού και σχημάτισε δευτερογενή θειούχα ορυκτά του χαλκού και ζώνες εμπλουτισμού, τις οποίες εκμεταλλεύτηκαν οι αρχαίοι.

Ο έντονος καταθρυμματισμός του μεταλλεύματος των κοιτασμάτων της Κύπρου είναι ένας άλλος βασικός λόγος για τη μεγάλης κλίμακας εκμετάλλευση των χαλκούχων κοιτασμάτων της Κύπρου από τους αρχαίους. Τα κοιτάσματα αποτελούνται από κομμάτια συμπαγούς μεταλλεύματος σε μια πορώδη μάζα μαλακού και εύθρυπτου υλικού, η εξόρυξη του οποίου είναι πολύ εύκολη ακόμη και με τα πιο πρωτόγονα εργαλεία. Η ανθρωποενέργεια που χρειαζόταν για την εξόρυξη ορισμένης ποσότητας μεταλλεύματος στην Κύπρο ήταν πολύ μικρότερη από εκείνη που χρειαζόταν για την εξόρυξη της ίδιας ποσότητας σε παρόμοια κοιτάσματα στη Νότια Ισπανία, Κεντρική Ανατολία, Σαουδική Αραβία, Ιράν και Ομάν. Ο καταθρυμματισμός του μεταλλεύματος σχετίζεται με υποθαλάσσια χημική και ηλεκτροχημική διάβρωση καθώς και με τεκτονισμό.



Ετοιμάστηκε από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.

Εικ. 15. Υδατικό ισοζύγιο του ελεύθερου τμήματος της Κύπρου.

Εξαιρετικά σημαντική ήταν η συμβολή των υδάτινων πόρων, ιδιαίτερα των πηγών στην μεγάλη και μακρόχρονη εκμετάλλευση των χαλκούχων κοιτασμάτων του νησιού. Με βάση τη γεωγραφική της θέση θα ανέμενε κανείς η Κύπρος να ήταν μια προέκταση προς τα δυτικά της ερήμου της Νεκέβ, με ημίξηρο ερημικό κλίμα, με περιορισμένο αριθμό κατοίκων, με χαμηλό βιοτικό και πολιτιστικό επίπεδο. Η διαφορική όμως ανύψωση του Τροόδους και η τοπογραφία που δημιουργήθηκε επηρέασαν τις κλιματολογικές συνθήκες του νησιού κυρίως τη βροχόπτωση με αποτέλεσμα τη μεγάλη αύξηση του υδατικού ισοζυγίου του νησιού. Στην οροσειρά του Τροόδους η ετήσια βροχόπτωση είναι 1000 χιλιοστόμετρα ενώ στις πεδιάδες και τις παράκτιες περιοχές περιορίζεται μόνο στα 300 χιλιοστόμετρα. Από τους προϊστορικούς χρόνους μέχρι σήμερα η μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού και οικονομική δραστηριότητα είναι συγκεντρωμένη στις παράκτιες περιοχές και στα παράλια και η συντήρησή τους βασίστηκε στο νερό των πολλών ποταμών που πηγάζουν από την οροσειρά του Τροόδους (Εικ. 15).

Στις κλιματολογικές συνθήκες της Κύπρου επτά μήνες του χρόνου είναι άνομβροι και η προμήθεια νερού για ύδρευση και άρδευση προέρχεται από τις πηγές του Τροόδους. Οι πηγές αυτές εκφορτίζονται από τους υδροφορείς που σχηματίστηκαν με την κατείσδυση μεγάλων ποσοτήτων του ετήσιου νερού της βροχής μέσω ρωγματούσεων που σχηματίστηκαν κατά τη διαφορική ανύψωση του Τροόδους και το θρυμματισμό των πετρωμάτων που τη συνόδευε. Η Κύπρος από τα πρώτα χρόνια της εποίκησης της μέχρι σήμερα υποφέρει συχνά από ολιγομβρίες που σε αρκετές περιπτώσεις παρατείνονται σε τρία ή και περισσότερα χρόνια με επακόλουθο τη στέρευση των πηγών, κυρίως στα παράλια.

Οι πρώτοι κάτοικοι του νησιού αναγκάστηκαν πολύ νωρίς να προσαρμοστούν στις τοπογραφικές, κλιματολογικές και υδατικές συνθήκες και προσπάθησαν να εκμεταλλευτούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα που τους πρόσφερε η ποικιλία των μικροκλιμάτων και βιοτόπων του. Γρήγορα έγινε αντιληπτό ότι το νερό επηρεάζει άμεσα τη διαβίωσή τους με αποτέλεσμα αυτό να αποτελεί κυρίαρχο κριτήριο στον καθορισμό όλων των αναπτυξιακών δραστηριοτήτων τους (Simmons 1991). Κατά τις περιόδους παρατεταμένης ανομβρίας αναγκάζονταν να μετακινούνται σε περιοχές που συνεχιζόταν η ροή των πηγών ή επινόησαν άλλους τρόπους για την ικανοποίηση των αναγκών των ιδίων και των ζώων τους σε νερό. Παρατήρησαν ότι το νερό των πηγών βγαίνει από το έδαφος και ότι η υγρασία του εδάφους αυξάνεται με το βάθος. Σε περιόδους κρίσης, για να λύσει το υδατικό του πρόβλημα, ο αρχαίος Κύπριος αναγκάστηκε να σκάψει πηγάδια με τα πρωτόγονα λίθινα εργαλεία που διέθετε.

Πίνακας 1. Τα αρχαιότερα πηγάδια στα οποία υπάρχουν σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές (Nir 1997)

Περιοχή	Χώρα	Ηλικία	Βιβλιογραφική αναφορά
Κισσόνεργα	Κύπρος (Πάφος)	8.500 π.Χ.	Pelterberg, 2003
Παρεκκλησιά	Κύπρος (Λεμεσός)	8.500 π.Χ.	Giller, 2003
Atlit-Yam	Ισραήλ	6.000 π.Χ.	Galili and Nir, 1996
Klan Samir	Ισραήλ	5.540 π.Χ.	Raban and Galili, 1990
Hociclar	N.A. Ανατολία	5.300 π.Χ.	Melloart, 1970
Kueckloven	N.Δ. Γερμανία	5.300 π.Χ.	Bohn, 1991
Abu Hof	Ισραήλ (Νεκέβ)	4.000 π.Χ.	Alan, 1985
Rajajil	B. Σαουδική Αραβία	4.000 π.Χ.	Zarins, 1979
Indus Valley	Ινδία	2.700 π.Χ.	Forbes, 1955
Kharga Oasis	Δ. Αίγυπτος	1.200 π.Χ.	Caton-Themson, 1955

Πρόσφατες αρχαιολογικές έρευνες απέδειξαν την ύπαρξη πηγαδιών για νερό στην Κισσόνεργα της Πάφου (Peltenberg 2003) και στην Παρεκκλησιά της Λεμεσού (Giller 2003) που ανορύχθηκαν το 8500 π.Χ. και που είναι τα αρχαιότερα χρονολογημένα πηγάδια στον κόσμο (Πίνακας 1). Το πρώτο πηγάδι στην Κισσόνεργα έχει βάθος 8.5 μέτρα και διάμετρο 0.90 στην κορυφή και 2 μέτρα στη βάση. Στη γύρω περιοχή δεν υπάρχουν σημαντικές πηγές ούτε σημαντικός ποταμός. Η τεχνογνωσία στην κατασκευή πηγαδιών που αποκτήθηκε, αποδείχθηκε όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, πολύτιμη για την ανόρυξη φρεάτων και στοών για την εκτεταμένη υπόγεια εκμετάλλευση των χαλκούχων κοιτασμάτων του Τροόδους. Η μεγάλη παραγωγή χαλκού και η ανάπτυξη του εμπορίου προκάλεσε θεαματική αύξηση του πληθυσμού και την άνοδο του βιοτικού επιπέδου. Στα παράλια με περιορισμένους υδάτινους πόρους αναπτύχθηκαν μεγάλα αστικά κέντρα εμπορίου με αποτέλεσμα η ζήτηση του νερού να είναι μεγαλύτερη από την προμήθεια. Για την κάλυψη του υδατικού ελλείμματος κατέφευγαν σε τεχνικά δύσκολες και δαπανηρές μεθόδους όπως η ανόρυξη φρεάτων (Astrom 1998), μεταφορά νερού από μακρινές πηγές και κατασκευή μεγάλων αποθηκευτικών δεξαμενών (Swing 1982), συλλογή νερού από τις στέγες και αποθήκευση σε στέρνες (Εικ. 16).

Ο μεγάλος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού προκάλεσε επίσης αύξηση της ζήτησης τροφής. Η συμβολή του νερού στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής είναι καθοριστική στην Κύπρο διότι στις κλιματολογικές συνθήκες του νησιού η αρδεύσιμη γη έχει δεκαπλάσια παραγωγή από την ξηρική γη. Από τους προϊστορικούς χρόνους η τεχνική άρδευσης που χρησιμοποιήθηκε συνίστατο στην κατασκευή μικρών φραγμάτων εκτροπής κατά μήκος της κοίτης των ποταμών και με δίκτυο ανοικτών χωμάτων αγωγών μέσω των οποίων αρδεύοντο παραποτάμιες εκτάσεις. Το ανάγλυφο του Τροόδους διευκόλυε τη μεταφορά νερού σε μεγάλες αποστάσεις έξω από τις κοίτες των ποταμών. Εξελικτικά δια μέσω των αιώνων δημιουργήθηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης του νερού των ποταμών και των πηγών, το οποίο διασφαλίστηκε με κανονισμούς, προνόμια κοινοτήτων και τίτλους ιδιοκτησίας. Σύμφωνα με την παράδοση το σύστημα διαχείρισης των νερών των ποταμών ήταν δουλειά του νομοθέτη Σόλωνα του Αθηναίου και προς τιμή του σε ολόκληρη κοιλάδα και τη μεγαλύτερη πόλη της δόθηκε το όνομά του.

Το σύστημα των εκτροπών του νερού των ποταμών και των πηγών για άρδευση στους άνομβρους μήνες για γεωργική παραγωγή περιγράφεται πολύ εύστοχα σε χορικό στις Βάκχες του Ευριπίδη (408 π.Χ.), «... Ω και να ήμουνα στην Κύπρο το νησί σου το πανέμορφο Αφροδίτη



Εικ. 16. Λαξεμένοι αγωγοί συλλογής και μεταφοράς νερού από στέγες σε στέρνες. Αρχαίος οικισμός Άλασσας (1300 Π.Χ.)

που εκεί ζούνε με θνητούς αντάμα οι Έρωτες οι γιοι σου και με μάγια την καρδιά μας την κρατάνε. Ω και να ήμουνα στην Πάφο όπου τρέχει το εκατόβρυσο ποτάμι που κυλάει και καρπίζει της γης όταν δεν βρέχει ...».

Επίδραση της αρχαιομεταλλουργίας χαλκού στα δάση της Κύπρου

Η πυρομεταλλουργική κατεργασία θειούχων ορυκτών του χαλκού όπως χαλκοπυρίτη, κοβελλίνη, χαλκοσίνη και βορνήτη, που αποτελούν τα κύρια χαλκούχα ορυκτά των κοιτασμάτων της Κύπρου, είναι τεχνικά πολύ δύσκολη, αλλά το σπουδαιότερο πολύ ενεργοβόρα. Περιλαμβάνει δύο βασικά στάδια, την οξειδωτική φρύξη σε θερμοκρασία γύρω στους 870 βαθμούς για τη μετατροπή των θειούχων ενώσεων σε οξειδία και στη συνέχεια την τήξη σε υψηλότερες θερμοκρασίες με κάρβουνα που δημιουργούν επίσης αναγωγικές συνθήκες για την παραγωγή μεταλλικού χαλκού (blister). Οι αρχαιομεταλλουργοί υπολόγισαν ότι η συνολική ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή ενός κιλού μεταλλικού χαλκού από θειούχα ορυκτά του χαλκού είναι 300 περίπου κιλά κάρβουνο.

Στοιχεία του Τμήματος Δασών της Κύπρου αναφέρουν ότι ένας πεύκος 80-100 χρόνων παράγει 1 κυβικό μέτρο ή 800 κιλά ξύλο. Για την παραγωγή ενός τόννου κάρβουνου χρειάζονται 12 κυβικά μέτρα ξύλου αν χρησιμοποιηθούν ειδικοί κλίβανοι. Η μέση παραγωγή ενός εκταρίου δασικής γης στην Κύπρο είναι 80 περίπου κυβικά μέτρα ξύλου πεύκης. Με βάση τα στοιχεία αυτά έχει υπολογιστεί ότι για την παραγωγή 200.000 τόννων μεταλλικού χαλκού στην αρχαιότητα σε μια χρονική περίοδο 3000 τουλάχιστον χρόνων χρειάστηκαν 1.200.000.000 κυβικά μέτρα ξύλου πεύκης ή 60.000.000 τόννοι κάρβουνο. Για την παραγωγή αυτή χρειάστηκε να καταστραφούν 150.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα δασικής γης. Η Κύπρος έχει έκταση μόνο 9300 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Δηλαδή καταστράφηκε δασική γη 16 φορές το μέγεθος της Κύπρου μόνο για τις ανάγκες της μεταλλευτικής βιομηχανίας.

Η ενέργεια όμως που καταναλώθηκε στην Κύπρο, την πιο αναπτυγμένη βιομηχανικά χώρα του τότε γνωστού κόσμου ήταν πολύ μεγαλύτερη, αν λάβει υπόψη κανείς ότι το νησί είχε

αναπτυγμένες και άλλες εξ' ίσου ενεργοβόρες βιομηχανίες όπως τη βιομηχανία κεραμικών, τη βιομηχανία ασβέστη και γύψου για οικοδομικούς σκοπούς και τα πολύ διαδεδομένα εργαστήρια που χρησιμοποιούσαν το χαλκό για να κατασκευάσουν εργαλεία, όπλα και οικιακά σκεύη. Απλώς αναφέρεται ότι για να ψηθεί ο πηλός και να γίνει κεραμικό χρειάζεται μια θερμοκρασία τουλάχιστον 800°C. Θα πρέπει επίσης να προστεθούν οι εκτάσεις των δασών που καταστράφηκαν για την κατασκευή πολεμικών και εμπορικών πλοίων κατά την αρχαιότητα, που η Κύπρος ήταν γνωστή για τα ναυπηγεία της καθώς επίσης τα ξύλα που κήκαν για οικιακούς σκοπούς. Για να ολοκληρωθεί η εικόνα της εκμετάλλευσης των δασών από τους αρχαίους αξίζει να αναφερθεί ότι την περίοδο της Αμάρνα (1362–1329 π.Χ.) σύμφωνα με τη δεύτερη επιστολή από τις επτά που αντάλλαξε ο βασιλιάς της Αλάσιας με τον Φαραώ, η Κύπρος εξήγε και ξυλεία στην Αίγυπτο εκτός από το χαλκό και άλλα γεωργικά προϊόντα.

Οι αριθμοί μιλούν καθαρά και δεν χρειάζονται παραπάνω σχόλια. Εκείνο που είναι πασιφανές είναι ότι η γη της Κύπρου, ιδιαίτερα του Τρόοδου, συνεχώς αναπαρήγε τα δάση της και ο άνθρωπος συνεχώς τα κατάστρεφε ή τα χρησιμοποιούσε στην προσπάθειά του για οικονομική ανάπτυξη. Πειστική απόδειξη αυτού είναι η περιγραφή της Κύπρου από τον Ερατοσθένη (3^{ος} αιώνας π.Χ.) που διασώθηκε στα Γεωγραφικά του Στράβωνα (28 μ.Χ.) οι πεδιάδες της Κύπρου ήταν κατάφυτες από οργιαστική βλάστηση και καλύπτονταν ολόκληρες από δάση και δεν μπορούσαν να καλλιεργηθούν. Το κόψιμο των δέντρων για την τήξη του χαλκού και αργύρου δεν βοήθησαν πολύ, ούτε το κόψιμο των δέντρων για τη ναυπήγηση ισχυρών στόλων που έπλεαν άφοβα στη θάλασσα. Παρ'όλα αυτά τα δάση εξακολουθούσαν να είναι άφθονα και επέτρεπαν σε όσους επιθυμούσαν και μπορούσαν να κόβουν τα δάση και να είναι ιδιοκτήτες της γης που ξεχέρσωναν για την οποία μάλιστα δεν πλήρωναν φόρους.

Αντίθετα σε πολλές χώρες της Μεσογείου και της Εγγύς Ανατολής όπως η Ελλάδα, Ανατολία, Ιράν, Ισραήλ, Ιορδανία, Ομάν, Σαουδική Αραβία, και Αίγυπτος, η εκμετάλλευση των χαλκούχων και άλλων κοιτασμάτων τους στην αρχαιότητα δεν διήρκεσε πολύ διότι τα δάση τους δεν μπορούσαν εύκολα να αναπαραχθούν, λόγω των τοπικών κλιματολογικών και εδαφολογικών συνθηκών. Πειστική μαρτυρία η περιγραφή του Πλάτωνα στον Κριτία για τα δάση της Αττικής μετά την εκμετάλλευση του Λαυρίου για την παραγωγή αργύρου κυρίως την εποχή του Θεμιστοκλή και των Περσικών Πολέμων ... *παλαιότερα τα βουνά της Αττικής καλύπτονταν από πυκνά δάση, μεγάλα δέντρα παρήγαγαν ξυλεία κατάλληλη για τις στέγες μεγάλων κτιρίων. Στέγες που κατασκευάστηκαν με αυτή την ξυλεία σώζονται ακόμη. Η περιοχή παρήγαγε απεριόριστη τροφή για αγελάδες. Σε μερικά βουνά μέχρι πρόσφατα υπήρχαν δέντρα ενώ τώρα δεν υπάρχει τίποτα εκτός από βοσκότοπους για μέλισσες. Η ετήσια βροχή κυλά στην ξεγυμνωμένη γη και χάνεται στη θάλασσα ενώ παλιά συγκρατείτο από το έδαφος και κατείσδυε σ' αυτό ...*

Οι τεράστιες ποσότητες ξυλείας που παρήξε η Κύπρος στη μακρόχρονη ιστορία της οφείλονται στη μοναδική ίσως στον κόσμο ικανότητά της στην αναπαραγωγή των δασών της. Το Τρόοδος και η Κύπρος λόγω των τοπογραφικών, κλιματολογικών και εδαφολογικών συνθηκών που δημιουργήθηκαν κατά τη γεωλογική της εξέλιξη ήταν μοναδικός τόπος γονιμότητας και αναδημιουργίας. Οι ιδιαιτερότητες της τοπογραφίας και των κλιματολογικών συνθηκών της Κύπρου, η ποικιλία της πλούσιας βλάστησης σε συνδυασμό με τη θάλασσα που την περιβάλλει, προσδίδουν στο νησί μια μοναδική φυσική ομορφιά επιπρόσθετα από τη γονιμότητα και την ικανότητα της για αναδημιουργία. Γι'αυτό δεν είναι καθόλου τυχαίο το γεγονός ότι στην αρχαιότητα η Κύπρος έγινε επίσης συνώνυμη με την Αφροδίτη, τη θεά της ομορφιάς, της γονιμότητας και της αναδημιουργίας. Δεν είναι επίσης τυχαίο που η θεά αυτή παντρεύτηκε τον πιο άσχημο των θεών, τον Ήφαιστο, το θεό της μεταλλουργίας.

Σύμφωνα με τη μυθολογία η Αφροδίτη αναδύθηκε από τη θάλασσα στην περιοχή της Πέτρας του Ρωμιού ανατολικά της Πάφου. Το εκπληκτικό είναι ότι σύμφωνα με τα γεωλογικά στοιχεία που οι γεωεπιστήμονες συνέλεξαν τα τελευταία σαράντα χρόνια, η ανύψωση του Τρόοδου και

της Κύπρου από το βυθό της θάλασσας ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης της Αφρικανικής με την Ευρασιατική πλάκα έγινε στον ίδιο περίπου τόπο. Ο ογκόλιθος του λευκού ανακρυσταλλωμένου ασβεστόλιθου, η Πέτρα του Ρωμιού, στον ομώνυμο κόλπο και οι γκρίζες λάβες που αποτελούν το υπόστρωμα του κόλπου, είναι τα κατάλοιπα αυτής της σύγκρουσης. Και τα δύο πετρώματα αποτελούν μέρος του σχηματισμού των Μαμμωνιών, είναι πολύ πιο παλιά (200 εκατομμύρια χρόνια) από τα πετρώματα του Τροόδους (90 εκατομμύρια χρόνια) και μεταφέρθηκαν στη θέση αυτή από το νότο πάνω στην Αφρικανική πλάκα.

Επίλογος

Πολύπλοκες και μακροχρόνιες γεωλογικές διεργασίες στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου γέννησαν ένα μεγάλο νησί με ιδιαίτερη μορφολογία και τοπογραφικά χαρακτηριστικά, με νομαδική φυσική ομορφιά, ποικιλία μικροκλιμάτων, εύφορο έδαφος καλυμμένο με πυκνά δάση, μεγάλη ποικιλία άγριας χλωρίδας και πανίδας, κατάσπαρτο με πηγές και ποταμούς που έρεαν ολόκληρο τον χρόνο και πολύ πλούσιο σε μεταλλεύματα κυρίως χαλκό. Όλα αυτά κατέστησαν την Κύπρο εξαιρετικό τόπο διαβίωσης του ανθρώπου. Τα πιο πάνω επιβεβαιώνονται στην εύστοχη περιγραφή της Κύπρου από τον Στράβωνα στα Γεωγραφικά του (28 μ.Χ.) ... *αλλά στην τελειότητα δεν υστερεί από κανένα νησί. Διότι είναι πλούσια σε κρασί και λάδι και αυτάρκης σε σιτάρι. Έχει άφθονα μεταλλεία χαλκού στην Ταμασσό στα οποία παράγονται θειικός χαλκός (χάλκανθος) και οξείδια του χαλκού χρήσιμα στην τέχνη της ιατρικής. Όπως λέγει ο Ερατοσθένης (3^{ος} π.Χ. αιώνας) σε παλαιότερες εποχές οι πεδιάδες (της Κύπρου) ήταν κατάφυτες από οργιώδη βλάστηση σε σημείο που καλύπτονταν ολόκληρες από δάση και να μην μπορούν να καλλιεργηθούν. Λίγο βοήθησε το κόψιμο των δένδρων για την τήξη του χαλκού και αργύρου στα μεταλλεία και για την ναυπήγηση πλοίων όταν με μεγάλους στόλους οι άνθρωποι ταξίδευαν άφοβα στην θάλασσα ...*

Η γεωγραφική της θέση κοντά στις ακτές της περιοχής της Γόνιμης Ημισελήνου συνέβαλε στον εποικισμό του νησιού από τον άνθρωπο χωρίς μετά το τέλος της τελευταίας παγετώδους εποχής. Πολύ νωρίς μετά την εγκατάσταση του δημιούργησε μόνιμους οικισμούς με ανεπτυγμένη γεωργική παραγωγή και κοινωνική οργάνωση. Εφάρμοσε νωρίς όλες τις τεχνολογικές αναπτύξεις των γειτονικών περιοχών και ανάπτυξε καινοτομίες ιδιαίτερα στην πυροτεχνογνωσία.

Μια σειρά γεωλογικών παραγόντων που σχετίζονταν με την γεωλογική της εξέλιξη βοήθησαν στο να καταστούν οι κάτοικοι της Κύπρου από τους πρώτους, αν όχι οι πρώτοι, που κατάφεραν να παράξουν χαλκό από την πυρομεταλλουργική επεξεργασία θειούχων μεταλλευμάτων χαλκού. Οι ίδιοι παράγοντες βοήθησαν στην μεγάλη επέκταση και διάρκεια της παραγωγής χαλκού και την μετάβαση του ανθρώπου στην εποχή του χαλκού. Έδωσε την ευκαιρία στον άνθρωπο να παράξει σε μεγάλη κλίμακα μεταλλικά εργαλεία για αύξηση της γεωργικής παραγωγής και μεγάλη ποικιλία οικιακών σκευών για τη βελτίωση των συνθηκών της ζωής του αλλά και όπλα. Για πρώτη φορά ο άνθρωπος στην αναζήτηση του μετάλλου αναπτύσσει υπερπόντιο εμπόριο εκστρατείες και πολέμους για τον έλεγχο του.

Η Κύπρος σαν ο μεγαλύτερος παραγωγός χαλκού αλλά και λόγω της γεωγραφικής της θέσης γίνεται σπουδαίο κέντρο εμπορίου και τόπος συνάντησης όλων των μεγάλων αρχαίων πολιτισμών. Ο χαλκός της Κύπρου προσέλκυσε νωρίς του Μυκηναίους εμπόρους οι οποίοι αργότερα μετά την καταστροφή των πόλεων τους από τους Δωριείς κατάκλυσαν σαν πρόσφυγες το νησί, το εξελλήνισαν και συνέδεσαν άρρηκτα την ιστορική του μοίρα με εκείνη του υπόλοιπου Ελληνισμού.

Βιβλιογραφία

1. ASTROM, P., HALAN SULTAN TEKKE: The Wells Studies Mediterranean Archaeology Vol XLV: 10, 1998.
2. BASS, G. F.: Cape Gelidonya. A Bronze Age Shipwreck Transactions of the American Philosophical Society, 57/8, 1967.
3. BASS, G. F.: "Oldest known Shipwreck Reveals Bronze Age Splendors", National Geographic Vol. 172/6, 1987, pp. 692-733.
4. CHRISTOU, D.: "The chalcolithic cemetery I at Souskiou Vathyrkakas" in Early Society in Cyprus, Rd. by Peltenberg, Edinburgh University, 1989, pp. 82-94.
5. COBHAM, C. D. (1969): "Excerpta Cypriot". The Library Nicosia-Cyprus. Photooffset reproduction of Cambridge University Press, Edition 1969 pp. 3-26.
6. CONSTANTINOU, G.: The geology and genesis of the sulphide ores of Cyprus. Unpublished Ph.D. thesis Imperial College University of London, 1972.
7. CONSTANTINOU, G.: Geological features and ancient exploitation of the Cupriferous Sulphide Orebodies of Cyprus in Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 B.G., Eds J. D. Muhly - R. Maddin, - V. Karageorghis, Pierides Foundation, Nicosia 1982.
8. DIKAIOS, P.: "The excavation at Erimi 1933-1935", Report of the Department of Antiquities of Cyprus, 1936, pp. 1-86.
9. GEORGHIOU, H.: Relations between Cyprus and the Near East Levant 11, 1979 pp. 84-100.
10. GILLER ...
11. GOETZE, A.: "The Inventory I Bo T131" in Journal of Cuneiform Studies, Vol. 10, 1956, pp. 32-38.
12. LE BRUN, D'ALAIN (1991): Fouilles recenter a Khirokitia 1977-1981, 1983-1986, 1988-1991 Editions Recherche Sur les Civilisations.
13. MUHLY, J. D.: "The Nature of Trade in the Late Bronze Age of Eastern Mediterranean. The Organization of the Metals Trade and the role of Cyprus", in Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 B.C., Pierides Foundation, Nicosia 1982, pp. 251-269.
14. NIR, Y. (1997): Middle and late Holocene sea level along the Israel Mediterranean coast. Evidence from ancient wells. Journal of Quaternary Science 12(2) pp. 123-151.
15. RENFREW, C., DIXON J. E., CANN J. R. (1966): "Obsidiva and Early Cultural Contact in the New East". The Prehistoric Society No. 2.
16. PELTENBERG, E. J.: Early Cooper work in Cyprus and the Exploitation of Picrolite, Evidence from the Lemba Archaeological Project in Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 B.C., Pierides Foundation, Nicosia 1982.
17. PELTENBERG, E. J.: ...
18. SIMMONS, A. H. (1991): Extinct Pleisocene Fauna. Early man and Conservative Archaeology in Cyprus. Perspective on past Ed. By Geoffrey Clark, University of Pennsylvania Press.
19. SIMMONS, A. L. (1999): Fanal Extinction in an Island Society. Pigmy Hippopotamus Hunters of Cyprus. Kluwez Academic/Plerum Publishers.
20. SWING, H. W., 1982: An Archaeological guide to the ancient Kourion and the Akrotiri Peninsula. Chapter XX. The water supply. Cyprus Department of Antiquities.
21. THIRGOOD, J. V. (1981): Man and the Mediterranean Forest Academic Press.
22. TODD, I. A. (1987): Excavation of Kalavastos Tenzta Studies Mediterranean Archaeology Vol. LXXI: b.

Der Beitrag der Geologie zur Gewinnung von Kupfererzen auf Zypern in der prähistorischen und archaischen Zeit

Dr. Georgios Konstantinou

Zusammenfassung

Die historische und kulturelle Entwicklung Zyperns in der Antike ist maßgeblich durch den ausgedehnten Abbau seiner Naturschätze, hauptsächlich des Kupfers, charakterisiert. Dreitausend Jahre lang galt die Insel als Mittelpunkt für Gewinnung und Vertrieb von Kupfer, ihr Name wurde verständlicherweise zum Synonym dieses Metalls. Der großangelegte Abbau zyprischen Kupfers wirkte beim Übergang von der Kupfer-Steinperiode in die Kupferepoche wesentlich mit. Überzeugende Beweise des Ausmaßes und der Dauer der Kupfergewinnungs-Industrie bieten häufige schriftliche Zeugnisse seit dem Beginn des 18. Jahrhunderts v. Chr. sowie die antiken Schiffswracks, das Volumen der damaligen Kupferabbau-Industrie an den 30 Kupfererzgruben, die bis in die Neuzeit in Betrieb waren, aber hauptsächlich die 40 großen Schlackenhaufen von insgesamt 4 Mill. Tonnen, aus denen sich eine Produktion von 200.000 Tonnen reinem Kupfermetall errechnen lässt.

Die Geologie Zyperns, insbesondere der ophiolithische Gesteinskomplex der Troodos-Gebirgskette wirkte entscheidend mit bei der kontinuierlichen Entwicklung der Kupfergewinnung durch die Jahrtausende. Der ophiolithische Gesteinskomplex von Troodos gehört zu den fünf kupferreichsten Regionen der Welt je Flächeneinheit.

Das Kupfererz sammelte sich während der submarinen vulkanischen Tätigkeit der höheren Kreidezeit (90 Mill. Jahre) in dreißig Lagerstätten am Meeresgrund an und wurde von 3000 Metern jüngerer Laven und Sedimenten bedeckt. Es folgten komplizierte, Millionen von Jahren dauernde tektonische Vorgänge, die in der speziellen Hebung des Troodos aus dem Meeresgrund auf heute 2000 Meter Höhe gipfelten. Die erfolgte Verwitterung und Abtragung brachte die kupferhaltigen Lagerstätten an die Oberfläche. Deren Oxydation schuf Eisenoxyde intensiver roter bzw. gelber Farbe, die bald zur Entdeckung des Vorkommens führten. Die intensive Hebung und Faltung des Gesteins führte obendrein zu Brüchen und Klüften des massigen Gefüges der Lagerstätten und machte den Abbau, selbst mit primitiven Mitteln, ziemlich leicht.

Reines Kupfer wurde durch Verhüttung schwefelhaltiger Mineralien unter Einsatz großer Energiemengen (Verbrennung von Holz aus den Wäldern) gewonnen.

Die Wälder konnten sich rasch dank klimatischer Bedingungen und geeigneter Bodenbeschaffenheit regenerieren, die auf die differenzierte Hebung von Troodos zurückzuführen sind.

Zypern war in der Antike ein einzigartiges Beispiel nachhaltiger Entwicklung im langjährigen Abbau seiner Mineral- und Energiequellen. Die Hebung von Troodos führte zu erhöhten Niederschlägen: In Verbindung mit der Gesteins-Durchlässigkeit entstanden Tausende von Quellen an der Gebirgskette, die den Siedlungen bzw. den Städten das notwendige Wasser für Bewässerung und Versorgung während der im östlichen Mittelmeer lang dauernden Trockenzeit boten. Die Ressourcen, die die Natur Zypern durch geologische Prozesse schenkte, zusammen mit dessen strategischer Position am Kreuzweg dreier Kontinente und inmitten einer Region, wo die größten Kulturen der Antike blühten, sind wohl die wichtigsten Komponenten der langjährigen Geschichte, Kunst und Kultur der Insel gewesen.

Συμβολή της Γεωλογίας της Κύπρου στην Εκτεταμένη Εκμετάλλευση των Χαλκούχων Κοιτασμάτων της, κατά την Αρχαιότητα

Diskussion

Buchholz: Herr Dr. Konstantinou, wir sind Jahrzehnte lange Freunde. Wir wollen auch Prof. Zwicker in Erlangen erwähnen, der im Feld der frühzeitlichen Metallurgie Zyperns Pionierarbeit geleistet hat. Die Diskussion sollen wir wohl zunächst auf Ihr eigentliches Fachgebiet, auf Geologie und Kupfervorkommen der Insel, konzentrieren. Das Thema der Metallgewinnung und Verarbeitung wäre sodann zusammenfassend zu behandeln, wobei uns Spezialisten unterstützen werden: Frau Prof. Kassianidou und unser Schweizer Kollege Dr. Fasnacht, der aber, wie ich höre, erst am Samstag kommen kann, sodann für die Weiterverarbeitung des Kupfers Herr Prof. Matthäus. Mit Frau Dr. Groppegiesser ist eine Archäologin unter uns, die Pionierarbeit auf Thasos und den Kykladen-Inseln in Bezug auf die Erforschung von Erzvorkommen, auch von Silber und Gold, geleistet hat. Wir könnten rein methodologische Fragen später diskutieren.

Σύντομη Μετάφραση: Δρ. Κωνσταντίνου, είμαστε φίλοι επί δεκαετίες. Ας αναφέρουμε και τον καθ. Τσβίκερ του Έρλανγκεν, που είναι πρωτοπόρος στην προϊστορική μεταλλουργία της Κύπρου. Ας συγκεντρωθούμε τώρα στον τομέα σας, τη γεωλογία και τα κοιτάσματα χαλκού στην νήσο. Έτσι θα μπορέσουμε να δούμε συνολικά την εξόρυξη κι επεξεργασία του μετάλλου από την καθ. κυρία Κασσιανίδου και τον καθ. Ματέους. Η δρ. Γκρόπενγκισερ, αρχαιολόγος, έχει κάνει πρωτοποριακή εργασία στη Θάσο και τις Κυκλάδες ως προς τον εντοπισμό του χαλκού, αργύρου και χρυσού. Τα καθαρά μεθοδολογικά ζητήματα τα συζητούμε αργότερα.

Katsouris: Δεν είμαι αρχαιολόγος ούτε θεολόγος, αλλά δεν κατανόησα το εξής στην ομιλία του δρος Κωνσταντίνου: είπατε ότι στις περιοχές εξορύξεως και παραγωγής χαλκού στα ορεινά της Κύπρου υπήρξε η αναδάσωση της περιοχής και τις εξηγήσατε με τις βροχοπτώσεις, παρομοιάζοντας την περιοχή με την Ευρώπη. Στην περιοχή του Kitzbühl, Kufstein – όπου και το όνομα «χαλκός» – γίνονταν εξόρυξη. Υπάρχουν τεράστιες βουνοπλαγιές, στις οποίες γύρω στο 1900 – όπως μας εξήγησαν – γίνονταν εξορύξεις, και χρειάστηκαν δέντρα για την παραγωγή του χαλκού. Η περιοχή εκείνη έμεινε φαλακρή. Πώς είναι δυνατό στο Kufstein να έμεινε φαλακρή η περιοχή και να υπάρχει τόση αναδάσωση στις περιοχές της Κύπρου; αυτό δεν μπόρεσα να το καταλάβω. Η δεύτερή μου ερώτηση είναι από πού πήρε η Χαλκιδική το όνομά της και αν αυτό είναι συνδεδεμένο με περιοχή χαλκού.

Kurze Übersetzung: Sie sagten, dass an den Kupferausgrabungen und den Produktionsstätten Zyperns eine Neubewaldung eingetreten war infolge der dortigen Regenfälle und haben die Region mit Europa verglichen. Bei Kitzbühl, Kufstein – auch hier das Wort „Kupfer“ – wurde bis 1900 Kupfer an riesigen Berghängen gewonnen, wo man Holz zur Feuerung brauchte. Diese Gegend ist seitdem kahl geblieben. Wieso blieb Kufstein kahl, wenn auf Zypern neu bewaldet wurde, das begreife ich nicht. Zweite Frage, woher der Name „Halkidiki“ stammt, hat das auch mit „Halkos“, Kupfer, zu tun?

Konstantinou: Υπάρχει μια βασική διαφορά. Αν η περιοχή καλύπτεται από ασβεστολιθικά πετρώματα, η τοπογραφία της είναι συνήθως απόκρημνη και όταν καταστραφεί η δασοκάλυψη ακολουθεί η πλήρης διάβρωση του εδάφους και η επαναφορά του είναι πολύ αργή. Εκτός από τη βροχόπτωση, για να γίνει αναδάσωση είναι απαραίτητο και στρώμα εδάφους, γι' αυτό και η

αναδάσωση στα πετρώματα αυτά είναι μια πολύ αργή διαδικασία. Μια εκδοχή για την εξαφάνιση του πολιτισμού των Μάγια στην Κεντρική Αμερική ήταν η καταστροφή του τροπικού δάσους για τη δημιουργία καλλιεργήσιμης γης. Αυτό είχε ως συνέπεια τη διάβρωση του εδάφους από τις τροπικές βροχές. Το υποκείμενο πέτρωμα ήταν ασβεστολιθικό, η δημιουργία νέου εδάφους πολύ αργή και οι κάτοικοι έμειναν χωρίς γεωργική παραγωγή.

Στην Κύπρο οι συνθήκες ήταν πολύ διαφορετικές. Τα πετρώματα του Τροόδους είναι πυριγενή, έντονα τεκτονισμένα και καταθρυμματισμένα, η αποσάθρωσή τους είναι γρήγορη και προχωρεί σε βάθος με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας πολύ ομαλής τοπογραφίας και παχέος στρώματος εδάφους. Η ομαλή τοπογραφία έκαμε εύκολη την προσπέλαση σε ολόκληρο το νησί και βοήθησε την εκμετάλλευση του δασικού της πλούτου για τις ανάγκες της ανεπτυγμένης μεταλλευτικής της βιομηχανίας χαλκού. Επιπρόσθετα, το εύφορο έδαφος, η αυξημένη βροχόπτωση λόγω του μεγάλου υψομέτρου και το Μεσογειακό της κλίμα συνέβαλαν στην σχετικά γρήγορη αναδάσωση η οποία σύμφωνα με στοιχεία του Τμήματος Δασών γίνεται σε 50–80 χρόνια.

Kurze Übersetzung: Hier liegt der Unterschied: in karstigen Gebieten ist die Oberfläche meist zerklüftet, nach Abholzung des Waldes tritt eine totale Erosion ein, die Rückgewinnung des Waldes ist sehr langsam. Für eine Neubewaldung braucht man auch eine Bodenschicht. Man interpretiert den Untergang der Maya-Kultur Zentralamerikas mit dem Kahlschlag zwecks landwirtschaftlicher Produktion. Der Tropenregen erodierte den Boden, darunter befand sich Kalkgestein, die Entstehung neuen Bodens war sehr langsam und die Landwirtschaft verschwand.

In Troodos, Zypern, ist das Gestein vulkanischer Herkunft, durch Erdbeben zerschnitten und pulverisiert. Die Verwitterung trat rasch bis in die Tiefe ein, daher eine glatte Oberfläche mit dicker Bodenschicht. Wälder wuchsen bald neu und dienten einer fortgeschrittenen Kupferindustrie. Hinzu kamen erhöhte Niederschläge infolge der Höhe, wobei das Mittelmeer-Klima zu einer relativ raschen Neubewaldung beitrug. Angaben der Forstdirektion zufolge erfolgt eine Neubewaldung innerhalb von 50–60 Jahren.