

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΤΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ ΘΗΡΑΣ¹

ANNA ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ

ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ ΚΕΝΤΡΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΩΜΑΪΚΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑΣ, ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ

Όταν οι κάτοικοι της Θήρας εγκατέλειψαν την πόλη τους λίγο πριν την τελική έκρηξη του ηφαιστειού, πίστευαν ίσως ότι θα επιστρέψουν αργότερα: σε ορισμένα κτίρια, τα ίχνη από το θυρόφυλλο της εξώπορτας πάνω στην ηφαιστειακή τέφρα δείχνουν ότι φεύγοντας έκλεισαν πίσω τους την πόρτα. Η κάλυψη της πόλης με την ηφαιστειακή τέφρα απέκλεισε παραμέτρους μεταβολής της αρχαιολογικής εικόνας, την ανακύκλωση ή τη λεηλασία, για παράδειγμα. Είναι χαρακτηριστικό ότι η αρπαγή των μετάλλινων σκευών από τους κατακτητές μιας πόλης, περιγράφεται σε Χετιπικό κείμενο ως «έθιμο»².

Πρακτικές ή κοινωνικές και ιδεολογικές λειτουργίες υπαγορεύουν τεχνικές προδιαγραφές στην κατασκευή των μετάλλινων αντικειμένων. Συνταγές δράσης, διδακτικό πλαίσιο και επιστήμη της τεχνολογίας θεωρούνται ως τα τρία στοιχεία που συνθέτουν την τεχνογνωσία. Οι συνταγές δράσης περιλαμβάνουν τις πρώτες ύλες, τα εργαλεία, τη σειρά διαδοχής στις απαιτούμενες διαδικασίες, και τους κανόνες που διέπουν τις λύσεις όσων προβλημάτων ανακύπτουν. Οι τεχνίτες διδάσκονται τις συνταγές δράσης, αλλά μπορεί να γνωρίζουν ή να αγνοούν την επιστήμη που τις υπαγορεύει³.

Ως προς τις πρώτες ύλες, στο Ακρωτήριο βρέθηκαν αντικείμενα από μόλυβδο, ελάχιστα από χρυσό ή άργυρο, η πλειονότητα των σκευών, εργαλείων, όπλων και προσωπικών αντικειμένων που εγκαταλείφθηκαν, είναι κατασκευασμένα από χαλκό⁴. Η προέλευση του μετάλλου αποτελεί πάντα θέμα αιχμής για την έρευνα⁵. Η μέθοδος ισοτοπικής ανάλυσης του εργαστηρίου της Οξφόρδης έχει προσδιορίσει για το Ακρωτήριο, το Λαύριο ως πηγή μολύβδου, αργύρου και εν μέρει χαλκού, σήμερα όμως επικρατεί η άποψη ότι χρησιμότερη είναι η αρνητική απάντηση: όταν ένα αντικείμενο δεν εμπίπτει στο ισοτοπικό πεδίο μιας πηγής μετάλλου, τότε είναι πιθανότερο ότι το υλικό του δεν προέρχεται από εκεί⁶. Επιβάλλεται δε ο συνδυασμός της ισοτοπικής ανάλυσης με την έρευνα των ιχνοστοιχείων⁷. Για να περιορίζονται τα σφάλματα από την ανακύκλωση του μετάλλου, είναι προτιμότερα ως δείγμα, κομμάτια μεταλλεύματος ή Τάλαντα⁸, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι και εδώ δεν υπάρχουν παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη⁹. Τάλαντα χαλκού δεν έχουν μέχρι τώρα βρεθεί στο Ακρωτήριο. Βρίσκεται σε εξέλιξη η έρευνα από τον Γιάννη Μπασιάκο για την πιθανότητα εκμετάλλευσης ορυχείων χαλκού στη Θήρα και έχω διατυπώσει την υπόθεση ότι οι λίθινες σφύρες που βρέθηκαν στα ερείπια του Ακρωτηρίου ήσαν σε πρώτη χρήση εργαλεία εξόρυξης τα οποία μεταφέρθηκαν στον οικισμό για να χρησιμεύσουν -όπως έδειξε ο Χρίστος Ντούμας- στις εργασίες κατεδάφισης¹⁰.

Στα υλικά του τεχνίτη, εκτός από τα μέταλλα περιλαμβάνεται και η καύσιμη ύλη. Η εκκαμίνευση απαιτούσε μεγάλη ποσότητα καύσιμης ύλης: υπολογίστηκε ότι για την παραγωγή 5 κιλών χαλκού (που αντιπροσωπεύει προϊόν μιας εκκαμίνευσης, ικανό για παρασκευή 20 πελέκεων), χρειαζόνταν τουλάχιστον 100 κιλά κάρβουνο που για να παραχθεί απαιτούσε εργασία 3,3 ημερών ενός εργάτη, και ποσότητα ξύλου 700 κιλά. Ο μεταλλοτεχνίτης του οικισμού χρειαζόταν βέβαια μικρότερη ποσότητα. Σε κείμενο της τρίτης δυναστείας της Ur, επαναλαμβάνεται η ίδια ποσότητα που παραδίδεται στον τεχνίτη για κάθε τεχνούργημα: 1 κιλό ξύλα και 3 δερμάτια καλάμια¹¹.

Και από τα υλικά στα εργαλεία της δουλειάς. Στο Ακρωτήριο βρέθηκαν ένα κομμάτι από πήλινη χοάνη, δύο πήλινα αντικείμενα που θα μπορούσαν να λειτουργούν ως ακροφύσια στην άκρη από καλαμένιους φυσητήρες και μία μήτρα από στεατίτη¹². Μία χάλκινη πυράγρα που βρέθηκε πρόσφατα σε ισόγεια αποθήκη του οικισμού, είναι

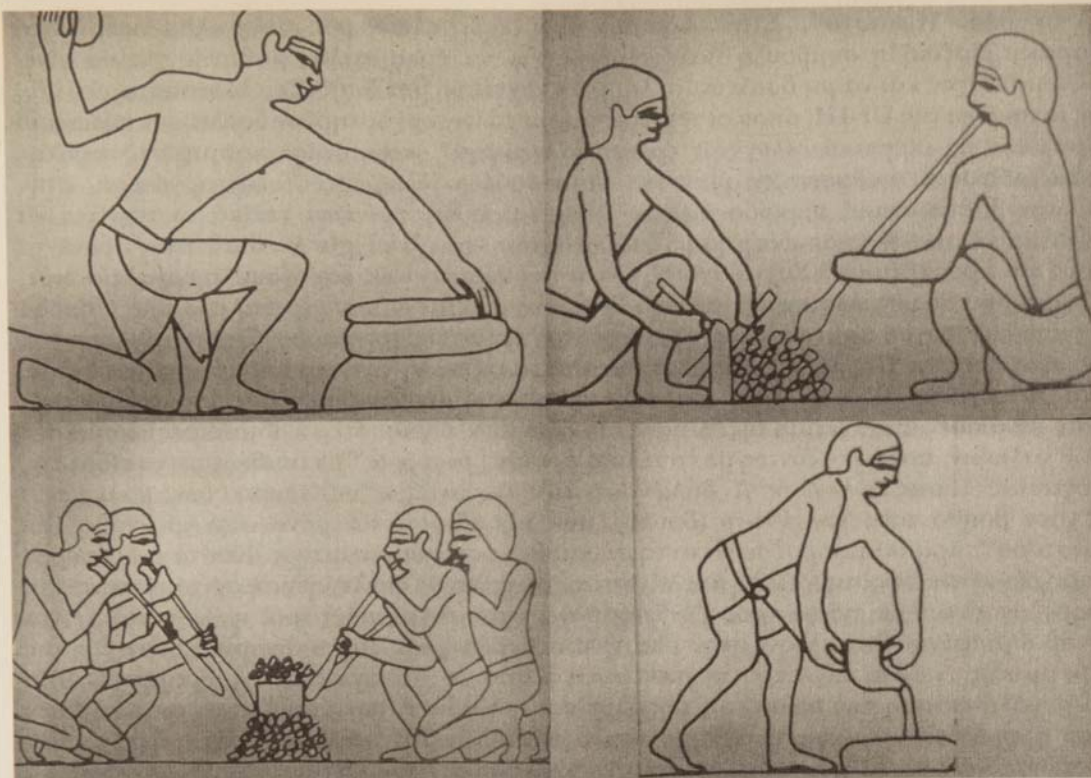
η καλύτερα διατηρημένη του Αιγαιακού τύπου¹³. Η πυράγρα, ένα από τα εργαλεία του τεχνίτη στον Όμηρο, καταγράφεται και στις Μυκηναϊκές πινακίδες και εικονογραφείται σε Αιγυπτιακές παραστάσεις¹⁴.

Στις συνταγές δράσης ανήκει και η επιλογή των κραμάτων, που μελετήθηκαν στο Ακρωτήρι χάρη στη συνεργασία με το Εργαστήριο Αρχαιομετρίας του Δημόκριτου και το Max Planck Institute της Χαϊδελβέργης¹⁵. Επιχρύσωση ή επαργύρωση των ήλων εγχειριδίων από το Ακρωτήρι ανιχνεύτηκαν με τη μέθοδο φθορισμού ακτίνων Χ (XRF), σε φορητή μονάδα. Ο χρυσός περιείχε άργυρο (7,9%). Ποσοστό χαλκού (18%) αποδόθηκε από τον Pernicka σε ατέλεια του δείγματος. Το σώμα του ήλου είναι χαλκός 99% για καλύτερη σύνδεση της λαβής με το μπρούντζινο σώμα του εγχειριδίου, όπως παρατήρησε ο Βαρουφάκης στα πριτσίνια από τον ταφικό περίβολο Β των Μυκηνών¹⁶. Ίσως παρόμοιο καρφί να περιγράφεται στην πινακίδα Τα 716 της Πύλου, αν είναι σωστή η νέα ανάγνωση του Mauricio del Freo για το α-ρι to-ni-jo ως αμφιτόνιον¹⁷: τότε η φράση «*pa-sa-ro ku-ru-so a-ri to-ni-jo* 2», θα μπορούσε να σημαίνει δύο ήλους λαβής ξίφους με επικάλυψη των άκρων τους από χρυσό έλασμα, με δεδομένο ότι στην επόμενη σειρά της πινακίδας καταγράφονται δύο ξίφη¹⁸.

Σε επάργυρο ήλο εγχειριδίου η XRF έδωσε άργυρο (95%) και χαλκό (3,6%). Ο άργυρος αναφέρεται μία φορά στις Μυκηναϊκές πινακίδες σε σχέση με αργυρά επιθήματα τροχών¹⁹. Καταγράφεται όμως σε πινακίδες της Ur-III η ποσότητα 2,8 gr. αργύρου για να προστεθεί σε εγχειρίδιο, ή - ακόμα σαφέστερα - καταγράφεται ένα χάλκινο καρφί εγχειριδίου με επικάλυψη αργύρου²⁰. Σε εγχειρίδιο των Γουρνιών, η αργυρή επικάλυψη των ήλων αποδόθηκε σε μέθοδο θέρμανσης και πίεσης συγγενή με την «Sheffield plating»²¹.

Ως προς τα κράματα του χαλκού: Αρσενικούχο κράμα (με 4,1% αρσενικό) ανιχνεύτηκε - καθόλου τυχαία - σε πρωτοκυκλαδικό τριγωνικό εγχειρίδιο από παλαιότερα στρώματα του οικισμού²². Περιείχε επί πλέον ποσοστό 8,3 % μολύβδου. Η προσθήκη μολύβδου στο χαλκό ή στο μπρούντζο διευκολύνει τη χύτευση και συνηθίζεται στην Αίγυπτο και στη Μεσοποταμία, χωρίς να λείπει και από Μινωικά παραδείγματα²³. Μέχρι στιγμής στο Ακρωτήρι μολύβδος βρέθηκε (5,1%) και σε κασσιτερούχο κράμα, σε μικρό μαχαιρίδιο (συνολικά δηλαδή σε δύο από τα 29 δείγματα που αναλύθηκαν). Από τα αρσενικούχα δείγματα, περιεκτικότητας όλα κάτω του 4%, άλλα έχουν προσθήκη κασσιτέρου και άλλα όχι, και ο Pernicka συμπεραίνει ότι στο Ακρωτήρι δε γινόταν καθαρός του χαλκού πριν από την ανάμειξή του με τον κασσίτερο²⁴. Προσθέτει ότι δεν παρουσιάζεται σταθερή αναλογία, όπως στις πινακίδες Συρίας και Μεσοποταμίας. Όμως, παρά τη συχνή καταγραφή 8 προς 1 στα κείμενα του Mari, υπάρχει και εκεί συχνή αναφορά της φράσης «επτά μέρη μπρούντζου» (που σημαίνει αναλογία 6:1) και διαβάθμιση μέχρι λιγότερο του 3% κασσίτερου²⁵. Άλλωστε η άποψη για το optimum ποσοστό του 10% κασσίτερου θεωρείται σήμερα απλουστευμένη και έχει παρατηρηθεί μεγάλο εύρος στο ποσοστό κασσίτερου σε μινωικά δείγματα (π.χ. 2,8 - 15 %²⁶).

Στο Ακρωτήρι, τα αγγεία είναι συχνά από έλασμα χαλκού και όχι μπρούντζου, αφού ο καθαρός χαλκός είναι ελαττός: μικρός τριποδικός λέβης, δύο πρόχοι, πύραυνο με έκτυπη διακόσμηση. Μεγάλη λεκάνη όμως με δύο λαβές είναι από μπρούντζο (για αντοχή), όπως και μικκύλη λεκάνη και προχοϊσκη (εδώ ίσως από ανακύκλωση μπρούντζου;). Στα εργαλεία κυριαρχεί για ευνόητους λόγους ο μπρούντζος : ποσοστό κασσίτερου 8,4% και 15,7 % σε δύο σμίλες, 4,2 % σε οπέα, καθόλου όμως σε μικρό πριονάκι. Μεγάλο πριόνι, έχει 9,8 % κασσίτερο. Μία πρώτη σύγκριση με άλλες δημοσιευμένες αναλύσεις δείχνει νομίζω ότι η σταθερότητα στις αναλογίες πρέπει να αναζητηθεί κατά είδος αντικειμένου, για παράδειγμα το ποσοστό 12 -13 % κασσίτερου στις λεπίδες δύο εγχειριδίων με επάργυρους ήλους από το Ακρωτήρι²⁷, βρίσκει την αντιστοιχία του σε εγχειρίδιο των Γουρνιών και σε εγχειρίδιο της Πρόσυμανας²⁸. Το ποσοστό όμως 15% σε μία σμίλη του Ακρωτηρίου διαφέρει πολύ από τα ποσοστά 0,81%, 3% και 10% που ανιχνεύτηκαν σε σμίλες ίδιου τύπου και βάρους από το Ashmolean Museum²⁹. Όμως τόσο στην κατασκευή, όσο και στη λειτουργία του αντικειμένου, παίζουν ρόλο και τα άλλα στοιχεία του κράματος³⁰, είτε αποτελούν



Διάφορα στάδια της κατεργασίας του μετάλλου όπως εικονίζεται σε Αιγυπτιακές τοιχογραφίες (από το βιβλίο του B. Scheel, *Egyptian Metalworking and Tools*, 1989)

σκόπιμη προσθήκη είτε προέρχονται από ανακύκλωση απορριμμάτων μπρούντζου. Φαίνεται ότι, όπως έχει δείξει και η μεταλλογραφική εξέταση μινωϊκών δειγμάτων, οι χαλκεύς της εποχής είχαν άριστη γνώση για τις πρακτικές ιδιότητες των διαφόρων μετάλλων, αυτών που διέθεταν κάθε φορά, και πλήρη ικανότητα να κατεργαστούν στη συνέχεια τα προϊόντα της χύτευσης, έτσι ώστε να επιτύχουν τις επιθυμητές ιδιότητες, οι οποίες κάποτε ήσαν ποικίλες και για τον ίδιο τύπο του τελικού προϊόντος³¹.

Στην άποψη ότι ο κασσίτερος συμβάλλει στη σκληρότητα του κράματος, προστίθεται και η άποψη για το αισθητικό αποτέλεσμα, αφού δίνει στο χαλκό χρώμα χρυσού³², όπως φαίνεται σε καλοδιατηρημένα αντικείμενα (και με ακραίο παράδειγμα τον Ελληνιστικό κρατήρα του Δερβενιού³³). Το αισθητικό αποτέλεσμα των κραμάτων έχει ως αποκορύφωμα τον «μαύρο» χαλκό³⁴ των Μυκηναϊκών εγχειριδίων με τη «ζωγραφική σε μέταλλο» που ένα από αυτά βρέθηκε στον Ποταμό, θέση δίπλα στο Ακρωτήρι³⁵.

Τεχνίτες με τέτοιες ικανότητες, ποιά θέση είχαν στην κοινωνία του Ακρωτηρίου; Καταρχήν θα διαχωρίσουμε τον μεταλλουργό από τον μεταλλοτεχνίτη, όπως ήδη στο «Λεξιλόγιο του Princeton» ο πρώτος - με σπανιότερη αναφορά στα σουμεριακά οικονομικά κείμενα - ονομάζεται *URUDU-NAGAR* και ο δεύτερος ονομάζεται *Simug*³⁶. Στα παλαιο-ασσυριακά κείμενα ίσως δεν παρουσιάζεται διαχωρισμός εργασίας: ο τεχνίτης των μετάλλων ονομάζεται γενικά *narhahu(m)*, δηλαδή αυτός που φουσά³⁷. Στις Μυκηναϊκές πινακίδες αναφέρεται ο *ka-ke-u* (χαλκεύς), ο οποίος διαχωρίζεται από τον *ku-ru-so-wo-ko* (χρυσοχόο), όπως και στην Ur-III ο τεχνίτης για τα πολύτιμα μέταλλα έχει το ιδιαίτερο όνομα *Ku-dim*³⁸.

Ο «χαλκιάς» που θα τον λέγαμε σήμερα, ήταν απαραίτητος για την κατασκευή γεωργικών, οικοδομικών, ξυλουργικών εργαλείων, η θέση του όμως ήταν αμφίροπη, ανάμεσα στο σεβασμό που επέβαλλαν τα μυστικά της τέχνης του και στο δέος που υποδηλώνουν γι' αυτόν και τη δυσμορφία του οι μύθοι για τους Τελχίνες, τους Κύκλωπες

ή το θεό Ήφαιστο³⁹. Στην Αίγυπτο δεν έχει ελεύθερο επάγγελμα και είναι χαρακτηριστική η συμβουλή πατέρα προς γιό να είναι καλός μαθητής για να γίνει αξιωματούχος και να μη δουλεύει σκληρά ως τεχνίτης, μια ζωή⁴⁰. Στη Μεσοποταμία, ήδη σε πινακίδες της Ur-III, όπου οι τεχνίτες των μεγάλων εργαστηρίων δουλεύουν κάτω από κρατικό ή ιερατικό έλεγχο, τρεις χαλκουργοί και ένας κοσμηματοτεχνίτης καταγράφονται ανάμεσα σε γραφείς, μουσικούς, καλλιεργητές⁴¹ και αργότερα, στην παλαιο-βαβυλωνιακή περίοδο (19ος - 16ος αι. π.Χ.) φαίνεται γενικά οι τεχνίτες να απολαμβάνουν κάποιας εκτίμησης και να έχουν την ελευθερία να διαθέτουν προϊόντα τους και προς τρίτους⁴². Συχνά αναφέρονται τα ονόματά τους και έχουν τα εργαλεία τους. Η αμοιβή του μεταλλοτεχνίτη σε προ-Σαργωνικό κείμενο αναφέρεται στο ίδιο επίπεδο με του ξυλουργού και του ράφτη⁴³. Ο χρόνος εργασίας του υπολογίζεται επίσης, αφού σε πινακίδα της Ur-III δηλώνεται εκτός από τα μέταλλα και την ποσότητα του ξύλου, και η εργασία δύο ημερών για την κατασκευή συγκεκριμένου τεχνουργήματος⁴⁴. Στις πινακίδες της Γραμμικής Β που μας αφορούν περισσότερο, ιδιαίτερες ονομασίες των χαλκείων που σχετίζονται με το τελικό προϊόν (*pi-ri-je-te*⁴⁵) και ιδίως με το είδος της εργασίας (όπως *a-ke-te-re*⁴⁶), δηλώνουν την περαιτέρω ειδίκευση των χαλκείων⁴⁷. Έχουν βοηθή τους τον *do-e-ro* (δούλο), που προσδιορίζεται μόνο από το όνομα του μάστορα⁴⁸, άρα θα μπορούσε να αντιμετωπισθεί ως μαθητευόμενος. Και το ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι στην Πύλο τουλάχιστον, οι χαλκείς δουλεύουν στον τόπο τους και φορολογούνται με ειδικό τρόπο⁴⁹. Επομένως, στον Αιγαιακό χώρο, η θέση τους είναι αναβαθμισμένη. Επί πλέον, στην εποχή του Ακρωτηρίου, το οικονομικό σύστημα της Γραμμικής Α είναι λιγότερο συγκεντρωτικό από το Μυκηναϊκό της Γραμμικής Β⁵⁰. Η μεγάλη έκταση της πόλης⁵¹, η ποικιλία και η διάδοση των μετάλλινων αντικειμένων και η εν γένει οικονομική άνθηση όπως υποδηλώνεται από την τοιχογράφηση των κτιρίων, όπου εικονογραφείται ο πλούτος των ενοίκων, όλα δείχνουν ότι η πόλη ασφαλώς μπορούσε να συντηρεί τεχνίτες του μετάλλου⁵². Το θέμα είναι αν συντηρούσε και καλλιτέχνες σαν τον κατασκευαστή του εγχειριδίου από τον Ποταμό, ή αν ορισμένα είδη ήσαν επεισόδια, αφού για παράδειγμα, ο κυλινδρικός τριποδικός λέβητας της Δυτικής Οικίας είναι ο μοναδικός αυτού του τύπου που βρέθηκε εκτός Κρήτης⁵³. Έτσι κι αλλιώς, εκτός από τα έργα ταξιδεύουν και οι τεχνίτες με τα εργαλεία τους, μεταφέροντας τις γνώσεις τους⁵⁴.

Ως προς το θέμα της πλήρους ή μερικής απασχόλησης των εγκατεστημένων τεχνιτών, βρίσκω πολύ ενδιαφέρουσα τη σύγκριση που κάνει ο Uchitel, για όσους από τους χαλκείς των Μυκηναϊκών πινακίδων καταγράφονται ως «αταλάσιοι» (δηλαδή χωρίς να τους έχει δοθεί χαλκός), με τους αντίστοιχους αργυροχόους πινακίδας της Ur-III, οι οποίοι στέλνονται ως εποχιακοί στο θερισμό⁵⁵. Με πιθανή την κατοχή γης ήδη στην εποχή της Μυκηναϊκής γραφειοκρατίας οι χαλκείς της Μινωϊκής εποχής θα ήσαν πάντα πλήρους απασχόλησης; Ο χαλκουργός θα δούλευε για την πόλη και τους εύπορους κατοίκους της, ο χρυσοχόος άραγε χρειαζόταν απαραίτητα ένα παλάτι; Γιατί στο περίφημο ανατολικό κείμενο που εύστοχα παραθέτει ο Piggot, το γνωστό ως «Ο διάλογος ανάμεσα στο χαλκό και στον άργυρο»⁵⁶, ο χαλκός οικτρίζει τον άργυρο, που χωρίς ανάκτορο δεν έχει κατοικία.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Η ανακοίνωση αυτή αποτελεί εξέλιξη της έρευνας που παρουσιάστηκε στο Michailidou, 1995. Επικεντρώνεται στην κοινωνία της παραγωγής, αφήνοντας κατά μέρος την πίεση που ασκεί στην παραγωγή η κοινωνία της κατανάλωσης. Ευχαριστίες οφείλονται στους συνεργάτες και φίλους Γιάννη Μπασιάκο και Άρη Γέροντα και ιδιαίτερες στην Ελευθερία Παπαδήμα, η οποία συντήρησε τον κύριο όγκο των μετάλλινων ευρημάτων και οργάνωσε το σχετικό εργαστήριο που αποκτήθηκε χάρη στις άοκνες προσπάθειες του διευθυντή της ανασκαφής του Ακρωτηρίου, καθηγητή Χρίστου Ντούμα, και στην οικονομική ενίσχυση της εταιρείας Μπουτάρη.
2. Moorey, 1994, 254.

3. Schiffer-Skibo, 1987, 596-597.
4. Doumas, 1983, 115-116, Μιχαηλίδου (υπό έκδοση).
5. Βλ. σχετικά Michailidou, 1995, 173-175.
6. Pernicka, 1995.
7. Ό.π. 61-62. Χρησιμοποιείται κυρίως η μέθοδος της Νευτρονικής Ενεργοποίησης (NAA) και λαμβάνονται υπόψη όσα στοιχεία δεν επηρεάζονται από τη διαδικασία εκκαμίνευσης, ιδίως χρυσός, άργυρος, νικέλιο, κοβάλτιο: Dercksen, 1996, 6.
8. Οπότε χρήσιμα είναι και τα ιχνοστοιχεία αρσενικό, αντιμόνιο, μόλυβδος, βισμούθιο, σίδηρος: ό.π.
9. Τα Τάλαντα μπορεί να είναι πρωτογενή προϊόντα από ακάθαρτο χαλκό ή δευτερογενή από εμπλουτισμό. Σπάνια να είναι από μπρούντζο ενώ συχνά οι Χελώνες προκύπτουν από ανάμειξη μετάλλων ή ανακύκλωση του μπρούντζου (πρβλ. Bass, 1967, 78).
- 10.Βλ. Michailidou, 1995, 175, 178-9; Doumas, 1974, 365-370; Craddock, 1995, 39-40.
11. Moorey, 1994, 244.
12. Michailidou, 1995, 171-173.
13. Πρβλ. ταξινόμηση από Vagnetti, 1984, 159.
14. Βλ. Scheel, 1989, figs. 31-32.
15. Η συνεργασία μου με τους Γ. Μπασιάκο του Δημόκριτου και Ernst Pernicka και Ute Schwan του Max Planck Institute, υποστηρίχθηκε οικονομικά από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Human Capital and Mobility 1995-97.
16. Βαρουφάκης, 1973, 368.
17. Del Freo, 1990, 329.
18. Σε αυτήν την περίπτωση όμως ο *πάσσαλος* (=ομηρική ονομασία για το καρφί του τοίχου) δε θα έπρεπε αρχικά να ήταν απαραίτητως ξύλινος.
19. Η φράση είναι *a-ku-ro de-de-me-no* για ένα ζεύγος τροχών στην πινακίδα PY Sa287: Ventris-Chadwick, 1973, 37.
20. Limet, 1960, 154.
21. Northover - Evely, 1995, 83q Charles, 1968, 283.
22. ΠΑΕ, 1992, 184
23. Βλ. Northover-Evely, 1995, 96 όπου περιγράφονται και οι ιδιότητες του μείγματος
24. Για παράδειγμα, δίσκος ζυγού έχει 3,2 % αρσενικό και 8,2 % κασσίτερο, άρα είναι σαφώς κρατέρωμα, ενώ μικρό εγχειρίδιο είναι μόνο από χαλκό με περιεκτικότητα 1,71 % αρσενικού.
25. Βλ. Dercksen, 1996, 73 και Moorey, 1994, 252.
26. Βλ. Northover-Evely, 1995, 96.
27. ΠΑΕ, 1993, Πιν. 112 γ,δ, όπου το ένα εξ αυτών όπως ευρέθη κατά χώραν.
28. Northover-Evely, 1995, 82 και Demakopoulou, et al. 1995, 147 (NM 8446).
29. Northover - Evely, 1995, 87, 95.
30. Ό.π., 100, και Evely, 1993, 16.
31. Northover-Evely, 1995, 104
32. Βλ. Moorey, 1994, 253, Pigott, 1996, 159.
33. Varoufakis, 1977, 71-86.
34. Demakopoulou et al., 1995, ιδίως 139.
35. Sakellariou - Chatziliou, 1989, 28, Pl. IX, 1.
36. Limet, 1960, 119. Πρβλ. και κείμενα από το Mari: Limet, 1960, 189.
37. Dercksen, 1996, 71-72 και ό.π. 121.
38. Limet, 1960, 187.
39. Θέμελης, 1992, 37.
40. Scheel, 1989, 59.
41. Limet, 1960, 189.
42. Evely, forthcoming 557.
43. Limet, 1960, 174.
44. Légrain, 1947, 228.
45. *Πρισήρ* = μαχαιροποιός κατά τους Ventris-Chadwick, 1973, 571.

46. *Ασκητήρας* = ο διακοσμητής κατά τον Killen, 1979, 165-167.
 47. Βλ. Morpurgo-Davies, 1979, 105. Πρβλ. 103: το υψηλό επίπεδο ειδίκευσης του Μυκηναϊκού κόσμου διαφέρει από το αντίστοιχο του κόσμου του Ομήρου και του Ησιόδου.
 48. Hiller, 1988, 54.
 49. Οι χαλκείς «ου δίδωσι»: Lejeune, 1971, 177.
 50. Π.χ. Μιχαηλίδου, 1990, 85.
 51. Doumas, 1983, 45, βλ. και 124-125.
 52. Michailidou, 1995, 176-177.
 53. Matthaeus, 1980, 105.
 54. Πρβλ. Michailidou, 1995, 176-7, Boulotis 1997.
 55. Uchitel, 1991-2, 202.
 56. Pigott, 1996, 167.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bass, G., *Cape Gelidonya. A Bronze Age Shipwreck*, Philadelphia 1967.
 Boulotis, Ch., «Itinerant fresco-painters and their social status in the Aegean Late Bronze Age: The emergence and diffusion patterns of a prestigious art», paper presented in the *International Symposium on the Wall Paintings of Thera*, Phira, 31 August - 4 September 1997.
 Charles, J.A., «The first Sheffield plate, *Antiquity*, 42, 1968, 278-289.
 Craddock, P. T., *Early Metal Mining and Production*, Washington, 1995.
 Del Freo, M., «Miceneo a-pi to-ni-jo e la serie Ta di Pilo», *SMEA*, 1990, 325-331.
 Demakopoulou, K. - Mangou, E. - Jones, R. E. - Photos Jones, E., «Mycenaean Black Inlaid Metalware in the National Archaeological Museum, Athens; A Technical Examination», *BSA*, 90, 1995, 137 - 153.
 Dercksen, J. G., *The Old Assyrian Copper Trade in Anatolia*, Istanbul 1996.
 Doumas C., «Late Bronze Age Engineering in the Aegean», *AAA*, VII, 1974, 365- 370.
 Doumas, C., *Thera, Pompeii of the Ancient Aegean*, London 1983.
 Evely, D., «Minoan Crafts, Tools and Techniques», *SIMA XCII:1*, Göteborg 1993.
 Evely, D., *Minoan Crafts, Tools and Techniques*, vol. 2, forthcoming.
 Hiller, S., «Dependent personnel in Mycenaean Texts», Helttzer, M -Lipinski, E (eds), *Society and Economy in the Eastern Mediterranean*, (c. 1500 - 1100 B.C.), Leuven 1988, 53-68.
 Killen, J., «The Knossos Ld (1) Tablets», *Colloquium Mycenaeanum*, Neuchâtel 1979, 151-181.
 Limet, H., *Le travail du métal au pays de Sumer au temps de la IIIe dynastie d'Ur*, Paris 1960.
 Lejeune, M., «Les forgerons de Pylos», *Inculabula Graeca*, XLII, 1971, 169-195.
 Légrain, L., *Ur Excavations Texts III. Business Documents of the Third Dynasty of Ur*, London 1947.
 Matthaeus, H., *Die Bronze Gefässe der kretisch-mykenischen Kultur*, PB II, München 1980.
 Μιχαηλίδου, Α., «Μετρικό σύστημα και σχέσεις παραγωγής στο Αιγαίο, στην ύστερη εποχή του χαλκού», *ΠΟΙΚΙΛΑ ΜΕΛΕΤΗΜΑΤΑ*, 10, 1990), 65-96.
 Μιχαηλίδου, Α., (υπό έκδοση): *Τα μέταλλα ευρήματα της Δυτικής Οικίας*, Αθήνα Έκδοση Αρχαιολογικής Εταιρείας.
 Michailidou, A., «Investigating Metal Technology in a Settlement. The case of Akrotiri at Thera», *Αρχαιολογία*, 8, 1993 - 94, 1995, 164 - 180.
 Moorey, P.R.S., *Ancient Mesopotamian Materials and Industries, The Archaeological Evidence*, Oxford, 1994.
 Morpurgo-Davies, A., «Terminology of Power and Terminology of Work in Greek and Linear B», *Colloquium Mycenaeanum*, Neuchâtel 1979, 87-108.

- Northover, P.- Evely, D., «Towards an Appreciation of Minoan Metallurgical Techniques. Information provided by Copper Alloy Tools from the Ashmolean Museum, Oxford», *BSA*, 90, 1995, 83-105.
- Pernicka, E., «Crisis or Catharsis in Lead Isotope Analysis?», *JMA*, 8.1, 1995, 59-64.
- Pigott, V.C., «Near Eastern Archaeometallurgy: Modern Research and Future Directions», Cooper, J.S.- Schwartz, G.M. (eds), *The Study of the Ancient Near East in the Twenty-First Century*, USA 1996.
- Sakellariou Xenaki, A. - Chatziliou, C., *Peinture en Métal à l' époque mycénienne*, Athènes 1989.
- Scheel, B., «Egyptian metalworking and Tools», *Shire Egyptology*, (13), 1989.
- Schiffer, M.B. - Skibo, J.M., «Theory and Experiment in the Study of Technological Change», *Current Anthropology*, 28, 1987, 595 - 622.
- Θέμελης, Π., «Η Ερέτρια τον 8ο π. Χ. αιώνα. Εργαστήρια Χρυσοχοΐας», *Αρχαιολογία*, 12, Μάρτιος 1992, 29 - 38.
- Uchitel, A., «Bronze -Smiths of Pylos and Silver-Smiths of Ur», *MINOS*, 25-26, 1991-2, 195-202.
- Βαρουφάκης, Γ., «Μεταλλουργική έρευνα αντικειμένων εκ χαλκού εκ του Ταφικού Περιβόλου Β των Μυκηνών», Μυλωνάς, Γ. Ε., *Ο Ταφικός Κύκλος Β των Μυκηνών*, τόμ. Α', Αθήνα 1973, 363- 378 .
- Varoufakis, G., «Metallurgical Investigation of the Bronze Crater of Derveni, Aspects of Early Metallurgy», *Proceedings of a Symposium held at the British Museum on 22 and 23 April 1977*, 71-86
- Vagnetti, L., «Testimonianze di Metallurgia Minoica dalla zona di Nerokourou (Kydonia)», *SMEA XXV*, 1984, 155 - 171.
- Ventris, M. - Chadwick, J., *Documents in Mycenaean Greek*, Cambridge 1973.

SUMMARY

METAL TECHNOLOGY IN PREHISTORIC AKROTIRI, THERA

A. MICHAILIDOU

The question we addressed in this paper was mainly the technological knowledge in metalworking as detected from the archaeological evidence coming from the prehistoric society of Akrotiri on Thera. Being a continuation of an article previously appeared (Michailidou, 1995), it now focuses to recent results of analytical examinations (mostly by XRF) of some well preserved metal objects: mainly copper alloys are discussed, in comparison to relevant Late Minoan samples. An appreciation of the metallurgical techniques of the period is accomplished, as it is obvious that the craftsmen had indeed a good knowledge of the practical natures of the metals at their disposal. Regarding their social status some information may be derived from cuneiform tablets (mainly coming from the Ur-III dynasty) and the evidence from the Mycenaean tablets. The town of Akrotiri could have supported full-time bronzesmiths manufacturing tools for everyday necessities, but the comparison of smiths «without allocation» in Linear B tablets, to silver-smiths of Ur occasionally «released for the harvest» (as Uchitel 1991-2), points to the probability of part-time occupancy at least for artisans working on precious metals.