

## Heavy metal: απίστευτοι οι αρχαίοι Έλληνες μεταλλουργοί!

/ [Επιστήμες, Τέχνες & Πολιτισμός](#)



*Οι ογκόλιθοι που επάνω τους στηρίζονται με σιγουριά οι κομψές Καρυάτιδες είναι στέρεα και αόρατα για τον επισκέπτη συνδεδεμένοι μεταξύ τους με τη μέθοδο των διπλών T. Το ίδιο και οι ογκόλιθοι ψηλά επάνω από τις κολόνες*

Με ευρηματικές τεχνικές που δεν είχαμε φανταστεί και με αυστηρές προδιαγραφές, χαραγμένες σε «οδηγίες χρήσης», δούλευαν τα μέταλλα οι πρόγονοί μας

Βλέπεις σε Αρχαιολογικό Μουσείο όπως αυτό του Πειραιά το τεράστιο απομεινάρει από το έμβολο ενός αρχαίου πλοίου και το προσπερνάς μάλλον γρήγορα, γιατί προτιμάς ίσως να θαυμάσεις τα αγάλματα με τις υπέροχες σωματικές λεπτομέρειες που βρίσκονται εκτεθειμένα στον ίδιο χώρο. Δύσκολο να τα συνδέσεις αυτά τα δύο πράγματα. Και εγώ δεν είχα ιδέα για αυτό ώσπου παρακολούθησα μια διάλεξη του κ. Γιώργου Βαρουφάκη για την τεχνολογική εξέλιξη των εμβόλων στα πολεμικά πλοία της κλασικής εποχής και άνοιξαν κάπως τα μάτια μου. Και όποιος άλλος παρακολούθησε τις διαλέξεις που διοργάνωσε η Ελληνική Εταιρεία Μελέτης της Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας αυτή τη χρονιά είχε άλλη μία ευκαιρία για να θαυμάσει όχι μόνο την επινοητικότητα των Αρχαίων

Ελλήνων αλλά και το πώς οι ανακαλύψεις τους ενσωματώνονταν σε περισσότερες από μία πτυχές της ζωής τους. Δηλαδή ο προσεκτικός και υποψιασμένος αναγνώστης των αρχαίων κειμένων θα βρει τον απόηχο από τα επιτεύγματα της τεχνολογίας της αντίστοιχης εποχής και στους μύθους και στα έπη και στην καθημερινή ζωή, στο εμπόριο αλλά και στα πολεμικά πλοία. Ενώ ο επισκέπτης των μουσείων θα τα δει αυτά να έχουν εφαρμοστεί στα όσα έχουν σώσει ως σήμερα οι ανασκαφές.

Ο αρχισιδηρουργός

Ο μεταλλουργός Γιώργος Βαρουφάκης



Ο κ. Βαρουφάκης ξεκίνησε ως χημικός για να μετεξελιχθεί σε μεταλλουργό. Γεννήθηκε το 1925 στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου και εργάστηκε από τη δεκαετία του '50 στη Χαλυβουργική. Εκεί κάποια στιγμή ο καθηγητής της Ανόργανης Χημείας Ε. Στάθης τού ανέθεσε να μελετήσει δύο οξειδωμένα χάλκινα θραύσματα από έναν αρχαϊκό Κούρο του 6ου αιώνα π.Χ. και από μιαν Αρτέμιδα του 5ου αιώνα π.Χ. Επρεπε να αποφανθεί για το αν είχαν κάνει καλά που τα έπλυναν στο Αρχαιολογικό Μουσείο με απεσταγμένο νερό και γενικά αν συντηρήθηκαν

σωστά. Η έρευνα πήγε καλά, η συντήρηση ήταν αυτή που έπρεπε, τα αγάλματα τώρα βρίσκονται στο Μουσείο του Πειραιά και εκτός αυτού υπήρχε πλέον ένας... άνθρωπος αναφοράς, αφού αρκετοί αρχαιολόγοι ζητούσαν πλέον τη γνώμη του σχετικά με τα μεταλλικά ευρήματά τους.

Αλλά και εκείνος δεν έμεινε μόνο με τις θεωρητικές του γνώσεις της Χημείας και εκτός αυτού αν και παιδί είχε αποστραφεί τα Αρχαία, εξαιτίας του τρόπου διδασκαλίας τους, τώρα έγινε ένας παθιασμένος αναγνώστης του Ομήρου, του Ηροδότου, του Θουκυδίδη, του Ξενοφώντα. Κάνοντας ένα ακόμη βήμα στη συνέχεια, άρχισε να πειραματίζεται στον χώρο της δουλειάς για τους τρόπους που οι αρχαίοι μεταλλουργοί δημιουργούσαν τα κράματά τους. Εφτιαχνε πρωτόγονους φούρνους, προβληματιζόταν για τα εργαλεία που είχαν στη διάθεσή τους οι αρχαίοι τεχνίτες-καλλιτέχνες. Εκτός από αρχισιδηρουργός λοιπόν έγινε και ερευνητής. Βοήθεια και κατανόηση έβρισκε από τους απλούς χαλυβουργούς του εργοστασίου. Μία ημέρα έδωσε έναν μεταλλικό δίσκο σε κάποιον από αυτούς τους προικισμένους τεχνίτες με την παράκληση από τον δίσκο, επινοώντας την κατάλληλη τεχνική, χωρίς να του αποκαλύψει τη σκέψη του, να δημιουργήσει έναν μικρό λέβητα. Επειτα από δοκιμές και δοκιμές πραγματικά ο άνθρωπος σφυρηλατώντας από το κέντρο προς την περιφέρεια κατά μήκος των ακτίνων του κυκλικού δίσκου άρχισε να δημιουργεί τα τοιχώματα του λέβητα.

Αυτό ήταν αρκετό για τον κ. Βαρουφάκη ώστε να επαληθεύσει τη σκέψη του ότι και ο περίφημος κρατήρας του Δερβενίου με ύψος 1 μέτρο είχε φτιαχτεί με αυτόν τον τρόπο αλλά και με την άπειρη υπομονή του αρχαίου καλλιτέχνη. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ο κρατήρας αυτός συνίστατο από σφυρήλατα και χυτά τεμάχια. Συγκεκριμένα, το κύριο σώμα ήταν σφυρήλατο, ενώ η βάση τα μικρά αγαλμάτια που τον στόλιζαν και το πάνω τμήμα του ήταν χυτά. Στη συνέχεια, για τη δημιουργία των ανάγλυφων παραστάσεων θα έπρεπε να σφυροκοπούσαν με μεγάλη προσοχή το εξωτερικό τμήμα σύμφωνα με το σχέδιο του επικεφαλής καλλιτέχνη. Ένας βοηθός θα κρατούσε κόντρα με ένα εργαλείο στο εσωτερικό του κρατήρα και ο καλλιτέχνης απ' έξω με άπειρη προσοχή και ελαφρότατο χέρι θα σφυρηλατούσε τα τοιχώματά του, ώστε οι ανάγλυφες μορφές να γίνονται πλέον τρισδιάστατες και τελικά να δημιουργήσουν ένα θαυμάσιο έργο τέχνης.

Στη στέγη του Παρθενώνα

Μια σπουδαία εμπειρία είναι βέβαια το να δεις τον Παρθενώνα όχι απλά από κοντά αλλά να ανέβεις ως την κορυφή με τη βοήθεια της σκαλωσιάς και να εξετάσεις επί τόπου τους συνδέσμους που συγκρατούν τους ογκόλιθους μεταξύ τους. Και τύχη καλή το έφερε, όταν του ζήτησαν να εξετάσει πώς συνδέονταν οι ογκόλιθοι, να φθάσει και ως εκεί. Τότε κατάλαβε, όπως λέει, ότι «ο πολιτισμός υπάρχει μαζί με

την τεχνολογία, πίσω από τον Παρθενώνα υπήρχαν μηχανικοί όπως ο Ικτίνος και ο Καλλικράτης». Και η λεπτομερής εξέταση των συνδέσμων σε σχήμα διπλού T που έγινε έδειξε ότι οι άνθρωποι εκείνοι εκτός από τη σπουδαία αρχιτεκτονική τους ικανότητα ήξεραν και το πώς να εξασφαλίσουν την αιωνιότητα των έργων τους.

Για να ενώσουν και να συγκρατήσουν δύο ογκόλιθους, λάξευαν στον καθένα από ένα T. Οι μεταλλουργοί της εποχής του Παρθενώνα, στην περιοχή του Λαυρίου, γνώριζαν, σε αντίθεση με τους συναδέλφους τους της αρχαϊκής εποχής, τη διαδικασία της παραγωγής χωριστά μαλακού καθαρού σιδήρου και χωριστά σκληρού χάλυβα, δηλαδή με μικρές προσμίξεις άνθρακα. Τα φύλλα των δύο αυτών ποιοτήτων τα συγκολλούσαν μεταξύ τους χτυπώντας εντατικά στο σημείο συνένωσης με το σφυρί και σε θερμοκρασία περίπου 1.200 βαθμών Κελσίου, διότι δεν μπορούσαν να φθάσουν με τα μέσα της εποχής πιο ψηλά. Στη συνέχεια έφερναν κοντά τους δύο ογκόλιθους, έλιωναν μολύβι που έχει σημείο τήξης αρκετά χαμηλότερα από τον σίδηρο και γέμιζαν το αυλάκι. Είχε σχηματιστεί ένα διπλό T γεμάτο μολύβι. Στη συνέχεια θέρμαιναν όσο πιο πολύ μπορούσαν το σιδερένιο διπλό T και το τοποθετούσαν επάνω στο αυλάκι. Ελιωνε το μολύβι και ο σύνδεσμος βυθιζόταν ως κάτω στο αυλάκι και έμενε εκεί προστατευμένος ολόγυρα από τον μόλυβδο!

Τα έμβολα - τρίαινες στις τριήρεις



Στο αντίγραφο της αρχαίας αθηναϊκής τριήρους «Αργώ» φαίνεται καθαρά το μεταλλικό έμβολο με τις αύλακες που της δίνουν προφίλ τρίαινας και σχεδιάστηκε για να μπορεί να αποκολλάται εύκολα μετά τον εμβολισμό κάποιου πλοίου

Οι μεταλλουργικές γνώσεις των Ελλήνων κατάλληλες για ειρηνικές κατασκευές μπορούσαν, όταν ήταν μεγάλη ανάγκη και η πατρίδα κινδύνευε, να βοηθήσουν στην κατασκευή αποτελεσματικών όπλων. Ενα από αυτά, για το οποίο δεν γνωρίζουμε ακόμη πολλά, είναι τα μεταλλικά έμβολα των πολεμικών πλοίων. Επρεπε να είναι και ανθεκτικά στη διάβρωση από το θαλασσινό νερό αλλά και αποτελεσματικά. Γιατί τα πρώτα είχαν το μειονέκτημα να τρυπούν το εχθρικό πλοίο αλλά μετά σφηνώνονταν έτσι ώστε ήταν δύσκολο να αποκολληθούν. Γι' αυτό το σχήμα τους εξελίχθηκε και από το πλάι απέκτησαν αύλακες που τα έκαναν να φαίνονται σαν τρίαινες. Οι αύλακες ήταν απομίμηση αυτών που έφεραν τα ξίφη και αργότερα τα στιλέτα ώστε να ξεκαρφώνονται εύκολα από το σώμα του θύματος! Στη συνέχεια η τεχνολογία τους εξελίχθηκε τόσο ώστε έφθασαν στα έμβολα της Νικόπολης, με μάζα κοντά στον 1 τόνο (στην πραγματικότητα θραύσματα έχουν σωθεί), από τον 1ο αιώνα π.Χ., του στόλου του Μάρκου Αντωνίου, με αυξημένη περιεκτικότητα σε μόλυβδο (13%), μία ακόμη τεχνική βελτίωση για να χύνεται ευκολότερα το μέταλλο στο καλούπι του.

Ο κ. Βαρουφάκης, αφού έφθασε να γίνει και επίκουρος καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, στα 89 του χρόνια πλέον συνεχίζει να πηγαίνει κάθε πρωί στο γραφείο του, να σκέπτεται γύρω από τα μέταλλα, να διαβάσει τα αρχαία κείμενα, να δίνει διαλέξεις και να γράφει βιβλία με θέμα την αρχαία τεχνολογία. Έτσι συνεχίζει και να μας ανοίγει τα μάτια, να μας κάνει όταν πηγαίνουμε σε ένα μουσείο να δίνουμε προσοχή ακόμη και στα πιο μικρά ή στα πιο χονδροειδή αντικείμενα, στα ενθυμήματα (και όχι στα απομεινάρια) της εποχής που οι Έλληνες σκέπτονταν, κατασκεύαζαν και έλεγχαν με αυστηρότητα ό,τι θα ήταν γι' αυτούς χρήσιμο.

Δύο βιβλία του, αρκετά δυσεύρετα όμως, είναι: «Αρχαία Ελλάδα και Ποιότητα» (εκδόσεις Αίολος) και «Η ιστορία του σιδήρου από τον Ομηρο στον Ξενοφώντα» (εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα).

Το κομψοτέχνημα από το Δερβένι

Στο Δερβένι της Θεσσαλονίκης βρέθηκε ο λεγόμενος «Κρατήρας του Δερβενίου». Πρόκειται, χωρίς υπερβολή, για ένα από τα πιο αξιόλογα έργα τέχνης σε παγκόσμια και διαχρονική κλίμακα, έστω και αν αυτό δεν το μάθαμε καν στο σχολείο. Έχει ύψος 1 μέτρο και βάρος 40 κιλά. Το χρυσίζον χρώμα του δεν περιέχει χρυσό αλλά χαλκό και 14,5% κασσίτερο. Έχει πάχος μόλις 0,4 mm και ο κίνδυνος να καταστραφεί την ώρα της δουλειάς επάνω σε αυτόν μεγάλος (δεν ξέρουμε κιόλας αν δεν καταστράφηκαν κάποιοι πριν). Προοριζόταν ίσως για την εναπόθεση της τέφρας κάποιου ηγεμόνα. Οι εξώγλυφες παραστάσεις έχουν γίνει με ειδικό

εργαλείο που έβαζαν στο εσωτερικό και την ίδια στιγμή ο τεχνίτης απ' έξω σφυρηλατούσε τα πρόσωπα και τα σώματα

Διαμάντια στα αρχαία κείμενα

Ο Ξενοφών και ο Χάλυβας

Ο Ξενοφών πολλές φορές αναφέρεται στη Χώρα των Χαλύβων. Σε μια μάλιστα μοναδική περίπτωση λέει ότι οι κάτοικοί της «ζούσαν από την επεξεργασία και εμπορία του σιδήρου...» («Κύρου Ανάβασις, Βιβλίο Πέμπτο»). Προφανώς από την απασχόλησή τους με τον σίδηρο και την επεξεργασία του ώστε να μετατρέπεται σε σκληρό υλικό πήρε το όνομά του και ο χάλυβας, ένα κράμα σιδήρου και άνθρακα.

Ο Ηρόδοτος και η γέφυρα με θέα

Σύμφωνα με τον Ηρόδοτο η βασίλισσα Νίτωκρη, μια πολύ έξυπνη γυναίκα, έβαλε να κατασκευάσουν μια γέφυρα μέσα στη Βαβυλώνα για να ενώσει τις όχθες του ποταμού Ευφράτη, που περνούσε μέσα από την πόλη. Χρησιμοποιήθηκαν γι' αυτό ογκόλιθοι που βγήκαν κατά την κατασκευή μιας τεχνητής λίμνης και τους συνέδεσαν με σίδηρο και μόλυβδο απ' έξω ώστε να μην οξειδωθεί ο σίδηρος (Ηρόδοτος 1.186)

Γιατί κάποιος είναι «άσημος»

Το 1970 βρέθηκε στην Αρχαία Αγορά των Αθηνών μια μαρμάρινη στήλη από τις αρχές του 4ου αιώνα π.Χ. που αναφέρεται στον έλεγχο ποιότητας των αργυρών αττικών νομισμάτων προκειμένου να διαπιστώνεται η γνησιότητά τους. Ο νόμος ανέφερε ρητά ότι ένας ειδικός δημόσιος λειτουργός θα έπρεπε να δοκιμάζει κάθε αττικό ή ξένο αργυρό νόμισμα που θα είχε χαραγμένη την ίδια μορφή με εκείνη του αττικού. Εκεί εμφανίζονται και οι λέξεις: υπόχαλκο, υπομόλυβδο νόμισμα (εννοώντας ότι από επάνω υπήρχε μια στρώση αργύρου) και κίβδηλο νόμισμα (κίβδος ήταν η σκουριά, με την οποία νόθευαν τα χρυσά νομίσματα). Ο άσημος άργυρος και ο άσημος χρυσός παρέπεμπαν στο νόμισμα που δεν είχε χαραχθεί και νομιμοποιηθεί (από εκεί και ο άσημος, ο ακόμη ασήμαντος).

Η ελευσίνια επιγραφή με τις προδιαγραφές

Το 1893 ανακαλύφθηκε στην Ελευσίνα από τον Δ. Φίλιο μια μακροσκελής επιγραφή από τα τέλη του 4ου αιώνα. Σε αυτήν έχουμε μπροστά στα μάτια μας μια παραγγελία για την κατασκευή των μπρούντζινων συνδέσμων που θα έμπαιναν ανάμεσα στους σπονδύλους των κιόνων της Φιλώνειας Στοάς, με την επισήμανση ο μπρούντζος που θα χρησιμοποιηθεί να περιέχει 11 μέρη χαλκού και ένα μέρος κασίτερο. Δηλαδή υπήρχαν αυστηρές προδιαγραφές στις παραγγελίες και, κατά συνέπεια, αυστηροί έλεγχοι για την τήρησή τους.

Ο Ησίοδος και η γενιά του σιδήρου

Ο Ησίοδος αναφέρει στα «Εργα και Ημέραι»: «Μακάρι να μη ζούσα ανάμεσα στους ανθρώπους της πέμπτης γενιάς αλλά να είχα πεθάνει πιο μπροστά ή να είχα γεννηθεί αργότερα, γιατί αυτή τώρα είναι μια γενιά του σιδήρου και οι άνθρωποι ποτέ δεν σταματούν από τον κάματο και τη στενοχώρια...». Τα σιδερένια όπλα είχαν γίνει πλέον άθραυστα και αποτελεσματικά.

Ο Ομηρος, έμβολα και δαχτυλίδια

Σιδερένια κοσμήματα!

Ο Ομηρος αναφέρει σε πολλές περιπτώσεις τη χρήση σιδήρου κατά τη 2η προχριστιανική χιλιετία, και μάλιστα κατά τη μυκηναϊκή εποχή. Ήταν όμως ο σίδηρος γνωστός τότε και με ποια μορφή; Λοιπόν, όχι μόνο ήταν γνωστός αλλά και αποτελούσε πολύτιμο μέταλλο που το χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή κοσμημάτων.

Ομηρικός σίδηρος, ποιητική αδεία

Γιατί ο Ομηρος αναφέρει τη χρήση του σιδήρου αν και τα έπη του ανάγονται στην εποχή του χαλκού; Διότι ο ποιητής ζει στη γεωμετρική εποχή του 8ου αιώνα π.Χ. και είναι πολύ επηρεασμένος από τη μεγάλη ανάπτυξη της μεταλλουργίας του σιδήρου και από την ιδιότητά του να σκληραίνει με τη γνωστή διαδικασία της «βαφής».

Το μυστικό του δαχτυλιδιού

Στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο με τον αριθμό 5682 εκτίθεται μια σιδερένια σφενδόνη δαχτυλιδιού (εκεί που μπαίνει ο όποιος πολύτιμος λίθος, ακριβώς όπως η πέτρα στο πετσί της σφεντόνας) από την Πύλο, με χρονολόγηση γύρω στο 1500 π.Χ. Από τη χημική εξέταση βρέθηκε ότι περιέχει 4% νικέλιο και 2% κοβάλτιο. Η παρουσία αυτών των δύο μετάλλων αυξάνει την αντιδιαβρωτική αντοχή του κράματος και το καθιστά ανοξειδωτο.

Θείο και άνθρακας κατά της σκουριάς



Γιατί πολλοί αρχαίοι σύνδεσμοι και γόμφοι άντεξαν στη διάβρωση τόσων αιώνων και δεν οξειδώθηκαν ακόμη και όταν για κάποιον λόγο αποκαλύφθηκαν από την παρουσία μολύβδου και έμειναν γυμνοί; Η μεγάλη καθαρότητα του σιδήρου ως προς το θείο και τον άνθρακα έπαιξε ρόλο. Οι σύνδεσμοι είχαν κατασκευαστεί με τη συγκόλληση ενός σκληρού φύλλου χάλυβα ανάμεσα σε δύο μαλακά φύλλα καθαρού σιδήρου. Έτσι ο σύνδεσμος ήταν σκληρός αλλά και προστατευμένος, αφού το πιο ευαίσθητο στην οξείδωση τμήμα προστατεύθηκε από τον καθαρό σίδηρο.

Το αθάνατο έμβολο

Επειτα από ανάλυση που έγινε στο έμβολο του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά (3ος-4ος αιώνας π.Χ.), βρέθηκε ότι ολόκληρο θα είχε μάζα 75-80 κιλά, μήκος 75 εκατοστά και σύνθεση 86,5% χαλκό, 11,72% κασσίτερο, 0,11% σίδηρο, 0,06% ψευδάργυρο, 0,03% νικέλιο και 0,04% μολύβδο. Άρα υψηλή σκληρότητα και ικανοποιητική αντιδιαβρωτική ικανότητα.

Γαλδαδάς Αλκης

**Πηγή:** [tovima.gr](http://tovima.gr)