

ΜΙΣΟ ΓΡΑΝΑΖΙ ΞΑΝΑΓΡΑΦΕΙ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

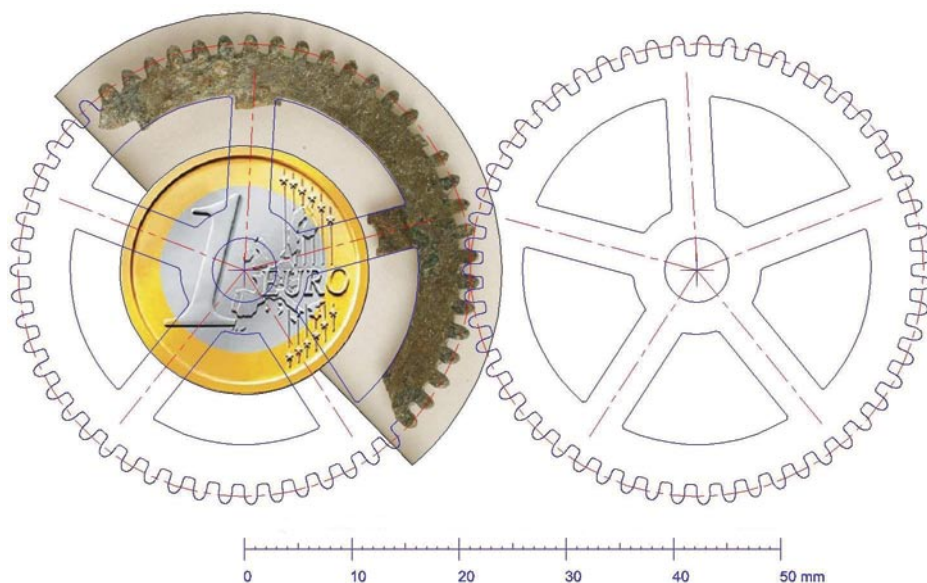
Κατασκευάστηκε τὸν γ' αἰ. π.Χ. στὴν Κάτω Ἰταλία.

Εἶναι ἀνώτερης τεχνολογίας τοῦ Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων καὶ ἐφάμιλλο τῶν γραναζιῶν τῆς σύγχρονης Μηχανολογίας.



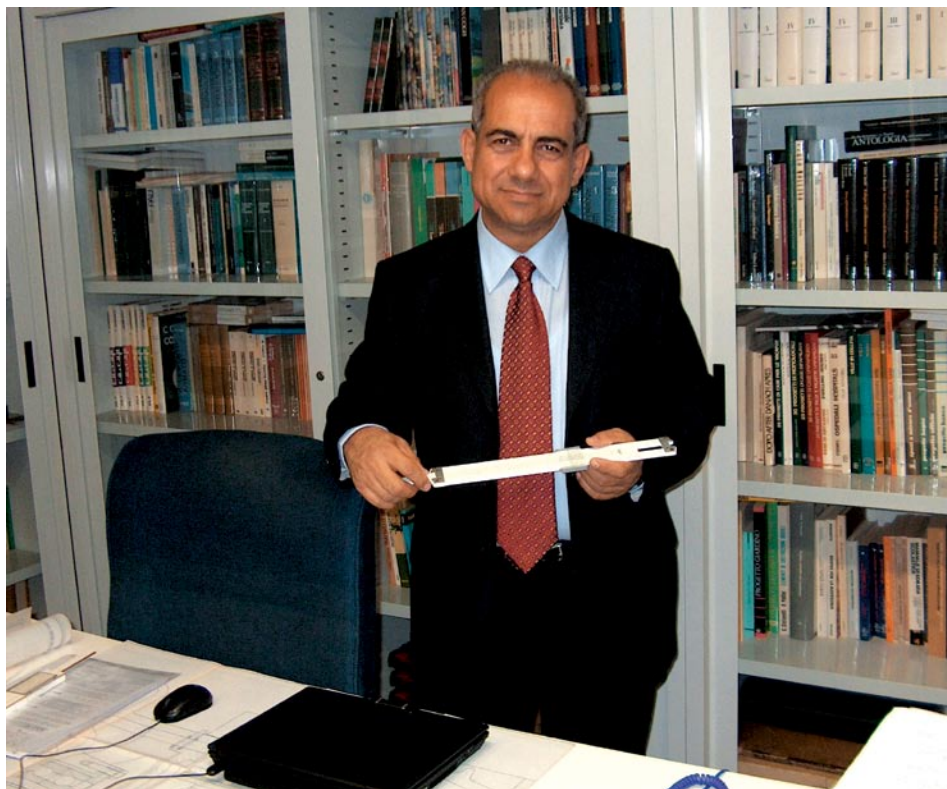
ροτοῦ προλάβη καλά-καλὰ νὰ συνέλθῃ ἡ ἐπιστημονικὴ κοινότητα ἀπὸ τὶς ἐκπλήξεις, ποὺ ἐπεφύλασσε ἡ μελέτη τοῦ Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων (βλ. ἀφιέρωμα «Δ», τ. 299), ἦρθε ἀντιμέτωπη μὲ μία νέα ἀπρόσμενη καὶ πολὺ μεγαλύτερη ἐκπλήξη. Τὸ προφίλ τῶν ὀδόντων τοῦ τεμαχίου τοῦ γραναζιοῦ τοῦ γ' αἰ. π.Χ., τὸ ὁποῖο ἀνακαλύφθηκε πρὸ διετίας στὴν πόλη Ὀλβία τῆς Σαρδηνίας (βλ. «Δ», τ. 314), μετὰ τὴν ἀποκατάστασή του ἀποδείχθηκε, ὅτι δὲν εἶναι τριγωνικὸ, ὅπως τοῦ Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων, ἀλλὰ καμπύλο, πανομοιότυπο κι ἐφάμιλλης τεχνολογίας μὲ τὰ γρανάζια τῆς σύγχρονης Μηχανολογίας.

Ἄν καὶ τὸ Γρανάζι τῆς Σαρδηνίας προηγῆται χρονικὰ σχεδὸν δύο αἰῶνες τοῦ Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων καὶ πολλοὺς αἰῶνες ὅλων τῶν ἄλλων μεταγενέστερων μηχανισμῶν –ὅλοι τους διαθέτουν τριγωνικοὺς ὀδόντες–, λόγῳ τοῦ ἐξελιγμένου μαθηματικὰ καμπύλου προφίλ τῆς ὀδόντωσής του παρουσιάζει πολὺ καλύτερες ιδιότητες, βέλτιστη ποιότητα ἐμπλοκῆς, καλύτερη σχέση μετάδοσης κ.λπ.. Αὐτὸ μᾶς ὀδηγεῖ στὴ σκέψη, ὅτι ἡ Ἐπιστῆμη τὴν προχριστιανικὴ ἐποχὴ εἶχε φθάσει σὲ ὕψιστη ἀκμὴ, ἀλλὰ στὴ συνέχεια παρήκμασε τάχιστα καὶ σημαντικὰ, παρακμῆ, ποὺ διήρκεσε περισσότερο ἀπὸ δύο χιλιετίες. Μόνο κατὰ τὴ σύγχρονη ἐποχὴ μπόρεσε πάλι ὁ ἄνθρωπος νὰ κατασκευάσῃ γρανάζια καὶ μηχανισμοὺς ἰσάξιας τεχνολογίας.



Τὸ Γρανάζι τῆς Σαρδηνίας με ἐμφανῆ τὴν καμπυλότητα ὁδόντωσης. Ἡ ἐντυπωσιακὴ ὁμοιότητά του σὲ σχῆμα καὶ διαστάσεις μετὰ τὰ γρανάζια τῆς σύγχρονης Τεχνολογίας ἐγίνε ἀντιληπτὴ μετὰ τὴν ἀποκατάσταση καὶ τὴν ἀκριβῆ γραφικὴ ἀναπαράστασή του στὸν ὑπολογιστῆ. (Φωτογραφία, σχέδιο: Τζιοβάννι Παστόρε.)

[Σ.σ.: Ἀπὸ 11 ἕως 14 Δεκεμβρίου 2008 θὰ διεξαχθῆ στὴν Ὀλβία τὸ XVIII Διεθνὲς Συνέδριο Μελετῶν «Roman Africa», ὠργανωμένο ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Σάσσανι. Στὸ συνέδριο αὐτὸ ὁ μηχανολόγος μηχανικὸς δρ Τζιοβάννι Παστόρε θὰ παρουσιάσῃ τὰ ἀποτελέσματα τῶν μελετῶν τοῦ ἐπὶ τοῦ Γραναζιοῦ τῆς Σαρδηνίας. Ὁ κ. Παστόρε, ὁ ὁποῖος ἔχει ἐπὶ μακρὸν μελετήσει πολλοὺς ἀρχαίους μηχανισμοὺς, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ τὸν Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων (βλ. «Ἐπαλιθέυση τῆς ἀρχαίας τεχνολογίας ὑπολογιστῶν», «Δ», τ. 314), εἶχε τὴν καλωσύνη νὰ μᾶς ἀποστείλῃ γιὰ τὴν ἐνημέρωση τῶν ἀναγνωστῶν τοῦ «Δαυλοῦ» τὴν περίληψη τῆς εἰσήγησής του στὸ συνέδριο, μὲ τὴν ὁποία θὰ γίνῃ γιὰ πρώτη φορὰ παγκοσμίως ἐπιστημονικὴ παρουσίαση τοῦ θέματος τῆς ὑπαρξῆς αὐτοῦ τοῦ τόσο ἐξελιγμένου τεχνολογικὰ ἀρχαίου εὐρήματος. Ἡ ἀνακάλυψη αὐτὴ ἀναμένεται νὰ ὀδηγήσῃ τοὺς ἐπιστήμονες στὴν ἐκ νέου ἀναθεώρηση τῶν ἀπόψεών τους γιὰ τὴν ἀρχαία Τεχνολογία καὶ στὸ ἐξ ἀρχῆς ξαναγράψιμο τῆς Ἱστορίας τῆς Τεχνολογίας.]



Ὁ καθηγητὴς μηχανολόγος μηχανικὸς κ. Τζιοβάννι Παστόρε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ ΤΟΥ Δρ ΠΑΣΤΟΡΕ



ὸ θραῦσμα τοῦ γραναζιοῦ, ποὺ βρέθηκε τὸ 2006 στὴν Ὀλβία τῆς Σαρδηνίας, χρονολογήθηκε στὸ δεῦτερο μισὸ τοῦ γ' αἰ. π.Χ., τὴν ἐποχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη, τότε, ποὺ ὁ Ἑλληνικὸς Πολιτισμὸς εἶχε φθάσει στὴ μέγιστη ἀκμὴ του στὴν Κάτω Ἰταλία. Πρόκειται γιὰ τὸ ἀρχαιότερο γρανάξι, ποὺ ἔχει βρεθῆ μέχρι σήμερα, τὸ ὁποῖο ἀπὸ τὴν ἡμέρα τῆς ἀνακάλυψής του προκάλεσε τὸ τεράστιο ἐνδιαφέρον τῆς διεθνοῦς ἐπιστημονικῆς κοινότητος.

Εἶναι κατασκευασμένο ἀπὸ κράμα χαλκοῦ, ἔχει διάμετρο 43 χιλιοστὰ καὶ διαθέτετε 55 δόντια σὲ ὅλη του τὴν περιφέρεια. Δεδομένου, ὅτι ὁ ἀριθμὸς 55 εἶναι τὸ γινόμενο τῶν δύο πρώτων ἀριθμῶν 5 καὶ 11, εἶναι πολὺ πιθανόν, ὅτι τὸ γρανάξι αὐτὸ ἀποτελοῦσε μέρος μηχανισμοῦ, ὅπου σὲ συνεργασία μὲ ἄλλα γρανάξια ἢ σχέση μετάδοσης ἀντιστοιχοῦσε σὲ κάποιον ἀστρονομικὸ κύκλο. Αὐτὸ ἐπιβεβαιώνει τὴ μεγάλη ἀκρίβεια τῶν ἀστρονομικῶν μετρήσεων ἐκείνης τῆς ἐποχῆς μὲ τὴ χρήση ὀδοντωτῶν μηχανισμῶν προσομοίωσης τῆς Οὐράνιας Μηχανικῆς. (Σ.σ.: Βλ. «Ἡ Ἴπποπέδη τοῦ Εὐδόξου καὶ ἡ Οὐράνια Μηχανικὴ», «Δ», τ. 299.)

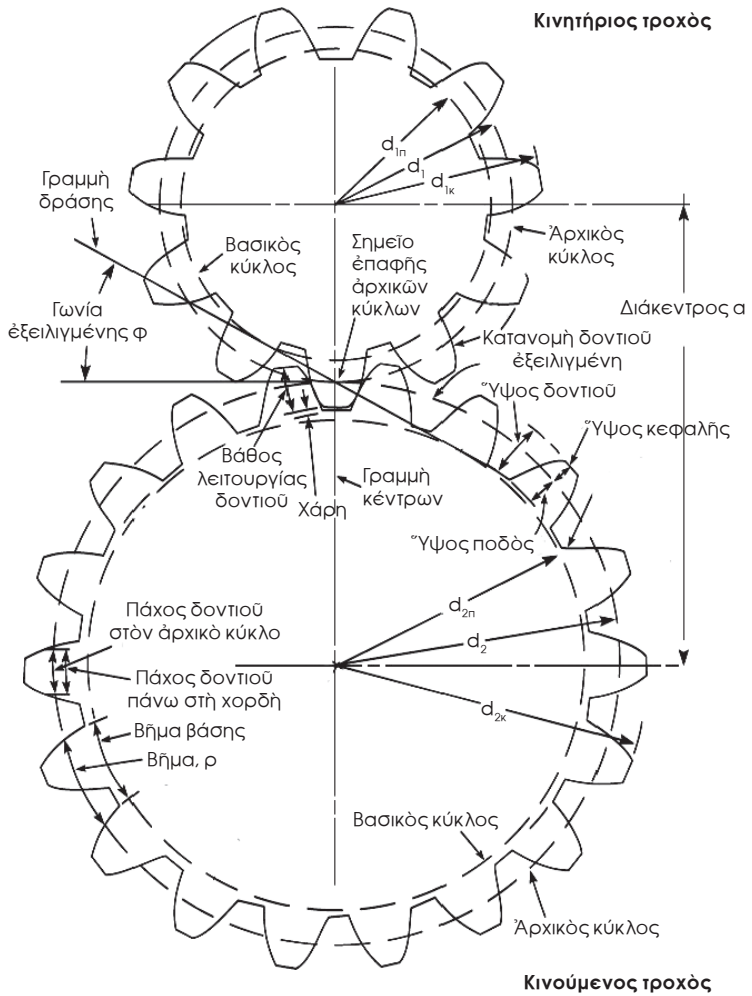
Ἡ ἀναλογία μὲ τὸ κέρμα τοῦ ἐνὸς εὐρώ στὴν εἰκόνα μᾶς δίνει μία ἰδέα τῶν μι-



Γρανάζι σὲ βυζαντινὸ ἀστρολάβο μὲ τριγωνικοὺς ὀδόντες. Ἡ τεχνολογία του ὑστερεῖ σημαντικὰ τῆς μὲ καμπύλο προφίλ ὀδόντων τεχνολογίας τοῦ Γραναζιοῦ τῆς Σαρδηνίας, τὸ ὁποῖο ἐπὶ πλέον ἔχει κατασκευασθῆ μίᾳ χιλιετίᾳ τοῦλάχιστον πρὶν τὸν ἀστρολάβο.

κρῶν διαστάσεών του. Οἱ μικρές του αὐτὲς διαστάσεις μᾶς ἔκαναν νὰ πιστεύουμε, ὅτι τὸ γρανάξι πιθανὸν νὰ ἀποτελοῦσε τμῆμα κάποιου μηχανισμοῦ παρόμοιου μὲ τὸν Ὑπολογιστὴ τῶν Ἀντικυθέρων (ᾠ αἰ. π.Χ.). Πρὶν ἀπὸ τὴν ἀποκατάσταση καὶ λόγῳ τῆς ἐκτεταμένης ὀξειδωσῆς τῆς ἐπιφάνειάς του τὰ δόντια φαίνονταν σχεδὸν σὰν ἀκατέργαστα καὶ μὲ τριγωνικὸ προφίλ, ἴδια μὲ τοῦ Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων.

Λίγα εἶναι τὰ ἐπιστημονικὰ ὄργανα τῆς Ἀρχαιότητος, ποὺ διασώθηκαν μέχρι τῆς μέρες μας. Ἡ Ἀρχαία Γραμματεία μας λέει βέβαια, ὅτι ὁ Ἦρων ὁ Ἀλεξανδρεὺς (ᾠ αἰ. π.Χ.) χρησιμοποιοῦσε μηχανισμοὺς μὲ γρανάξια. Σχετικὲς ἀναφορὲς κάνει καὶ ὁ Ἀριστοτέλης. Ἀναφορὲς σὲ ἀρχαίους μηχανισμοὺς μὲ γρανάξια -ἐκτὸς τοῦ Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθέρων- ὑπάρχουν καὶ στὴν Λατινικὴ Γραμματεία, κυρίως στὸν Κικέρωνα, τὸν Ὀβίδιο, τὸν Λακτάντιο καὶ τὸν Κλαύδιο Κλαυδιανό. Ἡ σπουδαιότερη ἀναφορὰ ἀφορᾷ σ' ἓνα πλανητάριο, ποὺ εἶχε κατασκευασθῆ ἀπὸ τὸν Ἀρχιμήδη στὶς Συρακοῦσες τὸν γ' αἰ. μ.Χ., πιθανῶς μὲ γρανάξια ἐπίσης. Ὁ Κικέρων κάνει λόγο γιὰ μιὰ οὐράνια σφαῖρα καὶ ἓνα πλανητάριο, ποὺ ἔφερε ὁ Ρωμαῖος Μαρκέλλος μετὰ τὴν κατάληψη τῶν Συρακουσῶν, τὰ ὁποῖα εἶχε κατασκευάσει ὁ



Γεωμετρία σύγχρονων γραναζιών με καμπύλη οδόντωση, όπως του Γραναζιού της Σαρδηνίας.

Απέναντι: Φωτογραφία δύο τέτοιων γραναζιών σε έμπλοκή.

Άρχιμήδης στη Ρώμη. («De Re Publica» I, 14, 21 καὶ 22.) Δυστυχῶς δὲν ὑπάρχουν περιγραφές γιὰ τοὺς μηχανισμοὺς αὐτοὺς, διότι τὸ ἔργο τοῦ Ἀρχιμήδη «Σφαιροποιία», στὸ ὁποῖο περιγράφονταν οἱ ἀρχές, ποὺ ἀκολουθοῦνταν γιὰ τὴν κατασκευὴ τους, ἔχει ἀπωλεσθῆ.

Ἕνας βυζαντινὸς ἀστρολάβος, κατασκευασμένος ὀκτῶ αἰῶνες ἀργότερα ἀπὸ τὸν Ὑπολογιστὴ τῶν Ἀντικυθῆρων, ὁ ὁποῖος ἐκτίθεται στὸ Μουσεῖο Ἐπιστημῶν τοῦ Λονδίνου, εἶναι χάλκινος μὲ τριγωνικὴ ἐπίσης οδόντωση. Γραναζία μὲ δόντια μὲ τριγωνικὸ προφίλ χρησιμοποιήθηκαν καὶ σὲ μηχανισμοὺς σχεδιασμένους ἀπὸ τὸν Λεονάρδο Ντὰ Βίντσι (15' αἰ. μ.Χ.).

Μηχανισμοὶ μὲ γραναζία μὲ τριγωνικοὺς ὀδόντες, ὅπως ὁ Ὑπολογιστὴς τῶν Ἀντικυθῆρων ἢ ὁ πολὺ μεταγενέστερος Βυζαντινὸς Ἀστρολάβος, ἐπιτυχᾶνουν βέβαια ἐμπλοκὴ μεταξύ τους, ἀλλὰ ὄχι κατὰ τὸν πλέον ἰδανικὸ τρόπο, παρουσιάζουν διάκενα ἀνάμεσα στοὺς ὀδόντες κι ἐνδεχομένως ἐμπλοκὲς στὴν περιστροφή τῶν



μηχανισμών. Ἐπὶ πλέον ἢ εὐθύγραμμη διεύθυνση τῆς περιστροφικῆς κίνησης δὲν μπορεῖ νὰ ἐξασφαλισθῇ πάντα κι ὡς ἐκ τούτου οὔτε ἡ σταθερότητα τῆς σχέσης μετάδοσης, ποὺ ἐξασφαλίζονται καλύτερα ἀπὸ τοὺς σύγχρονους μηχανισμοὺς μὲ καμπύλη ὀδόντωση.

Ἡ τελειότητα τῆς ἐμπλοκῆς μεταξὺ τῶν γραναζιῶν τῆς σύγχρονης ἐποχῆ εἶναι προῖον μακρῆς ἐξέλιξης κι ἔχει ἐπιτευχθῆ ὕστερα ἀπὸ ἀκριβεῖς καὶ εἰς βάθος μαθηματικὲς μελέτες ἀπὸ τὸν 15 αἰ. μ.Χ. κι ἔπειτα ἀπὸ σημαντικούς ἐπιστήμονες, ὅπως ὁ Χούκ, ὁ Ὕυλερ, ὁ Οὐίλλις κ.ἄ.. Μέχρι τὸν 17 αἰ. τὰ γρανάζια κατασκευάζονταν στὸ χέρι, χωρὶς δυνατότητα μεγάλης ἀκρίβειας. Μόνο μετὰ τὸ 1900 ἐπετεύχθη καλύτερη ἀκρίβεια, ὅταν ὁ ἄνθρωπος ἐφεῦρε καὶ ἄρχισε νὰ χρησιμοποιοῦν εἰδικὲς μηχανὲς γιὰ τὴν κοπὴ τους.

Ἡ ἀνάλυση τοῦ καμπύλου προφίλ τῆς ὀδόντωσης τοῦ γραναζιοῦ τῆς Ὀλβίας σὲ ἠλεκτρονικὸ ὑπολογιστὴ ἀπέδειξε, ὅτι ὄχι μόνον παρουσιάζει πολὺ καλύτερες ἰδιότητες ἀπὸ ὅλους τοὺς μεταγενέστερους μηχανισμοὺς μὲ τριγωνικὴ ὀδόντωση (Μηχανισμὸς Ἀντικυθέρων, Βυζαντινὸς Ἀστρολάβος κ.ἄ.), ἀλλὰ εἶναι ἐφάμιλλο τῶν σύγχρονων γραναζιῶν μὲ διαφορὰ μόλις 0,03 χιλιοστών, ἡ ὁποία μπορεῖ νὰ ἐπιτευχθῆ μόνο μὲ πανάκριβα σύγχρονα μηχανήματα.

* * *



ν κατακλείδι ἡ γεωμετρικὴ ὁμοιότητα μεταξὺ τοῦ προφίλ τῶν ὀδόντων τοῦ γραναζιοῦ τῆς Ὀλβίας μὲ τὸ ἀντίστοιχο τῶν σύγχρονων γραναζιῶν μᾶς ὀδηγεῖ στὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ Ἕλληνες τὴν Ἑλληνιστικὴ Ἐποχὴ εἶχαν φθάσει σὲ ἓνα ὑψηλὸ ἐπίπεδο ὄχι μόνον στὸν ἀνθρωπιστικὸ καὶ καλλιτεχνικὸ τομέα, ἀλλὰ καὶ στὴν ἐπιστημονικὴ γνώση. Τὸ γρανάζι αὐτό, ποὺ παρουσιάζει ἐκπληκτικὴ κατασκευαστικὴ ἀκρίβεια, ἦταν πιθανῶς μέρος ἑνὸς ὀλόκληρου μηχανισμοῦ. Εἶναι κατασκευασμένο ἀπὸ ἰδιοφνεῖς ἐπιστήμονες, ἀστρονόμους, μαθηματικοὺς κ.λπ., τῶν ὁποίων ἡ σχέση ἦταν αἰῶνες ἢ ἀκόμη καὶ χιλιετίες μπροστά. Ἄν καὶ μικρῶν διαστάσεων ἔχει μέγιστη ἀρχαιολογικὴ καὶ ἐπιστημονικὴ ἀξία, διότι πάει τὸ λιγώτερο δύο αἰῶνες πίσω τὶς

τεχνικές - επιστημονικές- αστρονομικές γνώσεις, που συνεπάγονται από τη μελέτη του Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθῆρων. Ἡ ἀνακάλυψη αὐτὴ θὰ ὀδηγήσῃ πιθανῶς στὸ ξαναγράψιμο τῆς Ἱστορίας τῆς Τεχνολογίας.

*Τὸ γρανάζι αὐτό, ποὺ
παρουσιάζει ἐκπληκτικὴ
κατασκευαστικὴ
ἀκρίβεια, ἦταν πιθανῶς
μέρος ἑνὸς ὀλόκληρου
μηχανισμοῦ. Εἶναι
κατασκευασμένο ἀπὸ
ἰδιοφυεῖς ἐπιστήμονες,
ἀστρονόμους,
μαθηματικοὺς κ.λπ., τῶν
ὁποίων ἡ σκέψη ἦταν
αἰῶνες ἢ ἀκόμη καὶ
χιλιετίες μπροστά.*

Τὸ γεγονός ἐπὶ πλέον, ὅτι εἶναι περισσότερο ἐξελιγμένο ὄλων τῶν ἄλλων μεταγενέστερων μηχανισμῶν δεικνύει, ὅτι τὸ μέγιστο τῆς ἀκμῆς τοῦ Πολιτισμοῦ τῆς Ἑλληνιστικῆς Ἐποχῆς ἀκολούθησε μίαν σημαντικὴ καὶ ξαφνικὴ παρακμὴ, ποὺ διήρκεσε μέχρι τὴν ἐποχὴ μας.

Ἀσφαλῶς πολλοὶ μηχανισμοὶ μὲ γρανάζια πρέπει νὰ εἶχαν κατασκευασθῆ ἐκείνη τὴν ἐποχὴ, οἱ ὁποῖοι δὲν διασώθηκαν ὡς τὶς ἡμέρες μας. Ἴσως βρισκονται κρυμμένοι στὸ ἔδαφος ἢ καταχωνιασμένοι καὶ ξεχασμένοι σὲ κάποια Μουσεῖα καὶ δὲν ἔτυχαν ἀκόμα τῆς προσοχῆς τῶν ὑπευθύνων, οἱ ὁποῖοι ἐνδιαφέρονται περισσότερο γιὰ ἀγάλματα καὶ γιὰ ἀγγεῖα. Ἐὰν ὁ ἀρχαιολόγος, ὁ De Solla Price, ποὺ ἐξέτασε τὸν Ὑπολογιστῆ τῶν Ἀντικυθῆρων, δὲν τύχαινε νὰ εἶναι κι ἓνας σπουδαῖος φυσικός, ὁ Ὑπολογιστῆς τῶν Ἀντικυθῆρων θὰ βρισκόταν ἴσως ἀκόμα σὲ κάποιο ὑπόγειο τοῦ Ἀρχαιολογικοῦ Μουσείου τῶν Ἀθηνῶν. Ὅπως ἐπίσης ἐὰν ὁ σπουδαῖος ἀρχαιολόγος Dr Rubens D' Oriano δὲν ἔδινε τὴν πρέπουσα σημασία σὲ αὐτὸ τὸ κακοδιατηρημένο μικρὸ

χάλκινο κομματάκι, δὲν θὰ ἦμαστε σὲ θέση νὰ γνωρίσουμε αὐτά, ποὺ αὐτὴ ἡ μελέτη μᾶς ἀποκάλυψε. Τὰ Μουσεῖα θὰ ἔπρεπε κάποια στιγμὴ νὰ ἐπανεξετάσουν ὅλα τὰ παρατηρημένα εὐρήματα στὶς ἀποθῆκες τους.

Βιβλιογραφία

1. De Solla Price Derek John – An Ancient Greek Computer – Scientific American, 60-67 – June 1959.
2. De Solla Price Derek John – Gears from the Greeks: the Antikythera mechanism – A calendar computer from ca. 80 B.C. – Transactions of the American Philosophical Society – November 1974.
3. Pastore Giovanni – ANTIKYTHERA E I REGOLI CALCOLATORI, Tecnologia e scienza del calcolatore astronomico dei Greci, Istruzioni per l'uso dei regoli calcolatori logaritmici matematici, cemento armato e speciali, con numerosi esempi di calcolo – Privately published – Rome (February 2006). -
4. Garro Attilio – Ruote dentate, Vol. I, Fiat Auto S.p.A. (1984).
5. Giovannozzi Renato – Costruzione di macchine, Vol. II, Patron (1965).
6. Willis Robert – Principles of Mechanism, Second edition, Longmans Green and Co. London (1870).
7. Leonardo da Vinci – Codice Atlantico, della Biblioteca Ambrosiana di Milano, Giunti Gruppo Editoriale (2000).

Τζιοβάννι Παστόρε
www.giannipastore.it