

*Ο Έφηβος των Αντικυθήρων. Περίτεχνο μπρούτζινο άγαλμα που ανασύρθηκε από το ναυάγιο των Αντικυθήρων. Αναπαριστά είτε τον Πάρι, ο οποίος προσφέρει το μήλο στη θεά Αφροδίτη είτε τον Περσέα, ο οποίος κρατά το κεφάλι της Μέδουσας. Το άγαλμα βρίσκεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.*

# Ένας αρχαίος υπολογιστής

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένας αναλογικός υπολογιστής εκπληκτικής τεχνολογίας. Κατασκευάστηκε πριν από 2000 χρόνια και χρησιμοποιούνταν για τον ακριβή υπολογισμό της θέσης του ηλίου, της σελήνης και πιθανώς των πλανητών στον ουρανό. Υπολόγιζε τις φάσεις της σελήνης, προέβλεπε εκλείψεις και προσδιόριζε την ημερομηνία τέλεσης των αρχαίων στεφανιτών αγώνων.



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Γ. ΣΕΙΡΑΔΑΚΗ

των  
**Γιάννη Σειραδάκη**,  
καθηγητή  
του Τμήματος Φυσικής  
Α.Π.Θ.

**Κυριάκου Ευσταθίου**,  
αναπληρωτή καθηγητή  
του Τμήματος  
Μηχανολόγων  
Μηχανικών Α.Π.Θ.

**Στέλλας Δρούγου**,  
καθηγήτριας  
του Τμήματος Ιστορίας  
και Αρχαιολογίας Α.Π.Θ.

**Μαγδαληνής  
Αναστασίου**,  
μεταπτυχ. φοιτήτριας  
του Τμήματος Φυσικής  
Α.Π.Θ.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ανακαλύφθηκε τυχαίως το 1900 στις ακτές των Αντικυθήρων από Συμιακούς σφουγγαράδες. Λίγους μήνες αργότερα η Αρχαιολογική Υπηρεσία ξεκίνησε μια σειρά συστηματικών ενάλιων ανασκαφών, κατά τη διάρκεια των οποίων ανασύρθηκαν σημαντικά ευρήματα, όπως για παράδειγμα ο περίφημος *Έφηβος των Αντικυθήρων*, πολλά από τα οποία εκτίθενται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα. Ανάμεσά τους ήταν και ο **Μηχανισμός των Αντικυθήρων**, ο οποίος, διαβρωμένος, κομματιασμένος και απολιθωμένος πλέον μετά από 2000 χρόνια στο βυθό της θάλασσας, έμελλε να αλλάξει τη γνώμη που είχαμε μέχρι σήμερα για τις τεχνολογικές ικανότητες των προγόνων μας.

Ο Μηχανισμός ήταν συναρμολογημένος σε ένα ξύλινο κιβώτιο (πυξίδα) διαστάσεων 32 cm x 16 cm x 10 cm (περίπου όσο ένας σημερινός φορητός υπολογιστής!). Τη μπροστινή και την πίσω επιφάνεια κάλυπταν μπρούτζινες πλάκες με ημερολογιακές ή αστρονομικές κλίμακες και δείκτες. Οι επιφάνειες αυτές προστατεύονταν από δύο (επίσης) ξύλινα εξωτερικά καλύμματα, στα οποία ήταν προσαρμοσμένες πυκνογραμμένες μπρούτζινες πλάκες. Περιείχε τουλάχιστον 30 συνεργαζόμενους οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια), τα οποία έμπαιναν σε κίνηση με ένα στροφέιο

(μανιβέλα). Η πολυπλοκότητα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν όλων των συσκευών που κατασκεύασε ο άνθρωπος κατά την επόμενη χιλιετία.

### Μοναδικό εύρημα

Παρόμοιος αρχαίος μηχανισμός δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα. Έτσι, εύλογα γεννάται το ερώτημα ποια τεχνική υποδομή υπήρχε την εποχή που κατασκευάστηκε και τι απέγινε η γνώση και η τέχνη που περιείχε. Ο **Κικέρων** (στο έργο του *De Re Publica*) περιγράφει την ύπαρξη και χρήση αστρονομικών συσκευών (πλανηταρίων) που είχε δει στη Ρώμη και στη Ρόδο, οι οποίες θα μπορούσε να ήταν ο **Μηχανισμός των Αντικυθήρων**.

Πολλοί επιφανείς επιστήμονες τον μελετούν εδώ και έναν αιώνα τώρα. Εκτός από τον **Derek de Solla Price**, ο οποίος τον μελέτησε πρώτος, σημαντική υπήρξε η συμβολή του **Alan Bromley** (από την Αυστραλία) και ιδιαίτερος του **Michael Wright** (από τη Μεγάλη Βρετανία).

Το 2001 συγκροτήθηκε μία πενταμελής διεθνής ομάδα αποτελούμενη από τον καθηγητή **Mike Edmunds** και τον δρ. **Tony Freeth** από το Πανεπιστήμιο του Cardiff (Μ. Βρετανία), τον καθηγητή **Ξενο-**

**φώντα Μουσά** και το **Γιάννη Μπιτσάκη** από το Πανεπιστήμιο Αθηνών και τον καθηγητή **Γιάννη Σειραδάκη** από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Μετά την υπογραφή της άδειας μελέτης του Μηχανισμού προς τους τρεις καθηγητές (την οποία υπέγραψε ο τότε υφυπουργός Πολιτισμού **Πέτρος Τατούλης**), η αρχική ομάδα διευρύνθηκε με τη συμμετοχή της κυρίας **Μαρίας Ζαφειροπούλου** και της δρ. **Ελένης Μάγκου** από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο και, λίγο αργότερα, του κυρίου **Αγαμέμνονα Τσελικά** από το Μορφωτικό Ίδρυμα της Εθνικής Τραπέζης της Ελλάδος. Τεχνική στήριξη προσέφεραν η βρετανική εταιρεία **X-Tek Systems** (με έναν τομογράφο ακτίνων Χ), το τμήμα έρευνας της αμερικανικής εταιρείας **Hewlett-Packard** (με μια νέα μέθοδο περιφερειακής φωτογράφισης) και η γερμανική εταιρεία **Volume Graphics** (με το λογισμικό της οποίας έγινε δυνατή η επεξεργασία των εικόνων που προέκυψαν από την τριδιάστατη τομογραφία του Μηχανισμού).

### Ένα πολύπλοκο αστρονομικό όργανο

Τα πρώτα αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία παρουσιάστηκαν στις 30 Νοεμβρίου 2006 σε ένα συνέδριο στην Αθήνα και σε δύο άρθρα στο κορυφαίο διεθνές επιστημονικό περιοδικό *Nature* (30/11/2006 και 31/7/2008), είναι εκπληκτικά. Υπολόγιζε με μεγάλη ακρίβεια τη θέση του ήλιου, της σελήνης και πιθανώς των πλανητών στον ουρανό. Υπολόγιζε τις φάσεις της σελήνης, προέβλεπε εκλείψεις και προσδιόριζε την ημερομηνία τέλεσης των αρχαίων στεφανιών αγώνων. Επίσης βρέθηκαν άγνωστες επιγραφές στις εξωτερικές πλάκες και στο εσωτερικό του *Μηχανισμού* και διαβάστηκαν κείμενα χαμένα για περισσότερα από 2000 χρόνια! Όλες οι επιγραφές είναι γραμμένες με ελληνικούς χαρακτήρες. Τα μέχρι στιγμής συμπεράσματα επιβεβαιώνουν ότι ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων* είναι ένα αστρονομικό όργανο, τόσο περίπλοκο που δεν είναι περίεργο ότι συνήθως αναφέρεται ως ο πρώτος (αναλογικός) υπολογιστής που κατασκευάστηκε ποτέ. Για την κατασκευή του πρέπει να συνεργάστηκαν δύο μεγαλοφυείς: ένας άριστος γνώστης και ερευνητής της επιστήμης της αστρονομίας και ένας ταλαντούχος τεχνίτης με πολύ καλές γνώσεις μαθηματικών.

Από την τεχνολογία των επιγραφών, εξάγεται το συμπέρασμα ότι κατασκευάστηκε κατά το δεύτερο ήμισυ του 2ου π.Χ. αιώνα (140 - 100 π.Χ.), ίσως στη Ρόδο, όπου την εποχή εκείνη, άνθιζε η επιστήμη της αστρονομίας. Στη Ρόδο πέθανε το 120 π.Χ. ο μεγαλύτερος αστρονόμος της αρχαιότητας, ο Ίππαρχος. Εκεί έζησε επίσης ο γνωστότατος στωικός φιλόσοφος και αστρονόμος Ποσειδώνιος ο Ρόδιος.

Στη μπροστινή επιφάνεια έφερε δύο ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες. Η εξωτερική κλίμακα είχε 365 υποδιαιρέσεις και τα ονόματα των 12 μηνών στην αιγυπτιακή γλώσσα με ελληνικούς χαρακτήρες (ΦΑΟΦΙ, ΘΩΘ, κτλ). Η εσωτερική κλίμακα είχε 360 υποδιαι-

ρέσεις και τα ονόματα των 12 ζωδιακών αστερισμών (ΠΑΡΘΕΝΟΣ, ΧΥΛΑΙ, ΣΚΟΡΠΙΟΣ κ.τ.λ.).

Στην πίσω επιφάνεια έφερε δύο ελικοειδείς σπείρες. Η άνω σπείρα είχε 5 περιελίξεις. Το συνολικό μήκος της ήταν διαιρεμένο σε 235 τμήματα, που αντιστοιχούν στους 235 μήνες της περιόδου του **Μέτωνα**. Τα αρχαία ονόματα δώδεκα μηνών ήταν χαραγμένα στα τμήματα αυτά και επαναλαμβάνονταν μέχρι να συμπληρωθούν και οι 235 μήνες (19 έτη). Στον κενό χώρο, εσωτερικά της άνω ελικοειδούς σπείρας, υπάρχει μια μικρότερη κυκλική κλίμακα, διαιρεμένη σε τεταρτημόρια. Η κάτω ελικοειδής σπείρα είχε 4 περιελίξεις και το συνολικό μήκος της ήταν διαιρεμένο σε 223 τμήματα, που αντιστοιχούν στους 223 μήνες της περιόδου **Σάρου**. Από την αρχαία εποχή ήταν γνωστό ότι οι εκλείψεις (του ήλιου και της σελήνης) επαναλαμβάνονται με την ίδια αλληλουχία και τα ίδια χαρακτηριστικά κάθε 223 μήνες. Στους μήνες της περιόδου Σάρου, όπου συμβαίνουν εκλείψεις υπήρχαν εγχάρακτα σύμβολα (Η, Σ, ΗΜ, ΩΡ). Στον κενό χώρο, εσωτερικά της κάτω ελικοει-



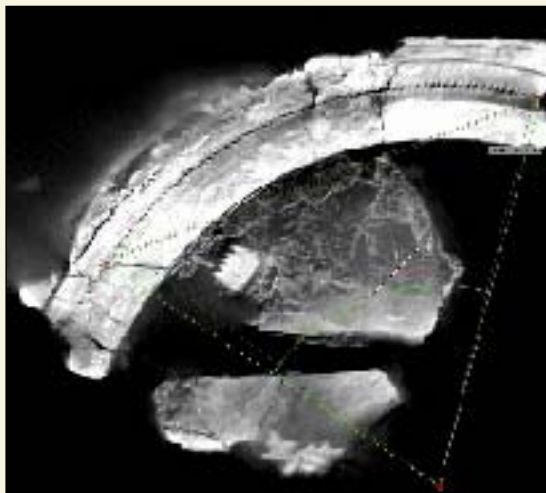
*Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι τόσο σημαντικός για την εξέλιξη της τεχνολογίας, όσο και η Ακρόπολη για την εξέλιξη της αρχιτεκτονικής. Παρόμοιος αρχαίος μηχανισμός δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα. Έτσι εύλογα γεννάται το ερώτημα ποια τεχνική υποδομή υπήρχε την εποχή που κατασκευάστηκε και τι απέγινε η γνώση και η τέχνη που περιείχε.*



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Γ. ΣΕΙΡΑΔΑΚΗ

*Η τεχνική της πολλαπλής φωτογράφισης των θραυσμάτων της εταιρείας Hewlett-Packard επέτρεψε την πιστή ανάγνωση των λεπτομερειών της επιφάνειας των θραυσμάτων. Το μικρό αυτό θραύσμα, διαστάσεων μόλις 5 cm x 4 cm, περιέχει επιγραφές αστρονομικού περιεχομένου. Για παράδειγμα, στην όγδοη γραμμή διακρίνεται η φράση: "ΟΣ ΔΙΑΙΡΕΘΗ Η ΟΛΗ..."*

Τομογραφία του θραύσματος Β, στην οποία φαίνεται καθαρά τμήμα των 365 οπών της κλίμακας των μηνών για τον υπολογισμό των δισεκτων ετών. Οι λεπτές γραμμές σχεδιάστηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού της εταιρείας Volume Graphics για την ακριβή καταμέτρηση των οπών.



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Γ. ΣΕΙΡΑΔΑΚΗ

» δούς σπείρας, υπάρχει μία μικρότερη κυκλική κλίμακα, διατεταμένη σε τρία τμήματα (120 μοιρών).

### Η λειτουργία του

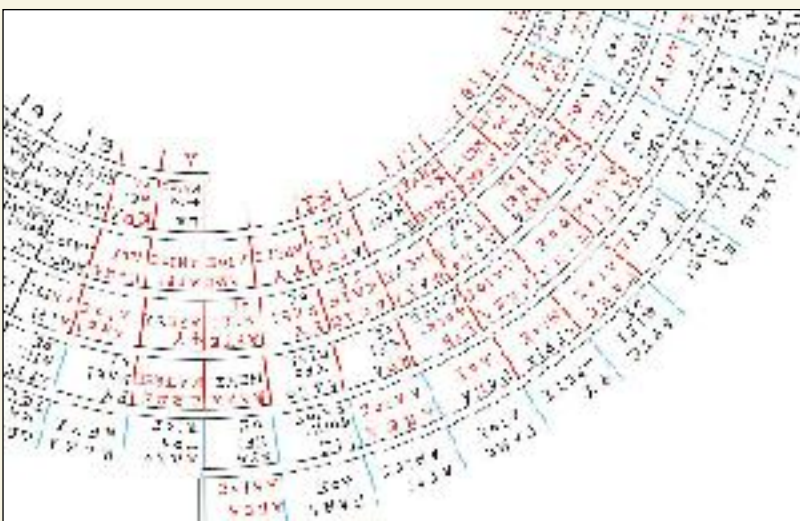
Ο χειριστής, περιστρέφοντας το στροφέιο, μπορούσε να επιλέξει, μέσω ενός δείκτη, μια οποιαδήποτε ημέρα από τις 365 που περιείχε η εξωτερική ετήσια κλίμακα της μπροστινής επιφάνειας του *Μηχανισμού*, πιθανώς με ένα μικρό περιστρεφόμενο στροφέιο (μανιβέλα).

Καθώς περιστρέφονταν το στροφέιο έδινε κίνηση στους οδοντωτούς τροχούς οι οποίοι στην μπροστινή επιφάνεια κινούσαν δύο δείκτες που έδειχναν τη θέση του ήλιου και της σελήνης στην εσωτερική κλίμακα της μπροστινής πλευράς που περιείχε τα 12 ζώδια (ζωδιακός κύκλος). Κάτω από την εξωτερική (ετήσια) κλίμακα, η οποία ήταν αποσπώμενη, υπήρχαν

365 οπές. Κάθε τέσσερα χρόνια ο χειριστής μπορούσε να την αποσπάσει και να τη μετατοπίσει κατά μία οπή, λαμβάνοντας έτσι υπόψη τα δίσεκτα έτη. Στην ίδια επιφάνεια ένας περιστρεφόμενος δείκτης, με ένα σφαιρίδιο στο άκρο του, έδειχνε τις φάσεις της σελήνης. Στο δείκτη αυτό έδινε κίνηση μια **κορώνα** (οδοντωτός τροχός κάθετος προς τους υπόλοιπους).

Το στροφέιο έδινε επίσης κίνηση σε διαφορετικούς οδοντωτούς τροχούς, οι οποίοι κινούσαν δύο δείκτες στην πίσω πλευρά του *Μηχανισμού*. Ο ένας δείκτης έδειχνε σε ποιο μήνα της περιόδου του Μέτωνα βρισκόταν η σελήνη (άνω ελικοειδής σπείρα των 235 μηνών). Η κίνηση της σελήνης ήταν διορθωμένη ως προς την ανωμαλία που προέρχεται από την έκκεντρη τροχιά της γύρω από τη Γη με τη βοήθεια δύο έκκεντρων οδοντωτών τροχών, οι άξονες των οποίων απείχαν 1,1 mm. Ο κάτω τροχός είχε μία ακίδα (πείρο), η οποία οδηγούσε τον άνω τροχό, εμπλεκόμενη σε μια σχισμή του. Έτσι, ο άνω τροχός εκτελούσε μια **επικυκλική κίνηση**, η γωνιώδης ταχύτητα του οποίου παρακολουθούσε την κίνηση της σελήνης στον ουρανό με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Ο άλλος δείκτης ακολουθούσε την κάτω ελικοειδή σπείρα των 223 μηνών (περίοδος Σάρος). Όταν περνούσε από ένα μήνα που περιείχε εγχάρακτα σύμβολα, ο χρήστης, διαβάζοντας τα σύμβολα, αντιλαμβανόταν ότι επίκειται έκλειψη ήλιου (Η) ή σελήνης (Σ) την τάδε ημέρα (ΗΜ) και ώρα (ΩΡ).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω (περι Ιππάρχου και Ρόδου) θα ανέμενε κανείς τα αρχαία ονόματα των δώδεκα μηνών που είναι χαραγμένα στην κλίμακα του Μέτωνα να προέρχονται από την ευρύτερη περιοχή της ανατολικής Μεσογείου. Απροσδόκητα, όμως, προέρχονται από την περιοχή της δυτικής Ελλάδας (Κέρκυρα, Βουθρωτό, Δωδώνη) και της Σικελίας (Ταυρομένιο), από αποικίες της Κο-



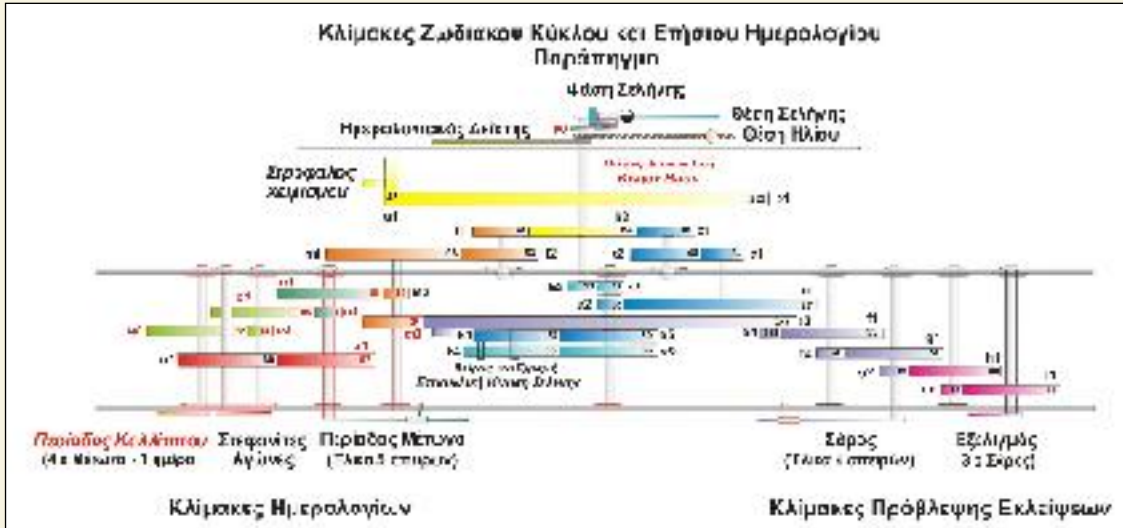
ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Γ. ΣΕΙΡΑΔΑΚΗ

Τα αρχαία ονόματα των μηνών που είναι χαραγμένα στην άνω κλίμακα της πίσω πλευράς του *Μηχανισμού* των *Αντικυθήρων* προέρχονται από αποικίες της Κορίνθου.



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Γ. ΣΕΙΡΑΔΑΚΗ

Ο *Μηχανισμός* των *Αντικυθήρων* χρησιμοποιούνταν για τον προσδιορισμό των στεφανιτών αθλητικών αγώνων (Ολυμπιακοί, Πύθια, Ίσθια, Νέμεα και Νάϊα).



Συνολικό σχηματικό διάγραμμα της διάταξης των οδοντωτών τροχών του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

ρίνθου. Η ανακάλυψη αυτή ανοίγει νέες προοπτικές όσον αφορά στην προέλευση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Ο δείκτης της μικρής κλίμακας, η οποία βρίσκεται εντός της άνω ελικοειδούς σπείρας, έδειχνε το έτος τέλεσης των στεφανιτών αθλητικών αγώνων. Περιφεριακά της κλίμακας έχουν αναγνωσθεί οι λέξεις ΟΛΥΜΠΙΑ, ΠΥΘΙΑ, ΙΣΘΜΙΑ, ΝΕΜΕΑ και ΝΑΑ, ενώ εσωτερικά, σε κάθε τεταρτημόριο, αναγράφονται τα έτη του τετραετούς ολυμπιακού κύκλου.

**Με εγχειρίδιο χρήσης**

Είναι προφανές ότι ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων* ήταν μία πολύπλοκη και μοναδική αστρονομική συσκευή. Έτσι, δεν είναι περίεργο ότι συνοδεύεται και από ένα εκτεταμένο και αναλυτικό εγχειρίδιο χρήσης (user's manual). Οι προστατευτικές πλάκες που αναφέρθηκαν παραπάνω ήταν γεμάτες με επιγραφές. Μέχρι τώρα έχουν διαβαστεί περίπου 2.500 εγχάρακτα γράμματα, όλα της ελληνικής αλφαβήτου, τα οποία βεβαίως, σχηματίζουν λέξεις και προτάσεις, που αναφέρονται σε αστρονομικούς, γεωγραφικούς και τεχνικούς όρους. Το ύψος των περισσότερων γραμμάτων είναι μεταξύ 1,5 και 2,5 mm και είναι χαραγμένα από έναν καλλιγράφο.

Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να αντλήσει κανείς από την ιστοσελίδα:

<http://www.antikythera-mechanism.gr>,

η οποία ανανεώνεται περιοδικά και περιλαμβάνει τελευταία νέα, απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα, άρθρα, εικόνες, βίντεο και άλλες πληροφορίες.

Το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, αναγνωρίζοντας την αξία και τη σπουδαιότητα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων για την ανάδειξη της επιστημονικής και τεχνολογικής κληρονομιάς της χώρας μας, θέσπισε μία υποτροφία για την εκπόνηση διδακτορικής διατριβής για το Μηχανισμό. Αυτή η διδακτορική διατριβή εκπονείται στο *Τμήμα Φυσικής*, με έδρα στο *Εργαστήριο Αστρονομίας του Τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής*. Την υποψήφια διδάκτορα, κυρία **Μαγδαληνή Αναστασιου**, επιβλέ-

πει μία διατμηματική συμβουλευτική επιτροπή αποτελούμενη από το **Γιάννη Σειραδάκη** (Τμήμα Φυσικής), τον **Κυριάκο Ευσταθίου** (Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών) και τη **Στέλλα Δρούγου** (Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας). Στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής γίνεται προσπάθεια να κατασκευαστεί ένα νέο αντίγραφο του Μηχανισμού, το οποίο θα περιλαμβάνει όλες τις νέες ανακαλύψεις.

**Βιβλιογραφία**

- De Solla Price D.: "Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism — A calendar computer from ca. 80 BC", *Transactions of the American Philosophical Society, New Series*, Volume 64, Issue 7, p.70, (1974).
- Freeth A. et al.: "Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism", *Nature*, 11/2006, Volume 444, p.587-591, (2006).
- Freeth A. et al.: "Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism", *Nature*, 07/2008, Volume 454, p.614-617, (2008).
- Wright M.T.: "The Antikythera Mechanism reconsidered", *Interdisciplinary Science Reviews*, 03/2007, Volume 32, Issue 1, p.27 - 43, (2007).

*Αναπαράσταση των επιγραφών από την εμπρόσθια μπρούτζινη πλάκα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Γίνεται αναφορά στην περιφορά του πλανήτη Αφροδίτη γύρω από τον ήλιο. Η λέξη «ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ», η οποία εμφανίζεται συχνά, αναφέρεται στη μέγιστη αποχή (γωνιώδη απόσταση) του πλανήτη από τον ήλιο.*

