

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ: Η επανεκκίνηση ενός αρχαίου υπολογιστή

Καθηγητής Ιωάννης Σειραδάκης, *Απρίλιος 2007*

ΤΟΜΕΑΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Στις 30 Νοεμβρίου 2006, ξεκίνησε στην Αθήνα μια διημερίδα κατά την οποία ανακοινώθηκαν τα αποτελέσματα της πρόσφατης διερεύνησης του **Μηχανισμού των Αντικυθήρων**, από μια πολυμελή και πολυδιάστατη θεματικά ομάδα ερευνητών. Την ίδια ημέρα δημοσιευόταν ένα ιστορικό άρθρο στο διεθνές περιοδικό **Nature**, με το οποίο καθιερώθηκε πλέον ο τρόπος λειτουργίας του Μηχανισμού. Η νέα διερεύνηση χρησιμοποίησε καινοτόμες τεχνικές με τις οποίες εντοπίστηκαν άγνωστες μέχρι τώρα λεπτομέρειες της λειτουργία του Μηχανισμού και διαβάστηκαν, για πρώτη φορά μετά από 2000 χρόνια, μεγάλα τμήματα από το εγχειρίδιο χρήσεως που τον συνόδευε.

Με την αποκωδικοποίηση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων αναθεωρείται και ξαναγράφεται η ιστορία της Τεχνολογίας. Η μελέτη του μοναδικού αυτού ευρήματος, που χρονολογείται πριν από δύο χιλιετίες, επιβεβαίωσε, όχι μόνο τις λιγοστές μέχρι τώρα γραπτές μαρτυρίες για τις άριστες γνώσεις των αρχαίων Ελλήνων στις δαιδαλώδεις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων, αλλά και την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις γνώσεις αυτές σε τεχνολογικές συσκευές, που ακόμα και σήμερα θα δυσκολευόμαστε να κατασκευάσουμε. Η μελέτη των θραυσμάτων, που ανασύρθηκαν από το βυθό της θάλασσας πριν από 100 περίπου χρόνια, έχει δώσει μια νέα διάσταση στο ζήτημα της εξέλιξης της Τεχνολογίας δια μέσου των αιώνων. 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.

Ας δούμε όμως πως εξελίχθηκε η ιστορία της ανακάλυψης και η μελέτη του Μηχανισμού:

Τη Μεγάλη Τρίτη του έτους 1900, δηλαδή στις 4 Απριλίου, σύμφωνα με το Ιουλιανό ημερολόγιο που ίσχυε στη χώρα μας μέχρι το 1923, Σύμιοι σφουγγαράδες, προερχόμενοι από την Αφρική, αναγκάστηκαν να αγκυροβολήσουν στα Αντικύθηρα λόγω σφοδρής θαλασσοταραχής. Εκεί, ορμώμενοι είτε από επαγγελματική περιέργεια είτε για να μαζέψουν νηστίσιμα θαλασσινά, βούτηξαν και σε βάθος 40-50 μέτρων, ανακάλυψαν έναν από τους πιο διάσημους θησαυρούς της αρχαιότητας. Προς μεγάλη τους έκπληξη βρέθηκαν μπροστά σε ένα αρχαίο ναυάγιο, διάσπαρτο στο βυθό της θάλασσας σε μήκος τουλάχιστον 55 μέτρων (δηλαδή επρόκειτο για ένα τεράστιο καράβι), με πλούσιο περιεχόμενο. Λίγους μήνες αργότερα, το Νοέμβριο του 1900, η Εφορεία Αρχαιοτήτων ξεκίνησε μια σειρά συστηματικών ενάλιων ανασκαφών, η οποία διήρκεσε μέχρι το Σεπτέμβριο του 1901. Κατά τη διάρκεια των ανασκαφών ανασύρθηκαν σημαντικά ευρήματα πολλά από τα οποία εκτίθενται σήμερα στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών, όπως ο Έφηβος των Αντικυθήρων, ο περιφήμος Φιλόσοφος των Αντικυθήρων, κ.α.. Ανασύρθηκαν και πολλά άλλα αγάλματα, ορειχάλκινα ή μαρμάρινα, σκεύη διατροφής και διασκέδασης (π.χ. μια μικρή λύρα), αμφορείς, ξύλινα τμήματα του πλοίου, κ.α. Ανάμεσα στα ευρήματα ήταν και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Πιθανώς, όταν ανασύρθηκε έμοιαζε με ένα απολιθωμένο όγκο με δείγματα ορειχάλκου, στον οποίο υπήρχαν εμφανώς γρανάζια και γράμματα.



Κατά τη δεκαετία του '70, ο περιηγητής **Jacques Cousteau** συνέβαλε στην ανασκαφή με το σκάφος του «Καλυψώ» και ομάδα εκπαιδευμένων δυτών, μεταξύ των οποίων και ο (φοιτητής τότε) Λευτέρης Τσαβλίρης. Ιδιαίτερα χρήσιμη για τη χρονολόγηση του ναυαγίου ήταν η εύρεση νομισμάτων από την Πέργαμο, κοπής μεταξύ 86-67 π.Χ., μερικών αγαλματιδίων και η ανέλκυση ενός μεγάλου ξύλινου τμήματος του καραβιού.

Ο Μηχανισμός είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο αστρονομικό όργανο με τουλάχιστον 30 συνεργαζόμενα γρανάζια, η πολυπλοκότητα του οποίου είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν όλων των συσκευών που κατασκευάστηκαν κατά την επόμενη χιλιετία. Κατασκευάστηκε κατά το δεύτερο ήμισυ του 2^{ου} π.Χ. αιώνα, πιθανότατα στη Ρόδο, όπου την εποχή αυτή, 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**.

ΕΙΚΟΝΑ 1. Το κύριο θραύσμα Α του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, μεγίστης διαμέτρου περίπου 15 cm. Στο θραύσμα αυτό εντοπίστηκαν τα 27 από τα 30 γνωστά γρανάζια του Μηχανισμού (Φωτό: Κ. Ξενικάκης).

Ο **Derek de Solla Price** ήταν ο πρώτος μελετητής του Μηχανισμού. Με τη συνεργασία του Χαράλαμπου Καρακάλου από το Ερευνητικό Κέντρο «Δημοκритος» ο Price μελέτησε διεξοδικά το Μηχανισμό των Αντικυθήρων και το 1974 δημοσίευσε ένα εκτενές άρθρο στο περιοδικό Scientific American με τίτλο «Γρανάζια από τους Έλληνες». Στο άρθρο αυτό ισχυριζόταν ότι ο Μηχανισμός είναι ένα πολύπλοκο αστρονομικό όργανο, το οποίο μάλιστα περιείχε μια διάταξη γρاناζιών, όπως αυτή που υπάρχει στα διαφορικά γρاناζία που χρησιμοποιούμε σήμερα στα αυτοκίνητά. Ο de Solla Price εργάστηκε πάνω από 30 χρόνια, μελετώντας το Μηχανισμό και στο άρθρο του αναφέρει επιγραμματικά ότι "είναι το παλαιότερο δείγμα επιστημονικής τεχνολογίας που διασώζεται μέχρι σήμερα και αλλάζει τελείως τις απόψεις μας για την αρχαία ελληνική τεχνολογία".

Τη σκυτάλη από τον Price πήραν στις αρχές του 1980 οι **Alan Bromley** και **Michael Wright**. Ο δεύτερος μάλιστα εξακολουθεί να μελετά εντατικά το Μηχανισμό μέχρι σήμερα. Η ομάδα αυτή, μετά από πολυετή μελέτη, απέρριψε την ύπαρξη του διαφορικού γραναζιού και εισήγαγε μερικές καινοτόμες ιδέες για τη χρήση του Μηχανισμού. Για παράδειγμα, πρότεινε ότι οι κλίμακες στην όπισθεν πλευρά του Μηχανισμού, περιλαμβάνει μία σπειροειδή έλικα και όχι ομόκεντρους κύκλους. Τη σημασία αυτής της διαφοράς θα την αναλύσουμε παρακάτω.

Στις αρχές του 2001 μια ομάδα Ελλήνων και ξένων ερευνητών, στην οποία συμμετείχαν επιστήμονες από το Πανεπιστήμιο του Cardiff της Μ. Βρετανίας (**Mike Edmunds, Antony Freeth**), το Πανεπιστήμιο Αθηνών (**Ξενοφών Μουσάς, Ιωάννης Μπιστάκης**) και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (**Ιωάννης Σειραδάκης**) δημιούργησαν την «**Ομάδα Διερεύνησης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων**». Μετά από αλλεπάλληλες, άκαρπες αιτήσεις προς το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο (Μάρτιος 2001 - Αύγουστος 2004) η άδεια, τελικά, υπεγράφη από τον τότε Υπουργό Πολιτισμού Πέτρο Τατούλη, τον Απρίλιο 2005, μετά από προσωπική παρέμβασή του. Το έργο ετέθη υπό την αιγίδα του Υπουργείου Πολιτισμού και με την ευγενική χορηγία του Ιδρύματος Leverhulme της Μ. Βρετανίας πραγματοποιήθηκε μια νέα μελέτη του Μηχανισμού χρησιμοποιώντας σύγχρονα μέσα τεχνολογίας (π.χ. τομογραφία ακτίνων Χ με διακριτική ικανότητα 0.04 mm, οπτική φωτογράφιση με περιφερειακό φωτισμό, κ.α). Με την έναρξη των μετρήσεων, στην ομάδα συμμετείχαν η **Ελένη Μάγκου** και η **Μαρία Ζαφειροπούλου** από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών και αργότερα ο **Αγαμέμνων Τσελίκας** από το Μορφωτικό Ίδρυμα της Εθνικής Τραπέζης. Όπως αναφέρθηκε ήδη, στις 30 Νοεμβρίου (14 μήνες μετά την έναρξη της λήψης των μετρήσεων) η ερευνητική ομάδα ανακοίνωσε τα αποτελέσματα της μελέτης στο διεθνές περιοδικό "Nature" και συγχρόνως σε μια διημερίδα που έλαβε χώρα στην Αθήνα, σε συνεργασία με το Μορφωτικό Ίδρυμα της Εθνικής Τραπέζης.

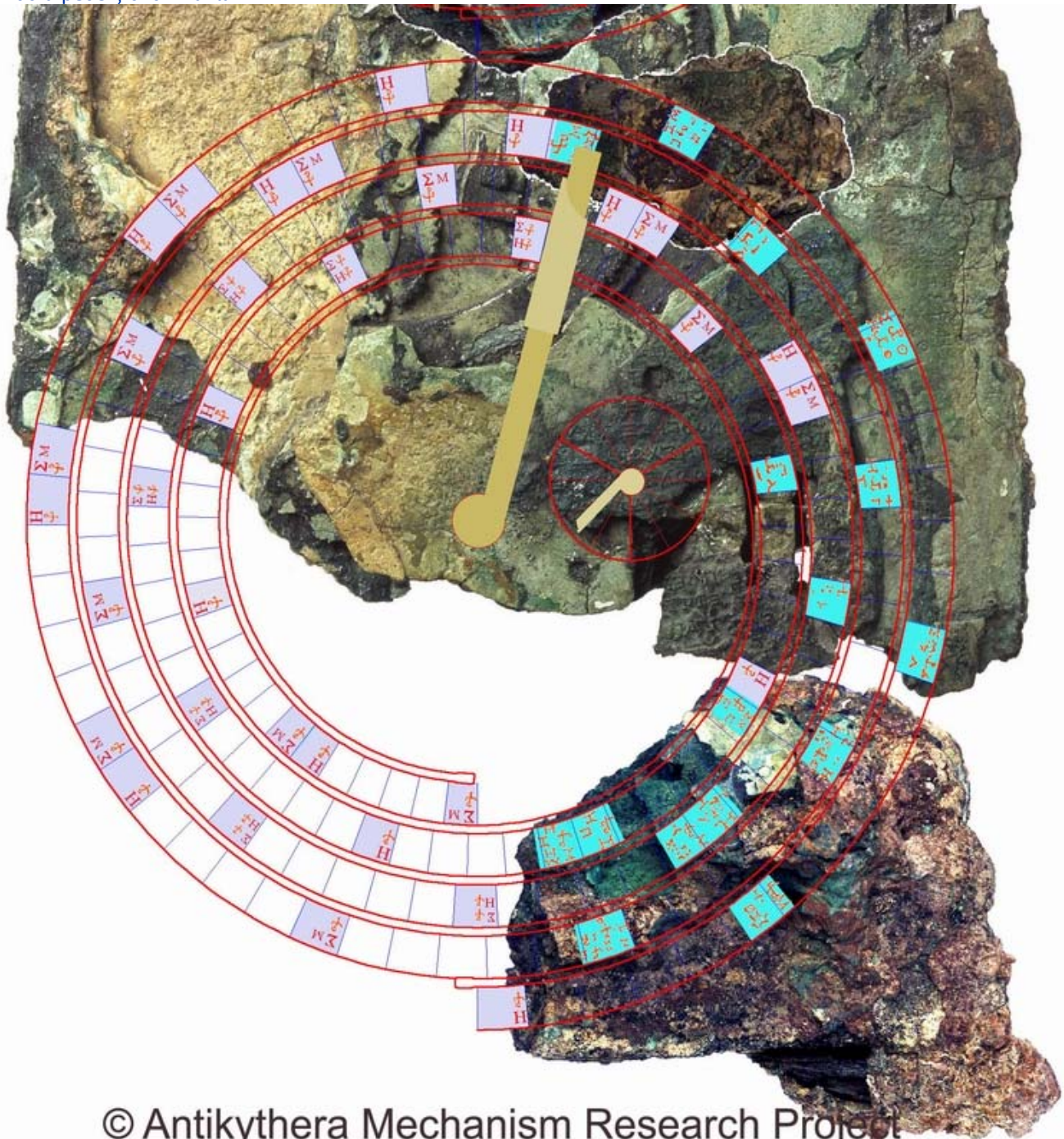


© Antikythera Mechanism Research Project

ΕΙΚΟΝΑ 2. Το θραύσμα 19 με την τεχνική PTM της Hewlett Packard. Διακρίνεται καθαρά τμήμα του εγχειριδίου χρήσεως του Μηχανισμού.

Τα αποτελέσματα της έρευνας, είναι εκπληκτικά: βρέθηκαν άγνωστες επιγραφές στο εσωτερικό του Μηχανισμού και διαβάστηκαν κείμενα χαμένα για πάνω από 2000 χρόνια! Η υψηλή διακριτική ικανότητα των μετρήσεων και η προσεκτική μελέτη των επιγραφών και των γράμματων, επέτρεψε στην ερευνητική ομάδα να παρουσιάσει μια συνολική, κατά το δυνατόν, λύση στο μυστήριο της λειτουργίας του Μηχανισμού. Τα μέχρι στιγμής συμπεράσματα επιβεβαιώνουν ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα φορητό αστρονομικό όργανο, τόσο περίπλοκο που δεν είναι περίεργο πως θεωρείται ότι είναι ο πρώτος σύνθετος (αναλογικός) υπολογιστής που κατασκευάστηκε ποτέ. Ήταν δηλαδή ένα Laptop της εποχής του!

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων εμπεριείχετο πιθανώς σε ένα ξύλινο κουτί (πυξίδα) διαστάσεων 30x20x10 εκ. και προστατευόταν με δύο ορειχάλκινες (μπρούτζινες) πλάκες (πορτούλες). Ο ορείχαλκος ήταν αρκετά μαλακός (περιείχε 4-10 % κασίτερο). Στην μπροστινή πλευρά υπάρχουν δύο ομόκεντροι κύκλοι (εξωτερικός και εσωτερικός). Στην πίσω πλευρά υπάρχουν δύο σπειροειδείς έλικες (η πάνω, με 5 σπείρες, το συνολικό μήκος των οποίων διαιρείται σε 235 τμήματα και η κάτω, με 4 σπείρες, το συνολικό μήκος των οποίων διαιρείται σε 223 τμήματα). Δίπλα σε κάθε σπειροειδή έλικα υπάρχουν δύο μικροί κύκλοι με 4 υποδιαιρέσεις στον πάνω και 3 υποδιαιρέσεις στον κάτω.



© Antikythera Mechanism Research Project

ΕΙΚΟΝΑ 3. Τμήμα της κάτω κλίμακας της πίσω όψης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων μετά τη συναρμολόγηση των θραυσμάτων Α, Β, Ε και F. Η κλίμακα έχει 223 υποδιαιρέσεις (Περίοδος Σάρου των 223 μηνών). Σε πολλές από αυτές υπάρχουν σύμβολα, που υποδεικνύουν την πιθανότητα να συμβεί έκλειψη αυτόν το μήνα.

Ο χειριστής του Μηχανισμού, μπορούσε να επιλέξει, με τη βοήθεια ενός δείκτη μια οποιαδήποτε ημέρα από τις 365 που περιείχε ο εξωτερικός ετήσιος κύκλος της μπροστινής πλευράς του Μηχανισμού. Ο δείκτης αυτός έφερε πιθανώς στη μύτη του ένα «χρυσούν σφαιρίον», που περιγράφεται στις επιγραφές με οδηγίες χρήσεως, που πλουσιοπάροχα έφερε ο Μηχανισμός. Η επιλογή της ημέρας γινόταν με τη βοήθεια ενός μικρού περιστρεφόμενου στροφείου (μανιβέλας). Κάθε ημέρα, βέβαια, ο Ήλιος βρίσκεται σε μια ορισμένη θέση στον κύκλο των 12 ζωδιακών αστερισμών, που αναγράφονταν σε ένα εσωτερικό ομόκεντρο (προς τον ετήσιο) ζωδιακό κύκλο. Τα δίσκετα έτη λαμβάνονταν υπόψη, μετατοπίζοντας τη θέση του ετήσιου κύκλου ως προς το ζωδιακό κατά μία ημέρα κάθε 4 έτη. Κατά την επιλογή της ημερομηνίας με το στροφείο, τουλάχιστον πέντε άλλοι δείκτες κινούνταν και έδειχναν:

- Στη μπροστινή πλευρά: τη θέση της Σελήνης ανάμεσα στους ζωδιακούς αστερισμούς (και τη φάση αυτής με τη βοήθεια ενός (αργυρού) «ελάσσονος σφαιρίου»).
- Στην πάνω σπειροειδή έλικα της πίσω πλευράς: τη μηνιαία θέση της Σελήνης στην περίοδο του Μέτωνος (235 μήνες της Σελήνης, που με αρκετά καλή προσέγγιση διαρκούν 19 έτη μείον ένα τέταρτο της ημέρας) και στον αντίστοιχο μικρό κύκλο τη θέση της στην περίοδο του Καλλίπου (που είναι ίση με 75 έτη, δηλαδή $4 \times 19 = 76$ έτη μείον μία ημέρα). Μετά από μία πλήρη περίοδο του Μέτωνος η Σελήνη παρουσιάζει την ίδια φάση την ίδια ημέρα του έτους. Η περίοδος του Καλλίπου είναι μια καλύτερη προσέγγιση της περιόδου του Μέτωνος.
- Στην κάτω σπειροειδή έλικα της πίσω πλευράς ο δείκτης έδειχνε την περίοδο Saros, η οποία διαρκεί 223 μήνες (18 έτη και 11 ημέρες). Με την περίοδο Saros μπορούσε ο χειριστής να βρει την πιθανότητα να συμβούν ηλιακές ή σεληνιακές εκλείψεις. Για να έχουμε έκλειψη (Ηλίου ή Σελήνης) πρέπει ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη να βρίσκονται περίπου σε ευθεία γραμμή. Αυτό συμβαίνει τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο. Επειδή η διεύθυνση της ευθείας αυτής περιστρέφεται στον ουρανό και κάνει μια πλήρη περιστροφή σε 223 μήνες (περίοδος Saros), εξυπακούεται ότι η διαδοχή των εκλείψεων επαναλαμβάνεται κάθε 223 μήνες. Επομένως, γνωρίζοντας ο χειριστής εκλείψεις του παρελθόντος, ήταν σε θέση να προβλέψει μελλοντικές εκλείψεις. Πράγματι, σε μερικά από τα 223 τμήματα (που αντιστοιχούσαν σε μήνες που έγιναν εκλείψεις) υπάρχουν συμβολικές επιγραφές, που αναφέρουν την ημέρα και την ώρα εκλείψεων!

Είναι προφανές ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένα πολύπλοκο όργανο. Έτσι δεν είναι περίεργο ότι συνοδευόταν και από ένα εκτεταμένο και αναλυτικό εγχειρίδιο χρήσεως (user's manual). Οι προστατευτικές πλάκες που αναφέρθηκαν παραπάνω ήταν γεμάτες με επιγραφές. Μέχρι τώρα έχουν διαβαστεί περίπου 1200 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, κατά μέσο όρο, 2.17 χιλιοστά. Φαίνεται ότι ήταν σμιλευμένα με πολύ λεπτά εργαλεία.

Σημαντική είναι η ανακάλυψη της λέξης «**ΙΣΠΑΝΙΑ**», ανάμεσα στις επιγραφές, που πιθανώς αποτελεί την πρώτη γραπτή χρήση της λέξεως. Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τη λέξη «**ΕΣΠΕΡΙΑ**» (επειδή βρίσκεται δυτικά της χώρας μας, προς τη διεύθυνση που δίνει ο Ήλιος την εσπέρα), ή «**ΗΒΗΡΙΑ**». Η λέξη «**ΙΣΠΑΝΙΑ**» είναι, βέβαια, αρχαιότητα, αλλά χρησιμοποιήθηκε επισήμως, για πρώτη φορά από τους Ρωμαίους.

Επίσης εντοπίστηκε η λέξη «**ΦΑΡΟΣ**» (προφανώς της Αλεξάνδρειας). Με άλλα λόγια στο εγχειρίδιο χρήσεως γίνονται αναφορές για ένα μεγάλο εύρος πόλεων της Μεσογείου. Στις πόλεις αυτές ίσως χρησιμοποιείτο ο Μηχανισμός.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ιδιαίτερα μετά το διημερίδα των Αθηνών, έχει κινήσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον τόσο του επιστημονικού κόσμου όσο και του κοινού. Γι' αυτό η Ομάδα Διερεύνησης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων έχει δημιουργήσει την ιστοσελίδα: <http://www.antikythera-mechanism.gr> για την πληροφόρηση του κοινού και των ειδικών. Είναι προφανές, από τη σύντομη αυτή περιγραφή, ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων αποτελεί ένα σημαντικότερο τεκμήριο για τις ικανότητες των αρχαίων Ελλήνων. Πιστεύουμε ότι η συμβολή του στην εξέλιξη της Τεχνολογίας είναι τόσο σημαντική όσο και η Ακρόπολις για την εξέλιξη της Αρχιτεκτονικής. Ελπίζουμε ότι σύντομα, λαμβάνοντας υπόψη τις γνώσεις που αποκτήσαμε για το θαυμάσιο όσο και αινιγματικό αυτό αντικείμενο με τη νέα μελέτη, θα μπορέσουμε να εκδώσουμε σχετικά φυλλάδια και βιβλία για το Μηχανισμό, να διανείμουμε σε όλα τα σχολεία της χώρας μας ένα DVD με κείμενα εικόνες και βίντεο και να κατασκευάσουμε ένα ακριβέστερο τριδιάστατο αντίγραφο του πρωτοτύπου, προβάλλοντας με τον καλύτερο τρόπο τόσο την επιστημονική όσο και την τεχνολογική κατάρτιση των αρχαίων Ελλήνων.