

ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

Ε. Ανδρεοπούλου - Μάγκου

Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο

Ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων* είναι το σημαντικότερο εύρημα υψηλής τεχνολογικής ανάπτυξης της αρχαιότητας. Είναι ο παλαιότερος μηχανισμός στον κόσμο που φέρει οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια) και μετρητικούς κύκλους που σχετίζονται με ηλιακό, σεληνιακό και ζωδιακό κύκλο. Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα αρχαιολογικά και βιβλιογραφικά δεδομένα, ανασύρθηκε από τη θάλασσα το 1901 και είναι το σημαντικότερο από τα ευρήματα των ανελκυσσεων του ναυαγίου που εντοπίστηκε το 1900 από σφουγγαράδες στο μικρό νησί των Αντικυθήρων.

Ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων* αποτελείται από θραύσματα και είναι πιθανόν ελλιπής, αφού καινούργια θραύσματά του αναγνωρίζονται σταδιακά ακόμη και πρόσφατα ανάμεσα στα δημοσιεύτα ευρήματα του ναυαγίου που φυλάσσονται στη Χαλκοθήκη του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου, μαζί με δημοσιεύτα ευρήματα που προήλθαν από μεταγενέστερες καταδύσεις του Κουστώ (1978) στη θέση του ναυαγίου.

Ο μηχανισμός σήμερα αποτελείται:

- 1) από τρία κύρια θραύσματα (Α, Β, C) τα οποία εκτίθενται στη Συλλογή Χαλκών του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου και αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα του,
- 2) από τρία άλλα θραύσματα (D, E, F) τα οποία, συμπληρώνουν τον μηχανισμό. Απ' αυτά, τα E και F αναγνωρίστηκαν ως τμήματα του μηχανισμού πολύ μεταγενέστερα από την αρχική ανέλκυσή του. Το μεν θραύσμα E αναγνωρίστηκε από τον αρχαιολόγο Καλλιγά γύρω στο 1988, το δε θραύσμα F από την αρχαιολόγο Ζαφειροπούλου το 2005 μετά από ακτινογράφησή τους με ακτίνες X στο Ακτινογραφικό εργαστήριο του Εθνικού Μουσείου (Μάγκου),
- 3) από ένα μεγάλο αριθμό θραυσμάτων με επιγραφές, μεταξύ των οποίων το θραύσμα G της πλάκας της μπροστινής πόρτας που είναι και το μεγαλύτερο απ' αυτά και
- 4) από υπόλοιπα της ξύλινης θήκης, στην οποία βρέθηκε αρχικά ο μηχανισμός: τέτοια υπόλοιπα σώζονται σήμερα στα θραύσματα Α και F.

Ο μηχανισμός, από την ανεύρεσή του το 1901, μελετήθηκε από διάφορους ερευνητές. Η δομή και η λειτουργικότητά του δεν έχουν πλήρως διευκρινισθεί και παρά την πλούσια βιβλιογραφία με πιθανές ερμηνείες που έχουν κατά καιρούς καταγραφεί, ο μηχανισμός εξακολουθεί να παραμένει ένα μυστήριο της αρχαίας τεχνολογίας και να προκαλεί επιστημονικές διαφωνίες. Ό,τι είναι γνωστό μέχρι σήμερα έχει στηριχθεί εξ ολοκλήρου στον Price (1974) και στις διαφωνίες των Bromley (1986, 1990a, 1990b, 1990c, 1993), Wright and Bromley (2001), Edmunds and Morgan (2000), Freeth (2002a, 2002b) και Wright (2002a, 2002b, 2003a, 2003b, 2004, 2005).

Α) Έρευνα του μηχανισμού κατά την περίοδο 1901-1970

Οι πρώτες μελέτες που έφεραν τον μηχανισμό στο φως της δημοσιότητας, προέρχονται κυρίως από Έλληνες επιστήμονες και αναφέρονται στα θραύσματα Α, Β, C, D και σε επιγραφές όπως τη G και πολλές άλλες μικρότερες, καθώς και στα συνενυρήματά του. Οι μελέτες των πρώτων αυτών ερευνητών (Σβορώνος, Ρεδιάδης, Στάης, Ράδος, Ρεμ και Θεοφανίδης) είναι κύρια περιγραφικές και στηρίζονται:

- 1) στη μακροσκοπική και μικροσκοπική παρατήρησή των θραυσμάτων του μηχανισμού

2) στην απλή φωτογράφιση και στη φωτογράφιση με πλάγιο φωτισμό κύρια των θραυσμάτων με τις επιγραφές, για καλύτερη δυνατότητα ανάγνωσης των επιγραφών. Στις πρώτες αυτές μελέτες καταγράφηκαν τα ορατά γρανάζια και οι μετρητικοί κύκλοι του μηχανισμού και δόθηκε στο μηχανισμό ο χαρακτηρισμός του αστρολάβου ή κάποιου οργάνου ναυσιπλοΐας.

Αργότερα, στη δεκαετία του 50, ασχολήθηκε με τον μηχανισμό ο Αμερικανός ερευνητής Derek De Solla Price (1955, 1959a, 1959b), ο οποίος τον χαρακτήρισε ως ένα αρχαίο ελληνικό κομπιούτερ με *ωρολογιακό μηχανισμό*, λόγω των γραναζιών που διέκρινε στο μηχανισμό με την παρατήρηση και τη φωτογράφιση.

B) Έρευνα του μηχανισμού κατά την περίοδο 1970-1974

Την περίοδο αυτή ο Price συνέχισε δυναμικότερα την έρευνά του μηχανισμού: απέκλεισε για τον μηχανισμό τον αρχικό χαρακτηρισμό του ως αστρολάβου και έδωσε στο μηχανισμό τον χαρακτηρισμό *ωρολογιακός ημερολογιακός μηχανισμός* με διαφορετικό γρανάζι. Η πρώτη ολοκληρωμένη μελέτη του μηχανισμού από τον Price ήρθε με τη δημοσίευση της μονογραφίας του *Gears from the Greeks* (1974). Κατασκεύασε μοντέλο του μηχανισμού, με το οποίο αναπαρήγαγε την πιθανή λειτουργία του. Σήμερα, το μοντέλο αυτό εκτίθεται μαζί με τα τρία κύρια θραύσματά του μηχανισμού στη Συλλογή Χαλκών του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου. Η μονογραφία είναι τεκμηριωμένη και αποτέλεσε βάση για τις μεταγενέστερες έρευνες. Η μελέτη του Price (1974) στηρίχθηκε στις τεχνικές εξέτασης που διέθετε η τεχνολογία της εποχής εκείνης όπως:

1) στην *συμβατική ακτινογράφιση του μηχανισμού με ακτίνες-γ και ακτίνες-X* από τον φυσικό επιστήμονα Καράκαλο του Κέντρου Πυρηνικών Ερευνών Δημόκριτος. Η ακτινογράφιση αποκάλυψε το θαύμα της πολυπλοκότητας και της υψηλής τεχνολογίας που έκρυβε ο μηχανισμός, αφού κατέγραψε σε επίπεδο ακτινογραφικό φιλμ σύστημα από 30 οδοντωτούς τροχούς, μεταξύ των οποίων ένα επικύκλιο διαφορετικό σύστημα οδοντωτού τροχού. Η ακτινογράφιση αυτή αποτέλεσε σημαντικό σταθμό στην ιστορία της μελέτης του μηχανισμού και κέντρισε το ενδιαφέρον της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας. Η σημαντική μεν αποκάλυψη των 30 γραναζιών στο εσωτερικό του μηχανισμού, αλλά η διδιάστατη αποτύπωσή τους στο ακτινογραφικό φιλμ δεν επέτρεψε στον Price να αποδώσει τη σωστή θέση και διάταξη των γραναζιών στο χώρο, γεγονός που τον δυσκόλεψε στην ερμηνεία της λειτουργίας τους και τον οδήγησε στη ανάγκη προσθήκης διατάξεων γραναζιών και εξαρτημάτων για να μπορέσουν να λειτουργήσουν τα θραύσματα του μηχανισμού ως ενιαίος μηχανισμός. Η αξιοθαύμαστη έρευνα του Price βασισμένη στις εξαιρετικές ακτινογραφίες με ακτίνες-X του Καρακάλου χαρακτήρισε τον μηχανισμό ως ένα αστρονομικό όργανο που υπολόγιζε τον αστρικό κύκλο της Σελήνης χρησιμοποιώντας το λόγο του Μέτονα (19 χρόνια=254 αστρικοί μήνες), ενώ από αυτόν με ένα διαφορετικό γρανάζι υπολόγιζε τις φάσεις της σελήνης (συνοδικό μήνα).

2) στη *χημική ανάλυση και μεταλλογραφική εξέταση* (Caley και Smith) για τη χημική σύσταση του μετάλλου του μηχανισμού και τον τρόπο διαμόρφωσής του σε γρανάζια και άλλα εξαρτήματα. Λόγω της μοναδικότητας του αντικείμενου, οι δύο αυτές εξετάσεις περιορίστηκαν σε θραύσματα από φύλλα επιγραφών που δεν μπορούσαν να συναρμολογηθούν.

Η *χημική εξέταση* με φασματοσκοπική ανάλυση (10 mg δείγματος σε πλήρη καύση σε τόξο 10Amp συνεχούς και φωτογράφιση στην περιοχή μηκών κύματος από 2250-4800 Å) με σφάλμα έως και $\pm 50\%$ έδειξε ότι τα θραύσματα με τις επιγραφές έχουν κατασκευασθεί από μπρούντζο, κράμα χαλκού-κασσιτέρου (Cu-Sn) με κασσίτερο κυμαινόμενο γύρω στο 5%.

Η μεταλλογραφική εξέταση σε δύο επίπεδα κομμάτια μήκους 1 mm έδειξε:

- α) στο ένα κομμάτι ότι το μέταλλο είχε πιθανόν υποστεί ελαφριά ψυχρή κατεργασία στην τελική λείανση ή κατά τη χρησιμοποίηση εργαλείου για τη εγγραφή των επιγραφών ή των διαβαθμίσεων και
 - β) στο άλλο κομμάτι ότι πρόκειται για έναν τελικά ανοπτημένο μπρούντζο και ότι το αρχικό μέταλλο ήταν επεξεργασμένο με ψυχρή σφυρηλάτηση, με μεσοδιαστήματα ανόπτησης και μια εκτενή και ομοιόμορφη ψυχρή κατεργασία πριν την τελική ανόπτηση στους 500-600 °C.
- 3) στην έμμεση χρονολόγηση του μηχανισμού, αφού δεν υπάρχει άμεση φυσικοχημική μέθοδος χρονολόγησης των μετάλλων, και η οποία χρησιμοποίησε .
- α) την αρχαιολογική χρονολόγηση του ναυαγίου, η οποία τοποθετήθηκε, βάσει των συνευρημάτων του αμφορέων, στη δεκαετία 80-70 π.Χ., βάσει της ελληνιστικής αγγειοπλαστικής μεταξύ 75-50 π. Χ. και βάσει της ρωμαϊκής αγγειοπλαστικής στα μέσα του 1^{ου} π.Χ. αιώνα. Συνεπώς, τα κοινώς αποδεκτά όρια για τη χρονολόγηση του μηχανισμού είναι μεταξύ 80-50 π. Χ. με πιθανότερη την αρχαιότερη ημερομηνία.
 - β) το ξύλο φτελιάς του πλοίου το οποίο χρονολογήθηκε στο εργαστήριο ραδιενεργού άνθρακα (14 C) με ημίσεια ζωή 5739 χρόνια στο Πανεπιστημιακό Μουσείο της Φιλαδέλφειας, και βρέθηκε να χρονολογείται στο 220±43 π.Χ.. Η χρονολόγηση αυτή αποτελεί ένδειξη ότι το δέντρο πρέπει να κόπηκε περισσότερο από έναν αιώνα πριν από την εκτίμηση του ναυαγίου βάσει των αρχαιολογικών συνευρημάτων του.
 - γ) την αρχαιολογική χρονολόγηση του ναυαγίου βάσει των αργυρών νομισμάτων που βρέθηκαν στο χώρο του ναυαγίου από τη μεταγενέστερη κατάδυση του Κουστώ (1978) και τα οποία χρονολογούνται στο 86 π.Χ.

Γ) Έρευνα του μηχανισμού κατά την περίοδο 1980-2005

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 80, η ερμηνεία του μηχανισμού όπως είχε καταγραφεί από τον Price είχε γίνει ευρέως αποδεκτή από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, με αποτέλεσμα διάφοροι ερευνητές να αναπαραγάγουν μοντέλα του Price με μικρές μόνο αποκλίσεις (π.χ. Gleave, Κριαράς), ενώ η αποδοχή της ερμηνείας αναπαραγόταν σε πανεπιστημιακές διδασκαλίες και δημοσιεύσεις.

Η λειτουργία του μοντέλου του Price αμφισβητήθηκε γύρω στο 1985 από τον Αυστραλό καθηγητή Bromley του Basser Department of Computer Science του Παν/μίου του Σίδνευ (Bromley 1986). Ο Bromley κατασκεύασε ένα δικό του πιο λειτουργικό μοντέλο απ' αυτό του Price, χωρίς όμως να έχει δει και εξετάσει το μηχανισμό από κοντά. (Bromley 1990a, 1990b).

Όταν ο Bromley είδε τον μηχανισμό στην αρχή της δεκαετίας του 90, έθεσε για βασικό του στόχο να μπορέσει να προσεγγίσει τη σωστή τοποθέτηση και διάταξη των γραναζιών στο χώρο, την οποία δυστυχώς η συμβατική ακτινογράφιση του Καράκαλου δεν μπόρεσε να καταγράψει.

Η μελέτη του στηρίχθηκε α) στην οπτική εξέταση και άμεση μέτρηση, β) στην απλή και στερεογραφική φωτογραφία και γ) στην ακτινογράφιση με ακτίνες-X και στην γραμμική αξονική τομογραφία

Το 1990 απευθύνθηκε στο Ακτινογραφικό Εργαστήριο του Εθνικού Μουσείου (Μάγκου) για τη λήψη στερεογραφικών ακτινογραφιών, δηλαδή λήψη ακτινογραφιών με κλίση περίπου 10 μοιρών, δεξιά και αριστερά, των θραυσμάτων ως προς το επίπεδο φιλμ. Τα ζεύγη των στερεογραφικών ακτινογραφιών (δεξιάς και αριστερής λήψης) σε ταυτό-

χρονη παρατήρηση με στερεοσκόπιο, έδωσαν μια ικανοποιητική στερεοσκοπική προβολή των γραναζιών και τη δυνατότητα για μια καλύτερη προσέγγιση της διάταξης των γραναζιών στο χώρο. Η ίδια στερεοσκοπική πρακτική εφαρμόστηκε και στη λήψη στερεογραφικών φωτογραφιών.

Η Γραμμική Αξονική Τομογραφία (X-ray Linear Motion Tomography) στην ιατρική επιστήμη τη χρονική εκείνη περίοδο του έδωσε το έναυσμα για εφαρμογή της στο μηχανισμό. Η συνεργασία του Bromley με τον Βρετανό μηχανικό Wright του Μουσείου Επιστημών του Λονδίνου κατέληξε σε μια πρακτική προσαρμογή της γραμμικής τομογραφίας για την εφαρμογή της στο μηχανισμό. Ο Wright κατασκεύασε μια κατάλληλη τράπεζα στην οποία τοποθετούνταν τα θραύσματα του μηχανισμού· με τη συσκευή αχτίνων-X τύπου Andrex model 3002 του Ακτινογραφικού Εργαστηρίου του Εθνικού Μουσείου ελήφθησαν γραμμικές αξονικές τομογραφίες ανά 1mm με σταθερές γραμμικές κινήσεις του αντικειμένου και του φιλμ προς τη συσκευή αχτίνων-X, σε αντίθεση με τη κίνηση της συσκευής αχτίνων-X προς τον ακίνητο άνθρωπο στην ιατρική γραμμική αξονική τομογραφία. Αυτό γιατί η συσκευή αχτίνων-X (Andrex Model 3002) του Εθνικού Μουσείου είναι βιομηχανικής χρήσης και πολύ βαριά για να κινείται αυτή προς το μηχανισμό. Η όλη προσπάθεια υπήρξε μια επίπονη διαδικασία και τα πρώτα ακτινογραφικά αποτελέσματα (Wright, Bromley and Magou, 1991), έδωσαν ελάχιστα καινούργια κατασκευαστικά στοιχεία για το εσωτερικό του μηχανισμού. Η γραμμική αξονική τομογραφία υποφέρει από την παρουσία όλων των άλλων επιπέδων του αντικειμένου έξω από το επίπεδο εστίασης του ειδώλου, τα οποία αμαυρώνονται με την κίνηση του αντικειμένου προς το ακτινογραφικό μηχάνημα και εμφανίζονται ως ουρές στο επιθυμητό είδωλο. Η μέθοδος επιτρέπει ακριβείς μετρήσεις του σχετικού ύψους των θραυσμάτων του μηχανισμού (περίπου στα 0,2 mm) και μπορεί αξιόπιστα να διαβάσει επιγραφές σε ένα επίπεδο.

Οι ακτινογραφίες στη συνέχεια σαρώθηκαν και επεξεργάστηκαν (Gardner 2001) με κατάλληλο πρόγραμμα τρισδιάστατης ψηφιακής απεικόνισης (3D imaging of x-rays), χωρίς σημαντικά αποτελέσματα στη αναζήτηση της διάταξης των γραναζιών στο χώρο. Δυστυχώς ο Bromley πέθανε το 1999 χωρίς να προλάβει να ολοκληρώσει τη προσπάθειά του, ενώ ο Wright πάλεψε μόνος του και κατέληξε να εργάζεται σε μια διαφορετική προσέγγιση του μηχανισμού απ' αυτή του Price και του Bromley.

Ο Wright, στη συνέχεια, ισχυρίζεται ότι τα θραύσματα του μηχανισμού δεν αποτελούν ενιαίο μηχανισμό αλλά δύο ανεξάρτητους μηχανισμούς. Ασχολείται με το μπροστινό τμήμα του μηχανισμού και το ερμηνεύει ως πλανητάριο (2002b, 2003a). Στο μοντέλο που κατασκευάζει για να αναπαραγάγει τη λειτουργία του μηχανισμού, προσθέτει γρανάζια, τα φθάνει περίπου στα 40, πολύ περισσότερα απ' αυτά που δείχνουν πραγματικά οι ακτινογραφίες καθιστώντας τον μηχανισμό πολύπλοκο στη λειτουργία του.

Ο μηχανισμός κρύβει μέσα του ακόμη πολύ αρχαία γνώση, που οι μέχρι σήμερα ερευνητές δεν έχουν καταφέρει να αποκαλύψουν. Η κατασκευή και η λειτουργικότητά του εξακολουθεί να παραμένει ένα μυστήριο, και οι σημερινοί ερευνητές καλούνται να απαντήσουν αν τα θραύσματα του μηχανισμού αποτελούν ένα ενιαίο μετρητικό όργανο ή ένα στατικό όργανο με δυναμική επεξεργασίας αστρονομικών πληροφοριών ή συνδυασμό ανεξάρτητων οργάνων.

Δ) Έρευνα του μηχανισμού κατά την περίοδο 2005

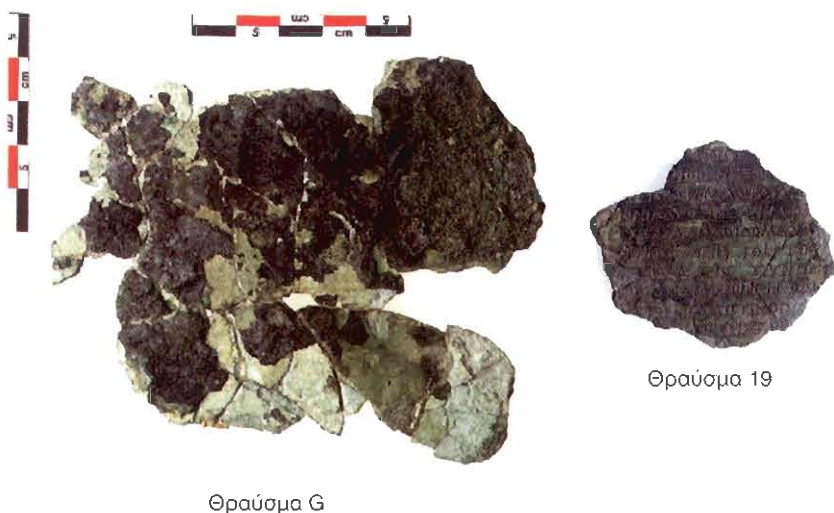
Την περίοδο αυτή, λόγω των έντονων επιστημονικών διαφωνιών που είχαν προκύψει στη διεθνή βιβλιογραφία και στην αμφισβήτηση των διαφόρων μοντέλων που είχαν αναπαράχθει για την ερμηνεία της πραγματικής λειτουργίας του μηχανισμού, και λόγω του ότι η σύγχρονη τεχνολογία διαθέτει σήμερα προηγμένες τεχνικές που είναι σε θέ-

ση να εισέλθουν στα εσωτερικά σπλάχνα του μηχανισμού χωρίς να τον καταστρέψουν, κρίθηκε από επιστημονική ομάδα απαραίτητη η επανεξέταση του μηχανισμού. Η επανεξέταση του μηχανισμού πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο 2005 με μη καταστροφικές τεχνικές της τελευταίας τεχνολογίας από ομάδα Ελλήνων επιστημόνων (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, Παν/μιο Αθηνών, Παν/μιο Θεσ/νίκης) και Βρετανών ερευνητών (Gardiff University, Keele University). Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τεχνικές εξέτασης:

- α) Η πολυωνυμική ψηφιακή απεικόνιση με κατάλληλη συσκευή της Αμερικάνικης εταιρείας Hewlett-Packard (Εικ. 1) και (Εικ. 2).
- β) Η ψηφιακή Φωτογράφιση με κάμερα



Εικ. 1. Συσκευή Πολυωνυμικής Ψηφιακής απεικόνισης (Hewlett Packard)



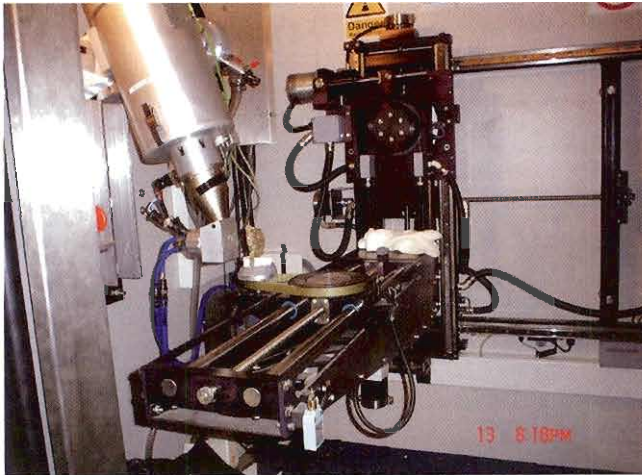
Εικ. 2. Θραύσματα με επιγραφές μετά την πολυωνυμική ψηφιακή απεικόνισή τους

γ) Η τρισδιάστατη ακτινογράφιση με ακτίνες-Χ (Microfocus X-Ray Tomography) με συσκευή της Αγγλικής εταιρείας X-TEK (Εικ. 3)

δ) Η χημική ανάλυση (ποιοτική-ποσοτική) με τη τεχνική Spectrum element-specific X-ray imaging (Keele University)

Η ομάδα μελετά και επεξεργάζεται τα δεδομένα των εξετάσεων, με κύριο στόχο να καταγράψει τα αντιπροσωπευτικότερα μέχρι σήμερα πραγματικά δεδομένα που αφορούν στη δομή και διάταξη των γριναζιών και των θραυσμάτων του μηχανισμού στο χώρο, είτε ως ενιαία είτε ως χωριστά θραύσματα, και την ανάγνωση όλων των επιγραφών και γραμμάτων στα σωζόμενα θραύσματά του.

Στις Εικ. 4-8 δίνονται οι ψηφιακές φωτογραφίες που έγιναν από τον φωτογράφο Ξε-



Εικ. 3. Τρισδιάστατη Αξονική τομογραφία (Microfocus X-Ray Tomography X-TEK)

νικάκη και οι αντίστοιχες ακτινογραφίες με ακτίνες-Χ που έγιναν στο Ακτινογραφικό Εργαστήριο του Εθνικού Μουσείου το 2005 (Μάγκου) των βασικών θραυσμάτων του μηχανισμού (Α, Β, C, D, E, F).



Θραύσμα Α



Εικ. 4. Ακτινογραφία Ε.Α.Μ



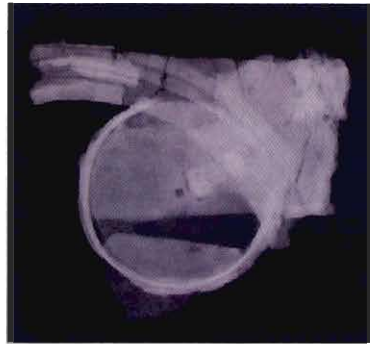
Εικ. 5. Θραύσμα Β



Ακτινογραφία ΕΑΜ



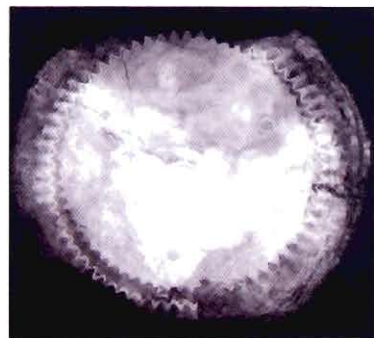
Εικ. 6. Θραύσμα C



Ακτινογραφία ΕΑΜ



Εικ. 7. Θραύσμα D



Ακτινογραφία ΕΑΜ



Εικ. 8. Θραύσμα F



Ακτινογραφία EAM



Εικ. 9. Θραύσμα F



Ακτινογραφία EAM

Βιβλιογραφία

- Bromley A.G., 1986, «Notes on the Antikythera Mechanism», *Centaurus*, vol.29, pp.5-27.
- Bromley A.G. 1990a, "The Antikythera Mechanism: *Horological Journal* vol.132, pp.412-415.
- Bromley A.G. 1990b, "The Antikythera Mechanism: A Reconstruction, *Horological Journal*, July 1990, pp.28-31.
- Bromley A.G. 1990c, "Observations of the Antikythera Mechanism", *Antiquarian Horology*, No. 6, Vol. 18, Summer 1990, pp.641-652.
- Bromley A.G., 1993, "Antikythera: An Australian-Made Greek Icon!", *Bassernet* vol.2, No3, June 1993, Basser Department of Computer Science, University of Sydney.
- Edmunds M. and Morgan P., 2000, "The Antikythera Mechanism: still a mystery of Greek astronomy?", *Astronomy and Geophysics*, vol.41, Issue 6, dec.2000.
- Freeth T., 2002a, "The Antikythera Mechanism: 1. Challenging the Classic Research", *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, vol.2, No.1, pp. 21-35.
- Freeth T., 2002b, "The Antikythera Mechanism: 2. Is it Posidonius' Orrery", *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, vol.2, No.2, pp. 45-58.
- Gardner B., 2000, "A 3D Analysis of X-rays of the Antikythera Mechanism", An Honour thesis, Basser Department of Computer Science, University of Sydney, Australia.

- Price Derek J. De Solla, 1955, "Clockwork before the Clock", *Horological Journal*, pp.811-813, December 1955 pp.31-34 and January 1956 pp.31-34.
- Price Derek J. De Solla, 1959a, "On the origin of Clockwork, Perpetual Motion Devices and Compass", *United States national Museum Bulletin*, 218, Washington D.C.
- Price Derek J. De Solla, 1959b, "An Ancient Greek Computer", *Scientific American*, Vol. 200, No 6 (June 1959), pp.60-67.
- Price Derek J. De Solla, 1974, "Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism-A calendar Computer from ca. 80 B.C.", *Trans American Philosophical Society, New Series*, 64, Part 7 (reprinted as *Science History Publications*, New York 1975).
- Wright M. and Bromley A.G., 2001. "Towards a New Reconstruction of the Antikythera Mechanism", S.A. Pappas (ed.), *Extraordinary Machines and Structures in Antiquity*, proceedings of a conference *Archaeometry in South-Eastern Europe*, April 1991.
- Wright M., "An Apparatus for Linear Tomography of the Antikythera Mechanism", *Science Museum, London*.
- Wright M., Bromley AG and Magou E., 1991, "Simple X-Ray Tomography and the Antikythera Mechanism", *Pact 45 (1995)*, pp.531-543, *Proceedings of the Conference Archaeometry in South-Eastern Europe*, April 1991, Delphi-Greece.
- Wright M., 2002a, "In the steps of the master mechanic", *Ancient Greece and the Modern World*, proceedings of a conference of that name, *Ancient Olympia*, July 2002, University of Patras 2003, pp.86-97.
- Wright M., 2002b, "A Planetarium Display for the Antikythera mechanism", *Horological Journal*, Vol.144, no.5, pp.169-173.
- Wright M., 2003a, "Epicyclic gearing and the Antikythera mechanism", Part 1, *Antiquarian Horology*, No.3, Vol.27, pp.267-279.
- Wright M., 2003b, "The Scholar, The Mechanic and the Antikythera Mechanism: complementary approaches to the study of an instrument", *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, No. 80, 2004.
- Wright M., 2004, "The Antikythera Mechanism, Seminars in the History of Science and Technology, *Science Museum and Imperial College*, December 2004.
- Wright M., 2005, "The Antikythera Mechanism: a New Gearing Scheme", *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, No. 85, 2005.