



Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ο αρχαιότερος υπολογιστής, επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας

Ξενοφώντα Διον. Μουσσά ¹

Εργαστήριο Αστροφυσικής και Αστεροσκοπείο Πανεπιστημίου Αθηνών, Τμήμα Φυσικής,

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,

xmoussas@phys.uoa.gr , xmoussas@yahoo.com , xmoussa@gmail.com τηλ. 69 78 79 28 91

"...Η προέλευση όλων των τεχνικών επιτευγμάτων είναι η θεία περιέργεια [του ανθρώπου κατά Πλάτωνα], και το ευλογημένο ένστικτο για την εργασία και η σκέψη των ερευνητών, καθώς και η εποικοδομητική φαντασία του εφευρέτη ...", Άλμπερτ Αϊνστάιν, ομιλία στο ραδιόφωνο κατά την έναρξη της 7^{ης} Γερμανική Έκθεση Ραδιοφώνου (Deutsche Funkausstellung) στο Βερολίνο, 1930

...The origin of all technical achievements is the divine curiosity [of Socrates] and the play instinct of the working and thinking researcher as well as the constructive fantasy of the technical inventor...", Albert Einstein, speech on the radio at the opening of the 7 Deutsche Funkausstellung in Berlin, 1930

ΣΥΝΟΨΗ

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ο αρχαιότερος υπολογιστής που γνωρίζουμε, επίσης το αρχαιότερο πολύπλοκο αστρονομικό όργανο. Ανατρέπει όλα όσα πιστεύονται σχετικά με την έλλειψη ενδιαφέροντος των Ελλήνων για την τεχνολογία. Μοιάζει να είναι εκτός εποχής, ενώ στην πραγματικότητα είναι η επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας.

Αποτελεί την επιτομή της φιλοσοφίας, διότι για να φτιάξεις ένα μηχανικό σύμπαν, όπως ο Μηχανισμός, χρειάζεται να έχεις αφομοιώσει την Ελληνική Φιλοσοφία, την φιλοσοφία των Ιώνων φιλοσόφων, και να την έχεις κάνει πράξη. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι η επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας. Η σύλληψη, σχεδίαση, κατασκευή και χρήση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι δυνατή μόνο με την Ελληνική σύλληψη και αντίληψη του Κόσμου και της Φύσης, την πυθαγόρεια αντίληψη ότι η φύση περιγράφεται και εκφράζεται με ακρίβεια μόνο με μαθηματικά, την θεία περιέργεια του Πλάτωνα, την αντίληψη δηλαδή, ότι υπάρχει ο ορφικός *ουράνιος νόμος αστροθέτης*, που βάζει τα άστρα στην θέση τους και σε κίνηση.

Ο Μηχανισμός είναι το απαύγασμα της διδασκαλίας και αντίληψης των Πυθαγορείων, η οποία οδήγησε στην ακριβή διατύπωση των γνώσεών μας για το Σύμπαν με την μαθηματοποίηση της κατανόησης του Κόσμου, της Φύσης. Ασφαλώς δεν είναι τυχαίο που η υπογραφή του Πυθαγόρα υπάρχει στον Μηχανισμό, όπου σε ένα από τα γρανάξια του είναι χαραγμένο το πεντάγωνο των Πυθαγορείων. Μαθηματοποίηση της μελέτης της φύσης, στην οποία οδηγούμαστε αναπόδραστα, μέσω των πειραμάτων, της παρατήρησης καθώς και της Πυθαγόρειας αντίληψης ότι η Φύση είναι αρμονική, ότι περιγράφεται μόνο με τα μαθηματικά, ότι υπάρχει η Μουσική των Σφαιρών, όπως διαπιστώθηκε με κατάλληλα σχεδιασμένα και πραγματοποιημένα πειράματα που έγιναν με μουσικά όργανα και με

¹ Στείλτε αλληλογραφία ή τηλεφωνήστε 6978792891

μετρήσεις που οδήγησαν, μέσα από ανάλυση και τελική επαγωγική σκέψη, στην διατύπωση των νόμων της φυσικής. Ο σύγχρονος κόσμος και η σημερινή τεχνολογία βασίζονται ακριβώς στις ίδιες αρχές της φυσικής, στην αιτιοκρατία και την ικανότητα του ανθρώπου να κατανοεί την Φύση, να ερμηνεύει και να προβλέπει σε μερικές περιπτώσεις τα φυσικά φαινόμενα, να τα αναπαράγει στο εργαστήριο, ή στον υπολογιστή και να τα χρησιμοποιεί για τις επιστήμες και την τεχνολογία και τελικά την καθημερινή ζωή και πράξη.

Ο σύγχρονος πολιτισμός και όλα τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα βασίζονται στις ίδιες αρχές που βασίζεται ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων και έχουν το υπόβαθρό τους σε αυτόν.

Ο Μηχανισμός είναι ένα περίτεχνο επιστημονικό όργανο, με κλίμακες όπου φαίνονται τα αποτελέσματα, ένα μηχανικό σύμπαν, ένα πλανητάριο, πολύπλοκο και αξιοθαύμαστο αστρονομικό ωρολόγιο. Έχει προπάτορες τις κατασκευές του Αρχιμήδη και των μαθητών του στις Συρακούσες, όπως αποδεικνύουν οι αναλύσεις μας του Μηχανισμού των Αντικυθήρων και παρουσιάζει ομοιότητες με τα αυτόματα του Κτησίβιου, Ήρωνα, Βιτρούβιου και τα αραβικά, τα μεσαιωνικά και αναγεννησιακά ρολόγια.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα από τα σημαντικότερα αρχαιολογικά αντικείμενα για την Ελλάδα όσο και την ανθρωπότητα. Η μελέτη του παρέχει αδιάσειστες αποδείξεις ότι οι Έλληνες, σε αντίθεση με ό,τι πιστευόταν μέχρι τελευταία, ανέπτυξαν υψηλού επιπέδου επιστήμη και τεχνολογία βασισμένη σε γνώσεις των νόμων της φυσικής, πολύ ανώτερη από ό,τι εκτιμούσε ή ήθελε να αποδεχθεί μέχρι τώρα η επιστημονική κοινότητα.

Είναι το αρχαιότερο πολύπλοκο επιστημονικό όργανο. Είναι ο αρχαιότερος υπολογιστής και το αρχαιότερο Μηχανικό Σύμπαν, πλανητάριο ή και αστρονομικό ωρολόγιο. Η κατασκευή του βασίζεται στην αντίληψη των Ελλήνων (Φυσικών) Φιλοσόφων ότι τα φυσικά φαινόμενα περιγράφονται, ερμηνεύονται και προβλέπονται με την αιτιοκρατία, τους νόμους της φυσικής και κατάλληλα μαθηματικά. Σχεδιάστηκε ώστε να αναπαράγει τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, του Ήλιου και της Σελήνης και πιθανότατα των πλανητών, κατασκευάστηκε με βάση τους νόμους της φυσικής, τα μαθηματικά, και μία προηγμένη τεχνολογία. Φτιάχθηκε γύρω στο 150-100 π.Χ.

Ο Μηχανισμός λειτουργεί με πολύ προσεκτικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα γρανάζια που εκτελούνται μαθηματικές πράξεις και αναπαράγουν τα φυσικά φαινόμενα: τις κινήσεις των αστρονομικών αντικειμένων. Ο μηχανισμός προβλέπει τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης, όπως και τις φάσεις της στη διάρκεια του μήνα. Προσδιορίζει πότε γίνονται οι *στεφανίτες αγώνες*, δηλαδή τα Ολύμπια, τα Νάα, Ίσθμια, Πύθια, Νέμεα.

Με βάση το εγχειρίδιο του Μηχανισμού που είναι γραμμένα στο κρατερώμα (μπρούτζο, που είναι κράμα χαλκού και κασσιτέρου) και αρχαία κείμενα πιθανολογούμε για την χρήση, λειτουργία, χρησιμότητα, προέλευση, προγόνους και κατασκευαστή. Η πατρότητα του Μηχανισμού αποδίδεται στον Αρχιμήδη, ο οποίος στις Συρακούσες, μαζί με τους μαθητές του, πήρε τις μετρήσεις των εκλείψεων και πιθανώς τις έστειλε σε πολλούς άλλους Έλληνες αστρονόμους και μεταξύ αυτών και στον Ίππαρχο, που πιθανότατα κατασκευάζει τον Μηχανισμό στην Ρόδο.

Είναι ενδεχόμενο να προσδιόριζε τις θέσεις των πλανητών και ίσως έδειχνε την συνεχή κίνηση του Ηλίου, δηλαδή ίσως ήταν το αρχαιότερο γνωστό αστρονομικό ρολόι και

μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για αστρονομικές μετρήσεις, για προσδιορισμό των γεωγραφικού πλάτους ή ακόμη και του μήκους. Ήταν επίσης και φορητό μετεωρολογικό-κλιματολογικό όργανο.



Εικόνα 1 Τεχνητή εικόνα των οδηγιών χρήσης του Μηχανισμού, φτιαγμένη με μαθηματικά και φυσική και επεξεργασμένο με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP. Η τεχνική PTM αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά μιας ανώμαλης επιφάνειας. Σχηματίζει μια τεχνητή εικόνα, συνθετική, χρησιμοποιώντας πολλές (40) φωτογραφίες που έχουν ληφθεί με διαφορετικές θέσεις λάμπας φωτισμού του αντικειμένου. Η συνθετική εικόνα είναι αλληλεπιδραστική. Μπορούμε να την φωτίζουμε από όποιο σημείο επιθυμούμε, να αναδεικνύουμε τα χαρακτηριστικά της, να αφαιρούμε την σκουριά με τα μαθηματικά και την φυσική, χωρίς να αγγίζουμε τα αντικείμενο το αρχαίο αντικείμενο. Μπορούμε ακόμη να απεικονίσουμε το κάθετο μοναδιαίο διάνυσμα και να γνωρίζουμε την κατεύθυνση της επιφάνειας, δηλαδή να ξέρουμε πού είναι κυρτή και πού είναι κοίλη, πού είναι επίπεδη. Διακρίνουμε τις χρονικές περιόδους των 76 ετών [ΟΣΛ] του Καλλίππου, 19 ετών [ΙΘΛ], 223 μηνών [ΣΚΓ] και ΕΓΑΙΠΤΙΚΟΙΣ δηλαδή εκλιπτικούς [δοτική πληθυντικού].

1. Εισαγωγή

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα της αρχαιότητας σε παγκόσμια κλίμακα. Είναι το αρχαιότερο γνωστό επιστημονικό όργανο, ο πρώτος υπολογιστής και το αρχαιότερο μηχανικό σύμπαν. Φυλάσσεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα. Κατασκευάστηκε από Έλληνες επιστήμονες, πιθανότατα μεταξύ 150 και 100 π.Χ. (Χαρ. Κριτζάς) Οι διαστάσεις του είναι περίπου 32X22X5 εκατοστά.



Εικόνα 2. Το μεγαλύτερο τμήμα του Μηχανισμού με τον μεγάλο τροχό του Ηλίου που κινεί όλο τον Μηχανισμό, φωτογραφημένο και επεξεργασμένο με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP. Δεν γνωρίζουμε τι είναι οι εγκοπές που εμφανίζονται πάνω στους τέσσερις βραχίονες. Ίσως κινούσαν τους πλανήτες, των οποίων η κίνηση περιγράφεται στο εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού. Τεχνητή εικόνα φτιαγμένη με μαθηματικά και φυσική και επεξεργασμένο με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων βρέθηκε σε τεράστιο αρχαίο ναυάγιο του Α' αιώνα π.Χ., και ανασύρθηκε από Συμιακούς σφουγγαράδες στα Αντικύθηρα, στην περιοχή Πινακάκια, κοντά στον όρμο και το λιμάνι του Ποταμού, σε βάθος 42 με 60 μέτρα, στην πρώτη παγκοσμίως ενάλιο

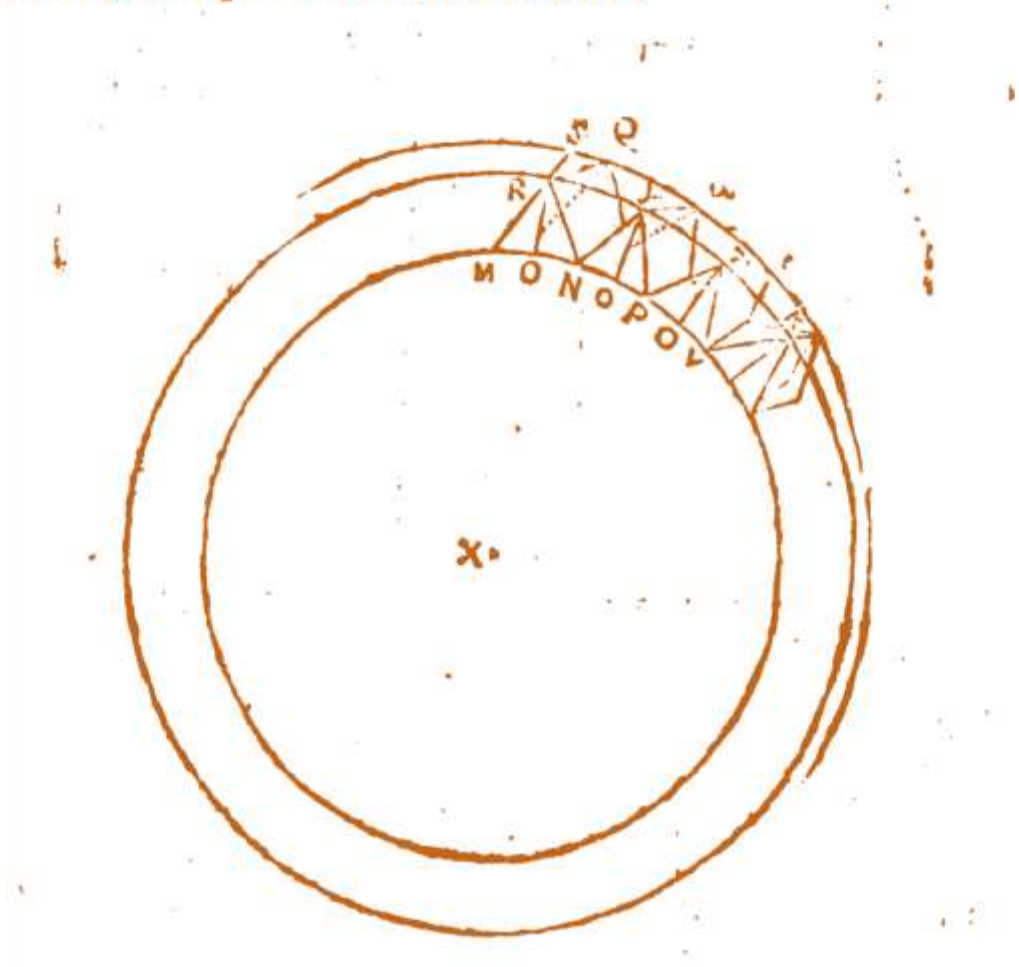
αρχαιολογική έρευνα. Το αρχαίο πλοίο, ρωμαϊκό εμπορικό ή πειρατικό, ήταν γεμάτο με θησαυρούς που μεταφέρονταν από την Ελλάδα στη Ρώμη, όπως αυτοί που κοσμούν τα Μουσεία της Ιταλίας μέχρι και σήμερα.

2.Τι είναι και πώς λειτουργεί ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων;

Ο Μηχανισμός μοιάζει σε πολλά με πολύπλοκο παλιό ρολόι, με δείκτες και κυκλικές κλίμακες, αλλά διαφέρει αρκετά επειδή έχει και ελικοειδείς κλίμακες που είναι στη πίσω όψη του Μηχανισμού, γιατί αυτό το αρχαίο αστρονομικό ρολόι έχει δυο όψεις. Είναι το αρχαιότερο επιστημονικό όργανο, το οποίο έχει κλίμακες.

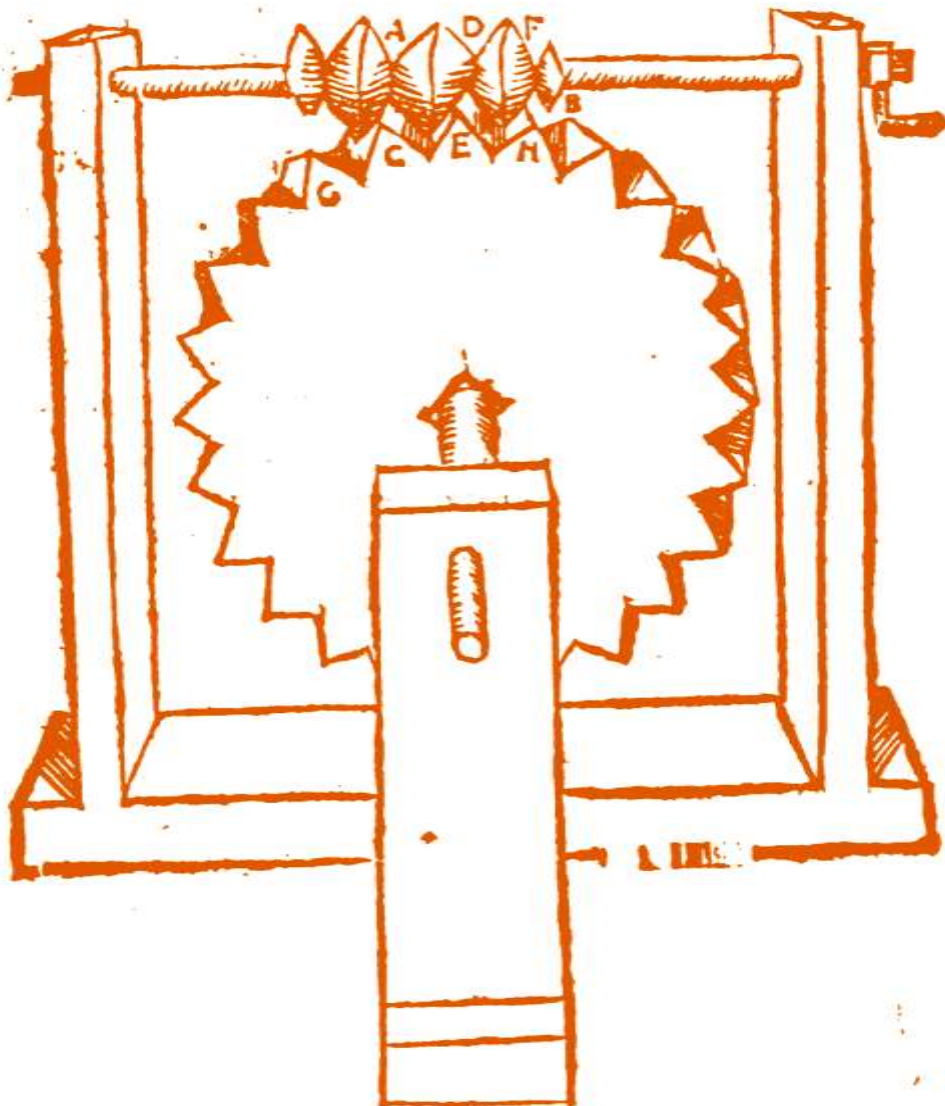
Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων Ο Μηχανισμός λειτουργεί με προσεκτικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα γρανάζια με μικρά τριγωνικά δοντάκια.

demonstravit Apollonius Pergæus; si igitur, & vtra-
uæ deinceps sunt usque ad a bifariam secemus: & pe-
des monostrophos, ab ipsis autem profunditatem quan-
& a profunditate reliquum descriptæ helicis, facile h-
olierimus, perfectam habebimus.



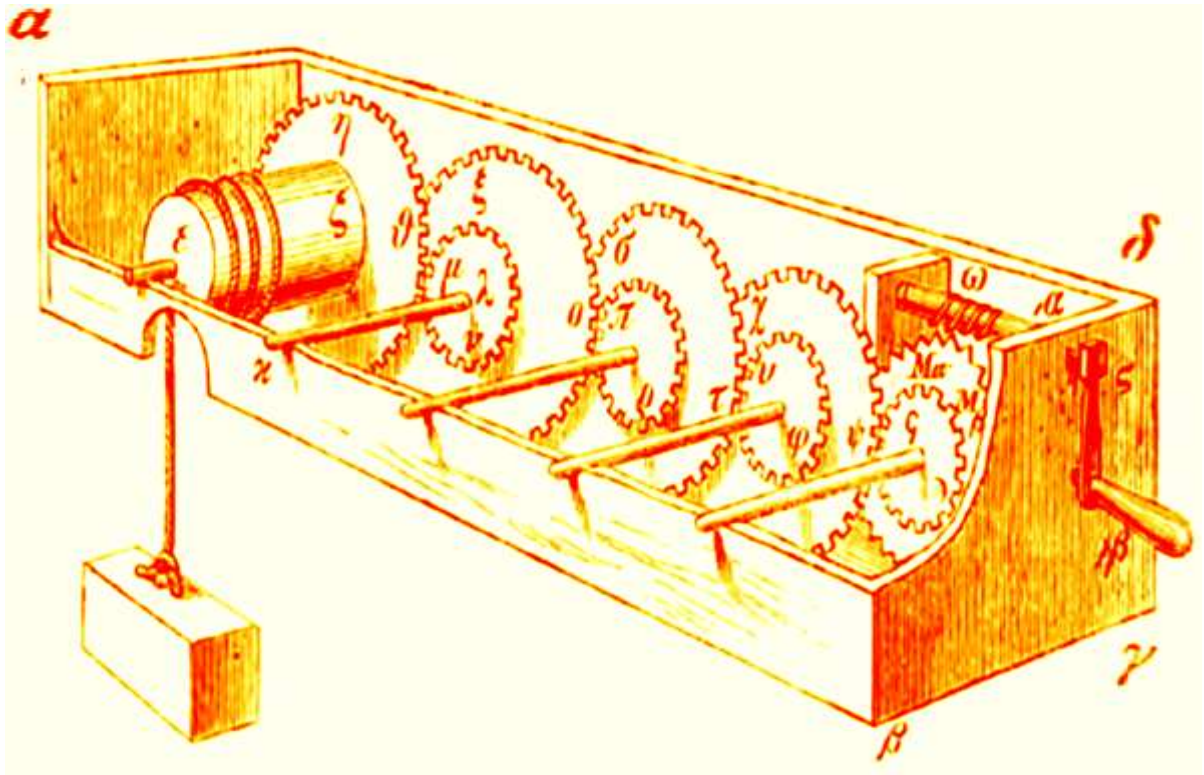
Εικόνα Σχήμα που δείχνει την κατασκευή (σχεδιασμό) οδοντωτών τροχών από το όγδοο βιβλίο του Πάππου, Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως. Βλέπουμε πώς σχεδιάζονται τα δοντάκια, που είναι τριγωνικά (ισόπλευρα τρίγωνα).

PAPPI MATH. COLL.

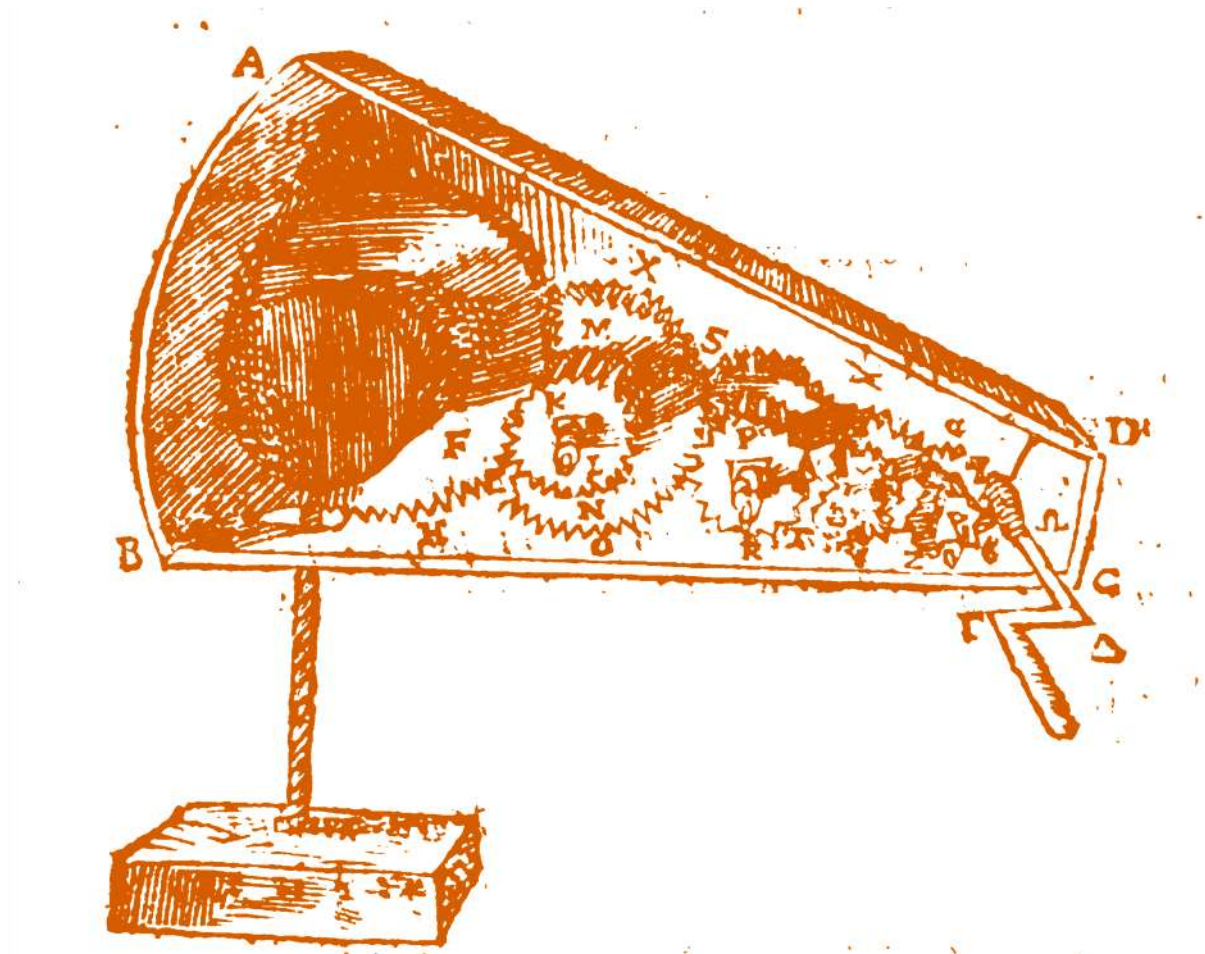


'cochlea AB, & in ipsa helix AC, DB, FB. intelligantur etiam

Εικόνα Σχήμα που δείχνει την χρήση οδοντωτού τροχού σε συνδυασμό με ατέρμονα κοχλία. Από το όγδοο βιβλίο Μαθηματικής Συναγωγής του Πάππου του Αλεξανδρέως. Βλέπουμε πώς δίδεται κίνηση από τον ατέρμονα κοχλία στον οδοντωτό τροχό, ακριβώς όπως γίνεται στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.



Εικόνα. Σχήμα που δείχνει την χρήση πολλών οδοντωτών τροχών με ατέρμονα κοχλία στο δεξιό άκρο που δίνει την αρχική κίνηση. Αποτελεί μέρος ασκήσεων των φοιτητών κάποιας φιλοσοφικής σχολής(αρχικά στο Μουσείο και την Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας και μετέπειτα αλλού). Οι φοιτητές και οι αναγνώστες στην σχεδίαση, κατασκευή και χρήση πολύπλοκων μηχανικών αυτομάτων. Από το όγδοο βιβλίο του Πάππου, Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως (Ελληνική έκδοση, Περιέχει δέ μηχανικά προβλήματα σύμμικτα άνθηρά, Βερολίνο, εκδ. Weidmannos, 1878). Βλέπουμε πώς δίδεται κίνηση από τον ατέρμονα κοχλία στον οδοντωτό τροχό, ακριβώς όπως γίνεται στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων



Εικόνα. Σχήμα που δείχνει την χρήση πολλών οδοντωτών τροχών με ατέρμονα κοχλία στο δεξιό άκρο που δίνει την αρχική κίνηση. Αποτελεί μέρος ασκήσεων (πιο δύσκολη από την προηγούμενη) των φοιτητών κάποιας φιλοσοφικής σχολής(αρχικά στο Μουσείο και την Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας και μετέπειτα αλλού). Οι φοιτητές και οι αναγνώστες στην σχεδίαση, κατασκευή και χρήση πολύπλοκων μηχανικών αυτομάτων. Από το όγδοο βιβλίο του Πάππου, Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως (λατινική έκδοση, 1666). Βλέπουμε πώς δίδεται κίνηση από τον ατέρμονα κοχλία στον οδοντωτό τροχό, ακριβώς όπως γίνεται στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Τα γρανάζια εκτελούν συγκεκριμένες μαθηματικές πράξεις, καθώς κινούνται γύρω από άξονες. Η κίνηση των γραναζιών κινεί δείκτες που δίνουν τη θέση διαφόρων ουρανίων σωμάτων, του Ηλίου, της Σελήνης και πιθανώς των πλανητών. Δηλαδή ήταν το πρώτο μηχανικό Σύμπαν, το πρώτο Πλανητάριο. Ο Μηχανισμός είναι ένας πολύπλοκος ακριβής αναλογικός και ψηφιακός υπολογιστής, τα bit είναι τα δόντια των γραναζιών και τα byte είναι αυτά καθαυτά τα γρανάζια, δηλαδή έχουμε μεταβλητά byte. Είναι δηλαδή ένας υβριδικός υπολογιστής, ψηφιακός και αναλογικός.



Εικόνα Γυναικολογικό ιατρικό εργαλείο υψηλής τεχνολογίας. Προσέξετε τον ατέρμονα κοχλία και τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά που ελάχιστα διαφέρει από τα σύγχρονα. Είναι της ίδιας εποχής με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Η ύπαρξη αυτού του μηχανισμού αποδεικνύει ότι εκτός από τον Μηχανισμό είχαν αναπτύξει υψηλού επιπέδου τεχνολογία για διάφορες εφαρμογές.

3.Ο Μηχανισμός είναι η επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας

Αναρωτιέται κανείς πώς μπορεί ο άνθρωπος και μάλιστα ο αρχαίος Έλληνας, σε μια εποχή που κακώς θεωρούμε πρωτόγονη, να κατασκευάσει ένα τόσο προηγμένο επιστημονικό όργανο, έναν υπολογιστή, που να προβλέπει τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων. Υπάρχει άλλωστε η αντίληψη ότι οι Έλληνες δεν ασχολούνταν με τα χειροπιαστά, με όσα έφτιαχναν τα χέρια, λες και ο Παρθενώνας, που είναι και αντισεισμικός, η Ακρόπολη ή τα χρυσά και τα τείχη των Μυκηνών, τα μεγαλιθικά κτίσματα, τα ποντοπόρα πλοία που έδωσαν Ελληνική κυριαρχία στις θάλασσες για περισσότερα από 4000 έτη, τα όπλα που χάρισαν υπεροχή στους Έλληνες σε διάφορες περιόδους φτιάχθηκαν μόνο με την διανόηση. Ασφαλώς φτιάχθηκαν κυρίως με αυτήν, αλλά και με τεχνολογία.

Πώς μπορείς να φτιάξεις ένα Μηχανισμό των Αντικυθήρων; πώς μπορείς να φτιάξεις ένα μηχανικό σύμπαν που να προβλέπει τις φάσεις τις Σελήνης, της εκλείνεις Ηλίου και Σελήνης, να προσδιορίζεις την θέση κάθε πλανήτη;

Πρώτα πρώτα πρέπει να έχεις κατανοήσει ότι η φύση είναι δυνατόν να γίνει κατανοητή από τον άνθρωπο, να έχεις δεχθεί ότι τα όσα παρατηρείς στην φύση, γύρω σου, μακριά ή κοντά, σε μεγάλη, κοσμική κλίμακα ή μικρή, σε επίπεδο μικροσκοπικό, είναι φυσικά φαινόμενα. Να έχεις δεχθεί την φιλοσοφία των Ιώνων φιλοσόφων, των Φυσικών φιλοσόφων ότι η φύση, τα φυσικά φαινόμενα, δεν είναι αποτέλεσμα πράξεων ακαταλήπτων, αλλά κατανοητών, ερμηνεύσιμων και προβλέψιμων, κάτω από ορισμένες συνθήκες, όταν γνωρίζουμε καλά τους σχετικούς νόμους της φυσικής, ώστε να κατανοήσουμε τα φαινόμενα, να τα ερμηνεύσουμε, να τα προβλέψουμε και να τα αναπαράγουμε ακόμη στο εργαστήριο.

Η κατασκευή ενός τέτοιου μηχανήματος απαιτεί την σύλληψη της ιδέας της αιτιότητας, της αιτιοκρατίας. Να καταλάβεις, όπως ο Πυθαγόρας πρώτος, ότι η φύση περιγράφεται με ακρίβεια μόνο με κατάλληλα μαθηματικά με τα οποία και μόνο εκφράζονται με ακρίβεια οι νόμοι της φυσικής. *OYPANION NOMON ASTROETHN*, μας λένε οι Ορφικοί. Να έχεις δεχθεί, όπως ο Πλάτων, ότι τα μαθηματικά είναι βασικότερη συνιστώσα της κατανόησης της φύσης και ότι είναι τελείως απαραίτητα στην φιλοσοφία, όπως δείχνει και η παράδοση που φέρει τον Πλάτωνα να έχει γράψει στην είσοδο της Σχολής του, του Πανεπιστημίου του, την *Ακαδημία*, «Μηδείς αγεωμέτρητος εισίτω μοι την θύρα», δηλαδή έλα στο Πανεπιστήμιο, αν ξέρεις μαθηματικά. Το ίδιο υποδηλώνει και το Δήλιο πρόβλημα που σύμφωνα με την παράδοση ο Απόλλων λέει στου Δηλίου ότι θα απαλλαγούν

από την πανούκλα (τυφοειδή, για την ακρίβεια) που είχε σκοτώσει το 1/3 των Αθηναίων αν κατορθώσουν να κατασκευάσουν ένα κυβικό βωμό διπλάσιο σε όγκο από αυτό που ήδη ήταν στον ναό του στην Δήλο χρησιμοποιώντας θεωρητική γεωμετρία, επιστημονικά, με κανόνα και διαβήτη. Ο Απόλλων φυσικά υπονοεί ότι για να λύσουν οι άνθρωποι από όλα τα προβλήματά τους χρειάζονται τις επιστήμες. Δηλαδή η επιστήμη που βεβαίως βασίζεται στις επιστήμες θα μας σώσει από τις ασθένειες.

Ακόμη η κατασκευή ενός τέτοιου μηχανήματος βασίζεται στην ικανότητα του ανθρώπου να δημιουργήσει μαθηματικά πρότυπα, μοντέλα των φυσικών φαινομένων με μαθηματικά που εμπεριέχουν τους φυσικούς νόμους που διέπουν το φυσικό φαινόμενο. Επιπλέον απαιτείται η μετάφραση του μαθηματικού μοντέλου ενός φυσικού φαινομένου στην γλώσσα της μηχανικής, π.χ. γρανάζια ή μεγάλιθοι στον Stonehenge, ή τρυπούλες στον Μινωικό υπολογιστή από το παλαίκαστρο ή σήμερα στην γλώσσα προγραμματισμού ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και το σημαντικότερο θέμα της κατασκευής, που βασίζεται στην σχεδίαση π.χ. των γραναζιών, με κατάλληλα μαθηματικά, θεωρήματα περί οδοντωτών τροχών κ.λπ. (Βλ. Πάππο) και την κατασκευή τους με κατάλληλο κράμα μετάλλου.

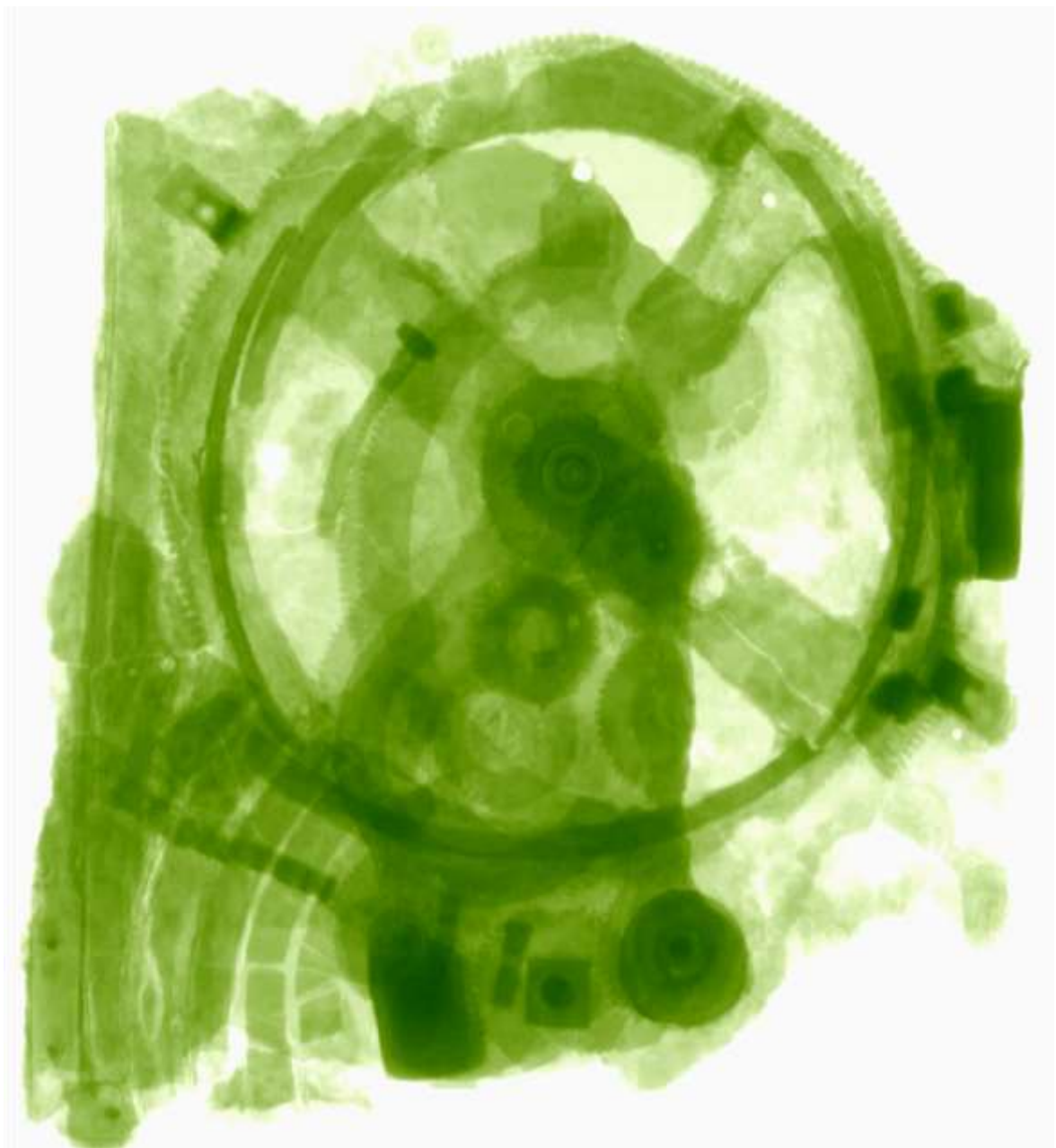
Η μελέτη της σύστασης του κράματος αποδεικνύει ότι η σχεδίαση και κατασκευή έγινε πολύ προσεκτικά, με κατάλληλο κράμα μετάλλου

Πίνακας Περιεκτικότητας των κραμάτων μετάλλου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που κατασκευάστηκαν τα διάφορα τμήματα του μηχανισμού κατά Price (1974) ²	
Χαλκός	Κύριο συστατικό
Κασσίτερος	1 έως 14% ανάλογα πόσο σκληρό θέλουν το μέταλλο ³
Μόλυβδος (λιπαντικό των γραναζιών)	0,3 με 0,6
Αρσενικό	0,1
Νάτριο	0,1
Νικέλιο	0,06 με 0,1
Χρυσός	0,04 με 0,06
Σίδηρος	0,05
Αντιμόνιο	0,02 με 0,04
Βισμούθιο	0,02 με 0,04

Επισημαίνεται ότι στο κρατέρωμα (μπρούτζο) προστίθεται πολλές φορές και μόλυβδος, μέχρι 3% κατά βάρος και το κράμα γίνεται πιο μαλακό και εύκολο στην κατεργασία, αλλά και πιο εύτηκτο και επιπλέον λειτουργεί και ως λιπαντικό.

² Derek de Solla Price, *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B. C.*, *Transactions of the American Philosophical Society*, New Ser., Vol. 64, No. 7 (1974), 1-70.

³ ανάλογα πόσο σκληρό θέλουν το μέταλλο για συγκεκριμένη χρήση (σκληρό για γρανάζια ή μαλακή πλάκα για το εγχειρίδιο, ώστε να χαράζονται εύκολα και όμορφα τα γράμματα)



Εικόνα 5 ακτινογραφία που λάβαμε με το σύστημα της X-tek Systems. Διακρίνονται τα γρανάζια του αρχαίου υπολογιστή και ρολογιού. Επίσης βλέπουμε τα κυρτά ελάσματα που ονομάζονται «ασφάλειες» και τα συναντάμε στα ρολόγια τσέπης και στα παλαιά ρολόγια και θεωρείτο ότι είναι εφεύρεση των νεώτερων χρόνων.

4. Πού και πώς βρέθηκε ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων;

Ήταν Μεγάλη Βδομάδα του 1900, όταν δυο σφουγγαράδικα από τη Σύμη ανακαλύπτουν στα σκοτεινά βαθιά νερά των Αντικυθήρων ένα αρχαίο ναυάγιο γεμάτο με θησαυρούς. Ο Ποσειδώνας, μέγας Έλληνας θεός, με δυο τρικυμίες αρχικά φύλαξε για εμάς όλους του θησαυρούς για δυο χιλιετίες και στην συνέχεια με μια άλλη θαλασσοταραχή ανάγκασε τους Συμιακούς σφουγγαράδες που πήγαινα για την Αφρική να συλλέξουν, όπως κάθε άνοιξη και για ένα εξάμηνο, σφουγγάρια από την Μπαρμπαριά.



Εικόνα 5. Την Μεγάλη Τρίτη του 1900 ο Ηλίας Σταδιάτης βρήκε το ναυάγιο στα Αντικύθηρα, με αρχαία σπαρμένα σε μήκος πάνω από πενήντα μέτρα και πλάτος κάπου δέκα. Αρχικά έβγαλε στην επιφάνεια, από 42 μέτρα βάθος, το χέρι του Φιλοσόφου, όπως λέμε σήμερα το άγαλμα στο οποίο ανήκει το χέρι. Φυλάσσει το χάλκινο χέρι κάτω από το κρεβάτι του τυλιγμένο μέσα στην κουβέρτα του μέχρι που επέστρεψαν στην Τουρκοκρατούμενη (τότε) Σύμη το φθινόπωρο. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

Οι εκκινήτες (εφοπλιστές) ήταν ο Φώτιος Λενδιακός και τα αδέλφια του Νικόλαος και Ηλίας. Είχαν αρματώσει δυο σφουγγαράδικα καΐκια, την Καλλιόπη (που ήταν ο αχταρμάς⁴) και το τρεχαντήρι⁵, την Ευτέρπη από τη Σύμη και πήγαιναν στο Τούνεζι. Καπετάνιος στο τρεχαντήρι ήταν ο Δημ. Ελευθέριος Κοντός ή Τράμπας, караβοκύρηδες ήταν οι αδελφοί Ιωάννου Κυριακού και όλοι από τη Σύμη. Πλήρωμα ήταν ο κολαουτζιέρης Μερκούρης Καραγιάννης, οι δύτες (ή μηχανικοί⁶), οι

⁴ .Αχταρμάς ή ντεπόζιτο είναι τύπος πλοίου σπογγαλιέων

⁵ τρεχαντήρι είναι είδος πλοίου που όταν χρησιμοποιείτο από σπογγαλιείς λεγόταν και μηχανοκάικο, αφού μηχανή σήμαινε σκάφανδρο και μηχανικός σήμαινε δύτες.

Ηλίας Λυκοπάντης ή Σταδιάτης, Κυριάκος Μουντιάδης, Γεώργιος Μουντιάδης, Ιωάννης Πιλλίου ή Ροδίτης, Γεώργιος Κρητικός ή Νεοφώτιστος, Βασίλειος Κατσαράς και άλλοι τόσοι κωπηλάτες.



Εικόνα 5. Η οικογένεια του Φώτη Λενδιακού, του εκκινιτή (εφοπλιστή) των Συμιακών σπογγαλιευτικών που βρήκαν το ναυάγιο των Αντικυθήρων την Μεγάλη Τρίτη του Πάσχα 1900. Η φωτογραφία εδόθη από την εγγονή του.

Είχαν αρχίσει να οδεύουν νότια, πιθανότατα μόλις ετοιμάζονταν να περάσουν την Κρήτη, όταν νότιοι άνεμοι τους ανάγκασαν να αναζητήσουν καταφύγιο στο βόρειο μέρος των Αντικυθήρων. Μεγάλη Τρίτη του 1900 ήταν όταν ο Ηλίας Σταδιάτης βούτηξε στα βαθιά νερά να βγάλει κανένα

⁶ Οι δύτες ονομάζονται και μηχανικοί [δύτες], δηλαδή δύτες με σκάφανδρο και όχι αυτοδύτες που βουτούσαν χωρίς σκάφανδρο, χωρίς υποστήριξη μηχανική και χωρίς αέρα

σφουγγάρι, αλλά και θαλασσίνα, πίνες και άλλες νοστιμιές, να φάνε μιας και ήταν Σαρακοστή, μαζί με την υπέροχη τσικουδιά των Αντικυθήρων.

Ο Ηλίας Σταδιάτης ήταν άριστος δύτες, όπως μου είπε η εγγονή του βασισμένη στις διηγήσεις της γιαγιάς της που έλεγε πάντοτε έλεγε αναφερόμενη στον άνδρα της «Ο παππούς σου έβγαζε πάντα θησαυρούς από την θάλασσα». Πράγματι ο Ηλίας βρήκε το ναυάγιο. Αρχαία βρίσκονται σπαρμένα σε μήκος πάνω από πενήντα μέτρα και πλάτος κάπου δέκα. Αρχικά έβγαλε στην επιφάνεια, από 42 μέτρα βάθος, ένα χέρι, το χέρι του Φιλοσόφου, όπως λέμε σήμερα το άγαλμα στο οποίο ανήκει το χέρι. Μόλις το βγάζει στο πλοiάριο ο καπετάν Δημήτρης Κοντός, παλαιός επιδέξιος δύτες βούτηξε επίσης και διαπιστώνουν ότι ο βυθός είναι γεμάτος αρχαία αγάλματα. Μόλις φτιάχνει ο καιρός ωστόσο αναγκάζονται να φύουν για την Λιβύη, να βγάλουν το ψωμί τους, μιας και όλοι, όπως κάθε άνοιξη, ήταν υπερχρεωμένοι, οι ναύτες, ο καπετάνιος, οι εφοπλιστές, και έπρεπε να εργασθούν πολύ σκληρά να βγάλουν το ψωμί της χρονιάς εργαζόμενοι διακινδυνεύοντας στον βυθό έξι περίπου

μήνες. Ο Ηλίας και ο καπετάν Κοντός φυλάνε το χάλκινο χέρι κάτω από το κρεβάτι του Ηλία, τυλιγμένο μέσα στην κουβέρτα του μέχρι που επέστρεψαν στην Τουρκοκρατούμενη (τότε) Σύμη το φθινόπωρο. Στην Σύμη συζητούν το θέμα με την Δημογεροντία και αποφασίζουν να πάνε στην Αθήνα.



Εικόνα 5. Ο δύτες Ηλίας Σταδιάτης Λυκοπάντης που βρήκε το ναυάγιο των Αντικυθήρων την Μεγάλη Τρίτη του Πάσχα 1900 και τον Μηχανισμό το επόμενο έτος. Η φωτογραφία εδόθη από την εγγονή του κ. Λίζα.

Στις 6 Νοεμβρίου 1900 καθοδηγούμενοι από τον καθηγητή αρχαιολογίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών Α. Οικονόμου, ένα ντόπιο Συμιακό και, στο γραφείο του Σπυρίδωνα Στάη, υπουργού Παιδείας και μαθηματικού. Οι σφουγγαράδες συμφωνούν να ανελκύσουν τους θησαυρούς, με κίνδυνο της ζωής του και αρχικά χωρία αμοιβή, και να παραδώσουν στην κυβέρνηση. Ένα πλοίο του ελληνικού πολεμικού ναυτικού, αρχικά πήγε η *Μυκάλη*, οπλιταγωγό, παλαιό εμπορικό που είχε μετασκευασθεί για τους Βαλκανικούς πολέμους, με όλα τα απαραίτητα μηχανήματα για την ανύψωση βαρέων αντικειμένων. Δυστυχώς διαπιστώθηκε ότι η *Μυκάλη* ήταν πάρα πολύ μεγάλο πλοίο για να ελιχτεί τόσο κοντά στην ακτή με θαλασσοταραχή και επέστρεψε στον Πειραιά.

Οι έξι ικανότατοι δύτες ήταν διαθέσιμοι, που κατέβαιναν δύο φορές την ημέρα για πέντε λεπτά εργαζόμενοι με πολύ δύσκολες συνθήκες από το 1900 έως το 1902 και βγάζουν μέρος από το πολύτιμο φορτίο που προοριζόταν για τη Ρώμη. Ένα δύτες, ο Γεώργιος Κρητικός-Νεοφώτιστος, από τους έξι έχασε την ζωή του και δυο έμειναν παράλυτοι, αλλά έκαναν την πρώτη, μεγαλύτερη, δυσκολότερη και σημαντικότερη ενάλιο αρχαιολογική έρευνα παγκοσμίως.

Εκατό περίπου αγάλματα, τα πιο πολλά φτιαγμένα με παριανό μάρμαρο, και μερικά μπρούτζινα. Ανάμεσα στους πολύτιμους θησαυρούς που σήμερα είναι στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο είναι ο Έφηβος των Αντικυθήρων, ο Φιλόσοφος, ενώ στο υπέροχο αίθριο δεσπόζει ο γιγάντιος Ηρακλής τύπου Φαρνέζε, ο Οδυσσέας, ο Διομήδης, ενώ στη συλλογή των χαλκών θα θαυμάσετε τα πανέμορφα ανάκλιντρα Λουί 14ου, μια μικρή λύρα, αρκετά αγαλματίδια και τέλος το Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ένα πολύπλοκο μηχανήμα με γρανάζια, που μοιάζει με ρολόι παλιάς εποχής, αλλά έχει περίτεχνα αρχαία ελληνικά γραμμένα επάνω του που η μελέτη του έμελλε να

αλλάζει την ιστορία της Ελλάδας, της επιστήμης και του πολιτισμού και μεταξύ των άλλων να μας διδάξει ότι δεν υπάρχει συνεχής πρόοδος, αλλά κατά καιρούς η πορεία της ανθρωπότητας έχει πισωγυρίσματα που αν δεν είχαν συμβεί ο άνθρωπος θα είχε πάει στη Σελήνη το 200 μ.Χ. Όλος ο θησαυρός των Αντικυθήρων εκτίθεται στο καλύτερο μουσείο της Ελλάδας, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην οδό Πατησίων 44 στην Αθήνα σε ειδική έκθεση που είναι η σημαντικότερη και καλύτερη που έχω επισκεφθεί. Αν δεν έχετε δει την μοναδική αυτή έκθεση πρέπει να πάτε στο Μουσείο.



Εικόνα 2. Λεπτομέρεια του θαυμάσιου ανδριάντα του εφήβου των Αντικυθήρων που βρέθηκε στο ίδιο ναυάγιο με τον Μηχανισμό. Φυλάσσεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα.

Όταν, πιθανότατα το 1901 με 1902, πρωτοβγήκε από τη θάλασσα ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, όπου είχε μείνει 21 αιώνες, μιας και μας τον φύλαγε προσεκτικά ο Ποσειδώνας, αρχικά νομίστηκε ότι ήταν παλιό ρολόι. Αλλά όταν διάβασαν μέρος των αρχαίων επιγραφών, που σύμφωνα με μια εφημερίδα ο υπουργός παιδείας, μαθηματικός Σπ. Στάης, είναι ο πρώτος που τις επισήμανε και τις διάβασε, αντιλήφθηκαν ότι το σκουριασμένο μηχανήμα ήταν κάτι το σημαντικό. Από τις επιγραφές όλοι πείσθηκαν ότι ήταν ένα αρχαίο αστρονομικό όργανο, που αποδείχθηκε ότι ήταν πολύ πιο πολύπλοκο από κάθε γνωστό αστρολάβο. Δυο αξιωματικοί του πολεμικού ναυτικού, ο Π. Ρεδιάδης και ο Κ. Ράδος είναι οι πρώτοι που το μελέτησαν ήδη από το 1903-10. Ακολούθησε ο ναύαρχος Ι. Θεοφανίδης (δισέγγονος του απελευθερωτή μας Θεοδ. Κολοκοτρώνη) που έδειξε ότι ο Μηχανισμός μπορούσε να είναι ένα μηχανικό Σύμπαν, δηλαδή ένα πλανητάριο.

Ο Derek de Sola Price, Αμερικανός καθηγητής Αγγλικής καταγωγής, με τον Χαρ. Καράκαλο, φυσικό στο Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών Δημόκριτος, συνέχισαν με επιτυχία το έργο του Θεοφανίδη, στους οποίους ο ναύαρχος είχε δώσει όλους τους φακέλους με τις μελέτες του, όπως με πληροφορεί ο εγγονός του Ιωάννης Θεοφανίδης, επίσης ναύαρχος ο οποίος μάλιστα έχει κάνει πάρα πολλές καταδύσεις στο ναυάγιο εκπαιδευοντας ΟΥΚ. Τις μελέτες του Θεοφανίδη αξιοποίησαν με επιτυχία ο Price, προχωρώντας περαιτέρω τις ιδέες και την έρευνα του ναυάρχου, βασισμένοι σε καλύτερες μεθόδους, με ακτινογραφίες (πιο σωστά ραδιογραφίες) που επέτρεψαν να δουν το εσωτερικό των σκουριασμένων τμημάτων του μηχανισμού με συσκευή που έφτιαξε ο αείμνηστος Καράκαλος. Οι ακτίνες γ που έβγαζε μια ραδιενεργός πηγή απεικόνισαν τα γρανάζια των οποίων τα δόντια μέτρησε η Αμαλία Καράκαλου, σύζυγος του φυσικού. Μετά από αυτούς πολλοί σημαντικοί έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον για τον Μηχανισμό, κυρίως μετά την δημοσίευση ενός εκλαϊκευτικού άρθρου του Price στο κορυφαίο ευρείας κυκλοφορίας επιστημονικό περιοδικό *Scientific American*. Αξίζει να αναφέρουμε ότι ο κορυφαίος επιστήμων Arthur Clark και ο μέγιστος φυσικός και βραβείο Nobel Richard Feynman έδειξαν πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για το μοναδικό αυτό αντικείμενο. Την σκυτάλη πήραν στην συνέχεια οι Michael Write, Allan Bromley και η κ. Ελένη Μάγκου που

χρησιμοποιώντας μια συσκευή αξονικής τομογραφίας που έφτιαξε ο Michael Write είδαν πολύ καλύτερα το εσωτερικό του Μηχανισμού και βελτίωσαν σημαντικότερα την μελέτη και την αντίληψη που είχε διαμορφωθεί με τις μελέτες των Θεοφανίδη, Price, Καράκαλου,

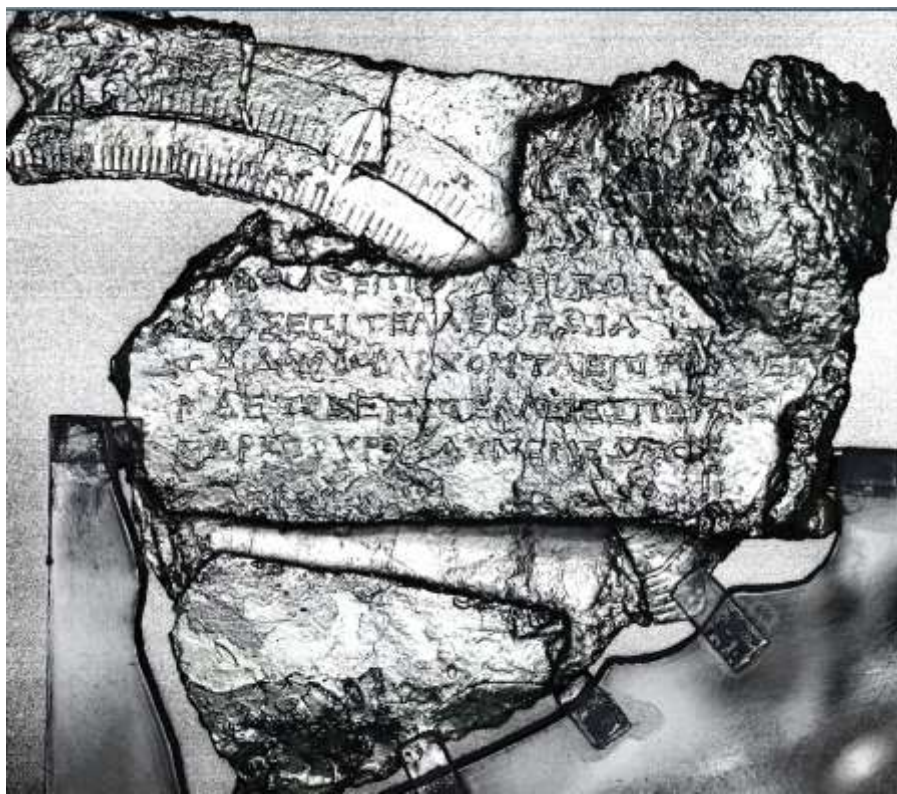
Εικόνα 3. Φωτογραφία του 1901 με τους δύτες που βρήκαν και ανέσυραν τις αρχαιότητες από το ναυάγιο των Αντικυθήρων που βρέθηκε και ο Μηχανισμός. Όλα τα ευρήματα φυλάσσεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα. Η φωτογραφία ελήφθη κατά την ανέλκυση της κεφαλής του ίππου του Διομήδη, που βρίσκεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.



Ο Χρήστος Λάζος με τα θαυμάσια εκλαϊκευτικά βιβλία του, ο επίσης Νίκος Οικονόμου που μετάφρασε και εξέδωσε το βιβλίο του Price στα Ελληνικά και ο

Μάνος Ρουμελιώτης με τις σπουδές που έκανε με τους φοιτητές του στο Πανεπιστήμιο της Μακεδονίας είναι οι σημαντικότεροι που διατήρησαν τον ενδιαφέρον του κοινού για τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων στην Ελλάδα. Ομοίως και εγώ συχνά έκανα γνωστόν τον Μηχανισμό και ανέλυα μέσα στα μαθήματα της Αστροφυσικής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, στα πλαίσια της εξέλιξης της Αστρονομίας και της Αστροφυσικής και ακόμη είχα γράψει σχετικό άρθρο στην Εγκυκλοπαίδεια της Εκδοτικής Αθηνών.

Εικόνα 3. Τμήμα του Μηχανισμού με τις κλίμακες του ζωδιακού κύκλου και του έτους που είναι διαιρεμένο σε μήνες. Διακρίνεται μέρος του εγχειριδίου λειτουργίας του υπολογιστή που λέει πώς να ξέρουμε ποια μέρα του έτους έχουμε με βάση την ανατολή των αστερών μαζί με τον Ήλιο. Τεχνητή εικόνα φτιαγμένη με μαθηματικά και



Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας,

φυσική και επεξεργασμένο με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP.



Εικόνα 3. Σπάνια φωτογραφία με ένα από τα δυο Συριακά καΐκια στην περιοχή Πινακάκια την χρονική περίοδο της ανέλκυσης των αρχαιοτήτων και του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Διακρίνονται οι δύτες (μερικό πάνω στα κατάρτια και τα ξάρτια) , ο καπετάνιος Δημ. Κοντός, οι επίσημοι, οι αρχαιολόγοι.



Εικόνα 3. Σπάνια φωτογραφία με το άλλο από τα δυο Συμιακά καϊκια στην περιοχή Πινακάκια την χρονική περίοδο της ανέλκυσης των αρχαιοτήτων και του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Διακρίνεται ο ένας δύτες με το σκάφανδρο. Η φωτογραφία ελήφθη μάλλον από το πλοίο του πολεμικού ναυτικού, ίσως την Μυκάλη (οπλιταγωγό, ή μεταγωγικό, όπως το έλεγαν τότε). Ο δύτες και οι ναύτες γύρω του είναι κουνημένοι διότι το πλοιάριο ταλαντώνεται από τα κύματα.

5. Η γοητεία του Μηχανισμού

Το παράξενο αυτό αντικείμενο ασκούσε σε μένα ιδιαίτερη γοητεία από τότε που ήμουν μαθητής. Επειδή το σπίτι μου είναι κοντά στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα, όπου εκτίθεται ο Μηχανισμός, πήγαινα (και εξακολουθώ να πηγαίνω) συχνά, κυρίως τα καλοκαίρια και τις Κυριακές, να θαυμάζω τους πολύτιμους θησαυρούς και, συνήθως στο τέλος της επίσκεψης, θαύμαζα πάντοτε τον Αστρολάβο, όπως ονομαζόταν τότε ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, που ήταν στην τελευταία αίθουσα του Εθνικού Μουσείου, μαζί με τα ελληνιστικά, στην περίφημη Συλλογή Σταθάτου. Πάντοτε αναρτιόμουν τι να είναι αυτό το αντικείμενο με τα γρανάζια, που έμοιαζε να είναι άσχετο με τους άλλους θησαυρούς του Μουσείου. Η αρχαιολογία ήταν μια από τις αγάπες μου, τα μαθηματικά και η αστρονομία οι μέγιστες αγάπες, και έτσι καθηλωνόμουν στον μηχανήμα αυτό

που είχε την ονομασία *Αστρολάβος των Αντικυθήρων*. Απορούσα: αστρολάβος, τι σήμαινε, πώς λαμβάνεις άραγε άστρα με αυτόν; Αργότερα έμαθα ότι αστρολάβος είναι όργανο που λαμβάνεις τις θέσεις των άστρων στον ουρανό. Ήθελα λοιπόν να μάθω περισσότερα για τον μηχανισμό, να μάθω πώς λειτουργεί, πώς είναι φτιαγμένος, πού βασίζεται η λειτουργία του. Αυτό το ενδιαφέρον έγινε μια εμμονή. Είμαι βέβαιος ότι ο Μηχανισμός που με σαγήνευσε, που με μάγεψε, με οδήγησε να γίνω αρχικά φυσικός και στην συνέχεια αστρονόμος. Κάποτε που είπα αυτά σε ένα διεθνές διαστημικό συνέδριο με πλησίασαν ένας γνωστός Αμερικανός διαστημικός επιστήμων και ένα Έλληνας αστρονόμος της Αμερικής και ου είπαν ότι και αυτοί οδηγήθηκαν από τον μηχανισμό να γίνουν επιστήμονες και να ασχοληθούν με τα διαστημικά. Σήμερα συχνά χρησιμοποιώ τον Μηχανισμό στη διδασκαλία της Αστροφυσικής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Πάντα ήθελα, από παιδί, να μελετήσω τον μυστηριώδη Αστρολάβο, δηλαδή τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Μάλιστα από τότε που άρχισα να εργάζομαι στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, σκεφτόμουν να κάνουμε αυτή την μελέτη με σύγχρονα μέσα. και το συζητούσα με φοιτητές μου, ακόμη και στα μαθήματά μου, όπου αποτελούσε ένα λαμπρό παράδειγμα που επέτρεπε να δείξω στους φοιτητές πώς εξελίχθηκαν οι αντιλήψεις της φυσικής και της αστρονομίας και πώς ο άνθρωπος μπορεί να κατανοήσει τα φυσικά φαινόμενα, δηλαδή τις κινήσεις Ηλίου και Σελήνης, των πλανητών και εντέλει να τα προβλέψει. Έτσι ήλθε το πλήρωμα του χρόνου και αρχίσαμε να πραγματοποιούμε τις μελέτες μας χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές και μεθόδους που δεν ήταν διαθέσιμες παλαιότερα.

Εικόνα 4. Χρυσός ναΐσκος με τον Διόνυσο και σάτυρο της εποχής του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Πιθανότατα ο Μηχανισμός που όπως μαθαίνουμε κόστιζε πολλαπλάσια το βάρος του σε χρυσάφι είχε εξωτερικά τη μορφή τέτοιου ναΐσκου.



6. Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα εκπληκτικό μηχανήμα, που αποτελεί άριστο παράδειγμα νανοτεχνολογίας. Είναι φτιαγμένος με τρόπο που να φανερώνει ότι οι κατασκευαστές χρησιμοποίησαν προηγμένες τεχνικές που είχαν αναπτυχτεί στην διάρκεια πολλών αιώνων, ή και χιλιετηρίδων. Ο κατασκευαστής του που πρέπει να είναι κορυφαίος μαθηματικός, αστρονόμος και μηχανικός, συνεργάστηκε με τεχνίτες, μεταλλουργούς και μηχανουργούς και πιθανότατα και καλλιτέχνες, με ειδικό που έγραφε τις επιγραφές με τις οδηγίες (τα γράμματα είναι σχεδόν του τύπου, πολύ μικρά και καλλιτεχνικά γραμμένα). Ο Μεταλλοτεχνίτης έχει χρησιμοποιήσει ειδικό κράμα χαλκού με κασσίτερο για τα γρανάζια που έχει προσθέσει και λίγο μόλυβδο (κάτι λιγότερο από 1%) ο οποίος δρα ως λιπαντικό, όπως παλιότερα λίπαινε τους κινητήρες των αυτοκινήτων ο μόλυβδος που βάζαμε στην βενζίνη των αυτοκινήτων, και μειώνει την τριβή ανάμεσα στα γρανάζια. Τα γρανάζια έχουν σκληρυνθεί με σφυρηλάτηση στα άκρα τους ώστε να μη καταστρέφονται εύκολα. Τα δόντια του Μηχανισμού είναι σχεδόν τριγωνικά. Είναι φτιαγμένα σαν ισόπλευρα τρίγωνα με

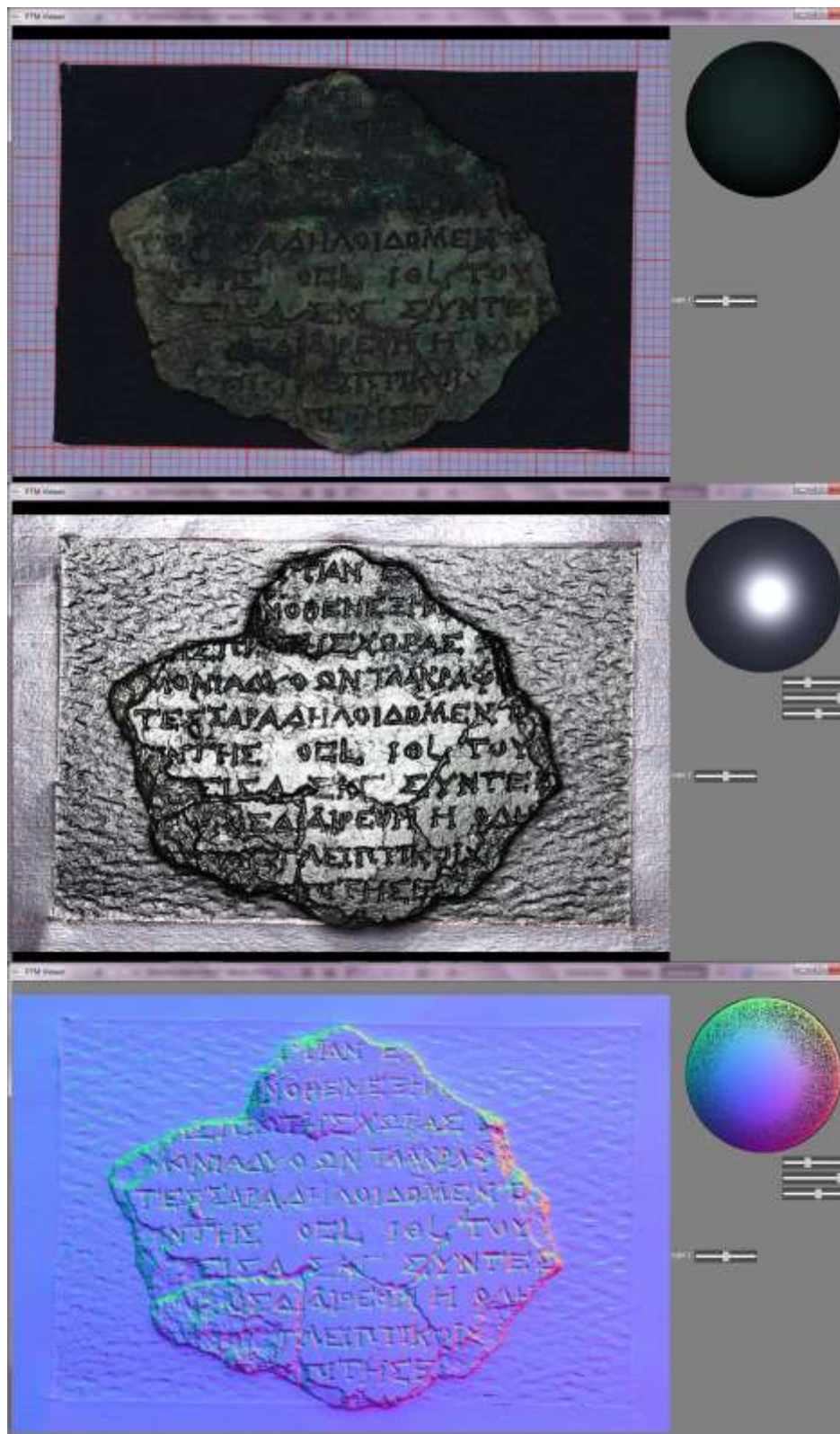
ελαφρώς καμπυλωμένες τις πλευρές, για να γλιστράνε ευκολότερα. Κάθε δύο εμπλεκόμενοι οδοντωτοί τροχοί έχουν ελαφρώς άνισα δοντάκια ώστε να υπάρχει κενό και να μη σπάνε από την τριβή και την ροπή που ασκείται από την επαφή.

Αναρωτιέται κανείς αν ο Μηχανισμός είναι μοναδικός, αν υπήρχαν και άλλα μηχανήματα παρόμοια. Ασφαλώς επειδή ο Μηχανισμός είναι ένα πολύ προηγμένο μηχανήμα, ο κατασκευαστής του δεν άρχισε κατασκευές τέτοιων μηχανημάτων με αυτό. Έχει προηγηθεί εμπειρία πολλών αιώνων σε κατασκευές. Έχουμε παρόμοια υπολογιστικά συστήματα, όπως το Stonehenge και τον Μινωϊκό αστρονομικό υπολογιστή του Παλαίκαστρου, που οι τρύπες ή οι μεγάλιθοι αντικαθιστούνται βαθμιαία από δοντάκια στα γρανάζια και η μετάθεση του πέτρινου ή χάλκινου δείκτη με το χέρι από τρύπα σε τρύπα γίνεται αυτομάτως με δείκτη που τον κινούν τα γρανάζια. Μετεξέλιξη αυτών των δύο είναι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων και ακολουθούν τα αστρονομικά ρολόγια της αναγέννησης και στην συνέχεια οι υπολογιστές.

7. Οι σύγχρονες επιστημονικές μέθοδοι που χρησιμοποιήσαμε για τις μελέτες μας

Πριν λίγα χρόνια, μου τηλεφώνησε ο φίλος και παλαιός συμφοιτητής κ. Γιάννης Σειραδάκης, καθηγητής της Αστρονομίας στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και αρχίσαμε να οργανώνουμε νέα μελέτη του Μηχανισμού, με μέλη από τα Πανεπιστήμια Αθηνών, Θεσσαλονίκης (ο καθηγητής κ. Ι. Σειραδάκης) και Κάρντιφ (ο καθηγητής κ. Mike Edmunds, ο παραγωγός φιλμ και μαθηματικός Dr Tony Freeth). Μετά από συζητήσεις ο Σειραδάκης και ο Edmunds και εγώ λάβαμε (παρά τις αντίθετες γνώμες και εισηγήσεις πολλών άλλων) σχετική άδεια από τον τότε υφυπουργό Πολιτισμού Πέτρο Τατούλη, στον οποίο πάντοτε είμαι ευγνώμων, ο οποίος αμέσως αντιλήφθηκε την σημασία της μελέτης και μας βοήθησε στο έπακρο. Έτσι πλαισιωθήκαμε από στελέχη του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου, την χημικό Ε. Μάγκου, η οποία εξαρχής ήταν ενθουσιώδης, και την αρχαιολόγο-μουσειολόγο Μ. Ζαφειροπούλου. Αργότερα ο Α. Τσελίκας από το Μορφωτικό Ίδρυμα της Εθνικής Τραπέζης συνέβαλλε με την ανάγνωση των γραφών με την συνδρομή του παλιού φοιτητή μου Γ. Μπιτσάκη που στο μεταξύ είχα προσλάβει στο Πανεπιστήμιο Αθηνών για την μελέτη του Μηχανισμού. Συνεργαζόμαστε με τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Μακεδονίας κ. Μάνο Ρουμελιώτη.

Εικόνα Τρεις
τεχνητές εικόνες των
οδηγιών χρήσης του
Μηχανισμού,
φτιαγμένες με
μαθηματικά και
φυσική και
επεξεργασμένες με την
μέθοδο PTM που
χρησιμοποιήσαμε για
την ανάδειξη των
επιφανειακών
χαρακτηριστικών. Την
μέθοδο ανέπτυξαν ο
Dr Tom Malzbender
με τους συνεργάτες
του της HP. Η τεχνική
PTM αναδεικνύει τα
χαρακτηριστικά μιας
ανώμαλης επιφάνειας.
Σχηματίζει μια
τεχνητή εικόνα,
συνθετική,
χρησιμοποιώντας
πολλές (40)
φωτογραφίες που
έχουν ληφθεί με
διαφορετικές θέσεις
λάμπας φωτισμού του
αντικειμένου. Η
συνθετική εικόνα είναι
αλληλεπιδραστική. Η
άνω εικόνα είναι
συνθετική, αλλά
μοιάζει με το
πραγματικό
αντικείμενο.
Μπορούμε να την
φωτίζουμε από όποιο
σημείο επιθυμούμε, να
αναδεικνύουμε τα
χαρακτηριστικά της,
να αφαιρούμε την
σκουριά (μεσαία



εικόνα) με τα μαθηματικά και την φυσική, χωρίς να αγγίζουμε τα αντικείμενο το αρχαίο αντικείμενο. Μπορούμε
ακόμη να απεικονίσουμε με χρωματική κλίμακα το κάθετο στην επιφάνεια μοναδιαίο διάνυσμα και να
γνωρίζουμε την κατεύθυνση της επιφάνειας, πού είναι κυρτή και πού είναι κοίλη, πού είναι επίπεδη (κάτω
εικόνα).

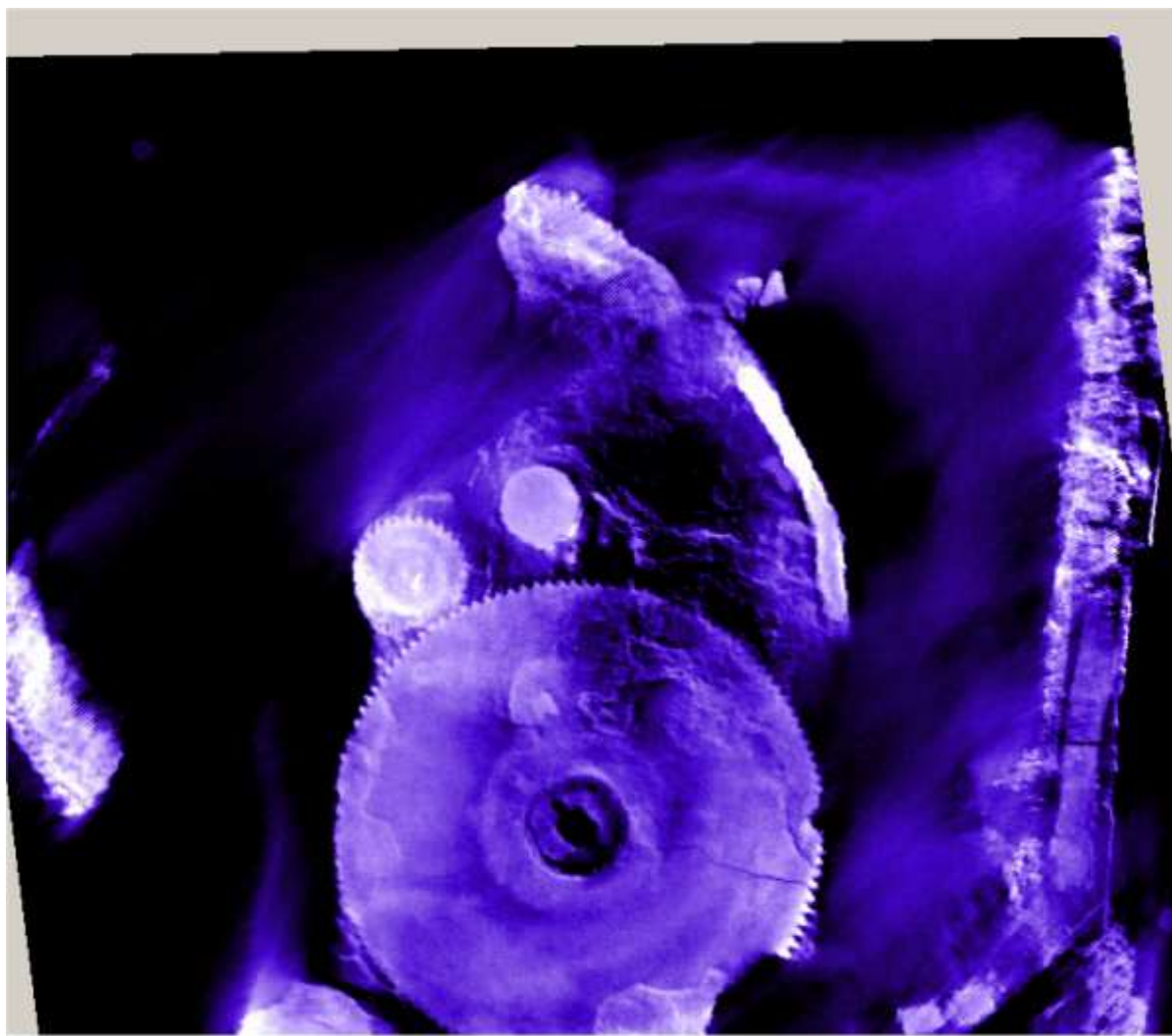
Η ομάδα μας πραγματοποιεί τη μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων με σύγχρονα μέσα, και συνεχίζουμε να αναδεικνύουμε με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια όλα τα χαρακτηριστικά του αρχαίου αυτού υπολογιστή. Επιλέξαμε τις πιο κατάλληλες μεθόδους και συμβάλαμε στην εύρεση των πιο σύγχρονων μηχανημάτων, που κατασκευάστηκαν ειδικά για την μελέτη του μηχανισμού, ένα τομογράφο, δηλαδή που να διαπερνά 13 εκατοστά χαλκού, που μας επιτρέπει, σε συνδυασμό με κατάλληλες μη γραμμικές μαθηματικές μεθόδους, να κάνουμε λεπτομερείς αξονικές τομογραφίες, που μας δίνουν με ακρίβεια μερικά χιλιοστά του χιλιοστομέτρου, την δυνατότητα να βλέπουμε καθαρά το εσωτερικό του σκουριασμένου μηχανισμού, να διαβάζουμε γραφές κρυμμένες αιώνες εκεί, να διαβάσουμε τελικά το εγχειρίδιο του υπολογιστή, που είναι σχεδόν κρυπτογραφημένο στη σκουριά περισσότερο από είκοσι αιώνες.

Η μελέτη μας του Μηχανισμού των Αντικυθήρων έγινε με τα καλύτερα διαθέσιμα σήμερα τεχνικά μέσα, που επιτρέπουν επιφανειακή τρισδιάστατη φωτογράφιση, όπως βλέπουμε στις τρεις εικόνες. Δημιουργούμε έτσι διάφορες τεχνητές εικόνες του Μηχανισμού, φτιαγμένες με μαθηματικά και φυσική. Τις δημιουργούμε και τις επεξεργαζόμαστε με την μέθοδο PTM που χρησιμοποιήσαμε για την ανάδειξη των επιφανειακών χαρακτηριστικών. Την μέθοδο ανέπτυξαν ο Dr Tom Malzbender με τους συνεργάτες του της HP. Η τεχνική PTM αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά μιας ανώμαλης, ακόμη και πολύ σκοτεινής, επιφάνειας. Σχηματίζουμε μια τεχνητή εικόνα, συνθετική, χρησιμοποιώντας και συνθέτοντας πολλές (40) φωτογραφίες που έχουν ληφθεί με διαφορετικές θέσεις λυχνίας φωτισμού του αντικείμενου. Η συνθετική εικόνα είναι αλληλεπιδραστική. Στο παράδειγμα έχουμε τρεις εικόνες μέρους των οδηγιών χρήσης του μηχανισμού, που είναι γραμμένες σε μια πλάκα χαλκού. Η άνω εικόνα είναι συνθετική, αλλά μοιάζει με το πραγματικό αντικείμενο. Τα γράμματα είναι δυσδιάκριτα. Μπορούμε να την φωτίζουμε από όποιο σημείο επιθυμούμε, να αναδεικνύουμε τα χαρακτηριστικά της, να αφαιρούμε την σκουριά (μεσαία εικόνα) με τα μαθηματικά και την φυσική, χωρίς να αγγίζουμε τα αντικείμενο το αρχαίο αντικείμενο. Μπορούμε ακόμη να απεικονίσουμε με χρωματική κλίμακα το κάθετο στην επιφάνεια μοναδιαίο διάνυσμα και να γνωρίζουμε την κατεύθυνση της επιφάνειας, πού είναι κυρτή και πού είναι κοίλη, πού είναι επίπεδη (κάτω εικόνα). Πραγματοποιήσαμε πολλές χιλιάδες φωτογραφίες της επιφάνειας με μέθοδο τριδιάστατης φωτογράφισης που είχε αναπτύξει η εταιρεία HP (PTM, κ. Tom Malzbender)

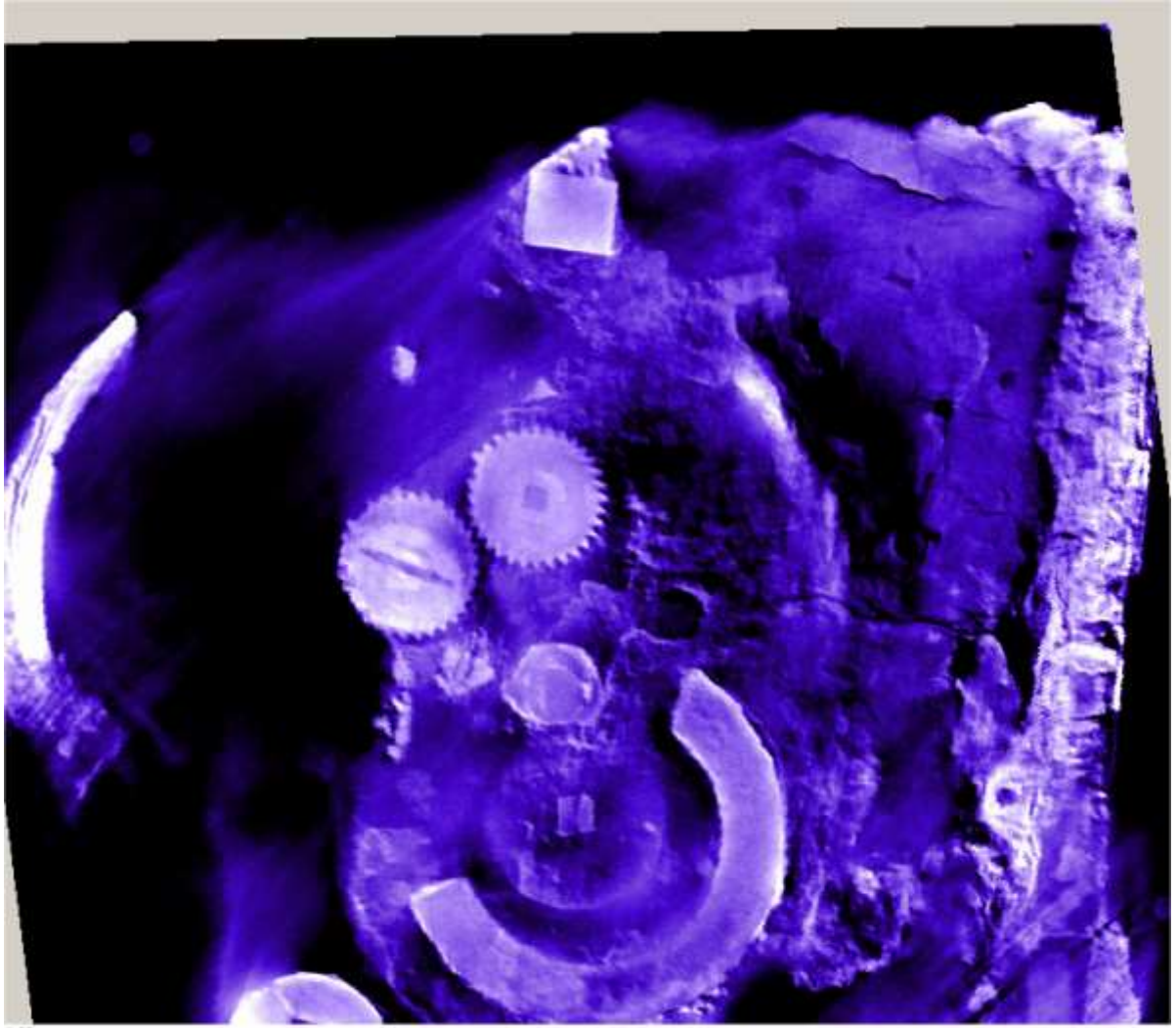
Τις πιο πολύτιμες πληροφορίες λάβαμε με τομογραφία που έγινε με ακτίνες X. Οι τομογραφίες ελήφθησαν ειδικό μεγάλης διεισδυτικότητας αξονικό τομογράφο (το μοντέλο *BladeRunner*) που ανέπτυξε για την περίπτωση κ. Roger Hadland και οι συνεργάτες του της X-tek Systems (τώρα Nikon Metrologies), και επιτρέπει να δούμε κάθε λεπτομέρεια του μηχανισμού στο σκουριασμένο εσωτερικό του. Χρησιμοποιήσαμε αυτόν τον αξονικό τομογράφο και λάβαμε λεπτομερέστατες τομογραφίες όλων των τμημάτων του Μηχανισμού και ανασυνθέσαμε, πάλι με κατάλληλα μαθηματικά και φυσική, αυτό το τρισδιάστατο αίνιγμα, που στην πραγματικότητα είναι τετραδιάστατο αν βάλουμε και τον χρόνο που αυτομάτως μπαίνει στην αναζήτηση της μορφής, της λειτουργίας και γίνεται πολυδιάστατο να βάλουμε και το θέμα της πατρότητας του παράξενου μηχανήματος, δηλαδή αν θελήσουμε να απαντήσουμε το ερώτημα, ποιος, πού, πώς έφτιαξε αυτό το μηχανήμα. Πραγματοποιήσαμε πολλές χιλιάδες ακτινογραφίες, ένα σύνολο που ξεπερνάει το ένα TB δηλαδή 1000 GB, όσα περιέχουν μερικοί μεγάλοι δίσκοι ενός σημερινού ηλεκτρονικού υπολογιστή.

8. Πότε φτιάχθηκε ο Μηχανισμός

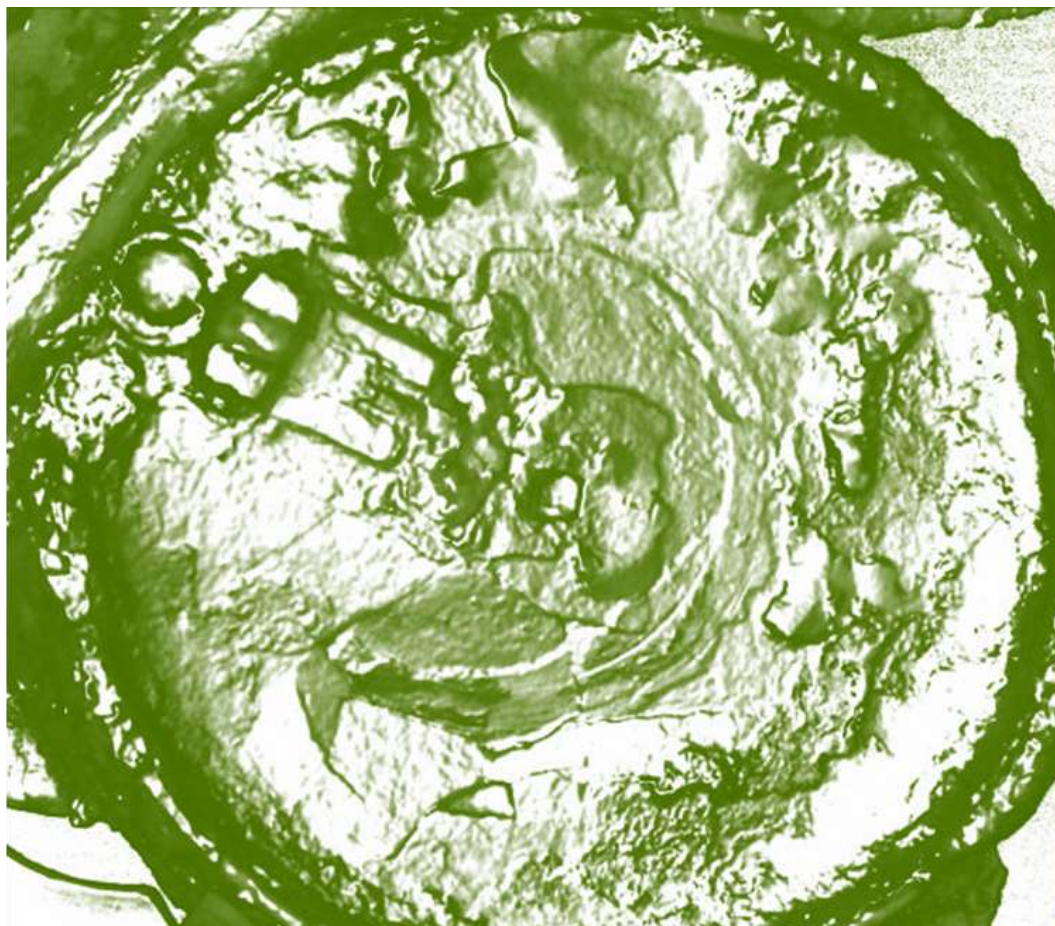
Μπορούμε άραγε να υπολογίσουμε πότε φτιάχθηκε ο Μηχανισμός; Οι αρχαιολόγοι από τα διάφορα αντικείμενα που βρέθηκαν στο ναυάγιο και ιδιαιτέρως τα νομίσματα προσδιορίζουν ότι το πλοίο μπορεί να βυθίστηκε μεταξύ το 60 με 80 π.Χ. Η καλύτερη χρονολόγηση του ιδίου του μηχανισμού δίδεται με βάση την μορφή των γραμμάτων του μηχανισμού, της γραμματοσειράς, όπως θα λέγαμε με σύγχρονη ορολογία, και ο αρχαιολόγος επιγραφολόγος και τέως διευθυντής του Επιγραφικού Μουσείου προσδιορίζει την εποχή της γραφής ανάμεσα στο 150 με 100 π.Χ.



Εικόνα. Μια τομογραφία του Μηχανισμού που δείχνουν τα γρανάζια που είναι φτιαγμένοι ώστε να επιτελεί συγκεκριμένες μαθηματικές πράξεις με μαθηματικά που αναπαράγουν τις κινήσεις της Σελήνης, προβλέπουν τις φάσεις της και τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης. Οι τομογραφίες ελήφθησαν ειδικό μεγάλης διεισδυτικότητας αξονικό τομογράφο (το μοντέλο BladeRunner) που ανέπτυξε για την περίπτωση κ. Roger Hadland και οι συνεργάτες του της X-tek Systems (τόρα Nikon Metrologies), και επιτρέπει να δούμε κάθε λεπτομέρεια του μηχανισμού στο σκουριασμένο εσωτερικό του. Χρησιμοποιήσαμε αυτόν τον αξονικό τομογράφο και λάβαμε λεπτομερέστατες τομογραφίες όλων των τμημάτων του Μηχανισμού και ανασυνθέσαμε, πάλι με κατάλληλα μαθηματικά και φυσική, αυτό το τριδιάστατο αίνιγμα.



Εικόνα μια ακόμη τομογραφία του Μηχανισμού που δείχνουν τα γρανάζια που είναι φτιαγμένοι ώστε να επιτελεί συγκεκριμένες μαθηματικές πράξεις με μαθηματικά που αναπαράγουν τις κινήσεις της Σελήνης, προβλέπουν τις φάσεις της και τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης. Οι τομογραφίες ελήφθησαν ειδικό μεγάλης διεισδυτικότητας αξονικό τομογράφο (το μοντέλο BladeRunner) που ανέπτυξε για την περίπτωση κ. Roger Hadland και οι συνεργάτες του της X-tek Systems (τώρα Nikon Metrologies), και επιτρέπει να δούμε κάθε λεπτομέρεια του μηχανισμού στο σκουριασμένο εσωτερικό του. Χρησιμοποιήσαμε αυτόν τον αξονικό τομογράφο και λάβαμε λεπτομερέστατες τομογραφίες όλων των τμημάτων του Μηχανισμού και ανασυνθέσαμε, πάλι με κατάλληλα μαθηματικά και φυσική, αυτό το τρισδιάστατο αίνιγμα.



Εικόνα 6. Ο μηχανισμός της Σελήνης. Η Σελήνη ήταν ένα [αργυ]ρουιν σφαιρίον που περιστρεφόταν γύρω από δυο άξονες και άλλαζε φάσεις (Νέα Σελήνη, πρώτο τέταρτο, Πανσέληνος κ.λπ.) καθώς περιφέρεται γύρω από τη Γη με μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα, όπως προβλέπει ο Β' Νόμος του Κέπλερ τον οποίο μιμείται με επιτυχία ο Μηχανισμός. Φωτογραφία και επεξεργασία με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP.

9. Το αρχαίο αστρονομικό ρολόι, οι δείκτες του Ηλίου και της Σελήνης

Ο Μηχανισμός ήταν πιθανότατα και αστρονομικό ρολόι, με συνεχή κίνηση της κλίμακας των ωρών, που ίσως κινείτο ως προς τον δείκτη του Ηλίου.

Παρόλο που δεν έχουμε βρει τους σχετικούς δείκτες και κλίμακες μπορούμε να πιθανολογούμε ότι ο Μηχανισμός έδειχνε και την ώρα. Είτε με μηχανικό τρόπο είτε με την βοήθεια των ακτίνων του Ηλίου. Στο εγχειρίδιο του μηχανισμού οι ειδικοί μας διάβασαν τον όρο ΩΡΟΣΚΟΠΟΣ⁷ και τους όρους ΗΛΙΟΥ ΑΚΤΙΣ που μας επιτρέπουν να πιθανολογούμε ότι είχε και ρολόι, ρολόι μηχανικό με νερό ίσως και ρολόι ηλιακό, με την ακτίνα του ηλίου.

⁷Suda, Lexicon, ὄνομα κύριον, Ὁροσκόπος, ἀστρίτης σκοπεύων τὴν ὥραν, ὠροσκοπία, Ptol. Tetr.75, Porph. ap. Stob.2.8.42. παρατήρης των ωρών, Sch.T II.21.111., ὠροσκοπεῖον, ὠρολόγιον, Str.2.5.14, Gem.2.35, Boeth. ap. Eus.PE11.28; ὕδριον ὠροσκοπεῖον Hero Spir.1Praef.;also ὠροσκοπ-σκόπιον, D.L.2.1, 6.104; τὰ ὕδρεϊα τῶν ὠροσκοπίων water-clocks, Simp.in Ph. 1335.14., ὠροσκόπιον, = ὠροσκόπος 11, S.E.M.5.68, ὄργανον ὠροσκόπος, τῆς δι' ἀστρολάβων ὠροσκοπίων κατ' αὐτὴν τὴν ἔκτεξιν διοπτρεύσεως Ptol.Tetr.108. Galenus Med., Institutio logica (0057: 081), "Galenī institutio logica", Ed. Kalbfleisch, K.,Leipzig: Teubner, 1896. Chapter 12, section 4, line 2, ὁμολογεῖται μὲν γὰρ ὑπὸ τῶν κλεψυδρῶν τε καὶ τῶν ὕδροσκοπίων ἔτι τε καὶ τῶν ἡλιακῶν ὠροσκοπίων εὐρῆσθαι τὸ μέγεθος ἐκάστης ἡμέρας τῶν καθ' ὅλον ἐνιαυτόν, ὑπὸ δὲ τῶν κατὰ τὰς ἐκλείψεις προρρήσεων ἡλίου καὶ ἀστρου καὶ γῆς μέγεθος καὶ πόσον ἀφεστήκασιν τῶν καθ' ἡμᾶς τόπων τὰ τοιαῦτα

Στην Α΄ όψη του Μηχανισμού δίδεται η θέση του Ηλίου και της Σελήνης στον ουρανό, σε σχέση με τα ζώδια και ένα χάρτη του ουρανού διηρημένου σε 360 μοίρες. Υπάρχουν δυο ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες, με τον ζωδιακό κύκλο και το έτος, διαιρεμένοι σε μοίρες και μήνες και ημέρες αντίστοιχα. Ένας δείκτης, πιθανότατα με χρυσούν σφαιρίον, όπως διαβάζουμε στις οδηγίες χρήσης του μηχανισμού, δίνει τη θέση του Ηλίου κατά τη διάρκεια του έτους στον ουρανό για την συγκεκριμένη ημέρα. Η φάση της Σελήνης δίνεται με μια μικρή σφαίρα που περιστρέφεται γύρω από δυο άξονες κάθετους μεταξύ τους, που είναι διαιρεμένη σε δυο ημισφαίρια με διαφορετικό χρώμα, πιθανότατα αργυρό και μαύρο.

Πιθανότατα υπήρχαν και δείκτες για τους πλανήτες, που όπως διαβάζουμε σε άλλα αρχαία κείμενα, που κατέληγαν σε πολύτιμους λίθους οι οποίοι προσδιόριζαν τη θέση των πλανητών οι οποίοι όπως μας λένε τα αρχαία κείμενα κινούνται με ανισοταχή ρεαλιστική κίνηση και όχι ισοταχώς. Στο εγχειρίδιο του Μηχανισμού αναφέρεται πολλές φορές ο όρος στηριγμός, που είναι το σημείο της τροχιάς των πλανητών που καθώς φαίνονται από τη Γη φαινομενικά σταματούν και γυρίζουν προς τα πίσω.

Στα τμήματα του εγχειριδίου χρήσης του Μηχανισμού, που ανακαλύψαμε με τις τομογραφίες σε διάφορα τμήματα του μηχανισμού και τα οποία διαβάσαμε, **αναφέρονται οι πλανήτες Ερμής, Αφροδίτη και Άρης**. Αναφέρονται επίσης **πολλοί όροι σχετικοί με την κίνηση των πλανητών**, όπως ο όρος *Στηριγμός*, που είναι γραμμένος πολλές φορές.

Στο εγχειρίδιο του Μηχανισμού αναφέρεται ο όρος *σφαιρίον*, π.χ. *Χρυσούν σφαιρίον προφανώς για τον δείκτη του Ηλίου, και ...ον σφαιρίον*, συνεπώς είναι βέβαιο ότι υπήρχε ένας δείκτης που κατέληγε σε χρυσή σφαίρα και μπορούμε να υποθέσουμε ότι είχε και άλλες σφαίρες για τους πλανήτες (βλ. βιβλίο του Ξ. Δ. Μουσά, *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*, έκδοση Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα 2012).

Όπως έχω αποδείξει **το γρανάξι D μπορούσε να είναι τμήμα του μηχανισμού που δίνει την κίνηση σε ένα πλανήτη** κι από τα γεωμετρικά δεδομένα εκτιμώ ότι ήταν για τον Κρόνο ή τον Δία (βλ. βιβλίο του Ξ. Δ. Μουσά, *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*, έκδοση Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα 2012).



Εικόνα 7. Οι μικρές σφαίρες που βρέθηκαν στο ναυάγιο και οι οποίες θα μπορούσαν να είναι δείκτες των πλανητών. Επισημαίνω ότι στο εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού που διαβάσαμε σε διάφορα μέρη σχεδόν σε κάθε διαθέσιμη επιφάνεια διαβάσαμε πολλές φορές ΣΦΑΙΡΙΟΝ, [ΧΡΥΣΟΥΝ ΣΦΑΙΡΙΟΝ, ...ΟΥΝ ΣΦΑΙΡΙΟΝ, ΣΦΑΙΡΙΟΝ...]. Βλ. παράρτημα στο τέλος για παρόμοιες αναφορές σε αρχαία βιβλία που περιγράφουν παρόμοιους μηχανισμούς.

Περιγραφές τέτοιων μηχανημάτων, σε αρχαία κείμενα, μας πληροφορούν ότι αυτά προέβλεπαν και την θέση των πλανητών ότι συχνά **οι δείκτες των πλανητών ήταν πολύτιμοι ή ημιπολύτιμοι λίθοι**. Συγκεκριμένα ο λεγόμενος Ψευδο Καλλισθένης, σε όλα τα σχετικά κείμενα, αναφέρει ότι σε μηχανισμούς παρόμοιους με τον μηχανισμό των Αντικυθήρων οι πλανήτες είναι φτιαγμένοι με πολύτιμους και ημιπολύτιμους λίθους (βλ. κείμενα στο τέλος του εγγράφου).

Στο ναυάγιο των Αντικυθήρων βρέθηκαν μερικές μικρές σφαίρες με βάση που είναι πεσσοί παιγνίου.

Α) τις μικρές αυτές σφαίρες που πιθανότατα είναι ημιπολίτιμοι λίθοι και να δούμε αν η βάση τους θα επέτρεπε να είναι προσαρμοσμένοι σε δείκτες του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Β) τις βάσεις των αγαλματιδίων για να διαπιστώσουμε αν είναι ενδεχόμενο να αποτελούσαν μέρος αυτομάτων του Μηχανισμού, όπως αναφέρεται σε περιγραφές αρχαίων ωρολογίων (π.χ. του Αρχιμήδη, Κτησίβιου, Βιτρούβιου, κ.α.)

10. Οι προβλέψεις των Εκλείψεων και ο Αρχιμήδης

Στην Β΄ όψη του Μηχανισμού τηρούνται πέντε πολύπλοκα πολυετή ημερολόγια, τα οποία μεταξύ των άλλων προσδιορίζουν τις κινητές εορτές των Ελλήνων, προσδιορίζουν πότε θα γίνουν οι Ολυμπιακοί αγώνες και προβλέπουν τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης, την ημερομηνία και τη θέση που θα είναι ορατές πάνω στην Γη. Οι εκλείψεις προβλέπονται με βάση την περιοδικότητά τους, την περίοδο του Σάρου, διάρκειας 223 μηνών και φαίνονται με δείκτη που κινείται σε ελικοειδή κλίμακα. Όταν στη διάρκεια ενός σεληνιακού μηνός αναμένεται έκλειψη Ηλίου ή Σελήνης αναφέρεται η ώρα που θα συμβεί. Οι προβλέψεις βασίζονται σε παρατηρήσεις του Αρχιμήδη και των μαθητών του που έγιναν στις Συρακούσες στη Σικελία, όπως αποδεικνύεται από υπολογισμούς του Goren Henriksson⁸ με βάση την ώρα της έκλειψης του Ηλίου που αναφέρεται στην ελικοειδή κλίμακα. Για την πρόβλεψη των εκλείψεων χρησιμοποιείται εκτός από του Σάρου η περίοδος του Εξελιγμού, διάρκειας 54 ετών, η οποία αναφέρεται στο εγχειρίδιο χρήσης και πιθανότατα υπήρχε μικρή σχετική κυκλική κλίμακα. Συνεπώς μπορούμε να πιθανολογούμε ότι πνευματικός πατέρας, ή παπούς, του Μηχανισμού είναι ο Αρχιμήδης και κατασκευαστής του κάποιος νεώτερος π.χ. ο Ίππαρχος.

11. Η δεκακαιεννεαετηρίς ή περίοδος του Μέτωνα και του Καλλίππου

Η περίοδος 19 ετών του Μέτωνα, ή δεκακαιεννεαετηρίς είναι μια μακροχρόνιος σεληνοηλιακή περίοδος την οποία οι Έλληνες και άλλοι λαοί χρησιμοποιούσαν για την τήρηση ημερολογίων. Η θέση του Ηλίου, ή ο χρόνος φαίνεται σε ελικοειδή κλίμακα διάρκειας 19 ετών. Η περίοδος του Μέτωνα είναι ο χρόνος που επανεμφανίζεται η Σελήνη με την ίδια φάση, στην ίδια ακριβώς θέση του ουρανού. Με την περίοδο του Μέτωνα ορίζεται το Ορθόδοξο Πάσχα και με αυτή τηρείται ημερολόγιο των Ισραηλιτών. Ένα ακόμη μακρόχρονο ημερολόγιο με την περίοδο του Καλλίππου διάρκειας 76 ετών, τηρείται σε μικρή κυκλική κλίμακα. Οι κλίμακα του Μέτωνα είναι διαιρεμένη σε μήνες που ακολουθούν ένα Κορινθιακό ημερολόγιο, αφού μετά τον Πελοποννησιακό πόλεμο στον τότε γνωστό κόσμο, την Μεσόγειο, επικρατούν οι Κορίνθιοι.

12. Οι Ολυμπιακοί Αγώνες

Σε μια μικρή κυκλική κλίμακα φαίνεται σε ποιο έτος έχουμε κάθε ένα από τους Στεφανίτες Αγώνες, δηλαδή τους αγώνες που οι νικητές στεφανώνονται. Αναφέρονται οι Ολυμπιακοί αγώνες, τα Νέμεα, τα Πύθια, τα Ίσθμια και τα Νάα ή Νάια.

⁸ Goren Henriksson, private communication, 2009, 2011

13. Εγχειρίδιο χρήσης

Ο αρχαίος υπολογιστής έχει και εγχειρίδιο χρήσης που είναι γραμμένο σε μπρούτζινες πλάκες και περιέχει οδηγίες χρήσης με τεχνικούς και αστρονομικούς όρους. Από όσα διαβάζουμε στις οδηγίες, οι οποίες δεν έχουν αναγνωσθεί πλήρως, διότι μέρος από τις πλάκες που είναι γραμμένες λείπουν, εκτιμούμε ότι μας λένε πώς να στήσουμε το όργανο, πώς να το προσανατολίσουμε, πώς να κινήσουμε ένα δείκτη από ένα μέρος σε ένα άλλο, πώς να κάνουμε παρατηρήσεις, πώς να χρησιμοποιήσουμε το σκόπευτρο για να σκοπεύσουμε τον Ήλιο και να μετρήσουμε πιθανότατα το ύψος του πάνω από τον ορίζοντα και από αυτό μάλλον να υπολογίσουμε το γεωγραφικό πλάτος του τόπου που βρισκόμαστε.

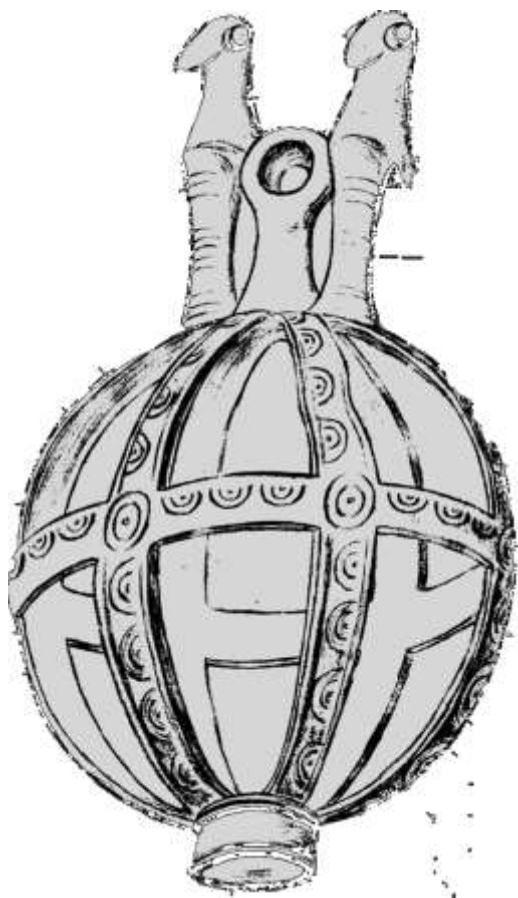
Είναι πιθανό το όργανο να μετρούσε και το γεωγραφικό μήκος με τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης της Σελήνης που γίνεται με τη βοήθεια τεσσάρων γραναζιών που δίνουν ρεαλιστική κίνηση στη Σελήνη, ακολουθώντας σε καλή προσέγγιση τον Β' νόμο του Κέπλερ, δηλαδή η Σελήνη κινείται ταχύτερα στο περίγειο και βραδύτερα στο απόγειο. Αν πράγματι ο Μηχανισμός δίνει και το γεωγραφικό μήκος δεν είναι απλώς ένα αρχαίο GPS αλλά δείχνει ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν λύσει το πρόβλημα της εύρεσης του γεωγραφικού μήκους που λύθηκε 70 έτη μετά τον θάνατο του Νεύτωνα και το οποίο ο Νεύτων ονομάζει πρόβλημα του Ευξείνου Πόντου επειδή ο μέγας φυσικός θεωρεί ότι επιχείρησαν να το λύσουν ο Ιάσων με τους αργοναύτες για να πάνε από την Ιωλκό στην Κολχίδα.

Στο εγχειρίδιο που διαβάσαμε με τις αξονικές τομογραφίες γίνονται αναφορές στις κινήσεις των πλανητών. Αναφέρονται οι πλανήτες Ερμής, Άρης και η Αφροδίτη.

Ο Μηχανισμός είναι το μόνο αρχαίο πολύπλοκο επιστημονικό όργανο που βρέθηκε μέχρι σήμερα και επέζησε επειδή το έσωσε από την ανακύκλωση η θάλασσα, στο ναυάγιο των Αντικυθήρων και βρέθηκε από Συμιακούς δύτες το 1901. Ο Μηχανισμός είναι πολύ πιο προηγμένος από τα αστρονομικά ωρολόγια που εμφανίστηκαν στην Δυτική Ευρώπη μετά τον 14ο αιώνα, πιθανώς από ρολόγια που έκλεψαν οι σταυροφόροι από την Πόλη μετά την σύληση της Βασιλεύουσας το 1204 κατά την 4η Σταυροφορία.

14. Άλλοι παρόμοιοι μηχανισμοί

Ασφαλώς ο Μηχανισμός δεν ήταν ο μόνος ούτε και ο πρώτος. Όπως δεν είναι δυνατό να αρχίσει η κατασκευή ενός αυτοκινήτου αν δεν έχει προηγηθεί ένα καροτσάκι και μια άμαξα, έτσι και ο Μηχανισμός είχε απλούστερους προγόνους, απλούστερα μηχανήματα. Στα αρχαία κείμενα διαβάζουμε περιγραφές που μέχρι τώρα πιστεύαμε ότι ήταν υπερβολικές και φανταστικές, όπου περιγράφονται μηχανήματα που δίνουν την ώρα, που δίνουν τη θέση του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών, πολλά από αυτά είναι πολύτιμα και πολύ ακριβά, ένα από αυτά κόστισε το αστρονομικό ποσό των 200 λιβρών χρυσαφιού



(45 με 60 κιλά χρυσάφι, με βάση το βάρος της λίβρας εκείνης της εποχής).

15. Η φιλοσοφική Σχολή του Αρχιμήδη, οι μαθητές του και ο Μηχανισμός

Ο μέγας μαθηματικός και μηχανικός Αρχιμήδης και ο σημαντικότερος αστρονόμος Ίππαρχος είναι πιθανότατα οι πατέρες του πολύπλοκου μηχανήματος που ονομάζουμε Μηχανισμό των Αντικυθήρων, πού ασφαλώς έλκει την καταγωγή από τον Θαλή, τον Οινόπιδη, τον Αρίσταρχο και άλλους γίγαντες της επιστήμης του αρχαίου κόσμου.

Εικόνα . Ο Αρχιμήδης κατασκεύασε πολλά αυτόματα μηχανήματα, ρολόι και όπλα και ένα μηχανικό Σύμπαν που ονομάζεται για πρώτη φορά Πλανητάριο. Εικόνα από τα Μουσεία του Καπιτωλίου, Ρώμη



Στα βιβλία υπάρχουν περιγραφές του ρολογιού του Αρχιμήδη που έχει ομοιότητες με τον Μηχανισμό. Ξέρουμε επίσης από τα αρχαία βιβλία ότι ο Αρχιμήδης είχε φτιάξει δυο αστρονομικά μηχανήματα, το ένα ονομαζόταν πλανητάριο, που έδιναν τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων στον ουρανό, Ο Μάρκελος που κατέκτησε τις Συρακούσες τις οποίες υπερασπιζόταν ο Αρχιμήδης σχεδόν μόνος του με τις εφευρέσεις του, με τις οποίες είχε κάψει τον Ρωμαϊκό στόλο με κάτοπτρα, που είχε καταστρέψει άλλα πλοία με αρπάγες, που έριχνε σιδερένια βέλη με επαναληπτικές βαλλίστρες, πήρε τα μηχανήματα του Αρχιμήδη μετά τον φόνο του τελευταίου από του Ρωμαίους και κράτησε το πλανητάριο για τον εαυτό του ενώ έδωσε την μηχανική Ουράνια σφαίρα στον Ναό της Εστίας (ή Αρετής) στον Καπιτώλιο στη Ρώμη.

Υπάρχουν περιγραφές ή αναφορές πλανηταρίων και παρόμοιων μηχανημάτων, κάποια από τα οποία ονομάζονται Πίνακες ή Πινακίδια, που δίνουν τη θέση των ουρανίων σωμάτων. Διαβάζουμε ότι ο Αρχιμήδης είχε φτιάξει δυο τέτοια, ο Ίππαρχος είχε κάποιο μηχανήμα, ο Ποσειδώνιος στη Σχολή του (Πανεπιστήμιο) στη Ρόδο. Στην Γαλλία στην πόλη Σεβρός οι αρχαιολόγοι βρήκαν ένα κυρτό δίσκο (disque de Chevroches) με ελληνικές επιγραφές των μηνών (Αιγυπτιακών και Ρωμαϊκών που χρησιμοποιούσαν οι Έλληνες) και των Αστερισμών του Ζωδιακού κύκλου, πιθανώς μέρος ενός ημερολογιακού μηχανισμού ή μιας σφαίρας. Επίσης στη Γαλλία βρέθηκαν μερικά ακόμη τμήματα παρόμοιων μηχανημάτων. Στην αρχαία Ελληνική Πόλη της Όλβιας στη Σαρδηνία βρέθηκε τμήμα ενός καλοσχεδιασμένου γραναζιού του Γ' Αιώνα π.Χ., που ονόμασα γρανάζι του Αρχιμήδη, και το οποίο υποστηρίχθηκε αργότερα ότι ανήκει στο Πλανητάριο του Αρχιμήδη που ο Μάρκελος είχε πάρει και έχασε στην Όλβια στη διάρκεια εκστρατείας. Ο θρόνος του Χοσρόη ήταν επίσης ένα

αυτόματο με ουράνια σώματα. Ο Μηχανισμός έχει ομοιότητες με ρολόγια όπως αυτό της Πράγας και της Βενετίας.

16. Η εκπαιδευτική Σημασία του Μηχανισμού των Αντικυθήρων

Όπως έχουμε αναφέρει ο Μηχανισμός έχει εμπνεύσει πολλούς νέους να αγαπήσουν την αστρονομία, τα μαθηματικά, την φυσική, την μηχανική, την τεχνολογία και την φιλοσοφία. Έχει πολλές ελκυστικές όψεις που περιλαμβάνουν και το μυστήριο, πώς λειτουργεί, ποιος τον έφτιαξε, πώς σκέφτηκε ο αρχαίος Έλληνας να φτιάξει ένα τέτοιο μηχανήμα, πώς το κατόρθωσε, πώς αναπαράγω τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, πώς φτιάχνω ένα τέτοιο αστρονομικό υπολογιστή, πώς κατασκευάζω τα γρανάζια κ.λπ.



Εικόνα Ο Ιππαρχος από την Νίκαια είναι ένας ακόννη πιθανός κατασκευαστής του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Θεωρείται ο μεγαλύτερος όλων των Ελλήνων αστρονόμων, αν και εγώ εκτιμώ ότι ο Αρχιμήδης, όπως αποδεικνύεται από τις μελέτες μας είναι σημαντικότερος αστρονόμος του Ιπάρχου.

Εκφράζουμε θερμές ευχαριστίες στο: Ίδρυμα Ιωάννη Φ. Κωστόπουλου, Ίδρυμα Αλεξάνδρου Ωνάση, το Υπουργείο Πολιτισμού, κ. Πέτρο Τατούλη, Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο (από τα οποία προέρχονται πολλές φωτογραφίες), Διευθυντή Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου κ. Γιώργο Κακαβά, Leverhulme Trust, Πανεπιστήμιο Αθηνών, κ. Ι. Σειραδάκη, κ. Mike Edmunds, κ. T. Freeth, κ. Γ. Μπιτσάκη, κ. Ε. Μάγκου, κ. Μ. Ζαφειροπούλου, X-tek Systems, κ. Roger Hadland, HP, κ. Tom Malzbender, κ. G. Henriksson, κ. Μ. Ρουμελιώτη, κ. Μέμο Τσελίκας, κ. Χάρη Κριτζά, κ. Διονύση Κριάρη, κ. Μάρω Παπαθανασίου, κ. Φλώρα Βαφέας, κ. Λίζα Μανδαλιού (εγγονή του δύτε Ηλία Λυκοπάντη Σταδιάτη), τους κ.κ. Κώστα και Γιώργο Παπούλια, τον κ. Στράτο Κουφό.

Παράρτημα

παράρτημα με αποσπάσματα από κείμενα του Ψευδο Καλλισθένη που περιγράφουν δείκτες πλανητών σε παρόμοια προς τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων επιστημονικά όργανα που μας πληροφορούν ότι οι δείκτες είναι φτιαγμένοι από πολύτιμους και ημιπολύτιμους λίθους

Ψευδο-Καλλισθένη, Διήγησις Αλεξάνδρου

Historia Alexandri Magni, Recensio γ (βιβλ. 1)

παράγραφος 4Q, γραμμή 58

... προσενεγκάμενος πίνακα πολυτίμητον βασιλικὸν ὃν ἐρμηνεῦσαι λόγος οὐ δύναται, ἐξ ἐλέφαντος καὶ ἐβένου καὶ χρυσοῦ καὶ ἀργύρου, τριχάρακτον ζώναις, ἐπὶ μὲν τοῦ πρώτου κύκλου δεκανοὺς ἔχοντα τοὺς λς', ἐπὶ δὲ τοῦ δευτέρου ζώδια τὰ ιβ', ἐπὶ δὲ τοῦ μέσου ἥλιον καὶ σελήνην, ἔθηκεν ἐπὶ δίφρου· εἶτα γλωσσοκόμον ἀνοίξας ἐλεφάντινον ὡσαύτως, μικρόν, ἐκκενώσας τοὺς ἐπτὰ ἀστέρας καὶ τὸν ὠροσκόπον ἐξ ὀκτὼ λιθοτέχνων μετάλλων συνέθηκε τὸν τηλικούτον οὐρανὸν ἐν ὀλίγῳ κύκλῳ περιφώτισας προθεὶς τὸν ἥλιον κρυστάλλου λίθου, τὴν σελήνην ἀδάμαντος λίθου, τὸν Ἄρεα αἱματίτου λίθου, τὸν Ἑρμην σμαράγδου λίθου, τὸν Δία αἰθερίτου λίθου, τὴν Ἀφροδίτην σαπφείρου λίθου, τὸν ὠροσκόπον λυγδίνου λίθου. καὶ τὸ λοιπὸν ὁ φρενήρης Ἀλέξανδρος ἀπέρχεται κατὰ τὸ ἔθος πρὸς Νεκτεναβὼ πρωιόθεν καὶ ὁρᾷ αὐτοῦ τὸ ἀστρολάβιον, ταῖς χερσὶν κραῶν καὶ φησι· “ὦ καθηγητᾶ, τί τὸ κάλλιστον σκεῦος τοῦτο;” ὁ δὲ ἔφη· “τοῦτο τῇ οὐρανίῳ κινήσει καθομοιοῦται. καὶ Ἀλέξανδρός φησι· “δέομαί σου, ὑπόδειξόν μοι τί τῶν ἐν οὐρανῷ ἐν αὐτῷ.” ὁ δὲ ὑπέδειξεν αὐτῷ τὰ τε δώδεκα ζώδια καὶ τοὺς πέντε πλανήτας, ἥλιον τε καὶ σελήνην καὶ τὰ τούτοις παρανατέλλοντα· Πλειάδα, Ὀρίωντα, Ἀρκτοῦρον, στηραῖα, Ἄνδρομέδαν καὶ Ἄρκτον καὶ διὰ τὸν Δράκοντα καὶ τὰ λοιπὰ, καὶ τὸ μὲν σκεῦος χρυσοῦν ἦν, τὰ δὲ ἐγκείμενα διὰ λίθων πολυτίμων· ἥλιος ἄνθραξ, σελήνη κρύσταλλος, Ζεὺς ὑάκινθος, Κρόνος σμαράγδος, Ἄρης λυχνίτης, Ἀφροδίτη μαργαρίτης, Ἑρμης φεγγίτης, καὶ ἀπλῶς εἰπεῖν παντὸς λίθου τιμίου διαφανοῦς, ἃ ἦν ἐν τῷ σκεύει. θαυμάσασα δὲ ἡ Ὀλυμπιάς τὴν τοῦ πίνακος πολυτέλειαν παρακάθηται τῷ Νεκτεναβὼ κελεύσασα πάντας ἀποστῆναι καὶ λέγει...

Historia Alexandri Magni, Recensio β

Book 1, section 4, line 18

...καὶ βαλὼν τὴν χεῖρα αὐτοῦ ἔνδον <τοῦ κόλπου> αὐτοῦ ἐξήγαγε πινακίδιον ὅπερ λόγος ἐρμηνεῦσαι οὐ δύναται, χρυσίῳ μὲν καὶ ἐλεφαντίνῳ διακείμενον, ἔχον ἀστέρας ἐπτὰ καὶ ὠροσκόπον, ἥλιόν τε καὶ σελήνην. καὶ ὁ μὲν ἥλιος ἦν κρυστάλλινος, ἡ δὲ σελήνη ἀδαμαντίνη, ὁ δὲ λεγόμενος Ζεὺς ἀέριος, ὁ δὲ Ἄρης αἱματίτης, ὁ δὲ Κρόνος ὀφίτης, ἡ δὲ Ἀφροδίτη σαπφείριος, ὁ δὲ Ἑρμῆς σμαράγδινος, ὁ δὲ ὠροσκόπος λυγδίνος...

Historia Alexandri Magni, Recensio γ (lib. 1)

Section 4, line 39

καὶ βαλὼν τὴν χεῖρα αὐτοῦ ἔνδον αὐτοῦ ἐξήγαγε πινακίδιον, ὅπερ λόγος ἐρμηνεῦσαι οὐ δύναται, χρυσίῳ μὲν καὶ ἐλεφαντίνῳ διακείμενον, ἔχον ἀστέρας ἐπτὰ, καὶ ὠροσκόπιον, ἥλιόν τε καὶ σελήνην· καὶ ὁ μὲν ἥλιος ἦν κρυστάλλινος, ἡ δὲ σελήνη ἀδαμαντίνη, ὁ δὲ λεγόμενος Ζεὺς ἀέριος, ὁ δὲ Κρόνος ὀφίτης, ἡ δὲ Ἀφροδίτη σαπφείριος, ὁ δὲ Ἑρμῆς σμαράγδινος, ὁ δὲ ὠροσκόπος λυγδίνος

Historia Alexandri Magni, Recensio ε

Chapter 1, section 4, line 5

...λαβὼν δὲ μεθ' ἑαυτοῦ χρυσίον καὶ τὸ ἀστρολάβιον, ὃ ἦν διὰ λίθων καὶ μαργαρίτων πολυτίμων, λάθρα τῆς Αἰγύπτου ἀπέδρα. Τῶν δὲ πολεμίων ἤδη καταλαβόντων καὶ σφοδροῦ πολέμου ἐπικειμένου τοῖς Αἰγυπτίοις, καὶ τοῦ βασιλέως μήπω εὕρισκομένου, ἐν ἀμηχανίᾳ καὶ ἀδημονίᾳ διῆγον. καὶ δὴ προσέρχονται τῷ τοῦ Ἀπόλλωνος μαντεῖϊ καὶ πύθονται τί ἄρα γέγονεν ὁ βασιλεὺς Αἰγύπτου. καὶ ἐδόθη αὐτοῖς χρησμός· ἐγὼ ἐφετμεύω ἄνακτα Νεκτεναβῶ ἔσεσθαι ἐν χώρᾳ Μακεδόνων· ἐκδρὰς γεραρὸς νεάζων ἐλεύσεται, ἅπιτε, εἰμαρμένη. ταῦτα λοιπὸν ἀκούσαντες ἔμφοβοι ὑποστρέφουσι καὶ τοῖς πολεμίοις ὡς εἰκὸς δουλωθέντες τὰ περὶ τῆς σωτηρίας αὐτῶν ἐφρόντιζον. Νεκτεναβῶ δὲ διελθὼν τὴν Αἴγυπτον περνᾷ ἐν τῇ Ἑλλάδι...

Historia Alexandri Magni, Recensio ε

Chapter 3, section 7, line 3

... ὁ Ἀριστοτέλης εἶπεν· ὦ παῖ, ἅπιθι, θεοῖς μαθητεύθητι, οὐκέτι χρεῖα σοι παρ' ἐμοῦ μαθεῖν τί. Καὶ τὸ λοιπὸν ὁ φρενήρης Ἀλέξανδρος ἀπέρχεται κατὰ τὸ ἔθος πρὸς Νεκτεναβῶ πρωΐθεν καὶ ὁρᾷ αὐτοῦ τὸ ἀστρολάβιον ταῖς χερσὶν κρατῶν καὶ φησιν· ὦ καθηγητᾶ, τί τὸ κάλλιστον σκεῦος τοῦτο; – ὁ δὲ ἔφη· τοῦτο τῇ οὐρανίῳ κινήσει καθομοιοῦται. καὶ ὁ Ἀλέξανδρός φησι· δέομαί σου, ὑπόδειξόν μοι τί τῶν ἐν οὐρανῷ ἐν αὐτῷ. – ὁ δὲ ὑπέδειξεν αὐτῷ τὰ τε δώδεκα ζώδια καὶ τοὺς πέντε πλανήτας, Ἥλιόν τε καὶ Σελήνην, καὶ τὰ τούτοις παρανατέλλοντα· Πλειάδα, Ὠρίωνα, Ἀρκτοῦρον, στήραϊα, Ἀνδρομέδαν καὶ Ἄρκτον, καὶ διὰ τὸν Δράκοντα καὶ τὰ λοιπά. καὶ τὸ μὲν σκεῦος χρυσοῦν ἦν, τὰ δὲ ἐγκείμενα διὰ λίθων πολυτίμων· Ἥλιος ἄνθραξ, Σελήνη κρύσταλλος, Ζεὺς ὑάκινθος, Κρόνος σμάραγδος, Ἄρης λυχνίτης, Ἀφροδίτη μαργαρίτης, Ἑρμῆς φεγγίτης καὶ ἀπλῶς εἰπεῖν παντὸς λίθου τιμίῳ διαφανοῦς, ἃ ἦν ἐν τῷ σκεύει.

Historia Alexandri Magni, Recensio Byzantina poetica (cod. Marcianus 408) Line 140

ξυρήσας [ο φαράω Νετεναβῶ] τούτου κεφαλὴν καὶ πώγωνος τὰς τρίχας, καὶ μεταμορφωσάμενος καὶ σχῆμα ξένον φέρων, χρυσὸν δ' ἐγκολπωσάμενος πολλὴν ἐκ τῆς Αἰγύπτου, ὡσαύτως ἀστρολάβιον αὐτοῦ κακοτεχνίας, ὃ κατεσκεύαστο πολλῶν ἐκ λίθων καὶ μαργάρων, ἐμβὰς εἰς πλοῖον ἔφυγεν, Αἴγυπτον καταλείψας· ὃς ἀποπλεύσας ἔφθασε πρὸς γῆν τῶν Μακεδόνων.

Historia Alexandri Magni, Recensio Byzantina poetica (cod. Marcianus 408) Line 198

Εἶτα βαλὼν ὁ μαρὸς ἔσω τὴν χεῖρα κόλπου ἔδειξε πινακίδιον πολλῆς κακοτεχνίας, ὅπερ ὡς ἀνερμήνευτον οὐ λόγος ἐρμηνεύει. ἦν γὰρ χρυσίῳ σκευασθὲν ὁδοῦσιν ἐλεφάντων, ἔχον ἀστέρας τοὺς ἑπτὰ, καλὸν ὠροσκοπεῖον· ἥλιος ἄνθραξ ἦν αὐτὸς καὶ κρύσταλλος σελήνη, Ἑρμῆς ὥσπερ σμαράγδινος, σάπφειρος Ἀφροδίτη, ὀφίτης ἦν ἄερινος ὁ Ζεὺς θεὸς ὁ Δίας, ἕτερα πάντα θαυμαστὰ καὶ ξένης θεωρίας. Ὀλυμπιάς δὲ μάλιστα μεγάλως θαμβηθεῖσα καὶ πᾶσαν προσθαυμάσασα πίνακος θεωρίαν ἐκέλευσε ταχύτατα μόνωσιν προσγενέσθαι· εἴθ' οὕτως τῷ Νεκτεναβῶ φησι, «σκέψαι, προφῆτα, Φιλίππου τε τὴν γέννησιν καὶ τὴν ἐμὴν εἰπεῖν μοι.»

Παραθέτω ἓνα μικρὸ τμήμα ἀπὸ το βιβλίου [Μαθηματική] Συναγωγή του Πάππου που περιγράφει σύστημα ἀπὸ γρανάζια:

Ἔστω γὰρ δύο τύμπανα ἔντορνα καὶ παρακείμενα ἀλλήλοις τὰ Α Β, καὶ ἔστω ὡς ἡ διάμετρος τοῦ Α πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ Β, οὕτως τὸ πλῆθος τῶν ὁδόντων τοῦ Α πρὸς τὸ πλῆθος τῶν ὁδόντων τοῦ Β· οὕτως γὰρ ἡ παράθεσις τῶν τυμπάνων σώζεται διὰ τὸ εἶναι ὡς τὴν περίμετρον τοῦ κύκλου πρὸς τὴν περίμετρον, οὕτως τὴν διάμετρον πρὸς τὴν διάμετρον (τοῦτο γὰρ ἐξῆς). ὑποκείσθω δὴ τὸ μὲν Α ὁδόντων ξ', τὸ δὲ Β ὁδόντων μ'. λέγω ὅτι ἔστιν ὡς τὸ τάχος τοῦ Α πρὸς τὸ τάχος τοῦ Β, οὕτως

τὸ πλῆθος τῶν ὀδόντων τοῦ Β πρὸς τὸ πλῆθος τῶν ὀδόντων τοῦ Α. και μια άσκης για τον φοιτητή: Ἐστω τύμπανον τὸ Α, οὗ τὸ πλῆθος τῶν ὀδόντων ἔστω ὁ Β ἀριθμὸς (μονάδων ξ), καὶ παρακείσθω τῷ Α τὸ Γ τύμπανον, οὗ τὸ πλῆθος τῶν ὀδόντων ἔστω ὁ Δ ἀριθμὸς (μονάδων μ). δεῖ δὴ τοῦ Γ τὴν διάμετρον εὑρεῖν.

Ἐπεὶ οὖν ὁ Β ἀριθμὸς πλῆθός ἐστιν ὀδόντων τοῦ Α, ὁ δὲ Δ πλῆθός ἐστιν ὀδόντων τοῦ Γ (καὶ ἔστιν τὸ μὲν πλῆθος τῶν ὀδόντων τοῦ Α ἡ περίμετρος αὐτοῦ, τὸ δὲ πλῆθος τῶν ὀδόντων τοῦ Γ ἡ περίμετρος αὐτοῦ), ἔστιν ἄρα ὡς ὁ Β ἀριθμὸς πρὸς τὸν Δ, οὕτως ἡ περίμετρος τοῦ Α πρὸς τὴν περίμετρον τοῦ Γ. ὡς δὲ ἡ περίμετρος πρὸς τὴν περίμετρον, οὕτως ἡ διάμετρος πρὸς τὴν διάμετρον. λόγος δὲ τοῦ Β ἀριθμοῦ πρὸς τὸν Δ ἀριθμὸν δοθείς (ἔστιν γὰρ ὁ τῶν ξ πρὸς τὰ μ). λόγος ἄρα καὶ τῆς διαμέτρου τοῦ Α πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ Γ δοθείς (ὁ τῶν ξ πρὸς τὰ μ). καὶ ἔστιν δοθεῖσα ἡ διάμετρος τοῦ Α· δοθεῖσα ἄρα καὶ ἡ διάμετρος τοῦ Γ, δεῖ γὰρ ποιεῖν ὡς τὸν ξ ἀριθμὸν πρὸς τὸν μ, οὕτως τὴν διάμετρον τοῦ Α πρὸς ἄλλην τινά, καὶ ὁ περὶ διάμετρον ἐκείνην γραφόμενος κύκλος ἴσος ἔσται τῷ ζητούμενῳ τυμπάνῳ.

copyright 2012 των φωτογραφιών και εικόνων του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που προέρχονται από τη μελέτη μας ανήκουν στο Πανεπιστήμιο Αθηνών

copyright 2012 του κειμένου Ξ. Δ. Μουσάς

Βιβλιογραφία

- Blomberg, P. E. (2006) A new interpretation of the figurines from Petsophas and Traostalos. In *Proceedings of the 9th Cretological congress, Elounda (Crete), 1-7 October 2001*. Vol. A4. E. Tabakaki and A. Kaloutsakis (eds.), Heraklion, 333-347.
- Blomberg, M. and Henriksson, G. (1996) 'Minos Enneoros'. Archaeoastronomical light on the priestly role of the king in Crete. In *Religion and Power in the ancient Greek world*. Proceedings, of the Uppsala symposium 1993 (BOREAS. Uppsala Studies in Ancient Mediterranean and Near Eastern Civilizations, 24) P. Hellström and A. Alroth (eds.), Uppsala University, Uppsala, 27-39.
- Blomberg, M. and Henriksson, G. (1999) Evidence for the Minoan origins of stellar navigation in the Aegean. In *Actes de la Vème conférence de la SEAC, Gdańsk, 5-8 septembre 1997* (Światowit supplement series H: Anthropology II). A. Le Beuf and M. Ziolkowski (eds.), Warsaw, 69-81.
- Blomberg, M. and Henriksson, G. (2003) The Minoan peak sanctuary on Pyrgos and its context. In: *Calendars, symbols, and orientations: legacies of astronomy in culture*. Proceedings of the 9th meeting of the European Society for Astronomy in Culture (SEAC), 27-30 August 2001 (Uppsala Astronomical Observatory Report no. 59), M. Blomberg, P. E. Blomberg and G. Henriksson (eds.), Uppsala University Press, Uppsala, 127-134.
- Blomberg, M. and Henriksson, G. (2005) Orientations of the late Bronze Age villa complex at Vathypetro in Crete. *Mediterranean Archaeology & Archaeometry* vol. 5, no. 1, 51-61.
- Blomberg, M. and Henriksson, G. (2007) Orientations of the Minoan palace at Phaistos in Crete. In *Ancient watching of cosmic space and observation of astronomical phenomena" 6-10 April, 2006, Rhodes, Greece* (Proceedings of the international conference on archaeoastronomy, SEAC 14th 2006). *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 6, 185-192.
- Blomberg, M., Henriksson, G. (2011) *The evidence from Knossos on the Minoan Calendar*, Mediterranean Archaeology and Archaeometry, Vol. 11, No. 1, pp. 59-68,.
- Blomberg, M., Henriksson, G and Papathanassiou, M. (2002) The calendaric relationship between the Minoan peak sanctuary on Juktas and the palace at Knossos. In *Proceedings of the Conference "Astronomy of ancient Civilizations" of the European society for Astronomy in Culture (SEAC) and National Astronomical Meeting (JENAM)*, Moscow, May 23-27, 2000, T.M. Potyomkina and V.N. Obridko (eds.), Moscow, 81-92.
- Britton, J.P. (1993) Scientific Astronomy in Pre-Seleucid Babylon. in H.D. Galter ed., *Die Rolle der Astronomie in den Kulturen Mesopotamiens*. Graz,
- Bromley, A. G. (1990) The Antikythera Mechanism, *Horological Journal*, Vol 132, pp. 412-415,

- Bromley, A. G. (1993) Antikythera: An Australian-Made Greek Icon!, *Bassernet*, Vol. 2, No. 3, June 1993, Basser Department of Computer Science, University of Sydney
- Brooks, M. (2001) Tricks of the Light, *New Scientist*, No 2285, 7 April
- Γεωργακέλλου, Νίκου Ι. *Εμπεδοκλής, Υπό το πρίσμα των θετικών επιστημών*, Εκδ. Ευρασία, Αθήνα, 2008
- Chapman, A. (1995) *Dividing the Circle*, J.Wiley, Chichester,
- Dreyer, J.L.E. (1953) *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. Dover.
- Devevey, F. & Rousseau, A. (2009), in *Cosmology Across Cultures ASP Conference Series*, Vol.409, J.A. Rubino-Martín, J.A. Belmonte, F. Prada & A. Alberdi (eds) (San Francisco:Astronomical Society of the Pacific), p. 172
- Edmunds, M. and Morgan, P. (2000) The Antikythera Mechanism: still a mystery of Greek astronomy?, *Astronomy & Geophysics*, Vol. 41, pp. 6.10-6.17,
- Espenak F. ιστοσελίδα της NASA για τις εκλείψεις
<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>
- Εξαρχάκου Θ. Γ., (2004) *Αστρονομικές αναζητήσεις και αστρονομικά δεδομένα από τους αρχαίους πολιτισμούς μέχρι τη σύγχρονη εποχή*, Δ' Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, Σάμος,
- Farrington B., (1968). *Η επιστήμη στην αρχαία Ελλάδα*, Εκδόσεις Κάλβος, μετάφρ. Ν. Ραΐση, Αθήνα.
- Freeth, T. , Y. Bitsakis, X. Moussas, J. H. Seiradakis, A. Tselikas, H. Mangou, M. Zafeiropoulou, R. Hadland, D. Bate, A. Ramsey, M. Allen, A. Crawley, P. Hockley, T. Malzbender, D. Gelb, W. Ambrisco, M. G. Edmunds, (2006) *Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism*, *Nature*, 444, 587 – 591,
- Freeth, T., A. Jones, J. M. Steele & Y. Bitsakis, (2008) *Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism*, *Nature*, 454, 614-617.
- Freeth, T. (2002) The Antikythera Mechanism: 1. Challenging the Classic Research, *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, Vol. 2 No. 1, pp. 21-35,
- Freeth, T. (2002) The Antikythera Mechanism: 2. Is it Posidonius' Orrery?, *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, Vol. 2 No. 2, pp. 45-58,
- Goodison, Lucy, (2004), From tholos tomb to Throne Room: some considerations of dawn light and directionality in Minoan buildings, *British School at Athens Studies*, Vol. 12, knossos: palace, city, state, pp. 339-350
- Heath, T.L., (1981) *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus*, Dover Publications, New York
- Heath, T. L., (2001) *A History of Greek Mathematics*. V. I, V. II , Dover Publications, New York, 1931, και ελληνική μετάφραση *Ιστορία των Ελληνικών Μαθηματικών*, Μετάφραση Κ.Ε.ΕΠ.ΕΚ., Αθήνα,
- Heath, T. L., (1932 και 1981) *Greek Astronomy*, Dover Publications, New York.
- Henriksson, G. (2011), in 17th annual meeting of the European Society for Astronomy in Culture, SEAC 2009 (Alexandria: Alexandria Library), in press
- Gourtsoyannis, E. (2010), *Hipparchus vs. Ptolemy and the Antikythera Mechanism: Pin-Slot Device Models Lunar Motions*, *Advances in Space Research*, 46, 540
- Θεοδοσίου Στράτος και Μάνος Δανέζης, (1995) *Η Οδύσσεια των Ημερολογίων - Αστρονομία και παράδοση*, Εκδόσεις Διάυλος, Αθήνα,
- Θεοδοσίου Στράτος, (2007) *Η εκθρόνιση της Γης – Η διαπάλη του γεωκεντρικού με το ηλιοκεντρικό σύστημα*. Εκδόσεις Διάυλος, Αθήνα, 2007
- Θεοδοσίου Στράτος και Μάνος Δανέζης, (2000) *Στα ίχνη του Ι.Χ.Θ.Υ.Σ. – Αστρονομία – Ιστορία – Φιλοσοφία*, Εκδόσεις Διάυλος, Αθήνα
- Λάζος,Χρήστος (1994) *Ο υπολογιστής των Αντικυθήρων*, Αίολος, Αθήνα,
- Λάζος, Χρήστος (1997) *Η περιπέτεια της τεχνολογίας στην αρχαία Ελλάδα, Ύδραυλις, πτήση Δαίδαλου και Χρήστος Λάζος - Τηλεπικοινωνίες των αρχαίων Ελλήνων*, Αίολος, Αθήνα
- Λάζος, Χρήστος (19997) *υπολογιστής Υδραυλικά όργανα και μηχανισμοί στην Αίγυπτο των Πτολεμαίων, Ίκαρου, Ηρακλής και υδραυλικά έργα*, Αίολος, Αθήνα.
- Laks, A. & Most, G. W. (eds) (1997), *Studies on the Derveni papyrus* (Oxford: Oxford University Press)
- Malzbender, T., Gelb, D., & Wolters, H. (2001), in SIGGRAPH 2001, *Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series* (New York: ACM Press) p. 519
- Malzbender, T. and Gelb, D. (2006) *Polynomial Texture Mapping*, *Hewlett-Packard Mobile and Media Systems Laboratory*.
<http://www.hpl.hp.com/research/ptm/>
- Marchant, J. (2008), *Decoding the Heavens: a 2,000-year-old computer and the century-long search to discover its secrets* William Heinemann Ltd.
- Marchant, Jo, (2008) *Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων*, Εκδ. Τραυλός, Αθήνα,
- Μουσαΐ, Ξ. Δ., (1996) *Αστρολάβος*, Εγκυκλοπαίδεια Εκδοτικής Αθηνών, Αθήνα,
- Μουσαΐ, Ξ. Δ., (2011, β έκδοση 2012) *Μηχανισμός των Αντικυθήρων, Πίναξ, Έκδοση Ένωσης Ελλήνων Φυσικών*, Αθήνα,

- Neugebauer, O., (1990) *Οι Θετικές επιστήμες στην Αρχαιότητα*, μετάφραση, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τράπεζας, Αθήνα,
- Neugebauer, O., (1975) *A History of Ancient Mathematical Astronom*", Heidelberg, Springer - Verlag,
- North, J.D. (1994) *The Fontana History of Astronomy and Cosmology*, Fontana Press,
- Παπαθανασίου, Μ. , 1978 *Η αστρονομία κατά τη δεύτερη χιλιετία π.Χ.*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Πάππου του Αλεξανδρέως, *Η μαθηματική συναγωγή* (λατινική έκδοση, 1666)
- Πινότση Α.Δ. (2004) *Η εξέλιξη των Κοσμολογικών Ιδεών κι Μαθηματικών Μοντέλων στην Αρχαία Ελλάδα*, Δ' Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, Σάμος,
- Price, D. de S. Gears from the Greeks: 1974 *The Antikythera Mechanism — A Calendar Computer from ca. 80 BC*, *Trans Am. Philos. Soc.*, New Series, 64, Part 7 reprinted as *Science History Publications*, NY 1975,
- Price, D.J. De Solla 1956, *Horological Journal*, 97, 811
- Rados, C. 1905, in *Comptes rendus du Congrès international d'archéologie classique*, Athenes, [7-13 avril (25-31 mars)] 1905 (Athenes: Impr. Hestia), p. 256
- Ράδος, Κ.. 1910, *Περί των Θησαυρών των Αντικυθήρων*, Αθήνα
- Radiadis, P. 1903, *Der Astrolabos von Antikythera* (Athens: Beck & Barth)
- Rehm, Albert (1907) *Philologische Wochenschrift*, στήλες. 467-470, 27, 467
- Svoronos, J.N. 1903, *Die Funde von Antikythera* (Athens: Beck & Barth)
- Svoronos, J.N. 1908, *Das Athener Nationalmuseum* (Athens: Beck & Barth)
- Stamatis, E. 1974, *The complete works of Archimedes* (Athens: Technical Chamber of Greece)
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Αρχιμήδους: Βίος και έργον*, Αίθρα, Αθήνα, 2011.
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Ζηνόδορος ο Παιανιεύς*, Αίθρα, Αθήνα, 2011
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Τα μαθηματικά των αρχαίων Ελλήνων*, Αίθρα, Αθήνα, 2010
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Εύδοξος ο Κνίδιος*, Αίθρα, Αθήνα, 2008
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Το δήλιο πρόβλημα στην αρχαία Ελλάδα*, Αίθρα, Αθήνα, 2008
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Εύδημος ο Ρόδιος*, Αίθρα, Αθήνα, 2007
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η μετεωρολογία στην αρχαία Ελλάδα*, Αίθρα, Αθήνα, 2007
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Διογένης ο Απολλωνιάτης*, Αίθρα, Αθήνα, 2007
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Το άπειρο στην αρχαία Ελλάδα και τα παράδοξα του Ζήνωνος*, Αίθρα, Αθήνα, 2005
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Αστρονομία των αρχαίων Ελλήνων*, Αίθρα, Αθήνα, 2004
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η χρυσή τομή στην αρχαία Ελλάδα*, Αίθρα, Αθήνα, 2004
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η Μαθηματική Σύνταξις του Πτολεμαίου*, Αίθρα, Αθήνα, 2003
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Γεμίνου του Ροδίου «Εισαγωγή εις την σπουδήν των ουρανίων φαινομένων»*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Οι «Καταστερισμοί» του Ερατοσθένους του Κυρηναίου*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Στοιχείων βιβλίον ιδ του Υψικλέους και Στοιχείων βιβλίον ιε Ανωνύμου*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Τα «Φαινόμενα και Διοσημεία» του Αράτου του Σολέως*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Τα έργα του Αυτολύκου του Πιτανέως «Περί κινουμένης σφαίρας» και «Περί επιτολών και δύσεων»*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Τα σχόλια του Πρόκλου στο Α' βιβλίο των Στοιχείων του Ευκλείδη*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Το έργο του Ευκλείδου «Δεδομένα»*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Το «Περί μεγεθών και αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης» του Αριστάρχου του Σαμίου*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Πρόκλος, Στοιχείωσις φυσική (ή περί κινήσεως)*, Αίθρα, Αθήνα, 2004
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως*, Αίθρα, Αθήνα, 2004
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *«Των κατά το μαθηματικών χρησίων εις την Πλάτωνος ανάγνωσιν» του Θέωνος του Σμυρναίου*, Αίθρα, Αθήνα, 2003
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Τα σχόλια του Πρόκλου στο α βιβλίο των Στοιχείων του Ευκλείδου*, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η αριθμητική εισαγωγή του Νικομάχου του Γερασηνού*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Το έργο του Κλεομήδους «Κυκλική θεωρία μετεώρων»*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *«Των μετά τα φυσικά» του Θεόφραστου*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Υψικλέους: Αναφορικός. Ερατοσθένους: Εις τα Αράτου φαινόμενα. Αχιλλέως Τατίου: Περί του παντός*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως*, Αίθρα, Αθήνα, 2001
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Το έργο του Ιππάρχου: «Των Αράτου και Ευδόξου φαινομένων εξηγήσεως βιβλία γ'»*, Αίθρα, Αθήνα, 2002
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Οι αστρονόμοι της αρχαίας Ελλάδας*, Αίθρα, 1995
- Σπανδάγος Ευάγγελος, *Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς, Οι χαμένες πραγματείες*, Αίθρα [επιμέλεια, μετάφραση] 2000.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας,

Σπανδάγος Ευάγγελος, *Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς, Τα οπτικά και τα κατοπτρικά*, Αίθρα [επιμέλεια, μετάφραση], 2000

Σπανδάγος Ευάγγελος, *Θεοδόσιος ο Τριπολίτης, Τα σφαιρικά*, Αίθρα [επιμέλεια, μετάφραση], Αθήνα, 2000

Σπανδάγος Ευάγγελος, *Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς, Τα φαινόμενα*, Αίθρα Αθήνα, 2000

Σταμάτη, Ε.Σ., *Αρχιμήδους Απαντα*, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., Αθήνα, 1970

Theofanidis, J. 1934, *Praktika tes Akademias Athcnon*, 9, 140

Stephenson, F.R., *Historical Eclipses and Earth's Rotation*, Cambridge University Press, 1997

Steele, J.M., *Observations and Predictions of Eclipse Times by Early Astronomers*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, ISBN 0-7923-6298-5, 2000

Steele, J.M., *Eclipse Prediction in Mesopotamia*, *Arch. Hist. Exact Sci.* 54, pp. 421-454, 2000

Toomer, G.J., *Ptolemy's Almagest*, translated by G.J. Toomer, with a foreword by Owen Gingerich, Princeton University Press, 1998

Page 1

Φράγκου Βασιλική (2010), *Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Ιστορική Αναδρομή και Αστρονομικές*

Προεκτάσεις, πτυχιακή εργασία, Επιβλέπων καθηγητής: Ιωάννης Χ. Σειραδάκης Τμήμα Φυσικής, Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Θεσσαλονίκη,

Van der Waerden B.L., *Science Awakening*, Noordhoff, Groningen, 1954

Wright, M.T., *A Planetarium Display for the Antikythera Mechanism*. *Horological Journal*, Volume 144, No.5, pp. 169-173; 144, No.6 p193 2002

Wright, M.T., *The Scholar, the Mechanic and the Antikythera Mechanism*. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, No. 80, pp. 4-11, 2003

Wright, M.T., *Epicyclic Gearing and the Antikythera Mechanism, Part I*, *Antiquarian Horology*, Vol. 27 No. 3, pp. 270-279, March 2003

Wright, M.T., Bromley, A. G. and Magkou, E. *Simple X-Ray Tomography and the Antikythera Mechanism*, PACT 45 1995 , *Proceedings of the conference Archaeometry in South-Eastern Europe*, pp. 531-543, April 1991

Wright, M.T., *The Antikythera Mechanism: a New Gearing Scheme*. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, No. 85, pp. 2-7, 2005

Wright, M.T., *Epicyclic gearing and the Antikythera Mechanism, Part II*. *Antiquarian Horology*, Vol. 29, No. 1, pp. 51-63, September 2005

Wright, M.T., *Counting Months and Years: The Upper Back Dial of the Antikythera Mechanism*. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, No. 87, pp. 8-13, 2005

Wright, M.T., *The Antikythera Mechanism and the Early History of the Moon-Phase Display*, *Antiquarian Horology*, Volume 29, No.3, March 2006, pp. 319-329, 2006

Wright, M.T., *Understanding the Antikythera Mechanism*, *Proceedings 2nd International Conference on Ancient Greek Technology*, Technical Chamber of Greece, Athens, pp 49-60, 2006

X-Tek Systems Ltd, *3-D Computed Tomography* 2006. <http://www.xtek.co.uk/ct/>