

# ΤΟ ΕΥΡΗΜΑ Χ-15087

## Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

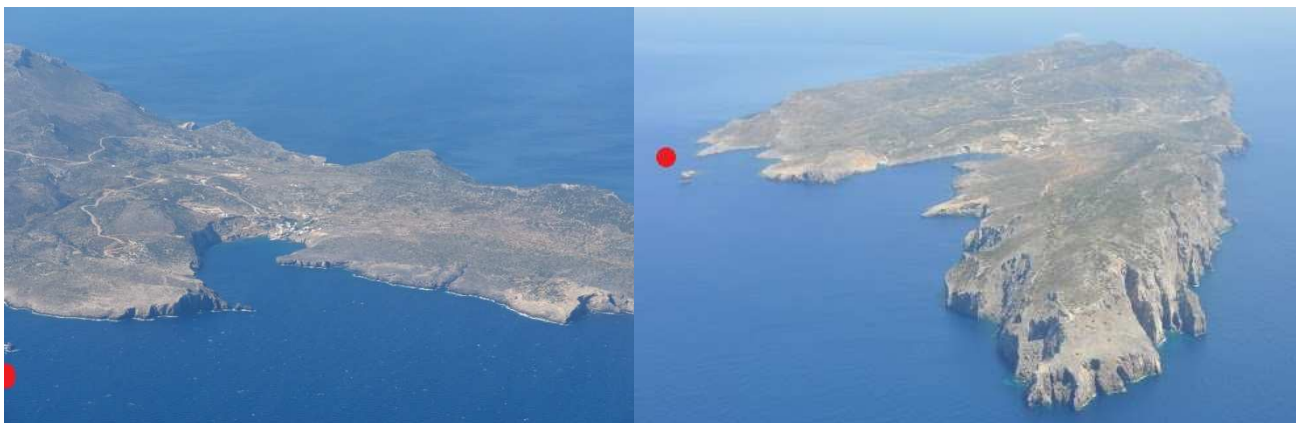
Μιχάλης Ι. Σταματόπουλος

Η πρόσφατη επανάσταση στην εξέλιξη της βιομηχανίας των υπολογιστών και η καταλυτική της παρέμβαση σε κάθε άλλη επιστήμη, δεν θα μπορούσε να μην έχει ευνοήσει και την επιστήμη της Αρχαιολογίας. Στην παρούσα συγγραφική μελέτη, αναπτύσσεται η συμβολή της επιστήμης της Πληροφορικής στην διερεύνηση και την κατανόηση ενός πολύτιμου και παγκοσμίως μοναδικού αρχαιολογικού ευρήματος, το οποίο φυλάσσεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών, δίπλα στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Με την χρήση τεχνολογιών αιχμής, όπως η ψηφιακή τρισδιάστατη μοντελοποίηση, η υπολογιστική προσομοίωση, τα λογισμικά συμβολικών υπολογισμών, η υπολογιστική τομογραφία και τα διανυσματικά λογισμικά σχεδίασης, η Πληροφορική κατάφερε να φωτίσει πολλά από τα μέχρι πρόσφατα αναπάντητα ερωτήματα που συνόδευαν το αντικείμενο αυτό. Η μελέτη χωρίζεται σε 4 λογικές ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζονται αναλυτικά και με ακρίβεια τα κυριότερα συσχετιζόμενα ιστορικά γεγονότα, στην δεύτερη και τρίτη περιγράφεται πλήρως το αντικείμενο με την λειτουργικότητα του και στην τελευταία αναλύονται και επεξηγούνται όλες οι βασικές τεχνολογίες της Πληροφορικής που χρησιμοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια για την διερεύνηση και την κατανόηση του.

## 1. ΤΟ ΝΑΥΑΓΙΟ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

### 1.1. ΠΟΥ ΒΡΕΘΗΚΕ

Το ναυάγιο βρέθηκε στα Αντικύθηρα, ένα μικρό νησί ανάμεσα στα Κύθηρα και την Κρήτη. Το ακριβές σημείο ανεύρεσης του ναυαγίου είναι στην βορειοανατολική πλευρά του νησιού, έξω από τον όρμο Ποταμού (και έξω από τον όρμο ακρωτηρίου Βλυχάδας), κοντά στις βραχονησίδες Θέρμονες, στην θέση Πινακάκια, 25 μέτρα από την ακτή.



Εικόνα 1. Το νησί των Αντικυθήρων και το σημείο του ναυαγίου.

## 1.2. ΠΟΤΕ ΒΡΕΘΗΚΕ

Το ναυάγιο βρέθηκε το 1900 και πιθανός μήνας ανεύρεσης είναι ο Οκτώβριος ή το Πάσχα του 1900.

## 1.3. ΒΑΘΟΣ ΠΟΥ ΒΡΕΘΗΚΕ

Το βάθος της κύριας συγκέντρωσης των ευρημάτων από το αρχαίο ναυάγιο, (όπως αυτό προκύπτει από την σύγχρονη υποβρύχια έρευνα) κυμαίνεται, μεταξύ 45 και 55 μέτρων. Το βάθος αυτό, αντιστοιχεί στο ύψος ενός κτιρίου 18 ορόφων.

## 1.4. ΠΩΣ ΒΡΕΘΗΚΕ

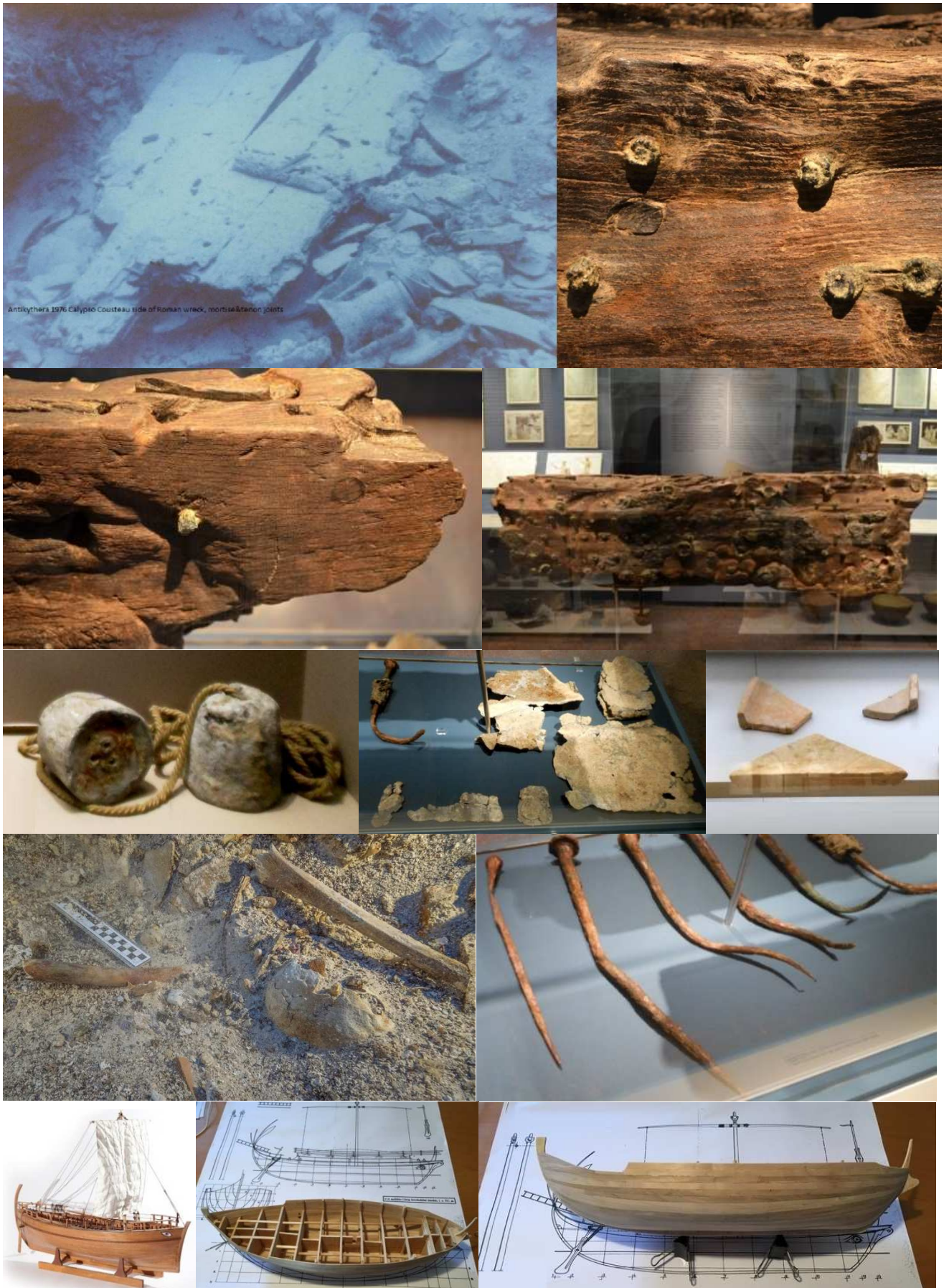
Δύο σφουγγαράδικα από την Σύμη (το «Ευτέρπη» και το «Καλλιόπη») σταμάτησαν λόγω κακοκαιρίας για λίγες ημέρες στο μικρό νησί των Αντικυθήρων. Σε μία από τις καταδύσεις, που έκαναν τυχαία στην βορειοανατολική πλευρά του νησιού, ανακάλυψαν συμπωματικά τον χώρο ενός ναυαγίου. Την ανακάλυψη έκανε ο σφουγγαράς-δύτης, Ηλίας ο Σταδιάτης (αληθινό επίθετο Λυκοπάντης ή Ζυκοπάντης) ανασύροντας από το βυθό, τον βραχίονα ενός μπρούτζινου αγάλματος. Υπάρχουν δύο περιγραφές για την πορεία των σφουγγαράδων. Η μια περιγραφή είναι πως πήγαιναν προς την Βόρεια Αφρική και η άλλη ότι επέστρεφαν στην Σύμη. Εάν η ανακάλυψη έγινε στο δρόμο προς την Αφρική, τότε θα πρέπει να έγινε το Πάσχα, ενώ εάν έγινε στην επιστροφή, θα πρέπει να έγινε μετά από το καλοκαίρι. Υπάρχει και μια τρίτη περίπτωση, να βρήκαν το ναυάγιο αρχικά το Πάσχα του 1900 καθώς πήγαιναν προς την Αφρική και να επέστρεψαν στο σημείο του ναυαγίου στις αρχές του φθινοπώρου, πριν γυρίσουν πίσω στην Σύμη.

## 1.5. Η ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ

Η ένδειξη της ηλικίας του ναυαγίου προέρχεται από 36 ανευρεθέντα ασημένια κιστοφορικά τετράδραχμα της Περγάμου (νομίσματα μεγάλης αξίας, με διάκοσμο μια ιερή κίστη με φίδι και δύο φίδια με φαρέτρα). Με βάση τα νομίσματα αυτά, το ναυάγιο τοποθετείται χρονικά μεταξύ 80-60 π.Χ. Η χρονολόγηση αυτή ταιριάζει επίσης και από δύο ανευρεθέντα χάλκινα νομίσματα της Εφέσου.

## 1.6. Ο ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Το βυθισμένο πλοίο είναι μια ρωμαϊκή Ολκάς, διαστάσεων (πιθανότατα) μήκους 30-52 μέτρων και πλάτους 10-17 μέτρων, με χωρητικότητα που έχει εκτιμηθεί (περίπου) στους 300 τόνους. Η Ολκάς ήταν ένα μεγάλο και βαρύ εμπορικό φορτηγό πλοίο, ιστιοφόρο, για την μεταφορά εμπορευμάτων. Τα πλοία αυτά διέθεταν μεγάλο αριθμό πληρώματος. Από το πλοίο σώζονται αρκετά τμήματα, κυρίως κομμάτια ξύλου, ήλοι, αντίβαρα, μολύβδινα φύλλα επένδυσης, ζεύγος βολίδων μέτρησης βάθους και ανίχνευσης βυθού, κεραμίδες κορινθιακού τύπου από πιθανό στεγασμένο χώρο στο κατάστρωμα του πλοίου και πολλά χρηστικά αντικείμενα από την ζωή μέσα στο πλοίο. Η σύγχρονη υποβρύχια έρευνα έχει εντοπίσει στην ευρύτερη περιοχή του ναυαγίου 4 άγκυρες και έχει ανελκύσει τις 2 από αυτές. Από το ναυάγιο δεν έχουν βρεθεί οι συνηθισμένες μολύβδινες άγκυρες της εποχής. Σε μέρος του σκελετού του πλοίου έχουν βρεθεί ίχνη απανθρακώσεως. Το 2016 στον χώρο του ναυαγίου βρέθηκαν υπολείμματα ανθρώπινου σκελετού, συμπεριλαμβανομένου του 70% από ένα κρανίο με την άνω γνάθο και τα δόντια. Τα οστά αυτά είναι ακόμα υπό διερεύνηση για το εάν ανήκουν στο αρχαίο ναυάγιο. Αναφορά για ύπαρξη ανθρώπινου σκελετού στο ναυάγιο υπάρχει και από το 1957 (Λυκούδης, Ακαδημία Αθηνών).



Εικόνα 2. Διασωζόμενα μέρη από το αρχαίο πλοίο. Κάτω, αντίγραφο μοντελισμού της Ολκάς.

### 1.7. Η ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Για την διαπίστωση της ηλικίας του πλοίου έχουν γίνει ραδιοχρονολογήσεις άνθρακα-14, σε τμήματα των ξύλων του. Η πρώτη ραδιοχρονολόγηση έγινε το 1965 (από τον Ralph), προσδιορίζοντας σαν χρόνο κοπής των ξύλων του πλοίου, (περίπου) το 220 π.Χ. ( $\pm 43$ χρόνια). Η δεύτερη ραδιοχρονολόγηση έγινε το 1966 (από τον Stuckenrath), προσδιορίζοντας σαν χρόνο κοπής των ξύλων του πλοίου, (περίπου) το 155 π.Χ. ( $\pm 42$ χρόνια). Πρόσφατα έγινε και τρίτη σύγχρονη ραδιοχρονολόγηση (από τον Wilson), ο οποίος χρησιμοποιώντας νεότερες και ακριβέστερες καμπύλες βαθμονόμησης, σε σχέση με αυτές των 1950 και 1960, έδωσε σαν χρόνο κοπής των ξύλων του πλοίου το 211–40 π.Χ. (με πιθανότητα 84%). Η χρονολόγηση των κεραμικών ευρημάτων είναι επίσης του 1ου αιώνα π.Χ. με κάποια ελάχιστα ευρήματα να χρονολογούνται λίγο νωρίτερα (στα τέλη του 2ου αιώνα π.Χ.). Συνεπώς, η χρονολόγηση του πλοίου είναι απολύτως συμβατή με την ηλικία του ίδιου του ναυαγίου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ηλικία των ξύλων του πλοίου δεν αποτελεί απόλυτο στοιχείο για την χρονολόγηση του ίδιου του πλοίου, καθώς τα ξύλα μπορεί να κόπηκαν πολύ πριν από την κατασκευή του ή μπορεί να κόπηκαν και μετά από την κατασκευή του (λόγω επισκευής).

### 1.8. Η ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΡΑΤΟΣ

Τον Νοέμβριο του 1900 και σαν επικεφαλής της ομάδας των σφουγγαράδων, ο καπετάνιος Δημήτριος Κοντός πηγαίνει στην Αθήνα, μαζί με το εύρημα από το ναυάγιο (τον μπρούτζινο βραχίονα) για να συναντήσει τον τότε Υπουργό των Εκκλησιαστικών και Δημόσιας Εκπαίδευσης, Σπυρίδωνα Στάη και να τον ενημερώσει για το ναυάγιο. Η αντίδραση του ελληνικού κράτους ήταν άμεση και σε σύντομο χρονικό διάστημα οργανώθηκε μια μεγάλη για την εποχή αποστολή. Μέσα σε λίγες ημέρες, το οπλιταγωγό του Ελληνικού Πολεμικού Ναυτικού, «Μυκάλη» (η «Μυκάλη», πρώην «Eldorado», κατασκευής 1884), μαζί με τα μικρότερα σκάφη «Σύρος», «Αιγιάλεια» και μια φορτηγίδα, στέλνονται στα Αντικύθηρα συνοδευόμενα από τον καθηγητή Αρχαιολογίας Α.Οικονόμου, τον Δημήτριο Κοντό και τα σφουγγαράδικα. Η αποστολή έφτασε στα Αντικύθηρα, στις 24 Νοεμβρίου του 1900.

### 1.9. ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΡΑΤΟΣ ΤΟ 1900

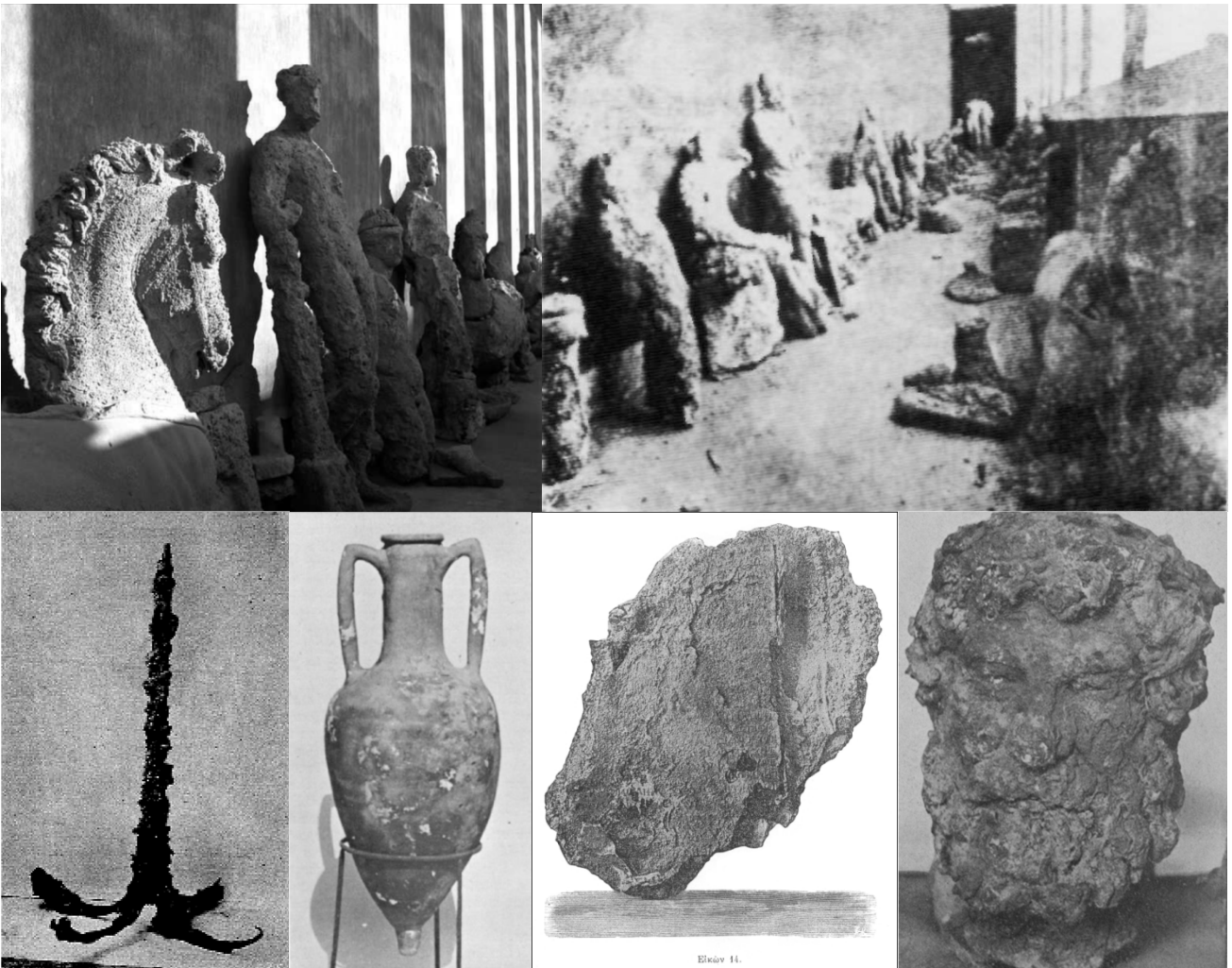
Το 1900 το ελληνικό κράτος υποφέρει από τις οικονομικές συνέπειες των πολεμικών επιχειρήσεων του 1897. Ο ελληνοτουρκικός πόλεμος του 1897 ή «*πόλεμος των τριάντα ημερών*» ή όπως έμεινε γνωστός στην Ελλάδα, «*μαύρο '97*» ή «*ατυχής πόλεμος*», ήταν ο πόλεμος μεταξύ της Τουρκίας και της Ελλάδας, ως απόρροια της τότε έκβασης του «*κρητικού προβλήματος*» που κατέληξε σε διεθνή οικονομικό έλεγχο της Ελλάδας.

### 1.10. ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Το φορτίο του ναυαγίου περιελάμβανε, εμπορικούς αμφορείς, έργα πλαστικής, εντυπωσιακά μαρμάρινα και μπρούτζινα αγάλματα, κεραμικά αγγεία πολυτελείας, χάλκινα αγγεία, αργυρά σκεύη, γυάλινα αγγεία, χρυσά κοσμήματα, αργυρά και χάλκινα νομίσματα, ξύλινα ανάκλιτρα με μπρούτζινα επιθήματα, κ.λπ. Οι αριθμοί των αγαλμάτων είναι εντυπωσιακοί, καθώς περιλαμβάνονται 35 αγάλματα (μερικά τεράστια), 4 αγάλματα ίππων και σοροί από χέρια και πόδια αγαλμάτων. Τα αντικείμενα έχουν βρεθεί κατά διατάξεις και σε σωρούς μέσα στα απομεινάρια του πλοίου. Σωρός με τα χάλκινα (κοντά στην πλώρη), σωρός με τα μαρμάρινα (κοντά στην πρύμνη), κ.λπ. Κάποια από τα αγάλματα είναι αντίγραφα και μοιάζουν σαν να φορτώθηκαν αμέσως μετά από την κατασκευή τους. Τα αντικείμενα δεν είναι όλα της ίδιας εποχής (4<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ., 2ος αιώνας π.Χ., 240 π.Χ., 100 π.Χ.) και αυτό περιπλέκει τον χαρακτηρισμό του φορτίου, εάν δηλαδή ήταν εμπορεύματα ή λάφυρα με πιθανότερη την εκδοχή να πρόκειται για λάφυρα.



Εικόνα 3. Το ιστορικό σπλιταγωγό «Μυκάλη», του Ελληνικού Πολεμικού Ναυτικού.



Εικόνα 4. Οι πρώτες φωτογραφίες από τις αποθήκες στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών, με μέρος από το διασωζόμενο φορτίο του ναυαγίου.

### 1.11. Η ΑΝΕΛΚΥΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΣΦΟΥΓΓΑΡΑΔΕΣ-ΔΥΤΕΣ

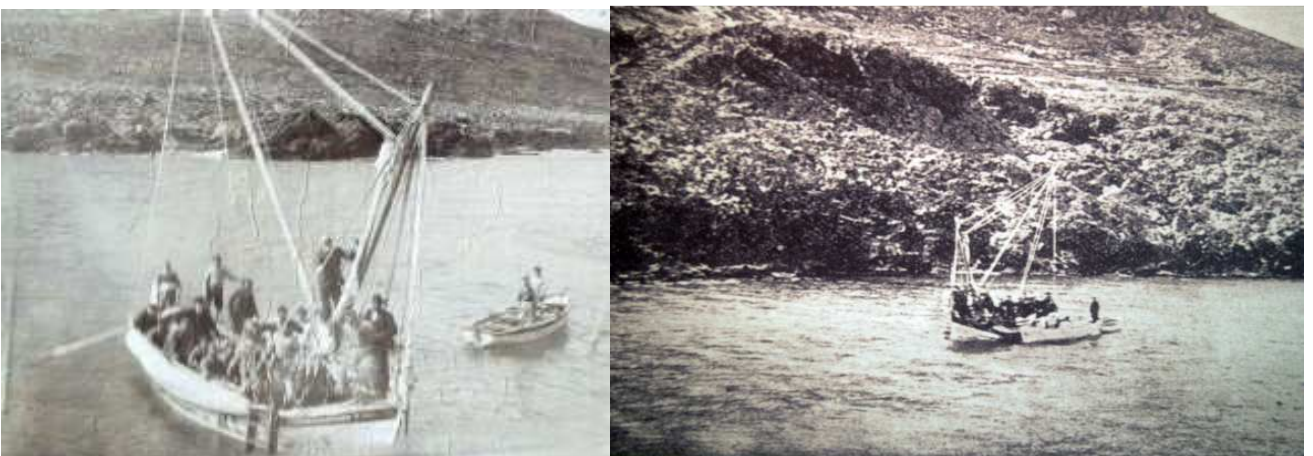
Οι εργασίες ανέλκυσης που ακολουθούν (1900-1901) γίνονται χωρίς την επίβλεψη αρχαιολόγου στον βυθό και οι σφουγγαράδες-δύτες από απλό ενθουσιασμό ή σκέψεις για μεγαλύτερη αμοιβή, προσπαθούν να ανασύρουν όσο γίνεται περισσότερα ευρήματα. Συνεπώς η θραύση από τους δύτες, κάθε άμορφης μάζας (που μοιάζει ενδιαφέρουσα) με την ελπίδα να κρύβεται μέσα της ένα χρυσό κόσμημα ή κάτι ανάλογο δεν πρέπει να θεωρείται απίθανη. Οι σφουγγαράδες-δύτες εργάζονταν για 5λεπτα διαστήματα σε βάθος 50 μέτρων, με ακατάλληλο εξοπλισμό και η στολή που φορούσαν ήταν βαριά, δύσκαμπτη και σε ένα μέγεθος για όλους. Ήταν αναγκασμένοι να βλέπουν μέσα από τα στενά φινιστρίνια του σκάφανδρου, χωρίς τεχνητό φωτισμό, σε μεγάλο βάθος και να αναπνέουν απλό ατμοσφαιρικό αέρα. Τον Απρίλιο του 1901, ο δύτες Γεώργιος Κρητικός ή Νεοφώτιστος αναδύθηκε πολύ γρήγορα και πέθανε εξαιτίας της «νόσου των δυτών» ενώ ακόμα δύο δύτες παρέλυσαν μέχρι το Σεπτέμβριο του 1901. Τα γεγονότα αυτά προκάλεσαν προστριβές με τους σφουγγαράδες και την διακοπή των εργασιών.



**Εικόνα 5.** Μια ιστορική αναμνηστική φωτογραφία επάνω στο «Μυκάλη» το 1901, μέσα στον όρμο Ποταμού στα Αντικύθηρα. Οι σφουγγαράδες από την Σύμη, το ναυτικό πλήρωμα του οπλαταγωγού, στην μέση-επάνω οι επικεφαλείς του υπουργείου (και ο υπουργός) και στην μέση-κάτω και ανάποδα το σώμα ενός μαρμάρινου ίππου. Πιθανά πρόκειται για τον ίδιο ίππο που «έλυσε» τα σκοινιά και βυθίστηκε πάλι στα νερά πριν ανελκυστεί στο πλοίο για δεύτερη φορά (ημερολόγιο Λυκούδη, 1920). Στο βάθος τα πρώτα σπίτια του Ποταμού (το παλιό «καβάκι»). Την εποχή εκείνη τα Αντικύθηρα δεν διαθέτουν λιμάνι και η αποβίβαση γίνεται μόνο με μικρά σκάφη.



**Εικόνα 6.** Ένα από τα σφουγγαράδικα στο σημείο των επιχειρήσεων, μαζί με μικρές βοηθητικές βάρκες. Στο κέντρο της φωτογραφίας η προετοιμασία του σφουγγαρά-δύτη για κατάδυση και στην μικρή βάρκα οι επικεφαλείς του υπουργείου. Επίσης στο κέντρο της φωτογραφίας (και άξιο παρατήρησης) ο σφουγγαράς-δύτης πριν να φορέσει το σκάφανδρο της στολής του.



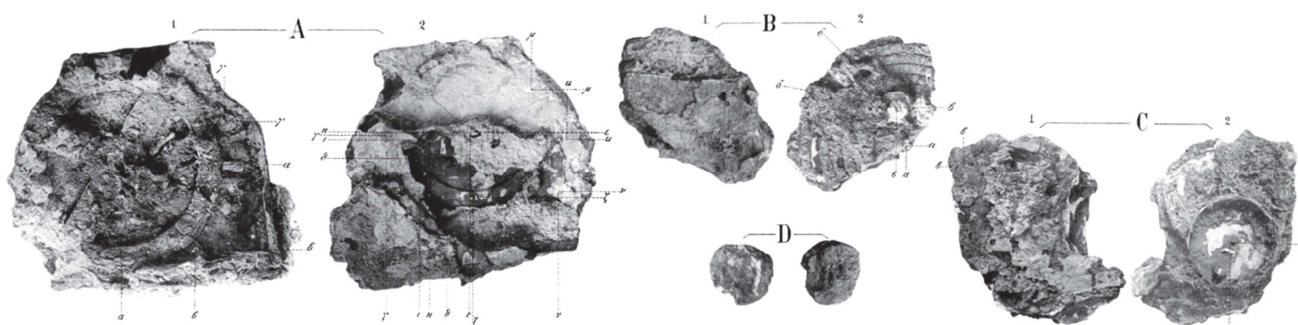
**Εικόνα 7.** Τα καϊκια των σφουγγαράδων. Στην φωτογραφία αριστερά, ακριβώς επάνω και προς τα αριστερά της μικρής σκάλας ο σφουγγαράς-δύτης φορώντας το σκάφανδρο και την στολή του.

### 1.12. Η ΠΡΩΤΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

Από τις διαδικασίες της ανέλκυσης, δεν υπάρχει επίσημο αρχαιολογικό ανασκαφικό ημερολόγιο. Παρόλα αυτά, σημαντικές πληροφορίες μας παρέχει ο αξιωματικός του ναυτικού, ναύαρχος Ι. Θεοφανίδης (1929), ο οποίος περιγράφει σε ένα ημερολόγιο, τη στιγμή της ανέλκυσης ενός ιδιαίτερου ευρήματος. Ο αξιωματικός Θεοφανίδης, κάνει λόγο για την κακή κατάσταση διατήρησης ενός ευρήματος, εξαιτίας της «μακροχρόνιας επιρροής του θαλασσιού ύδατος», που μοιάζει με μηχανισμό, την απώλεια των επιγραφών του και εκφράζει επίσης σκέψεις για την διαδικασία παραμόρφωσης των θραυσμάτων, τα οποία κατά τη γνώμη του συνεθλίβησαν από το βάρος των λίθινων αγαλμάτων. Επίσης, αναφέρει, πως οι δύτες πριν την ανέλκυση, λόγω της μεγάλης φθοράς και της παραμόρφωσης που παρουσίαζε, μπορεί να το έσπασαν (θρυμματίσαν), προκειμένου να εξακριβώσουν εάν πράγματι πρόκειται για κάποιο αρχαιολογικό εύρημα και εάν έτσι θα άξιζε να το αποστείλουν στην επιφάνεια. Ο ναύαρχος Ι. Θεοφανίδης, ήταν δισέγγονος του Θεόδωρου Κολοκοτρώνη. Την αρχική παρατήρηση για την ύπαρξη του ευρήματος -άξιου προσοχής- την έκανε ο αξιωματικός (άγνωστου βαθμού), Περικλής Δ. Ρεδιάδης, όταν εντόπισε ένα τμήμα μετάλλου, το οποίο εξείχε από το συσσωμάτωμα ενός βράχου. Ο Περικλής Δ. Ρεδιάδης, αργότερα μελέτησε το αντικείμενο.

### 1.13. Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

Το εύρημα μαζί με όλα τα άλλα αντικείμενα του ναυαγίου αποστέλλεται στην Αθήνα, στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο και παραμένει στις αποθήκες, για επιπλέον 8 μήνες, (από την ημέρα της ανέλκυσής), μέχρι να καταφέρει να τραβήξει και πάλι το ενδιαφέρον. Υπάρχουν οι περιγραφές δυο διαφορετικών ιστοριών για την δεύτερη ανακάλυψη. Η πρώτη αφορά τον Σπυρίδωνα Στάη (τον Υπουργό Εκκλησιαστικών και Δημόσιας Εκπαίδευσης, που ενημέρωσε ο καπετάνιος Δημήτριος Κοντός) και κατά πάσα πιθανότητα τον άνθρωπο που έδωσε την εντολή, (σε μια δύσκολη οικονομικά εποχή για το ελληνικό κράτος), να οργανωθεί μια τόσο μεγάλη επιχείρηση, ο οποίος στην αίθουσα που φυλασσόταν άγαλμα από το ναυάγιο εντόπισε κάποια μεταλλικά τεμάχια, στα οποία ήταν ορατά τα τμήματα ενός τροχού με οδοντωτή εξωτερική πλευρά («*τρία τεμάχια χάλκινης πλακός κεκαλυμμένα υπό πυκνού στρώματος οξειδίων του χαλκού και άλλων ξένων ουσιών*»). Υπάρχει περίπτωση, η ιστορία αυτή να αποδοθεί σε μη έγκυρη πληροφόρηση του τύπου, ή σε πολιτικές σκοπιμότητες της εποχής, καθώς γίνεται προσπάθεια να γίνει ήρωας ο υπουργός Σπυρίδωνας Στάης. Μοιάζει όμως απίθανο οι αρχαιολόγοι που εμπλέκονται στην ιστορία να απέκρυπταν την ανακάλυψη του ευρήματος για να την χαρίσουν σε έναν υπουργό. Η δεύτερη ιστορία αφορά έναν ανώνυμο εργάτη του μουσείου που παρατήρησε την οδοντωτή ιδιαιτερότητα που παρουσίαζε η εξωτερική επιφάνεια της μεταλλικής μάζας και το ανέφερε στον διευθυντή του μουσείου Βαλέριο Στάη (συνωνυμία με τον Σπυρίδωνα Στάη). Η δεύτερη αναγνώριση έγινε στις 18 ή στις 20 Μαΐου του 1902.



**Εικόνα 8.** Το εύρημα όπως ήταν το 1903, πριν από τις εργασίες καθαρισμού και συντήρησης.

#### 1.14. ΝΕΟΤΕΡΕΣ ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ ΣΤΟ ΝΑΥΑΓΙΟ

Το ναυάγιο δεν θεωρείται ότι έχει πλήρως διερευνηθεί και οι καταδυτικές προσπάθειες συνεχίζονται ακόμα και σήμερα. Μετά από τις πρώτες επιχειρήσεις των ετών 1900 και 1901, ακολούθησαν, οι επόμενες καταδύσεις,

- 1905, μια μικρή επιχείρηση
- 1953, επιχείρηση στο χώρο του ναυαγίου από την καταδυτική ομάδα του J.Y.Cousteau. Καθώς στην άδεια έρευνας που είχαν από το ελληνικό κράτος δεν συμπεριλαμβανόταν η υποβρύχια φωτογράφιση που επιχείρησαν (με αρκετά προβλήματα στεγανότητας και λειτουργίας των καμερών της εποχής), τους κόστισε την «απέλαση» από τα Αντικύθηρα
- 1976, επιστροφή στο χώρο του ναυαγίου από την καταδυτική ομάδα του J.Y.Cousteau στο πλαίσιο νέας συνεργατικής έρευνας με Έλληνες αρχαιολόγους
- 2012 μέχρι και σήμερα, σύγχρονη έρευνα, που διενεργείται από την Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων του Υπουργείου Πολιτισμού, Παιδείας & Θρησκευμάτων.

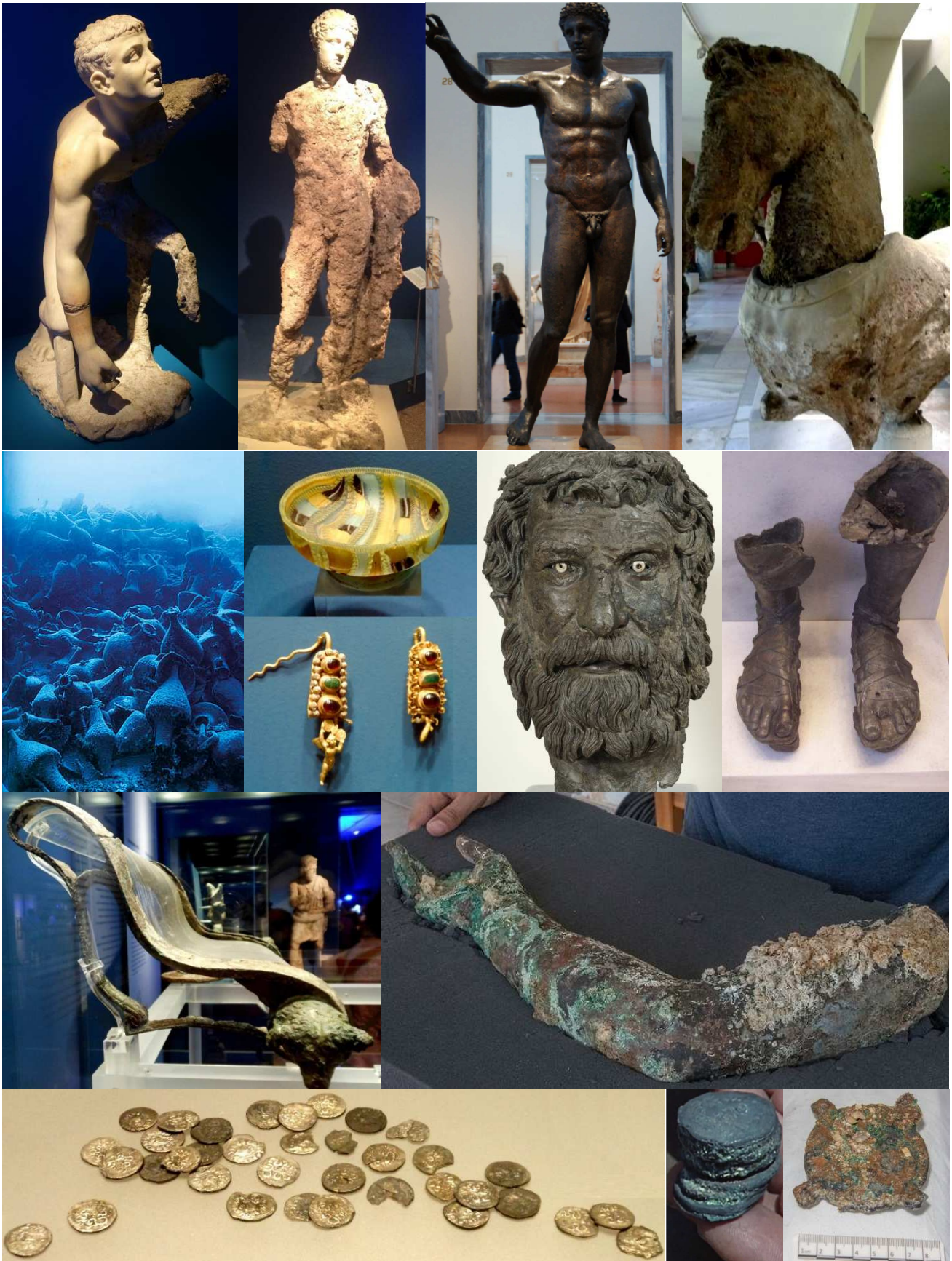


**Εικόνα 9.** Αριστερά, η επιχείρηση του 1976. Δεξιά, η επίσημη παράδοση των ευρημάτων του 1976, στο λιμάνι του Πειραιά για την μεταφορά τους στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών.



**Εικόνα 10.** Οι νεότερες καταδύσεις στο ναυάγιο, αριστερά το 2016 και δεξιά το 2019.

Είναι γνωστό από το ημερολόγιο του Λυκούδη («Σελίδες», 1920), ότι κατά τις πρώτες επιχειρήσεις του 1901 (που παρακολούθησε ο ίδιος), οι σφουγγαράδες-δύτες αφού δεν μπορούσαν να βγάλουν επάνω στα μικρά τους σκάφη τα μεγάλα ευρήματα, τα σήκωναν με σκοινιά από τον βυθό και τα ρυμουλκούσαν υποθαλάσσια προς τα αβαθή του όρμου του Ποταμού. Επίσης είναι γνωστό ότι και το «Μυκάλη» έσυρε στον βυθό μεγάλα ογκώδη αντικείμενα. Από τις ενέργειες αυτές είναι πιθανό τμήματα υλικού να έχουν αποσπαστεί και να βρίσκονται διάσπαρτα στην ευρύτερη περιοχή.

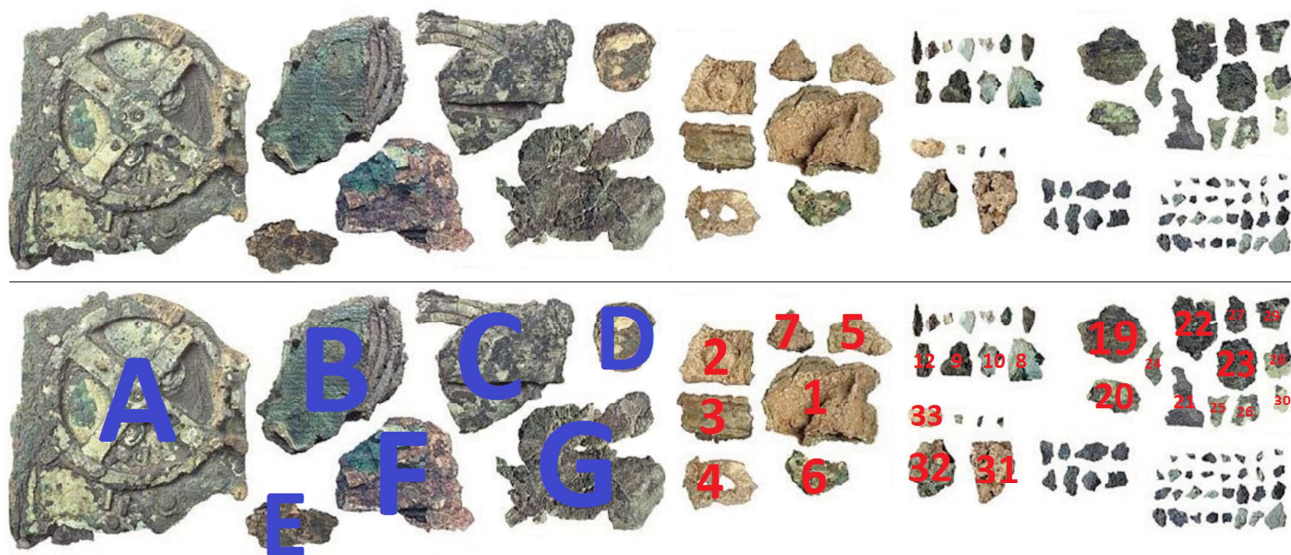


**Εικόνα 11.** Νεότερες φωτογραφίες, από το φορτίο του ναυαγίου με ένα μικρό μέρος από τα ευρήματα. Αριστερά και κάτω, τα 36 ασημένια τετράδραχμα της Περγάμου (80-60 π.Χ.). Επάνω και δεξιά, στο αίθριο του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου, ο «ατίθασος» ίππος από την Εικόνα 5.

## 2. ΤΟ ΕΥΡΗΜΑ ΜΕ ΚΩΔΙΚΟ ΚΑΤΑΛΟΓΟΥ Χ-15087

### 2.1. ΤΑ ΘΡΑΥΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΥΡΗΜΑΤΟΣ

Το σύνολο των διαβρωμένων και απολιθωμένων θραυσμάτων από το εύρημα που βρέθηκε στο ναυάγιο των Αντικύθρων, φυλάσσεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών, με τον κωδικό αριθμό μουσειακού καταλόγου, Χ-15087 και αριθμεί σήμερα, συνολικά 82 κομμάτια. Τα περισσότερα από τα τμήματά του ευρήματος εκτίθενται σε ειδική αίθουσα. Παλαιότερα το εύρημα βρισκόταν στην αίθουσα των χάλκινων αντικειμένων του μουσείου. Από τα 82 κομμάτια, τα 7 κομμάτια είναι μεγάλου μεγέθους και έχουν χαρακτηριστεί με τα γράμματα Α, Β, C, D, E, F και G ενώ για τα υπόλοιπα 75 μικρότερα κομμάτια έχουν χρησιμοποιηθεί οι αριθμοί (1-75). Για πολλά από τα μικρότερα θραύσματα δεν είναι γνωστή η ακριβή τους θέση, ενώ για κάποια από αυτά, υπάρχουν αμφιβολίες για το εάν ανήκουν πραγματικά στο αρχικό βασικό αντικείμενο και επίσης δεν είναι ακριβώς γνωστό πως και πότε προκλήθηκε η διάσπαση τους αλλά πολλές από αυτές τις άγνωστες διασπάσεις έχουν προκληθεί κατά τις προσπάθειες μελέτης του ευρήματος. Το μεγαλύτερο κομμάτι με το χαρακτηριστικό Α, φέρει ίχνη ξύλινης θήκης, έχει διαστάσεις (περίπου) 175×160×50 χιλιοστά και διασώζει μέσα του, μια ιδιαίτερα σύνθετη κατασκευή. Το κομμάτι C έχει διαχωριστεί στα τμήματα C1-a, C1-b και C2. Το θραύσμα E, αναγνωρίστηκε το 1976 στις αποθήκες του μουσείου από τον έφορο αρχαιοτήτων Καλλιγά, ενώ το θραύσμα F, εντοπίστηκε το 2005 από την αρχαιολόγο-μουσειολόγο Μαίρη Ζαφειροπούλου επίσης στις αποθήκες του μουσείου (κατά την σύγχρονη ακτινοσκόπηση). Πολλά και από τα μικρά κομμάτια (1–18, 30–36) αναγνωρίστηκαν μετά το έτος 2005. Μεγάλο μέρος από την αρχική κατασκευή έχει χαθεί ή έχει καταστραφεί ή βρίσκεται ακόμα κάπου μέσα στον χώρο του ναυαγίου ή στις αποθήκες του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου.



**Εικόνα 12.** Τα 82 συνολικά κομμάτια που αποτελούν το εύρημα με τον κωδικό αριθμό καταλόγου Χ-15087, στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών.

### 2.2. ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το βασικό υλικό του ευρήματος είναι ο μπρούντζος, δηλαδή το κράμα χαλκού και κασσιτέρου (88%, +12%). Το κράμα αυτό παρέχει εύκολη χύτευση αλλά και ιδανική σκληρότητα. Η ονομασία μπρούτζος (bronzo) προέρχεται από το αρχαίο Ιταλικό λιμάνι Brundisium (το σημερινό Μπρίντζι), φημισμένο για την παραγωγή και το εμπόριο του συγκεκριμένου κράματος. Ονομάζεται επίσης και

«κρατέρωμα», από την ρίζα «κραταιός», λόγω της σκληρότητας του. Η οξείδωση του, δίνει το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα που έχει το εύρημα.

### 2.3. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΥΡΗΜΑΤΟΣ

Οι διαστάσεις του ευρήματος υπολογίζεται ότι, σαν ολοκληρωμένο αντικείμενο θα έπρεπε να ήταν (περίπου) 340 x 180 x 90 mm, με την δομή ενός κουτιού.

### 2.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΥΡΗΜΑΤΟΣ

Το εύρημα αποτελείται από τουλάχιστον 37 συμπλεκόμενους οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια). Τα 27 από αυτά τα 37 γρανάζια, βρίσκονται μέσα στο μεγαλύτερο θραύσμα με την κωδική ονομασία Α. Υπάρχουν επίσης, 2 κορώνες, 17 άτρακτοι, ένας διπλός άξονας (φέρει 2 έκκεντρους άξονες) και μία άτρακτος μέρος της οποίας λειτουργεί ως άξονας. Το σύνολο της κατασκευής, βρισκόταν ανάμεσα σε δύο επιφάνειες (την εμπρόσθια πλάκα και την οπίσθια πλάκα) διαστάσεων (περίπου) 30x20 εκατοστών. Επάνω σε αυτές τις δυο πλάκες βρίσκονται χαραγμένες τέσσερις κύριες κυκλικές κλίμακες (2 στην εμπρόσθια και 2 στην οπίσθια) με ενδείξεις (σχήματα, σύμβολα, γράμματα και λέξεις, όλα στα ελληνικά). Στην οπίσθια πλάκα βρίσκονται επίσης 3 μικρές κλίμακες με ενδείξεις. Στην εμπρόσθια πλάκα, υπάρχουν δύο ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες (η μια κλίμακα μέσα στην άλλη).

Η εξωτερική κλίμακα του ζεύγους, έχει 365 υποδιαίρεσεις και επάνω της χαραγμένα τα ονόματα των 12 μηνών στην αιγυπτιακή γλώσσα με ελληνικούς χαρακτήρες (ΦΑΟΦΙ, ΑΘΥΡ, ΧΟΙΑΚΙ, ΤΥΒΙ, ΜΕΧΙΡ, ΦΑΜΕΝΟΘ, ΦΑΡΜΟΥΘΙ, ΠΑΧΩΝ, ΠΑΥΝΙ, ΕΠΙΦΙ, ΜΕΣΟΡΙ, ΘΩΘ).

Η εσωτερική κλίμακα του ζεύγους, έχει 360 υποδιαίρεσεις και επάνω της χαραγμένα τα ονόματα των 12 ζωδιακών αστερισμών (ΠΑΡΘΕΝΟΣ, ΧΗΛΑΙ, ΣΚΟΡΠΙΟΣ, ΤΟΞΟΤΗΣ, ΑΙΓΟΚΕΡΟΣ, ΥΔΡΟΧΟΟΣ, ΙΧΘΥΕΣ, ΚΡΙΟΣ, ΤΑΥΡΟΣ, ΔΙΔΥΜΟΙ, ΚΑΡΚΙΝΟΣ, ΛΕΩΝ). Στην οπίσθια πλάκα, υπάρχουν ανεξάρτητες, δύο κύριες κλίμακες σπειροειδούς μορφής με ενδείξεις. Η μια σπείρα με 5 περιελίξεις, είναι διαιρεμένη σε 235 τμήματα με χαραγμένα μέσα τους με ελληνικούς χαρακτήρες, επαναλαμβανόμενα τα αρχαία ονόματα των δώδεκα μηνών ελληνικού ημερολογίου (ΦΟΙΝΙΚΑΙΟΣ, ΚΡΑΝΕΙΟΣ, ΛΑΝΟΤΡΟΠΙΟΣ, ΜΑΧΑΝΕΥΣ, ΔΩΔΕΚΑΤΕΙΣ, ΕΥΚΛΕΙΟΣ, ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΣ, ΨΥΔΡΕΥΣ, ΓΑΜΕΛΙΟΣ, ΑΓΡΙΑΝΙΟΣ, ΠΑΝΑΜΟΣ, ΑΠΕΛΛΑΙΟΣ). Η άλλη κύρια ελικοειδής σπείρα με 4 περιελίξεις, είναι διαιρεμένη σε 223 τμήματα με χαραγμένα μέσα τους σε διαστήματα τα γράμματα Σ=(Σελήνη), Η=(Ηλιος), ΗΜ=(ημέρα), ΩΡ=(ώρα) και 2 σύμβολα. Ολόκληρη η κατασκευή βρισκόταν προστατευμένη (εγκιβωτισμένη) μέσα σε ένα ξύλινο περίβλημα (πυξίδα).

### 2.5. ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ ΕΥΡΗΜΑΤΟΣ

Τα χρόνια που ακολουθούν, το εύρημα με τον κωδικό αριθμό μουσειακού καταλόγου, Χ-15087 αποκτά τα ονόματα,

- Σφαίρα (από την περιγραφή του Αρχιμήδη)
- Πλοογνώμονας
- Πλανητάριο
- Πυξίδα
- Πίνακας
- Πινακίδιο
- Μηχανικός ημερολογιακός υπολογιστής
- Μηχανισμός των Αντικυθήρων
- Αστrolάβος των Αντικυθήρων, ΤΟ ΕΞ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ ΑΣΤΡΟΛΑΒΟΝ
- Υπολογιστής των Αντικυθήρων

### 3. Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

#### 3.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ

Το εύρημα Χ-15087 ή ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, είναι ένας εξαιρετικά σύνθετος μηχανισμός, που υπολόγιζε με εκπληκτική ακρίβεια, τις θέσεις, του Ήλιου, της Σελήνης στον ουρανό και πιθανά και άλλων μεγάλων πλανητών. Υπολόγιζε, τις φάσεις της Σελήνης, τις εκλείψεις του Ήλιου, τις εκλείψεις της Σελήνης και προσδιόριζε ημερομηνίες τέλεσης αρχαίων πανελληνίων αθλητικών αγώνων. Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, θεωρείται ο πρώτος γνωστός αναλογικός υπολογιστής της ανθρωπότητας, ο οποίος παρέχει ορθές αστρονομικές πληροφορίες, όχι μόνο για το παρελθόν, αλλά και για το μέλλον, καθώς μπορεί να συνεχίζει να παρέχει σωστές πληροφορίες για όσο υφίσταται το γνωστό υπάρχον Σύμπαν. Παρόμοιος αρχαίος μηχανισμός δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα σε κανένα άλλο μέρος του κόσμου. Μηχανισμοί σχετικής πολυπλοκότητας, επανεμφανίζονται στην ανθρώπινη ιστορία 1.500 χρόνια μετά από την εποχή κατασκευής του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.

#### 3.2. ΠΟΤΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΕ

Από την τεχνοτροπία των επιγραφών που βρίσκονται σε όλες τις επιφάνειες του ευρήματος, εξάγεται το συμπέρασμα ότι πρέπει να κατασκευάστηκε (περίπου) το 150–100 π.Χ. (±50 χρόνια).

#### 3.3. ΓΙΑ ΠΟΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΕ

Είναι γνωστό ότι τα ημερολόγια των αρχαίων ελληνικών πόλεων, διέφεραν μεταξύ τους. Από αυτά τα αρχαία ημερολόγια, ελάχιστα είναι πλήρη και τα περισσότερα σώζονται αποσπασματικά (από επιγραφές, με συνήθως κάποια από τα ονόματα των μηνών). Επίσης δεν γνωρίζουμε την σειρά των μηνών αλλά και ούτε ποιος μήνας σηματοδοτούσε την αρχή του έτους αλλά ούτε και σε ποια εποχή αναφερόταν ο κάθε μήνας. Το ημερολόγιο μηνών του Υπολογιστή των Αντικυθήρων έχει διασωθεί πλήρως (μια στην μπροστινή και στις πολλαπλές οπίσθιες εκδόσεις), όμως ταύτιση με κάποιο από τα αρχαία ελληνικά ημερολόγια κάποιας πόλης δεν έχει επιτευχθεί. Τα αρχαία ελληνικά ονόματα των 12 μηνών του ημερολογίου που είναι χαραγμένα επαναλαμβανόμενα στην οπίσθια όψη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, ανήκουν στη Δωρική οικογένεια των ημερολογίων. Το ημερολόγιο των μηνών του (ΦΟΙΝΙΚΑΙΟΣ, ΚΡΑΝΕΙΟΣ, ΛΑΝΟΤΡΟΠΙΟΣ, ΜΑΧΑΝΕΥΣ, ΔΩΔΕΚΑΤΕΙΣ, ΕΥΚΛΕΙΟΣ, ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΣ, ΨΥΔΡΕΥΣ, ΓΑΜΕΛΙΟΣ, ΑΓΡΙΑΝΙΟΣ, ΠΑΝΑΜΟΣ, ΑΠΕΛΛΑΙΟΣ) ταιριάζει περισσότερο με τα αρχαία ημερολόγια που χρησιμοποιούσαν, στην Κέρκυρα (με 7 κοινούς μήνες), στο Βουθρωτόν της Ηπείρου (με 7 κοινούς μήνες), στο Ταυρομένιο της Σικελίας (με 7 κοινούς μήνες) και στην Δωδώνη της Ηπείρου (με 5 κοινούς μήνες). Και οι τέσσερις αυτές περιοχές υπήρξαν αποικίες της Κορίνθου. Το ημερολόγιο του Υπολογιστή των Αντικυθήρων δεν έχει κανέναν κοινό μήνα με το ημερολόγιο της πόλης των Αθηνών.

#### 3.4. ΣΕ ΠΟΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΕ

Λαμβάνοντας υπόψη πρόσφατες ψηφιακές μελέτες και ειδικούς εξαντλητικούς αλγορίθμους, λογισμικού που προσομοίωσε την σειρά των αστρικών γεγονότων που περιγράφει ο μηχανισμός κατά την λειτουργία του, υπολογίστηκε ότι αυτό γίνεται καλύτερα στην γεωγραφική ζώνη μεταξύ 33.3°N – 37.0°N. Συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί: α) ότι ο μηχανισμός κατασκευάστηκε σε αυτή την γεωγραφική ζώνη για να χρησιμοποιηθεί κάπου μέσα σε αυτή την γεωγραφική ζώνη ή β) ότι ο μηχανισμός κατασκευάστηκε κάπου αλλού, αλλά για να χρησιμοποιηθεί κάπου μέσα σε αυτή την γεωγραφική ζώνη. Αρκετές αρχαίες ελληνικές πόλεις βρίσκονται μέσα στα όρια αυτής της γεωγραφικής ζώνης,

- η Ρόδος (36.4°N), με έναν κοινό μήνα στα ημερολόγια
- οι Συρακούσες της Σικελίας (37.1°N)

Η Ρόδος είναι μια πολύ πιθανή εκδοχή για την κατασκευή, καθώς εκεί λειτουργούσε μια πολύ γνωστή και δραστήρια σχολή αστρονομίας και επίσης στην Ρόδο πέθανε το 120 π.Χ. ο Ίππαρχος, ο μεγαλύτερος αστρονόμος της αρχαιότητας. Όμως το τοπικό ημερολόγιο της Ρόδου έχει μόνο έναν κοινό μήνα με το ημερολόγιο του μηχανισμού και αυτό εμποδίζει τον συσχετισμό. Αντίστοιχα, αρχαίες ελληνικές πόλεις για τις οποίες ταιριάζουν τα ημερολόγια τους με το ημερολόγιο του μηχανισμού, αλλά δεν βρίσκονται εντός των ορίων της γεωγραφικής ζώνης 33.3°N – 37.0°N, είναι,

- η Δωδώνη της Ηπείρου (39.5°N), με 5 κοινούς μήνες στα ημερολόγια
- το Βουθρωτόν της Ηπείρου (39.7°N), με 7 κοινούς μήνες στα ημερολόγια
- το Ταυρομένιο της Σικελίας (37.8°N), με 7 κοινούς μήνες στα ημερολόγια
- η Κέρκυρα (39.6°N)
- η Κόρινθος (37.9°N)

Θα πρέπει επίσης να θεωρηθεί πιθανό ότι ο κατασκευαστής μπορεί να είχε την δυνατότητα να παραδίδει τον μηχανισμό, τοποθετώντας διαφορετικές ημερολογιακές πλάκες, ανάλογα με την περιοχή ή την πόλη για την οποία προοριζόταν η χρήση του.

### 3.5. ΤΟ ΠΝΕΥΜΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ

Η σύνθετη αυτή κατασκευή, δεν εμφανίζεται τυχαία και συμπτωματικά στην ανθρώπινη ιστορία, στην συγκεκριμένη τοποθεσία την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Παρουσιάζεται σε ένα χρόνο και σε ένα τόπο, όπου γιγαντώνεται ένα ιδανικό πολιτικοκοινωνικό σύστημα το οποίο καλλιεργεί αλλά και αυτο-καλλιεργείται από την ανθρώπινη σοφία, τα υψηλά ιδανικά και την ατομική αυτογνωσία. Ο σκοταδισμός, οι προκαταλήψεις, οι δεισιδαιμονίες και οι αυτόκλητοι άρχοντες χάνουν την θέση τους, από το φώς, την σκέψη, την δύναμη του δήμου, την επιστήμη και τον πολιτισμό. Η γλώσσα, η φιλοσοφία, η ιατρική, η αρχιτεκτονική, οι τέχνες, ο αθλητισμός, το εμπόριο και η συνεργασία αποτελούν πλέον κοινή συνείδηση και κοινή επιδίωξη των ανθρώπων. Η επιστήμη της αστρονομίας είναι επίσης καθοριστική στην εξέλιξη αυτού του νέου πολιτισμού. Οι άνθρωποι μελετούν την περιοδικότητα των αστρονομικών φαινομένων δημιουργώντας ημερολόγια και κανόνες για την καλύτερη οργάνωση και λειτουργία των κοινωνιών τους.

Το ανθρώπινο είδος βασίζει ολόκληρη την αναπαραγωγική του τάξη, σε κύκλους περιόδου, των (περίπου) 30 ημερών που μοιάζουν με την περίοδο της Σελήνης. Η Σελήνη με την πολύπλοκη τροχιά της και την συνοδική της περίοδο, των (περίπου) 29,5 ημερών και όχι των 30, όπως επίσης και το έτος που και αυτό έχει (περίπου) 365,5 ημέρες και όχι 360, οδηγεί αναγκαστικά τους ανθρώπους να μάθουν να σκέφτονται καλύτερα και να εκτελούν πολύπλοκους υπολογισμούς για να καταφέρουν να παρακολουθήσουν αυτό που νοιώθουν να συμβαίνει μέσα τους και αυτό που βλέπουν να συμβαίνει από επάνω τους. Οι αρχαίοι αστρονόμοι υπολογίζουν τις πολύπλοκες περιοδικότητες των θέσεων των πλανητών από τις συσσωρευμένες παρατηρήσεις που έκαναν κάποιοι παλαιότεροι συνάδελφοι τους. Και αυτό γιατί, οι ίδιοι δεν μπορούν να μετρήσουν και να παρατηρήσουν φαινόμενα πολλαπλάσιας διάρκειας και περιοδικότητας (της τάξης των 19, των 54 και των 76 ετών) αφού αυτά τα φαινόμενα ξεπερνούν σε διάρκεια, την διάρκεια της δικής τους ζωής. Τα αστρονομικά φαινόμενα που ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, υπολογίζει και προσδιορίζει, είναι συστηματικές επιστημονικές παρατηρήσεις επί παρατηρήσεων μέσα σε δεκάδες και εκατοντάδες αιώνες πίσω στις εποχές της ανθρώπινης ιστορίας.

Είναι εύλογο συνεπώς να τεθεί ένα ερώτημα, «Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων είναι ελληνικός ή όχι;» Η απάντηση δεν μπορεί να είναι κατηγορηματική. Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, είναι ένα

πανανθρώπινο επίτευγμα, οριοθετημένο στο πνεύμα της ελληνικής σκέψης της Ελληνιστικής περιόδου, το οποίο την συγκεκριμένη χρονική στιγμή και στο συγκεκριμένο σημείο του κόσμου, αγγίζει την «σφαίρα του υψηλού».

### 3.6. ΕΠΙΓΡΑΦΕΣ – ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ

Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων διαθέτει χαραγμένο επάνω του ένα πλήρες εγχειρίδιο χρήσης. Αυτά τα κείμενα υπάρχουν επάνω σε εγχάρακτες πλάκες που βρίσκονται εσωτερικά στην εμπρόσθια και την οπίσθια πόρτα του ξύλινου περιβλήματος που τον περιέβαλε. Οι εγχάρακτες πλάκες έχουν πάχος (περίπου) 1 mm. Υπολογίζεται ότι ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων θα πρέπει να έφερε επάνω του συνολικά, (περίπου) 15.000 χαρακτήρες. Μέχρι σήμερα έχουν αναγνωριστεί, σχεδόν 3.000 εγχάρακτα γράμματα τα οποία, σχηματίζουν λέξεις, προτάσεις και κείμενα που αναφέρονται σε αστρονομικούς, γεωγραφικούς, ημερολογιακούς και τεχνικούς όρους. Όλες οι επιγραφές είναι ελληνικές λέξεις γραμμένες με ελληνικούς χαρακτήρες εκτός από την σειρά στην εμπρόσθια πόρτα με τα ονόματα των 12 μηνών, στην αιγυπτιακή γλώσσα τα οποία όμως και αυτά είναι γραμμένα στα ελληνικά (ΦΑΟΦΙ, ΘΩΘ, κ.λπ.). Το ύψος των περισσοτέρων γραμμάτων είναι μεταξύ 1,5 και 2,5 mm και είναι χαραγμένα από έναν καλλιγράφο. Το μέγιστο βάθος χάραξης των γραμμάτων δεν ξεπερνά το ένα δέκατο του χιλιοστού. Είναι πιθανό κατά την χάραξη να χρησιμοποιήθηκε κάποιος βοηθητικός φακός.

Οι εγχάρακτοι ελληνικοί χαρακτήρες όλων των επιγραφών, είναι οι εξής:

Α Β Γ Δ Ε Ξ Η Θ Ι Κ Λ Μ Ν Ξ Ο Π Ρ Σ Τ Υ Φ Χ Ψ Ω

Στις επιγραφές υπάρχουν λέξεις, όπως:

- 1) τα ονόματα, «ΗΛΙΟΝ», «ΑΦΡΟΔΙΤΗ», «ΑΡΕΩΣ», «ΚΟΣΜΟΥ», «ΗΜΕΡΑ»
- 2) τα ρήματα, «ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ» (ανατέλλει), «ΔΥΝΕΙ» (δύει), «ΑΝΑΣΤΡΕΦΕΙ», «ΕΠΙΤΕΜΝΕΙ», «ΛΑΓΧΑΝΕΙ», «ΟΠΙΣΘΟΠΟΔΗ», «ΠΡΟΗΓΕΙΤΑΙ», «ΠΑΡΑΤΕΙΝΕΤΑΙ», «ΠΡΟΣΙΗ», «ΣΤΡΕΦΕΤΑΙ», «ΣΥΝΕΜΠΙΠΤΕΙ», «ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ», «ΠΡΟΣΑΞΑΣ»
- 3) τα επίθετα, «ΕΩΙΟΣ» (κατά το πρωί), «ΕΣΠΕΡΙΟΣ» (κατά το απόγευμα)
- 4) «ΣΦΑΙΡΙΟΝ» (σφαιρίδιο)
- 5) «ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ»

Στις επιγραφές υπάρχουν φράσεις, όπως:

- 1) «ΚΕΙΤΑΙ ΧΡΥΣΟΥΝ ΣΦΑΙΡΙΟΝ»
- 2) «ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΚΕΙΜΕΝΑ»
- 3) «ΤΗΣ ΑΦΡΟΔΙΤΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ»
- 4) «ΣΤΟ ΔΕ ΔΙΑΥΤΟΥ ΦΕΡΟΜΕΝΟΝ»
- 5) «ΠΡΟΕΧΟΝ ΑΥΤΟΥ ΓΝΩΜΩΝ»
- 6) «ΤΟ ΔΕ ΧΡΩΜΑ»
- 7) «ΗΛΙΟΥ ΑΚΤΙΝ ΥΠΕΡ ΔΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ ΕΣΤΙ»
- 8) «ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ ΠΥΡΟ ΕΝΤΟΣ ΤΟ ΔΕ ΔΙΑΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟΝ»
- 9) «ΦΑΙΝΟΝΤΟΣ ΚΥΚΛΟ ΣΤΟ ΔΕ ΣΦΑΙΡΙΟΝ»
- 10) «ΔΕ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΚΕΙΤΑΙ»
- 11) «ΔΙΑ ΤΩΝ ΤΡΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΛΚΕΣΘΑΙ»
- 12) «ΠΕΡΟΝΗΝ ΟΘΕΝ ΕΞΗΛΚΥΣΘΗ»
- 13) «ΣΤΗΡΙΓΜΟΝ ΑΠΕΧΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ»
- 14) «ΕΧΟΝ ΣΤΗΜΑΤΙΑ ΔΥΟ ΠΕΡΙΤΥΜΠΑΝΙΟΝ»
- 15) «ΓΝΩΜΟΝΙΑ ΔΥΟ ΩΝΤΑ ΑΚΡΑ ΦΕΡΕΤΑΙ»

### 3.7. ΕΠΙΓΡΑΦΕΣ – ΠΑΡΑΠΗΓΜΑ

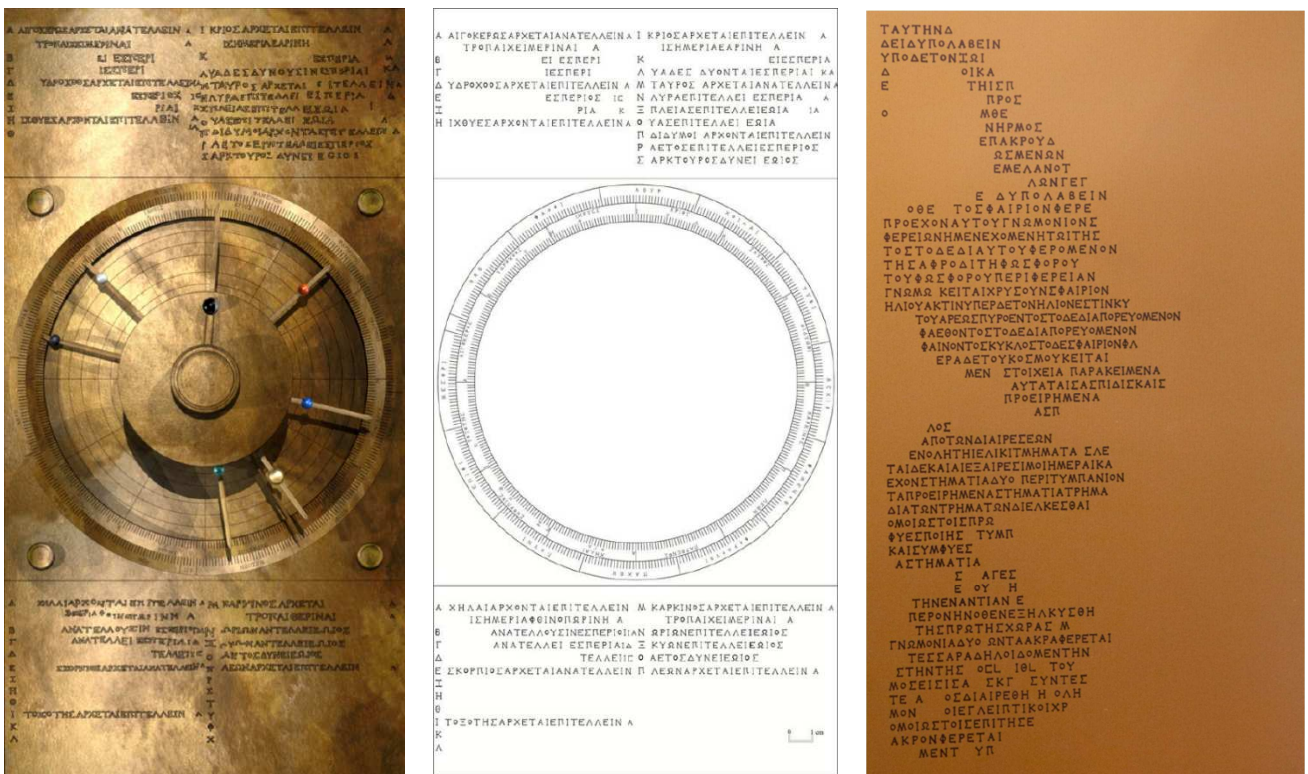
Στην αρχαία Ελλάδα ο όρος «*παράπηγμα*» περιέγραφε έναν τύπο ημερολογίου στο οποίο ήταν σημειωμένα κυρίως αστρονομικά, αλλά και μετεωρολογικά γεγονότα. Τα ημερολόγια αυτά χρησιμοποιούνταν στην καθημερινότητα των ανθρώπων για την οργάνωση πρακτικών δραστηριοτήτων όπως, η γεωργία (π.χ. έναρξη του θερισμού), η ναυσιπλοΐα (π.χ. ο απόπλους για ένα ήρεμο ταξίδι στην Αφρική), κ.λπ. Παραπήγματα υπήρχαν χαραγμένα επάνω σε ξύλο, σε μέταλλο αλλά και σε λίθους. Η λέξη «*παράπηγμα*» προέρχεται από το ρήμα «*παραπήγνυμι*» που σημαίνει «*εμπήγω παραπλεύρως*». Η σύνδεση με το συγκεκριμένο ρήμα έγινε κατανοητή πρόσφατα όταν ανακαλύφθηκε το λίθινο παράπηγμα της Μιλήτου (2ος-1ος αιώνας π.Χ.), με σπές να διατηρούνται δίπλα και ανάμεσα σε αναφορές αστρονομικών γεγονότων. Τα αστρονομικά γεγονότα που αναφέρονται στα παραπήγματα της εποχής ήταν επαναλαμβανόμενα γεγονότα που συνέβαιναν σε σταθερές ημερομηνίες (κάθε 1-2 αιώνες), μια φορά στη διάρκεια ενός ηλιακού έτους και σχετίζονται με τις ανατολές και τις δύσεις των αστερών ή των αστερισμών στον ουρανό λίγο πριν την ανατολή ή λίγο μετά την δύση του Ήλιου. Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων διαθέτει 9 διασωσμένα παραπήγματα «*σε σειρά*» (το ένα δηλαδή γεγονός, ακολουθεί το επόμενο αστρικό γεγονός, στην σειρά). Τμήματα από το παράπηγμα του Υπολογιστή των Αντικυθήρων έχουν διασωθεί σαν επιγραφές στο βασικό θραύσμα C (κυρίως στα C1-a και C1-b) καθώς και στα μικρά θραύσματα 9, 20, 22 και 28. Συνολικά σήμερα, έχουν διασωθεί και είναι γραμμένα σε εννέα γραμμές κειμένου, εννέα αστρονομικά γεγονότα. Από αυτά, τα 7 αφορούν γεγονότα που το υποκείμενο της πρότασης είναι πάντοτε ένας αστήρας, ένα σμήνος αστερών ή ένας αστερισμός που ακολουθείται από το ρήμα «*ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ*» (ανατέλλει) ή το ρήμα «*ΔΥΝΕΙ*» (δύει). Μετά το ρήμα υπάρχει το επίθετο «*ΕΩΙΟΣ*» (το πρωί) ή το επίθετο «*ΕΣΠΕΡΙΟΣ*» (το απόγευμα) το οποίο καθορίζει την θέση του Ήλιου στην ανατολή ή την δύση αντίστοιχα. Τα άλλα 2 γεγονότα έχουν διαφορετική σύνταξη, καθώς ένας ζωδιακός αστερισμός είναι πάντα το υποκείμενο που ακολουθείται από την φράση «*ΑΡΧΕΤΑΙ / ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΑΝΑΤΕΛΛΕΙΝ / ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ*» (ανατέλλει). Τα 9 παραπήγματα έχουν χαραγμένα στην αρχή της κάθε γραμμής ένα γράμμα του ελληνικού αλφαβήτου (σε σειρά, ...ΚΛΜΝΞΟΠΡΣ...). Το γράμμα αυτό παρέπεμπε τον χρήστη στην μπροστινή πλάκα με την ζωδιακή κλίμακα του ξύλινου περιβλήματος. Εκεί, στην πρώτη υποδιαίρεση του κάθε ζωδιακού αστερισμού, υπάρχουν χαραγμένα με τα αντίστοιχα γράμματα (σαν παραπομπές) τα παραπήγματα, δίνοντας στον χρήστη την πληροφορία για τη μετάβαση του Ήλιου από τον ένα ζωδιακό αστερισμό στον επόμενο. Ο μικρός αριθμός των 9 παραπηγμάτων που έχουν διασωθεί δυσκολεύει την μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.

Τα 9 διασωζόμενα (μέχρι σήμερα) παραπήγματα του Υπολογιστή των Αντικυθήρων,

- |    |   |                             |
|----|---|-----------------------------|
| 1) | Κ | ....ΕΙ ΕΣΠΕΡΙΑ              |
| 2) | Λ | ΥΑΔΕΣ ΔΥΟΝΤΑΙ ΕΣΠΕΡΙΑΙ      |
| 3) | Μ | ΤΑΥΡΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΑΝΑΤΕΛΛΕΙΝ   |
| 4) | Ν | ΛΥΡΑ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΑ      |
| 5) | Ξ | ΠΛΕΙΑΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΑ       |
| 6) | Ο | ΥΑΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΑ          |
| 7) | Π | ΔΙΔΥΜΟΙ ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ |
| 8) | Ρ | ΑΕΤΟΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΟΣ    |
| 9) | Σ | ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ ΔΥΝΕΙ ΕΩΙΟΣ       |

### 3.8. ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΣΕ Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

Το σύνολο των τουλάχιστον 37 γραναζιών, προκαλούσε την ταυτόχρονη κίνηση 8 δεικτών. Από αυτούς τους 8 δείκτες, οι 6 μοιάζουν με τους δείκτες ενός απλού ρολογιού («βελόνες»), ενώ οι υπόλοιποι 2, μοιάζουν με τον κινούμενο βραχίονα ενός πικάπ. Με την κίνηση όλων των γραναζιών και οι 8 δείκτες (ταυτόχρονα) δείχνουν προς τις ενδείξεις που είναι χαραγμένες στις κλίμακες του μηχανισμού (γράμματα, λέξεις, σχήματα, σύμβολα). Ο ένας από τους 6 δείκτες στην εμπρόσθια επιφάνεια έδινε ταυτόχρονα δυο ενδείξεις. Ο χρήστης πιθανά με το χέρι του, περιέστρεφε ένα στροφέιο (τον διεγέρτη του μηχανισμού) το οποίο μετέδιδε την κίνηση μέσω αλυσιδωτών συζεύξεων προς όλα τα γραναζία, τα οποία κινούσαν ταυτόχρονα τους 8 δείκτες. Στην μπροστινή επιφάνεια κινούνταν τρεις δείκτες που έδειχναν, ο ένας την ημέρα του χρόνου στην εξωτερική κλίμακα των 365 υποδιαιρέσεων και οι άλλοι δύο δείκτες έδειχναν την θέση του Ήλιου και της Σελήνης στον ουρανό, επάνω στην εσωτερική κλίμακα της μπροστινής πλευράς που είχε τα 12 ζώδια (ζωδιακός κύκλος).

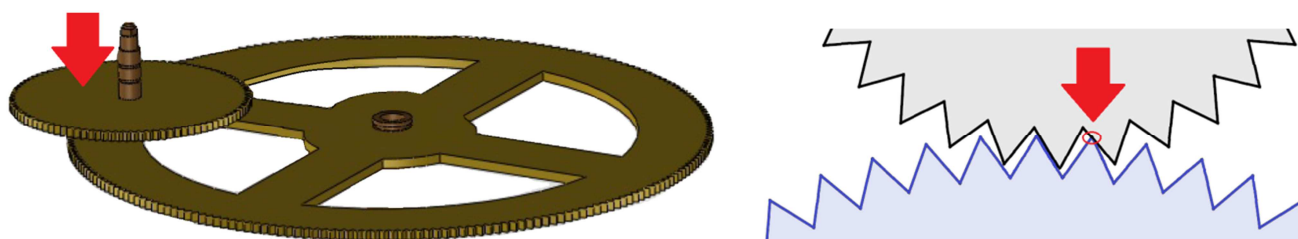


**Εικόνα 13.** Η μπροστινή πλευρά με το παράπηγμα και τους τρεις δείκτες που έδειχναν, ο ένας την ημέρα του χρόνου και οι άλλοι δύο, την θέση του Ήλιου και της Σελήνης.

Κάτω από την εξωτερική (ετήσια) κλίμακα, η οποία ήταν αποσπώμενη, υπήρχαν 365 οπές. Κάθε τέσσερα χρόνια ο χρήστης μπορούσε να αποσπάσει την κλίμακα και να την μετατοπίσει κατά μία οπή, ώστε να ληφθεί υπόψη το δίσεκτο έτος. Ο δείκτης της Σελήνης, είναι μια σύνθετη κατασκευή που στην άκρη του έχει ένα σφαιρίδιο χρωματισμένο μισό μαύρο και μισό άσπρο. Ο δείκτης της Σελήνης εκτελούσε δύο κινήσεις, μια γύρω από το σημείο στήριξης του και μια αυτο-περιστροφή γύρω από τον επιμήκη άξονα του. Η αυτο-περιστροφή προσομοίωνε τις φάσεις της Σελήνης. Όταν το σφαιρίδιο φαινόταν ολόλευκο, ήταν πανσέληνος, ενώ όταν το σφαιρίδιο φαινόταν μισό άσπρο και μισό μαύρο, το φεγγάρι βρισκόταν σε κάποια φάση του (σχετική επιγραφή «ΦΑΙΝΟΝΤΟΣ ΚΥΚΛΟ ΣΤΟ ΔΕ ΣΦΑΙΡΙΟΝ»).

### 3.9. ΤΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

Όλα τα γρανάζια φαίνεται να έχουν κοπεί από ένα φύλλο χαλκού (κρατέρωμα), πάχους δύο χιλιοστών (περίπου). Κανένα γρανάζι δεν φαίνεται να έχει χυτευτεί. Όλα τα γρανάζια έχουν τριγωνικά δόντια ίδιου μεγέθους και ακριβώς την ίδια γωνία (60 μοίρες), έτσι κάθε γρανάζι μπορεί να εμπλέκεται με οποιοδήποτε άλλο. Το μεγαλύτερο γρανάζι έχει 224 δόντια και το μικρότερο 15. Τα γρανάζια με τριγωνική γεωμετρία δοντιών είναι ευκολότερα στην κατασκευή, αλλά λιγότερο κατάλληλα για ομαλή εμπλοκή. Στα γρανάζια με τριγωνικά δόντια εάν η απόσταση των κέντρων των γραναζιών είναι τέτοια ώστε η κορυφή ενός δοντιού (του ενός γραναζιού) να πέφτει πολύ κοντά στα πλευρά των δοντιών του άλλου γραναζιού, τότε τα γρανάζια δεν μπορούν να περιστραφούν γιατί η κορυφές χτυπάνε επάνω στα πλευρά των απέναντι δοντιών. Αντίθετα εάν το διάκενο είναι πολύ μεγάλο, τότε η ροπή που μεταφέρεται μεταξύ των γραναζιών είναι ανεπαρκής (αδύναμη), με αποτέλεσμα να μην μπορεί να μεταφερθεί η κίνηση μέσω αλυσιδωτών συζεύξεων, σε πολλά γρανάζια στην σειρά. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις επισκευής καθώς έχει αποκατασταθεί ένα σπασμένο δόντι σε ένα μικρό γρανάζι. Γενικότερα για τις συμπλέξεις γραναζιών, εάν ένα γρανάζι που έχει 60 δόντια εμπλέκεται και μεταδίδει την κίνηση σε ένα άλλο γρανάζι που έχει 30 δόντια, τότε το δεύτερο γρανάζι θα περιστρέφεται με την μισή περίοδο και άρα με δύο φορές μεγαλύτερη ταχύτητα. Δηλαδή, όταν το μεγάλο εκτελεί μία περιστροφή, το μικρό θα εκτελεί δύο περιστροφές (μεγαλύτερη ταχύτητα) αλλά με αντίθετη φορά. Με τους κατάλληλους συνδυασμούς γραναζιών οι λόγοι περιστροφής πολλαπλασιάζονται και διαιρούνται έτσι ώστε να απεικονίσουν με κατάλληλο τρόπο έναν υπολογισμό. Όμως αυτό δεν είναι αρκετό, καθώς δεν είναι δυνατό μόνο με τον πολλαπλασιασμό και την διαίρεση να προσομοιωθούν οι σύνθετες κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων μπορεί να κάνει και πρόσθεση και αφαίρεση καθώς εμπριέχει και επικυκλικά γρανάζια. Τα επικυκλικά γρανάζια περιστρέφονται επάνω σε άξονες που και οι ίδιοι είναι τοποθετημένοι επάνω σε άλλα γρανάζια και έτσι δίνουν την δυνατότητα της πρόσθεσης και της αφαίρεσης, στο γρανάζι που κάνει τον πολλαπλασιασμό ή την διαίρεση. Με τον τρόπο αυτό ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, εκτελεί επάνω στους λόγους περιστροφής και τις 4 πράξεις, συνεπώς μπορεί να κάνει πολύπλοκους υπολογισμούς και άρα να αποδώσει με την απαιτούμενη ακρίβεια τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Στην σύγχρονη ιστορία των υπολογιστών οι πρώτοι επεξεργαστές (C.P.U.) εκτελούσαν μόνο την πράξη της πρόσθεσης. Την πράξη της αφαίρεσης την έκαναν με την τεχνική του συμπληρώματος και τους πολλαπλασιασμούς και τις διαιρέσεις τις έκαναν με επαναλαμβανόμενες προσθέσεις και αφαιρέσεις.

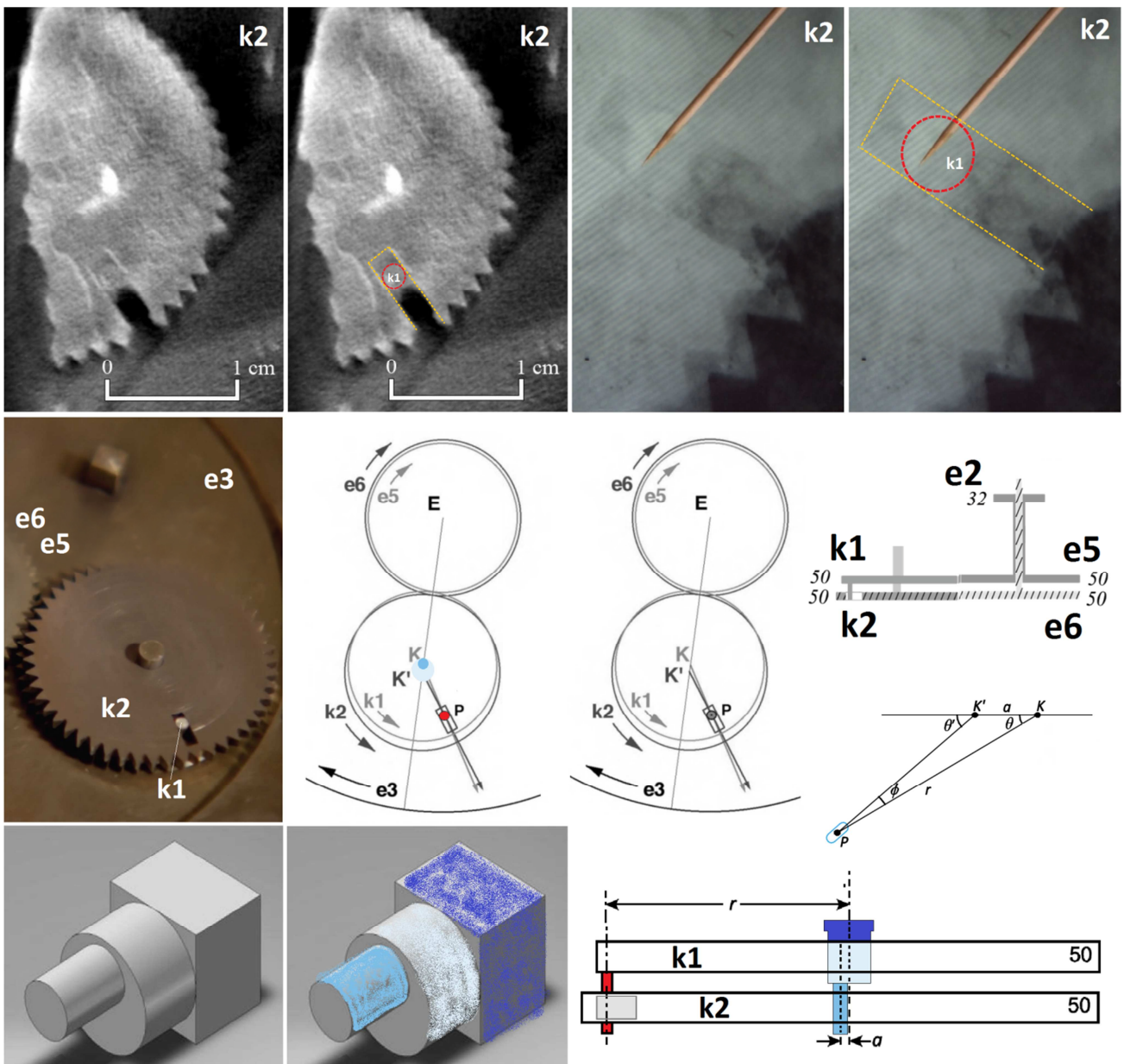


**Εικόνα 14.** Αριστερά, ένα μικρό επικυκλικό γρανάζι επάνω σε ένα μεγαλύτερο γρανάζι. Δεξιά το μπλοκάρισμα που μπορεί να προκαλέσει η κορυφή ενός τριγωνικού δοντιού εάν δεν τοποθετηθεί στην σωστή απόσταση από το απέναντι γρανάζι.

### 3.10. Η ΕΝΤΥΠΩΣΙΑΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

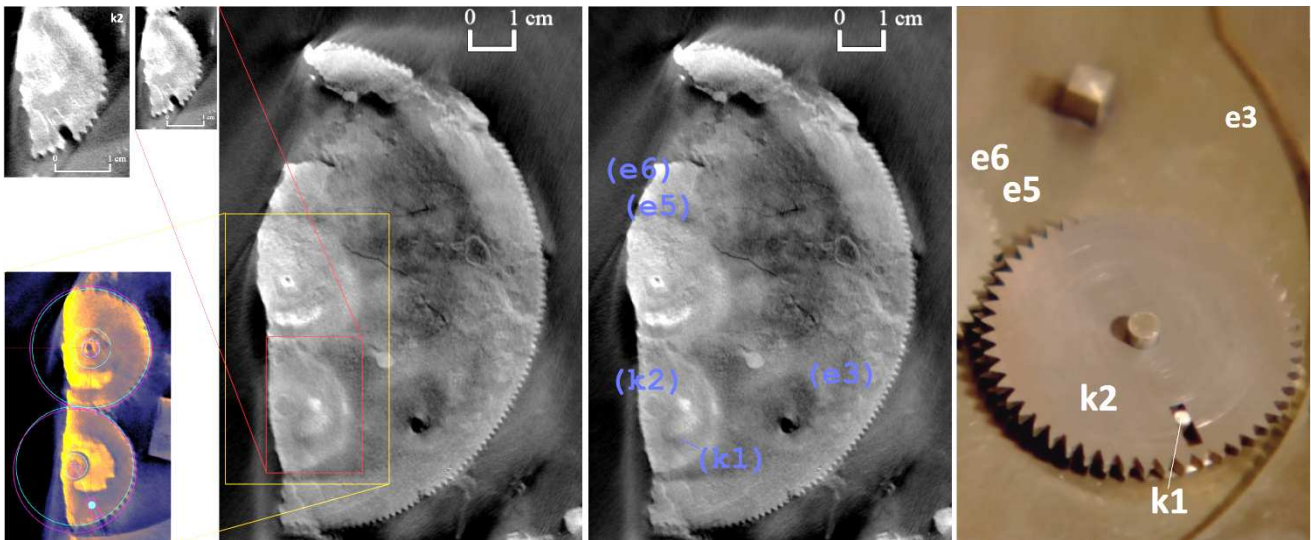
Ένα από τα εντυπωσιακότερα ευρήματα από την σύγχρονη (2005) ακτινοσκοπική μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων είναι ο τρόπος με τον οποίο προσομοιώνεται η κίνηση της Σελήνης. Είναι γνωστό ότι όλα τα ουράνια σώματα διαγράφουν ελλειπτικές τροχιές. Έτσι και η Σελήνη, δεν

διαγράφει γύρω από την Γή και τον παρατηρητή, κυκλικές τροχιές αλλά ελλειπτικές. Συνεπώς, αυτή η ελλειπτική τροχιά δημιουργεί για τον παρατηρητή, μια ανισοταχή κίνηση της Σελήνης στον ουρανό. Την ανισοταχή αυτή κίνηση ο μηχανισμός την αναπαράγει και την μεταφέρει στη μπροστινή πλάκα των ενδείξεων, με έναν εκπληκτικό σε ακρίβεια και ευφυΐα τρόπο, που ανακαλύφθηκε το 2005 και εξέπληξε την επιστημονική κοινότητα. Η προσομοίωση της ελλειπτικής κίνησης της Σελήνης γύρω από την Γή, επιτυγχάνεται με την χρήση δύο γραναζιών (k1)(k2) το ένα τοποθετημένο επάνω στο άλλο, με μια μικρή διαφορά στην ακτίνα τους, έκκεντρα τοποθετημένων μεταξύ τους, οι άξονες των οποίων απέχουν μεταξύ τους 1,1 χιλιοστά και διαθέτουν 50 δόντια το καθένα. Το επάνω γρανάκι (k1) διαθέτει στην επιφάνεια του έναν σταθερό πείρο (ακίδα), ο οποίος εισχωρεί μέσα σε μια υποδοχή-διαδρομή του κάτω γραναζιού (k2) έτσι ώστε να μπορεί να κινείται ελεύθερα μέσα σε αυτή την υποδοχή-διαδρομή συμπαρασύροντάς το (k2) σε κίνηση.

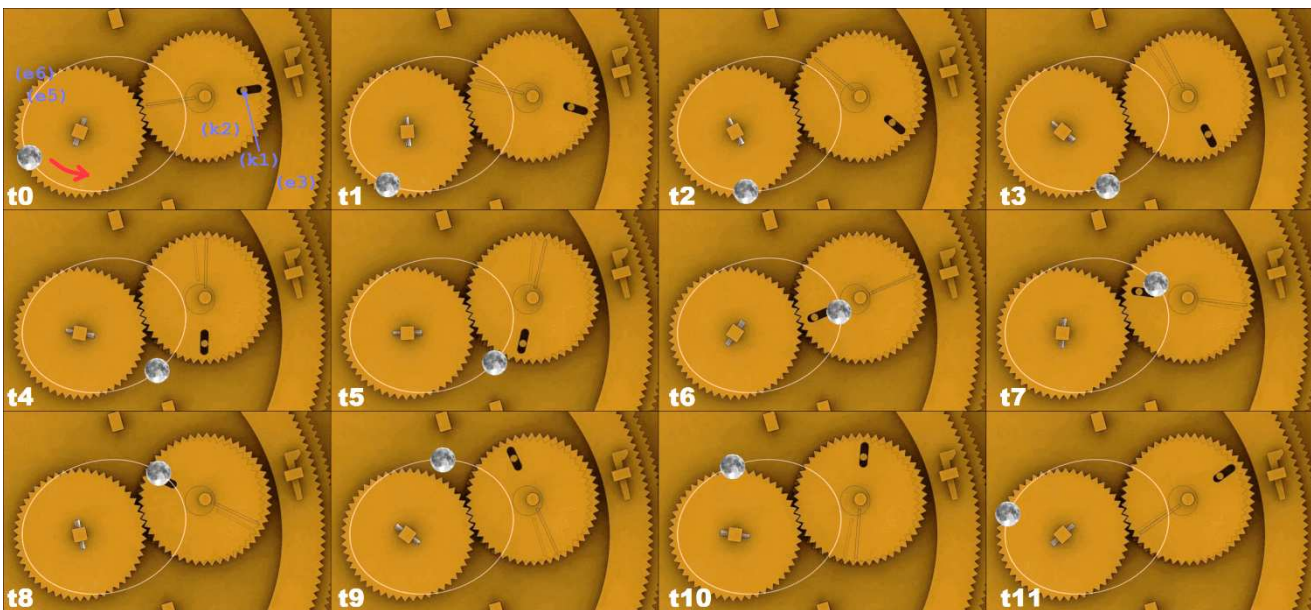


**Εικόνα 15.** Αριστερά επάνω και στην μέση, σύγχρονα ακτινοσκοπικά ευρήματα (2005), ο σταθερός πύρος από το γρανάκι (k1) ο οποίος εισχωρεί μέσα στην υποδοχή-διαδρομή του κάτω γραναζιού (k2). Αριστερά και κάτω, η έκκεντρα τοποθέτηση των γραναζιών (k1)(k2).

Η ευφυής αυτή κατασκευή εισάγει στην κίνηση του κάτω γραναζιού (k2) μια μικρή σχεδόν ημιτονοειδή παρέκκλιση, (λόγω της εκκεντρότητας τους), που έχει σαν αποτέλεσμα το κάτω γρανάτζι να περιστρέφεται με γωνιώδη ταχύτητα ίση με τη γωνιώδη ταχύτητα του μέσου αστρικού σεληνιακού μήνα διορθωμένη με μια μικρή έκκεντρη ανωμαλία που είναι ίση με την περίοδο της ανωμαλιακής περιφοράς του σεληνιακού μήνα (anomalistic month). Η ανισοταχής αυτή κίνηση των δυο γραναζιών με τον πείρο και την υποδοχή-διαδρομή, μεταφέρεται μέσω των γραναζιών (e5)(e6) στο γρανάτζι (e3) και στην συνέχεια, στον δείκτη της Σελήνης που βρίσκεται στην μπροστινή πλάκα των ενδείξεων. Ο δείκτης της Σελήνης αλλάζει ταχύτητα (από την μικρότερη έως την μεγαλύτερη τιμή και ανάποδα) κατά την περιστροφή του, αυτόματα! Το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης κατασκευής ταυτίζεται πλήρως με τη ορθή θεωρία του Ιπάρχου (120 π.Χ.) για την ανισοταχή κίνηση της Σελήνης.



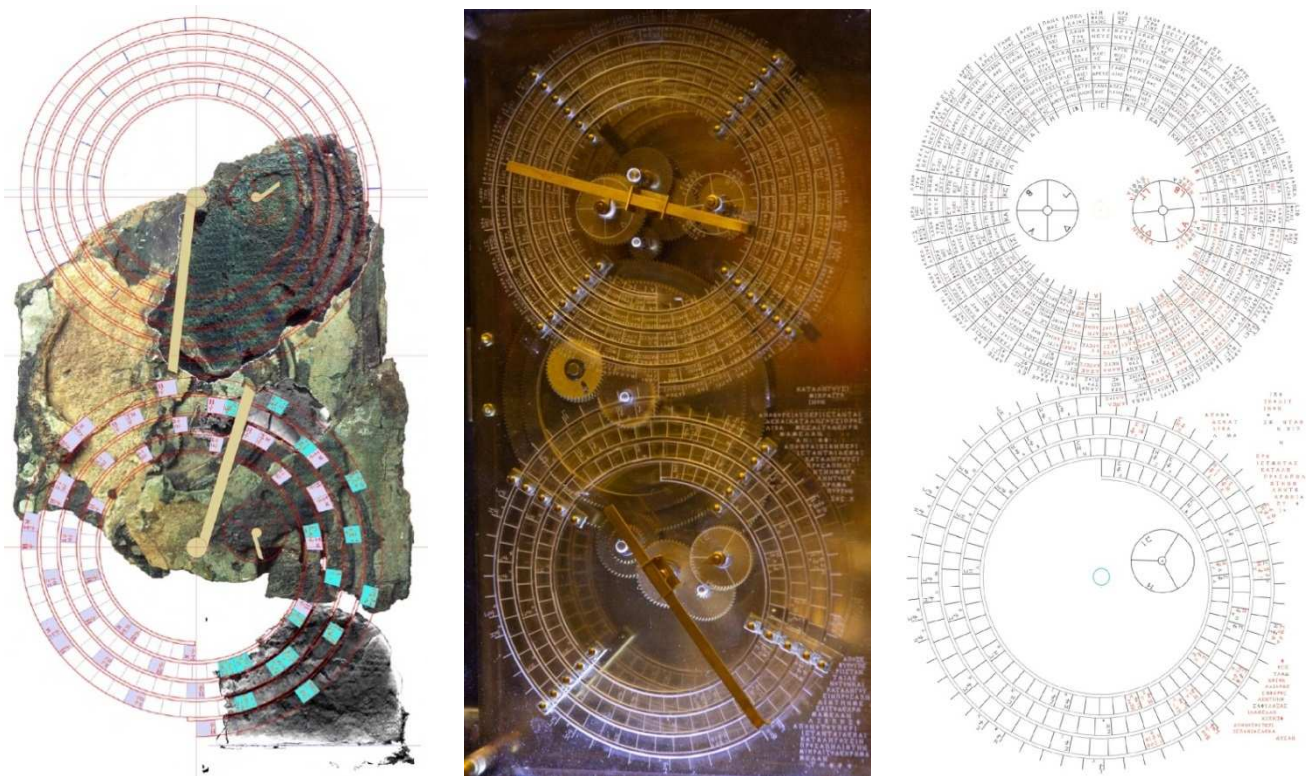
**Εικόνα 16.** Η μετάδοση της ανισοταχούς κίνησης των (k1) και (k2), διαμέσου των (e5)(e6), στο εξωτερικό γρανάτζι (e3).



**Εικόνα 17.** Το αποτέλεσμα της κατασκευής, η εντυπωσιακή προσομοίωση της ανισοταχούς κίνησης της Σελήνης.

### 3.11. ΟΙ ΣΠΕΙΡΕΣ

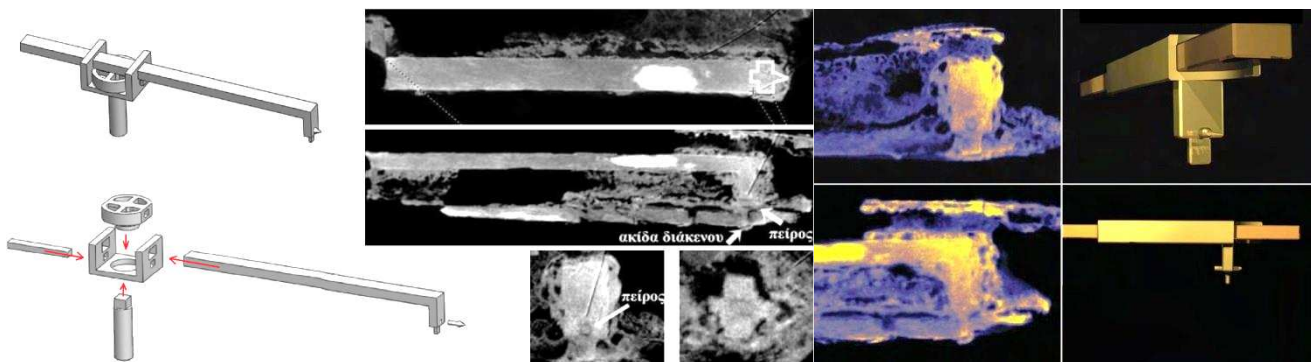
Στην πίσω του πλευρά ο μηχανισμός διαθέτει χαραγμένες δύο μεγάλες κλίμακες ελικοειδούς μορφής, που έχουν σχεδιαστεί σαν σπείρες ημικυκλίων με δύο διαφορετικά κέντρα για τα ημικύκλιά τους. Η επάνω ελικοειδής σπείρα είναι ένα πολύπλοκο ηλιακό και σεληνιακό ημερολόγιο με 5 περιελίξεις. Το συνολικό μήκος της είναι διαιρεμένο σε 235 τμήματα, που αντιστοιχεί στους 235 συνοδικούς (Σεληνιακούς) μήνες της «περιόδου του Μέτωνα». Η ονομασία προέρχεται, από τον Μέτωνα τον Αθηναίο, που το ανακάλυψε το 433 π.Χ. Μέσα στα τμήματα αυτά είναι χαραγμένα με ελληνικούς χαρακτήρες, τα αρχαία ονόματα δώδεκα μηνών ελληνικού ημερολογίου (ΦΟΙΝΙΚΑΙΟΣ, ΚΡΑΝΕΙΟΣ, ΛΑΝΟΤΡΟΠΙΟΣ, ΜΑΧΑΝΕΥΣ, ΔΩΔΕΚΑΤΕΙΣ, ΕΥΚΛΕΙΟΣ, ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΣ, ΨΥΔΡΕΥΣ, ΓΑΜΕΛΙΟΣ, ΑΓΡΙΑΝΙΟΣ, ΠΑΝΑΜΟΣ, ΑΠΕΛΛΑΙΟΣ) επαναλαμβανόμενα, μέχρι να συμπληρωθούν και οι 235 μήνες (19 έτη). Η κάτω ελικοειδής σπείρα έχει 4 περιελίξεις και το συνολικό μήκος της είναι διαιρεμένο σε 223 τμήματα, που αντιστοιχούν στους 223 μήνες της «περιόδου του Σάρως». Η ονομασία προέρχεται, από την σουμεριακή/βαβυλωνιακή λέξη "sar" και ήταν μια μονάδα μέτρησης στην αρχαία Μεσοποταμία. Χρησιμεύει για την πρόβλεψη των εκλείψεων του Ηλίου και Σελήνης. Τα περισσότερα από αυτά τα 223 κελιά είναι κενά, αλλά στους μήνες που γίνεται έκλειψη, υπάρχει χαραγμένο το γράμμα Σ (Σελήνη) ή το γράμμα Η (Ηλιος). Στα κελιά αυτά σημειώνεται επίσης η ακριβής ημέρα και ώρα της έκλειψης με τα σύμβολα ΗΜ (ημέρα) και ΩΡ (ώρα). Καθώς η περίοδος των 223 μηνών της «περιόδου του Σάρως» δεν είναι απολύτως τέλεια, αφού κάθε φορά που επαναλαμβάνεται αυτό το σύνολο των εκλείψεων μέσα στους 223 μήνες, την επόμενη φορά όλα είναι μετατοπισμένα χρονικά κατά 8 ώρες. Για τον λόγο αυτό ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων διαθέτει έναν μικρό βοηθητικό δείκτη, που βρίσκεται μέσα στην κάτω σπείρα και χρησιμεύει για να υποδεικνύει αυτή την μετατόπιση. Ο μικρός αυτός δείκτης περιστρέφεται πολύ αργά (με μια περιστροφή κάθε 54 χρόνια ή κάθε τρεις «περιόδους του Σάρως») και υποδεικνύει κάθε πότε πρέπει να προστεθούν, μηδέν ώρες, 8 ώρες ή 16 ώρες, ώστε η ένδειξη της ώρας! στο κελί της κάτω σπείρας να είναι σωστή.



**Εικόνα 18.** Η πίσω πλευρά, οι σπείρες της «περιόδου του Μέτωνα» και της «περιόδου του Σάρως».

### 3.12. ΟΙ ΣΥΡΟΜΕΝΟΙ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ

Στις δυο μεγάλες ελικοειδείς σπείρες που βρίσκονται στην πίσω πλευρά, οι δείκτες που χρησιμοποιούνται δεν μοιάζουν με τους δείκτες ενός απλού ρολογιού («βελόνες»), αλλά με κινούμενους βραχίονες ενός πικάπ. Αυτό έχει επιτευχθεί με μια σύνθετη κατασκευή (μορφής δείκτη), η οποία στην άκρη της έχει μια βελόνα που ακουμπά επάνω στο χαραγμένο αυλάκι της κάθε σπείρας. Ολόκληρος ο ειδικός δείκτης είναι συρόμενος και ολισθαίνει ελεύθερα αυξομειώνοντας σε μήκος ανάλογα το σημείο (στο χαραγμένο αυλάκι της σπείρας) στο οποίο πατά η βελόνα του. Το μέγιστο μήκος του συρόμενου δείκτη είναι όταν η βελόνα ακουμπά στο εξωτερικό σημείο της σπείρας. Η κατασκευή ολόκληρη είναι αποσπώμενη, έτσι ώστε να δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να την ασφαλίσει και να την απασφαλίσει τοποθετώντας την βελόνα στο κατάλληλο σημείο, για να κάνει την αρχική ρύθμιση του μηχανισμού. Αυτό είναι απαραίτητο αφού μόλις οι βελόνες φτάσουν στο τέλος των σπειρών της «περιόδου του Μέτων» ή της «περιόδου του Σάρος», ο χρήστης πρέπει να γυρίσει τους δείκτες χειροκίνητα πίσω στην αρχή των ελικοειδών σπειρών. Η πολύπλοκη λειτουργία των συρόμενων δεικτών ανακαλύφθηκε το 2005.



**Εικόνα 19.** Αριστερά, οι συρόμενοι βραχίονες (δείκτες), στην μέση η σύγχρονη ακτινοσκοπική ανακάλυψη (2005) και δεξιά, ψηφιακό μοντέλο αντίγραφο των συρόμενων δεικτών.

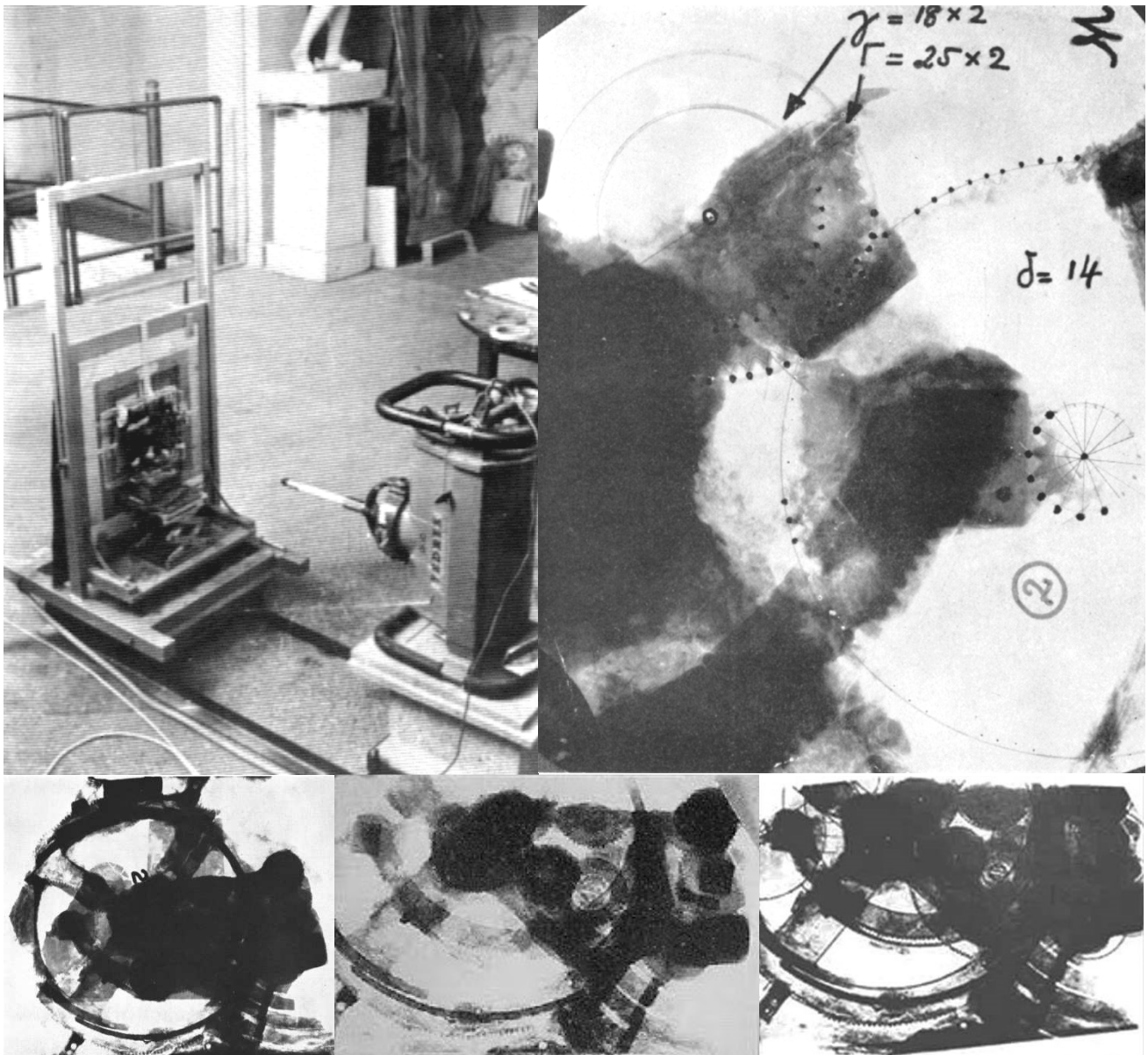
### 3.13. ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

Η πρώτη επιστημονική δημοσίευση για τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων έγινε τον Φεβρουάριο του 1902, στην Αρχαιολογική Εφημερίδα, (pp170-172). Δημοσιεύεται κατάλογος με τα ευρήματα του ναυαγίου και περιγράφεται το εύρημα σαν ένας μηχανισμός, ο οποίος διαθέτει οδοντωτούς τροχούς, επιγραφές, ξύλινο περίβλημα, ενώ δημοσιεύεται και η πρώτη φωτογραφία. Πριν από αυτή την ανακοίνωση, υπήρξαν 3 επιστημονικές ανακοινώσεις, που περιέγραφαν το ναυάγιο, αλλά δεν έκαναν καμία αναφορά στον μηχανισμό. Τα χρόνια που ακολούθησαν υπήρξαν πολλές δεκάδες ανακοινώσεις που αφορούσαν τον μηχανισμό (Στάης, Σβορώνος, Ράδος, Ρεδιάδης, Ρεμ, Θεοφανίδης, Τσίνερ, Γκύντερ, Χάρντερ). Μια από τις σημαντικές επιστημονικές ανακοινώσεις στην ιστορία της μελέτης του μηχανισμού, υπήρξε η εργασία του ιστορικού των επιστημών, Derek John de Solla Price («An Ancient Greek Computer», περιοδικό «Scientific American», 1959).

### 3.14. ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η ραδιογραφία αρχικά και η ψηφιακή ραδιογραφία ή η αξονική τομογραφία (Axial Tomography) στην συνέχεια είναι τεχνικές που βασίζονται στην χρήση πηγών ακτίνων-Χ ή ακτίνων-Γ, πολύ υψηλής ενέργειας που μπορούν να διαπερνούν τα υλικά. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες (ακτίνες-Χ, ακτίνες-Γ, κ.λπ.) είναι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες υψηλής διεσδυτικότητας ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ζώντες οργανισμούς και η παρατεταμένη έκθεση σε αυτές μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες ή ακόμα και θάνατο. Οι ακτινοσκοπικές εικόνες που δημιουργούνται με την διαπέραση αποτυπώνονται επάνω σε ειδικά φιλμ ή ειδικούς τετράγωνους ψηφιακούς

αισθητήρες με την μορφή «σκιών». Αυτές οι «σκιές» δημιουργούνται από το ποσοστό της απορρόφησης των υλικών και εξαρτώνται από το είδος και το πάχος των υλικών. Μπορούν να ληφθούν εικόνες σε διαφορετικό βάθος (τομή=τομογραφία), με διαφορετικές γωνίες και διαφορετικούς άξονες (άξονας=αξονική). Η τεχνική εφευρέθηκε αρχικά για την ιατρική και την ακτινοσκόπηση του εγκεφάλου. Η πρώτη προσπάθεια να διερευνηθεί ακτινοσκοπικά το μεταλλικό εσωτερικό του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, έγινε το 1971. Την πρώτη ακτινοσκόπηση με ακτίνες-Γ (απλές ραδιογραφίες), έκανε ο πυρηνικός φυσικός Χαράλαμπος Καρακάλος, διευθυντής στο ελληνικό ερευνητικό κέντρο επιστημών «Δημόκριτος». Τα ακτινοσκοπικά του ευρήματα μελετήθηκαν στην συνέχεια από τον Derek John de Solla Price, ο οποίος και δημοσίευσε το 1974 την εργασία, «Gears from the Greeks». Το 1991, το εσωτερικό του μηχανισμού ακτινοσκοπήθηκε με την νεότερη τεχνική της γραμμικής αξονικής τομογραφίας (X-ray Linear Motion Tomography) από τους Wright, Bromley και Μάγκου. Χρησιμοποιήθηκε μια κατάλληλη μετακινούμενη τράπεζα, στην οποία τοποθετούνταν επάνω τα θραύσματα και κατευθύνονταν προς την πηγή με σταθερές γραμμικές κινήσεις ανά 1mm.



**Εικόνα 20.** Η ραδιογράφιση μέσα στο αρχαιολογικό μουσείο το 1971 και οι πρώτες ραδιογραφίες.

## 4. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

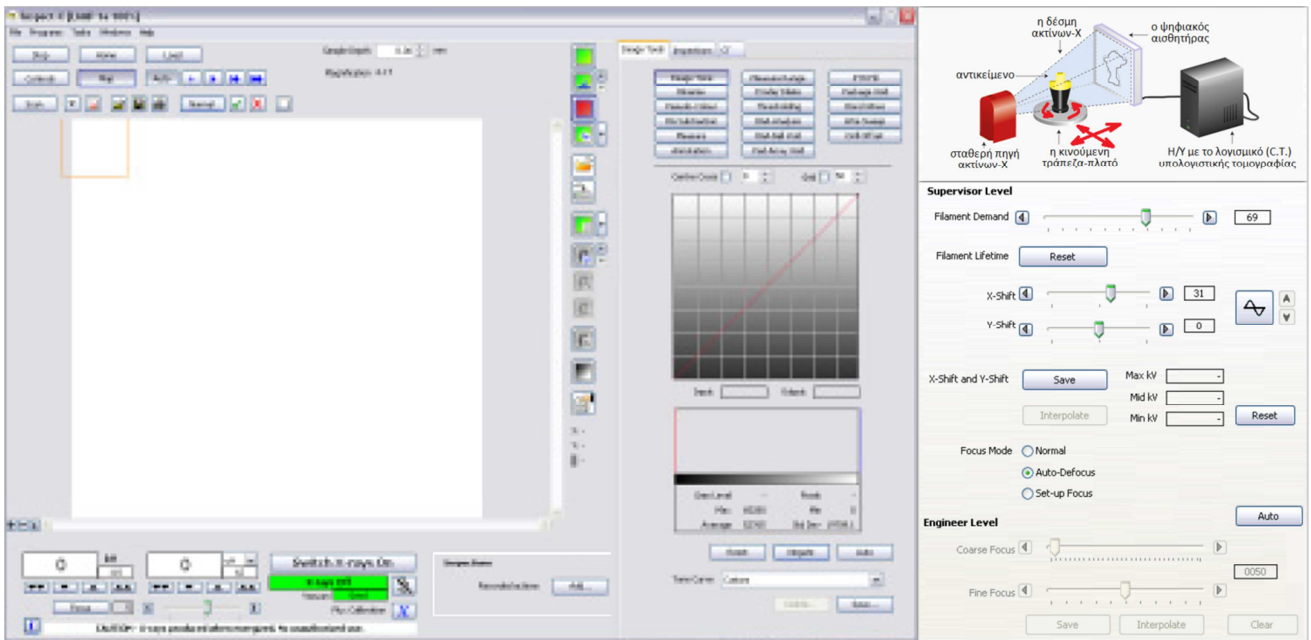
### 4.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Καθώς τα διασωζόμενα κομμάτια που αποτελούν τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων είναι στην πραγματικότητα διαβρωμένες και οξειδωμένες μεταλλικές εύθραυστες μάζες, ο προσδιορισμός και η επισταμένη μελέτη των επιμέρους εσωτερικών χαρακτηριστικών τους, έγινε πραγματικότητα μόλις το 2005, χάρη στις νέες τεχνολογίες και την επιστήμη της Πληροφορικής. Η υπολογιστική τομογραφία (Computed Tomography, C.T.) είναι η σύγχρονη έκδοση της ραδιογραφίας. Για την μελέτη και την αποκωδικοποίηση του εσωτερικού του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, χρησιμοποιήθηκε ένας υπερσύγχρονος και πρωτοποριακός αξονικός τομογράφος ακτινών-Χ, μεγάλης διεισδυτικής ικανότητας (>15 εκατοστών μετάλλου) υποστηριζόμενος από ένα ειδικό λογισμικό ψηφιακής ανασύνθεσης, εξαιρετικής ακρίβειας. Τα θραύσματα στερεώθηκαν επάνω σε μια κινούμενη τράπεζα-πλατό, η οποία με μικρές γραμμικές κινήσεις κατευθυνόταν ελεύθερα (στους 3 άξονες, Χ,Υ,Ζ) προς μια σταθερή πηγή ακτίνων-Χ, επιτρέποντας την προοδευτική διείσδυση των ακτινών-Χ μέσα στον χαλκό και τη λήψη των τομών (τομογραφίες). Το λογισμικό «CT-Pro», που αναπτύχθηκε από την εταιρία Hewlett-Packard, ειδικά για την μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, ανασυνέθεσε και πρόβαλε το κάθε θραύσμα σαν ένα τρισδιάστατο 3D ψηφιακό μοντέλο, χρησιμοποιώντας και ανασυνθέτοντας αυτές τις τομογραφίες. Αυτό που κάνει το λογισμικό «CT-Pro», είναι ένας τρισδιάστατος ψηφιοποιημένος χάρτης της γραμμικής εξασθένησης των ακτινών-Χ που προκαλείται από την απορρόφηση του χαλκού. Η επεξεργασία γίνεται για όλες τις ακτινοσκοπικές τομές. Ο αριθμός των τομογραφιών που απαιτείται για την δημιουργία ενός ποιοτικού τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου ενός μεγάλου θραύσματος, είναι μεταξύ 1.500-3.000 τομογραφιών. Για την σάρωση του θραύσματος Α έγιναν 3.052 τομογραφίες. Η επεξεργασία των τομών είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Η ανάλυση της κάθε τομογραφίας είναι της τάξεως των μερικών δεκάδων μικρομέτρων (2-3 εκατοστά του χιλιοστού). Τον τομογράφο, βάρους 8 τόνων, μέγιστης ισχύος 450kV και διακριτικής ικανότητας ενός εικοστού του χιλιοστού, κατασκεύασε η εταιρία X-Tek Systems Ltd, μια μικρή οικογενειακή επιχείρηση, στο εργοστάσιο της έξω από το Λονδίνο, η οποία εξαγοράστηκε πρόσφατα από την ιαπωνική εταιρία κατασκευής φωτογραφικών μηχανών Nikon Corporation. Ο μέχρι τότε, ισχυρότερος τομογράφος της X-Tek ήταν στα 225kV, αρκετά για να διεισδύσουν στο ανθρώπινο σώμα ή σε ένα μικρό κομμάτι μετάλλου, αλλά όχι αρκετά για να διαπεράσουν μια μάζα χαλκού 15 εκατοστών (στην κατά μήκος, διαπέραση του μηχανισμού). Οι τομογράφοι που κατασκευάζει σήμερα η εταιρία αυτή, είναι ιδανικοί για την υψηλής ανάλυσης, εσωτερική επιθεώρηση των μεταλλικών πτερυγίων των αεροστροβίλων των αεροσκαφών (aircraft turbine blades), μιας ιδιαίτερα μεγάλης και ακριβής αγοράς. Από αυτό το γεγονός, ο τομογράφος, πήρε το όνομα «Bladerunner». Για την μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων ο βάρους, 8 τόνων τομογράφος ταξίδεψε ο ίδιος στην Ελλάδα, καθώς ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, λόγω της αξίας και της σπουδαιότητάς του, δεν επιτρέπεται να μετακινηθεί από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών. Τα ευρήματα και οι εντυπωσιακές τρισδιάστατες εικόνες που προέκυψαν από το εσωτερικό του Υπολογιστή των Αντικυθήρων (Οκτώβριος 2005), δημοσιεύθηκαν για πρώτη φορά στο επιστημονικό περιοδικό «Nature», τον Δεκέμβριο του 2006 (Nature, Volume 444, Issue 7119, pp. 587-591). Από την υπολογιστική τομογραφία (C.T.) του 2005,

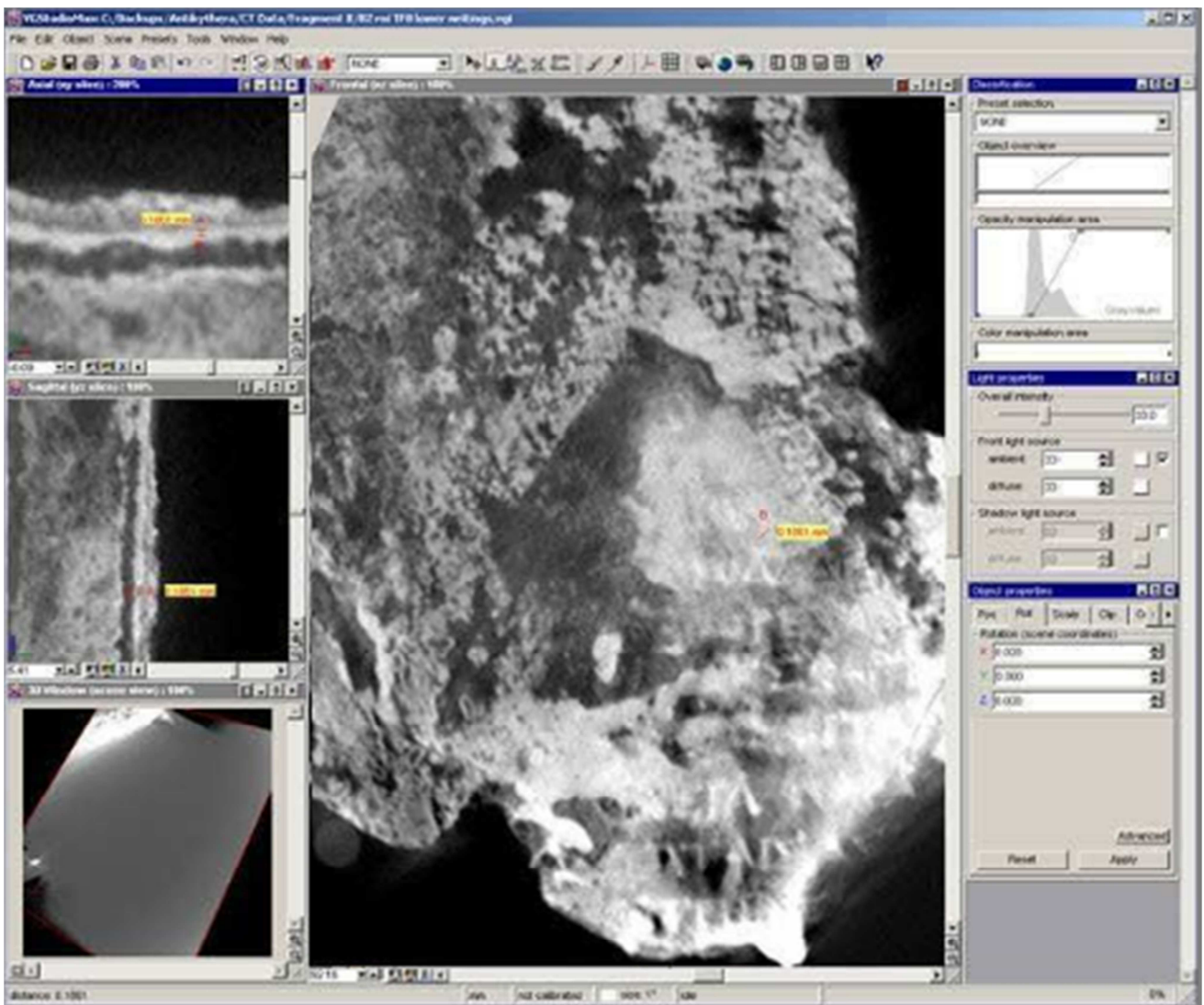
- αναγνωρίστηκαν και διαβάστηκαν επιπλέον 932 εγχάρακτα γράμματα
- εντοπίστηκε το θραύσμα F
- αναγνωρίστηκε και αποδείχτηκε η λειτουργία των συρόμενων βραχιόνων
- αναγνωρίστηκε και αποδείχτηκε η λειτουργία των δυο γριναζιών (k1)(k2), με τον πείρο και την υποδοχή-διαδρομή, για την ανισοταχή κίνηση της Σελήνης



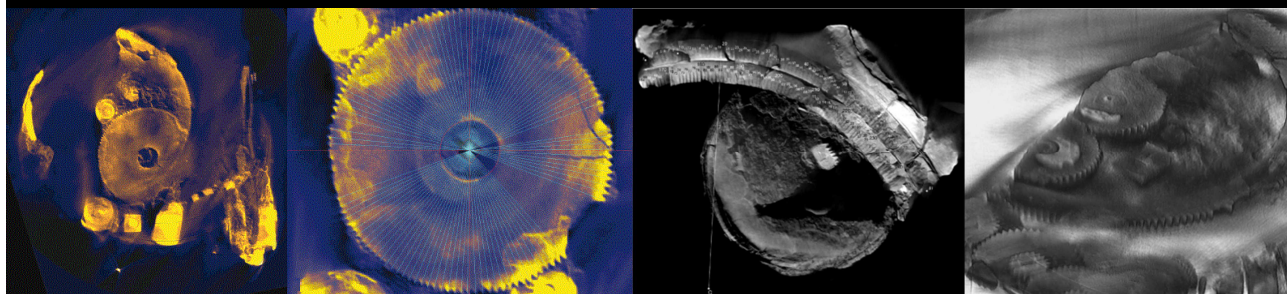
Εικόνα 21. Ο αξονικός τομογράφος, στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, τον Οκτώβριο του 2005.



Εικόνα 22. Το λογισμικό με το οποίο γίνεται ο χειρισμός του τομογράφου.



Εικόνα 23. Το λογισμικό επεξεργασίας των τομογραφιών.



**Εικόνα 24.** Η υπολογιστική τομογραφία και το εσωτερικό του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.



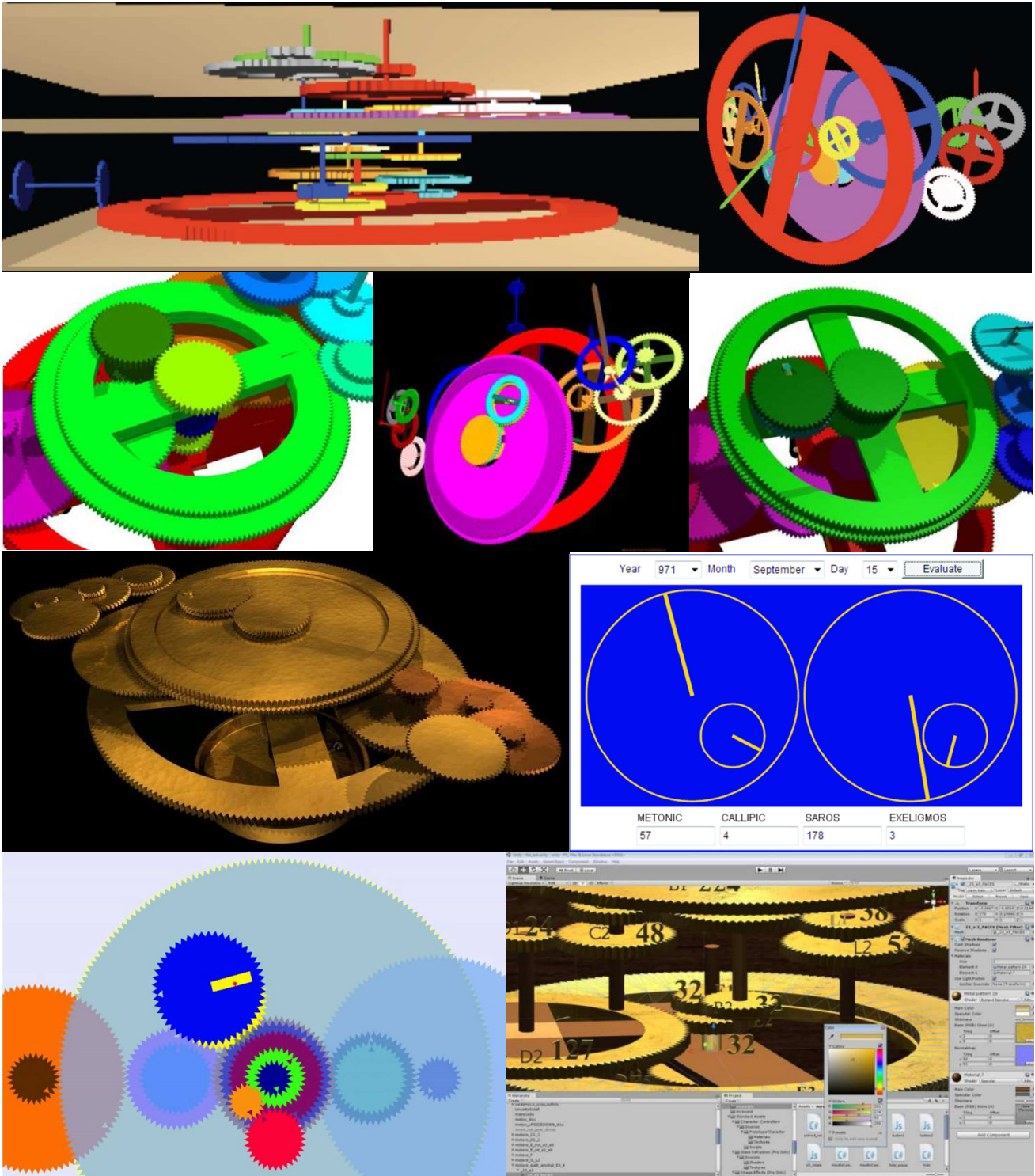
Εικόνα 25. Η αναγνώριση χαρακτήρων με την βοήθεια της υπολογιστικής τομογραφίας.

#### 4.2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Τα χρόνια που ακολούθησαν την ανακάλυψη, έγιναν πολλές προσπάθειες για να κατασκευαστούν φυσικά αντίγραφα του μηχανισμού, τα οποία συσχετίζονταν με την χρονική εξέλιξη της έρευνας του μηχανισμού. Κάποια από αυτά τα μοντέλα ήταν στατικά και κάποια άλλα διέθεταν λειτουργικότητα (μικρή ή μεγάλη, ορθή ή λανθασμένη). Η πρώτη προσπάθεια κατασκευής ενός μηχανικού αντιγράφου (ημιτελούς) έγινε από τον ναύαρχο Ι. Θεοφανίδη, τον άνθρωπο που βρισκόταν στο πλήρωμα του «Μυκάλη», που έκανε την ανέλκυση. Τα φυσικά μοντέλα ήταν και είναι απαραίτητα στην εξέλιξη των προσπαθειών μελέτης αλλά δύσκολα στην κατασκευή και την συντήρησή τους, καθώς ακόμα και μια μικρή λειτουργική τροποποίηση μπορεί να απαιτεί φυσική αποσυναρμολόγηση και ανακατασκευή πολλών γραναζιών.

Με την πρόσφατη εκρηκτική εξέλιξη της Πληροφορικής, των υπολογιστών και ειδικά με την εξέλιξη των συστημάτων λογισμικού, αρχικά με τα bitmap λογισμικά, τις τεχνικές animation και στην συνέχεια με τα vector λογισμικά και τις τεχνικές simulation, η ψηφιακή μοντελοποίηση έγινε το ιδανικό εργαλείο-κλειδί για την αποκρυπτογράφηση των λειτουργιών του Υπολογιστή των Αντικυθήρων. Τα bitmap και τα vector λογισμικά είναι οι δύο βασικοί τύποι σχεδιαστικών λογισμικών. Στα απλά bitmap σχεδιαστικά λογισμικά (όπως το Paint των Windows), το κάθε σχέδιο είναι μια συλλογή από πολύ μικρές χρωματιστές κουκίδες, που ονομάζονται pixels. Το pixel είναι η ελάχιστη, η στοιχειώδης δυνατότητα αποτύπωσης ενός σημείου και δεν μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω. Στα bitmap λογισμικά, η εναλλαγή των χρωμάτων σε μια σειρά από pixels, είναι αυτό που θα δημιουργήσει το κάθε σχέδιο (σύνθετο ή απλό). Στα σχεδιαστικά λογισμικά (όπως το Photoshop της Adobe Systems), που βασίζονται στην τεχνική vector, (διανυσματικό) το κάθε σχέδιο (σύνθετο ή απλό) δημιουργείται από πολλά ανεξάρτητα αντικείμενα (γραμμές, τελείες, κύκλοι, ορθογώνια, κείμενα, χρώματα, κ.λπ.) με την βοήθεια της γεωμετρίας και των μαθηματικών εξισώσεων. Κάθε μεταβολή στην θέση και την διάσταση ενός αντικειμένου, προκαλεί τον επαναυπολογισμό της γεωμετρίας και των μαθηματικών που το καθορίζουν. Επομένως στα vector λογισμικά, δεν μειώνεται η ποιότητα της ανάλυσης και το κάθε σχέδιο μπορεί να μεγεθύνεται συνεχώς ή να σμικρύνεται, χωρίς καμία απώλεια. Ο όρος animation στα ελληνικά αποδίδεται σαν η εικόνα που έχει κίνηση, ή η ταχεία προβολή μιας σειράς εικόνων ενός αντικειμένου, έτσι ώστε να δημιουργείται στο ανθρώπινο μάτι η ψευδαίσθηση της κίνησης. Είναι μια καθαρή οπτική οφθαλμαπάτη που προκαλείται από το φαινόμενο της διατήρησης μιας εικόνας στο ανθρώπινο

μάτι για 1/12 του δευτερολέπτου. Η διατήρηση αυτή έχει αποτέλεσμα ο ανθρώπινος εγκέφαλος να αντιλαμβάνεται αυτές τις συνεχόμενες εικόνες σαν μια ρεαλιστική κινούμενη ταινία. Ο όρος simulation στα ελληνικά μεταφράζεται σαν η εξομοίωση, η προσομοίωση, η μίμηση της κίνησης ενός μοντέλου του πραγματικού κόσμου στην κλίμακα του χρόνου. Η προσομοίωση γίνεται από σύνθετα προγράμματα που εκτελούν μαθηματικούς και κινηματικούς υπολογισμούς για να μιμηθούν ή να προβλέψουν το αποτέλεσμα της κίνησης ενός 3D μοντέλου βάσει των συνθηκών της κίνησης του, σε σχέση με το περιβάλλον του (κλίση, βάρος, πλευρικές δυνάμεις, αέρας, κ.λπ.).



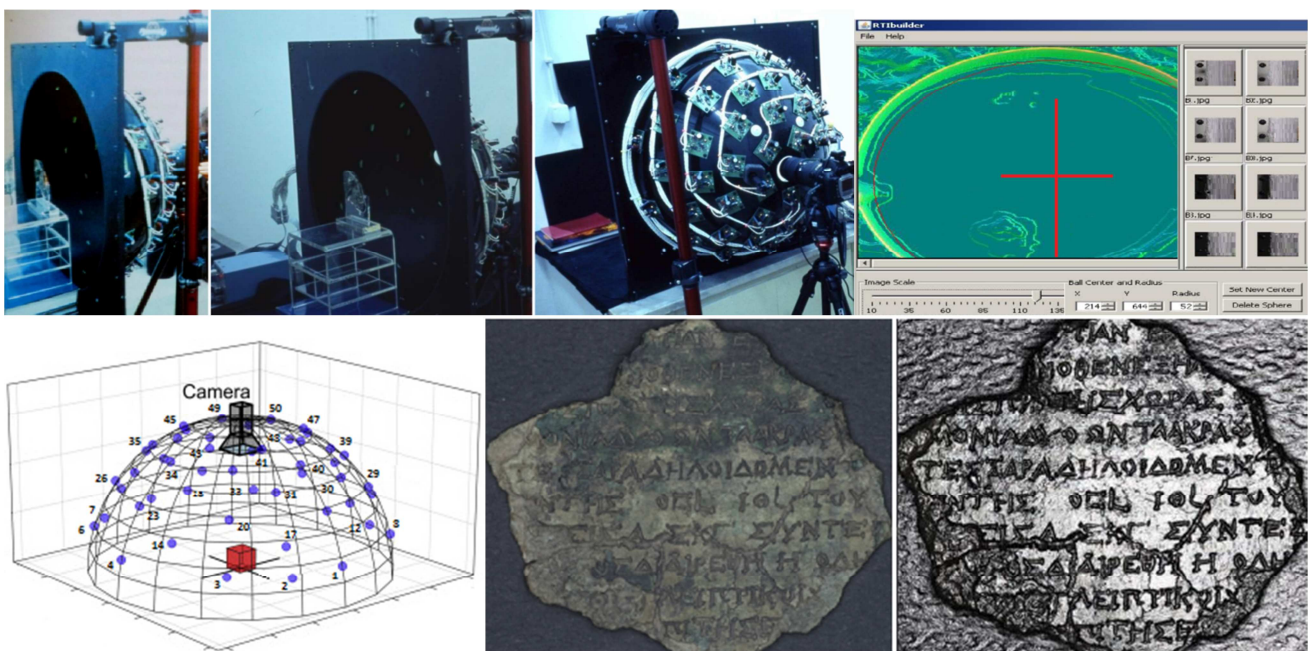
Εικόνα 26. Λογισμικά προσομοίωσης των λειτουργιών του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.

Το animation δεν λαμβάνει υπόψη του καμία από αυτές τις συνθήκες και άρα είναι κάτι πολύ απλούστερο. Η πρώτη προσπάθεια να κατασκευαστεί από υπολογιστή ένα αντίγραφο, του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, έγινε το 1980 από τον Robert Morris, ο οποίος δημιούργησε το πρώτο πειραματικό ψηφιακό μοντέλο. Η σύγχρονη ψηφιακή μοντελοποίηση (simulation) του Υπολογιστή των Αντικυθήρων δίνει την δυνατότητα παραγωγής ενός ψηφιακού μοντέλου (ακριβούς αντιγράφου), το οποίο περιγράφεται διανυσματικά (vector) και άρα δεν χάνει σε λεπτομέρεια και σε λειτουργικότητα, ανεξάρτητα από το σημείο θέασης. Σε αυτό το ψηφιακό μοντέλο ο χρήστης, μπορεί να «μπει μέσα», να το περιστρέψει, να το μεγαλώσει, να το μικρύνει, να το εξετάσει από κάθε οπτική γωνία, να του αλλάξει την ταχύτητα κίνησης, να παρατηρήσει τις λεπτομέρειες των μικρών γραναζιών, να μελετήσει την εμπλοκή δυο γραναζιών, να διορθώσει ασυμφωνίες κίνησης, να αλλάξει την θέση ή το μέγεθος ενός γραναζιού και κατά συνέπεια να αποκωδικοποιήσει ευκολότερα και καλύτερα τις λειτουργίες του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.

### 4.3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΩΝΙΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Όλοι οι χαρακτήρες των κειμένων (γράμματα) τα οποία υπάρχουν επάνω στα θραύσματα του μηχανισμού έχουν ύψος, από 1,5 έως 2,5 mm και μέγιστο βάθος χάραξης που δεν ξεπερνά το ένα δέκατο του χιλιοστού. Τα γράμματα αυτά λόγω της διάβρωσης και της οξείδωσης, είναι εξαιρετικά δύσκολο να διαβαστούν, καθώς η αναγνώριση ενός και μόνο χαρακτήρα απαιτεί ιδιαίτερα μεγάλη προσπάθεια και πολύ χρόνο. Μέχρι και σήμερα έχουν διαβαστεί συνολικά, σχεδόν 3.000 εγχάρακτα γράμματα. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ένας ερευνητής (Αναστασίου, 2014), «αισθανθήκαμε ότι προσπαθούμε να διαβάσουμε ένα σκισμένο, τσαλακωμένο και απολιθωμένο κείμενο».

Οι νεότερες προσπάθειες αναγνώρισης έγιναν με ειδική φωτογραφική απεικόνιση και την τεχνική μετασχηματισμού ανάκλασης (Reflectance Transformation Imaging, R.T.I.). Η τεχνική αυτή, βασίζεται στο φαινόμενο που προκαλεί στον παρατηρητή, ο φωτισμός ενός πίνακα ζωγραφικής από διαφορετικά σημεία. Στην απλή και κατά μέτωπο παρατήρηση δεν είναι δυνατό να διακριθούν οι λεπτομέρειες από τα ίχνη του πινέλου. Εάν όμως χαμηλώσει ο γενικός φωτισμός και φωτιστεί ο πίνακας από ένα διαφορετικό και υπό γωνία, σημείο, είναι δυνατό να διακριθούν (σαν μικροσκοπικές)



**Εικόνα 27.** Η φωτογράφιση με την τεχνική R.T.I. Επάνω δεξιά, το λογισμικό επεξεργασίας. Κάτω δεξιά, η βελτίωση της αναγνωσιμότητας των χαρακτήρων.

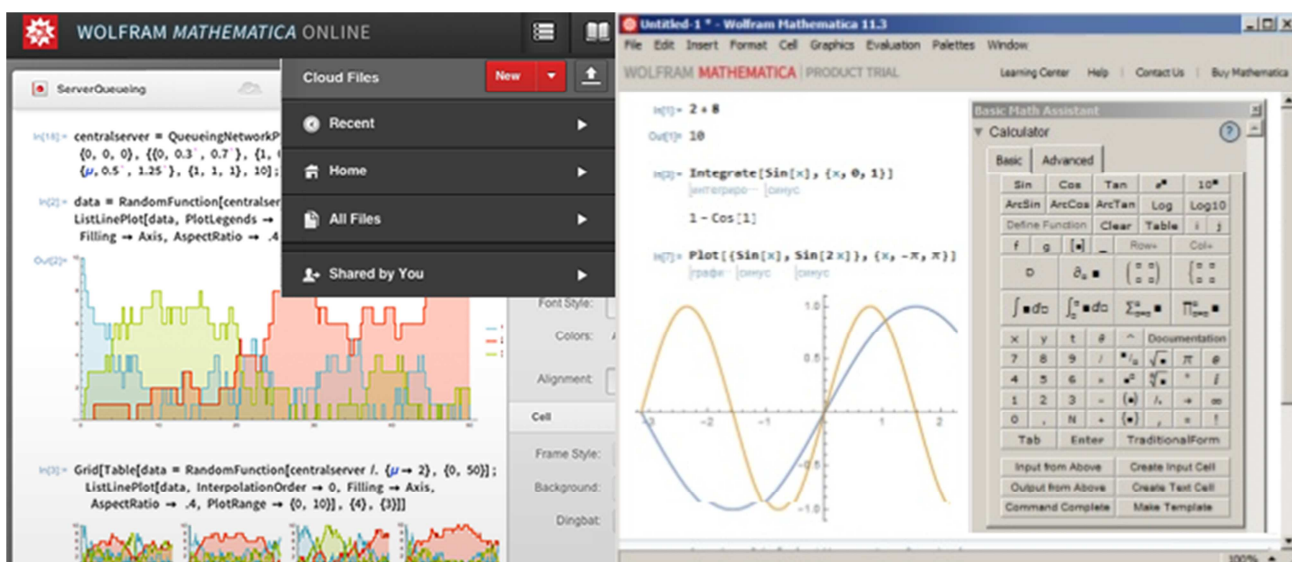
τα ίχνη του πινέλου επάνω στον καμβά που δημιουργήσε η κατεύθυνση του πινέλου. Κάθε μετακίνηση στον πλάγιο φωτισμό είναι δυνατό να αναδείξει (σαν μικροσκοπικές) και όσα άλλα ίχνη προκάλεσαν αντίστοιχες διακυμάνσεις στην κατεύθυνση του πινέλου. Για την εφαρμογή της τεχνικής R.T.I., το αντικείμενο τοποθετείται κάτω από μια ειδική κατασκευή θόλο, (dome method) η οποία διαθέτει 50 διαφορετικές πηγές φωτισμού τοποθετημένες σε σταθερά σημεία. Η φωτογράφιση γίνεται σαν μια αλληλουχία από πόζες, με την κάθε μια από αυτές τις πόζες να φωτίζεται από μια και μόνο από τις 50 διαφορετικές πηγές φωτισμού. Στην συνέχεια, η αλληλουχία των φωτογραφιών προωθείται προς ένα ειδικό λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας το οποίο αξιοποιώντας τις γνωστές γωνίες πρόσπτωσης του φωτός επάνω στο αντικείμενο από την κάθε φωτογραφία, παράγει μια ψηφιακή υπολογιστική εικόνα μέσω των διαφορετικών ανακλάσεων. Το λογισμικό με το όνομα «RTI-builder», έχει κατασκευάσει η εταιρία Hewlett-Packard. Η τεχνική R.T.I., είναι η νεώτερη εκδοχή της ψηφιακής τεχνικής πολυωνυμικής χαρτογράφησης (Polynomial Texture Mapping, P.T.M.) που εφευρέθηκε το 2001, επίσης από την Hewlett-Packard. Με την τεχνική P.T.M., το αντικείμενο φωτογραφίζεται υπό διάφορες συνθήκες φωτισμού ώστε να καταστεί δυνατό να αποκαλυφθούν λεπτομέρειες στην επιφάνεια του. Κατά την διαδικασία, η φωτογραφική μηχανή και το αντικείμενο παραμένουν σταθερά και μόνο η φωτεινή πηγή μετακινείται σε διάφορες θέσεις και γωνίες (από 15 έως 65 μοίρες).

Το 2005, τα θραύσματα του Υπολογιστή των Αντικυθήρων τοποθετήθηκαν μέσα στην θόλο, φωτογραφήθηκαν με την τεχνική R.T.I. και στην συνέχεια με την βοήθεια του λογισμικού «RTI-builder», έγινε δυνατό να αποκαλυφθούν πολλές λεπτομέρειες και να αναγνωριστούν πολλοί νέοι χαρακτήρες (γράμματα) από τις επιφάνειες των θραυσμάτων. Τα γράμματα αυτά δεν μπορούσαν να γίνουν ορατά μέχρι τότε με τις κλασικές μεθόδους φωτογράφισης. Η διαδικασία της αναγνώρισης συνεχίζεται ακόμα και σήμερα.

#### 4.4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

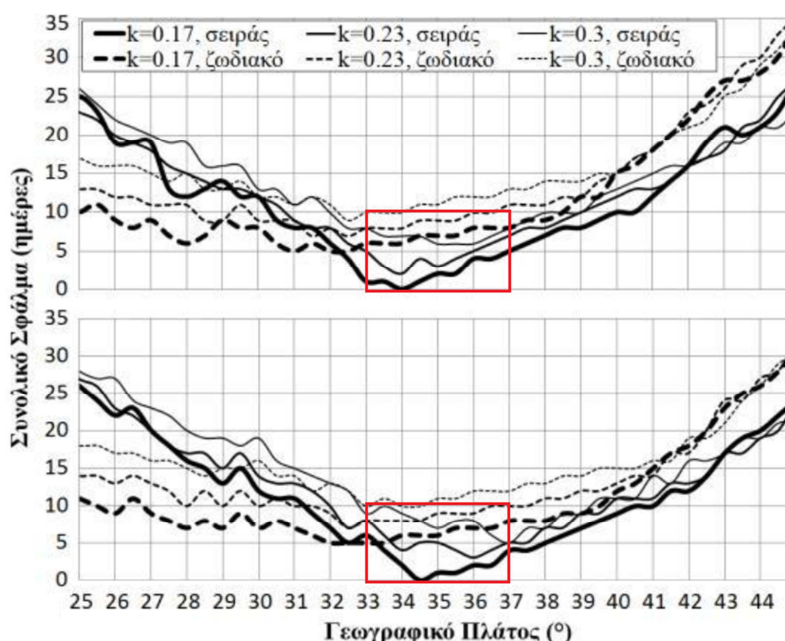
Η ημερομηνία που αναμένεται να συμβεί ένα αστρικό γεγονός είναι σταθερή για μεγάλες χρονικές περιόδους αλλά μεταβάλλεται εάν ο παρατηρητής μετακινηθεί σε ένα διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος. Εάν είχαμε στην διάθεση μας όλα τα παρατηρήματα του μηχανισμού θα γνωρίζαμε μια μεγάλη αλληλουχία από αστρικές προβλέψεις που εκτελεί η κατασκευή. Συνεπώς διερευνώντας αυτή την ακολουθία για την εποχή κατασκευής θα μπορούσαμε σχεδόν με βεβαιότητα να καθορίσουμε τον τόπο κατασκευής και χρήσης του μηχανισμού. Όμως τα μόλις 9 αστρικά γεγονότα που έχουν διασωθεί και παρόλο που είναι σε σειρά (το ένα δηλαδή γεγονός, ακολουθεί το επόμενο αστρικό γεγονός), δεν επιτρέπουν να καθοριστεί με απόλυτη σιγουριά το γεωγραφικό πλάτος για το οποίο χαράχθηκε το παράπηγμα και άρα δεν μπορεί να καθοριστεί επακριβώς η γεωγραφική περιοχή καταγωγής του μηχανισμού.

Πως θα μπορούσαμε όμως, να εκτελέσουμε με έναν γρήγορο τρόπο όλους τους πιθανούς συνδυασμούς υπολογισμών για την ακολουθία έλευσης των μόλις 9 γνωστών παρατηρημάτων, την εποχή κατασκευής, για όλες τις πιθανές γεωγραφικές συντεταγμένες, ώστε να βρεθεί το πιθανότερο σημείο κατασκευής και χρήσης του μηχανισμού. Για να επιλυθεί ο προβληματισμός και να αναλυθούν όλα τα διαθέσιμα δεδομένα, χρησιμοποιήθηκε το «Mathematica», ένα ειδικό λογισμικό συμβολικών υπολογισμών (computational software) το οποίο μπορεί να σχεδιάζει, να αναλύει και να χειρίζεται σύνθετες αλγεβρικές παραστάσεις. Τα λογισμικά συμβολικών υπολογισμών, είναι ειδικά λογισμικά τα οποία μπορούν να διαβάζουν μαθηματικές συναρτήσεις και εκφράσεις, υπολογίζοντας τα αποτελέσματα τους και εμφανίζοντας τα γρήγορα και απλά σε γραφικές αναπαραστάσεις, ακριβώς όπως θα έκανε κάποιος στο χέρι αλλά με πολύ κόπο και σε περισσότερο χρόνο.



**Εικόνα 28.** Το λογισμικό συμβολικών υπολογισμών «Mathematica». Αριστερά η online web έκδοση και δεξιά η desktop έκδοση.

Για τους σκοπούς μελέτης του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, το 2014 στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, (Αναστασίου, 2014) γράφτηκε στο «Mathematica», ένας αλγόριθμος εξαντλητικού υπολογισμού (εξαντλητικός αλγόριθμος), ο οποίος υπολόγισε για την εποχή κατασκευής, την έλευση των αστρικών γεγονότων με την σειρά που τα περιγράφει ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, στο παράπηγμα του, για όλα τα πιθανά γεωγραφικά πλάτη. Ο αλγόριθμος γράφτηκε για το 150 π.Χ., την χρονολογία κατασκευής του Υπολογιστή των Αντικυθήρων και οι υπολογισμοί για τα αστρικά γεγονότα έγιναν χωρίς καμία ελεύθερη παράμετρο. Από την εφαρμογή της μεθόδου για το μεγαλύτερο τμήμα του διαθέσιμου παραπήγματος (έξι αστρικά γεγονότα), υπολογίστηκε σαν ισχυρή ένδειξη, ότι τα δεδομένα του Υπολογιστή των Αντικυθήρων ταιριάζουν, καλύτερα, με τα αποτελέσματα των υπολογισμών του αλγορίθμου που γράφτηκε στο λογισμικό συμβολικών υπολογισμών (computational software), για τα γεωγραφικά πλάτη,  $33.3^{\circ}\text{N} - 37.0^{\circ}\text{N}$ .



**Εικόνα 29.** Διάγραμμα από το «Mathematica», με το συνολικό σφάλμα ανά γεωγραφικό πλάτος. Το μικρότερο σφάλμα (0-10 ημέρες) υπολογίστηκε για τα γεωγραφικά πλάτη,  $33.3^{\circ}\text{N} - 37.0^{\circ}\text{N}$ .

## 5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Έχουν περάσει 120 χρόνια από την ανακάλυψη του ναυαγίου των Αντικυθήρων, του σπουδαιότερου γνωστού ναυαγίου του αρχαίου ελληνικού κόσμου. Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων, το μοναδικό και ανεκτίμητο αυτό αντικείμενο που βρέθηκε τυχαία ανάμεσα στα ευρήματα του ναυαγίου, είναι το κορυφαίο από τα γνωστά διασωθέντα, τεχνολογικό επίτευγμα της Ελληνιστικής περιόδου και θεωρείται μέχρι σήμερα, η επιτομή της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας. Το πνεύμα που αντιπροσωπεύει, είναι η φυσική συνέπεια της τεράστιας προόδου που σημειώνει ο ανθρώπινος πολιτισμός κατά την Ελληνιστική περίοδο στον ευρύτερο ελλαδικό χώρο.

Πολλά ερωτήματα που συνοδεύουν τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων, παραμένουν αναπάντητα και ίσως να παραμείνουν έτσι για πάντα. Ποια ήταν η αξία του Υπολογιστή των Αντικυθήρων την εποχή που κατασκευάστηκε. Ήταν δυνατό να αποτελεί μέρος της περιουσίας ενός και μόνο ατόμου ή είχε κατασκευαστεί για να ανήκει σε έναν βασιλιά ή σε ένα ολόκληρο κράτος. Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων ήταν όργανο πρωτότυπο (prototype) ή αντίγραφο από όμοια όργανα που κατασκευάζονταν και πωλούνταν μαζικά και ελεύθερα στο εμπόριο. Γιατί οι οδηγίες χρήσης που συνόδευαν το όργανο αυτό, ήταν τόσο αναλυτικές. Εάν ήταν πρωτότυπο γιατί οι οδηγίες χρήσης ήταν τόσο εμφανείς. Το όργανο αυτό ήταν το τελειότερο της εποχής του ή υπήρχαν και άλλα καλύτερα από αυτό. Γιατί δεν έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα κάποια παρόμοια όργανα αφού υπήρχαν πολλά. Οι σφουγγαράδες από την Σύμη, είχαν την απίστευτη τύχη να ανακαλύψουν το καλύτερο τεχνολογικό επίτευγμα της αρχαιότητας ή απλά ανακάλυψαν ένα «μέσο» και «φτηνό» όργανο της αρχαιότητας.

Με τις πρόσφατες εξελίξεις της επιστήμης της Πληροφορικής και της ανάπτυξης των τεχνολογιών των υπολογιστών, έγινε δυνατό να απαντηθούν κάποια ερωτήματα, για την προέλευση, την λειτουργία και την σημασία του Υπολογιστή των Αντικυθήρων. Επιπλέον, από αυτή την σύγχρονη έρευνα προέκυψαν αναπάντεχα και απαντήσεις σε κάποιες εντελώς νέες και άγνωστες δυνατότητες του μηχανισμού. Θα πρέπει να θεωρείται πολύ πιθανό ότι τα επόμενα χρόνια που θα ακολουθήσουν και με την πρόοδο που θα επέλθει στις επιστήμες, τις τεχνικές και τις τεχνολογίες, θα υπάρξουν περισσότερες εξελίξεις και απαντήσεις, καθώς θα συνεχίζεται η έρευνα στο σημείο του ναυαγίου αλλά και επάνω στα διασωθέντα τμήματα του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.

Θα πρέπει επίσης να θεωρείται απολύτως βέβαιο ότι οι επόμενες γενεές, θα έχουν την τύχη και τις ευκαιρίες να ανακαλύψουν πολύ σπουδαιότερα πράγματα και από την αρχαιότητα αλλά κυρίως, από το δικό τους μέλλον.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναστασίου, Μαγδαληνή, *“Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Αστρονομία και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα”*, Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, (2014).

Διόλατζης Ιωάννης, *“Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Δημιουργία τρισδιάστατου διαδραστικού μοντέλου και υποστηρικτικής εφαρμογής”*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, (2014).

Ευσταθίου Κυριάκος, Μπασιακούλη Αλεξάνδρου, Ευσταθίου Μαριάννας, Αναστασίου, Μαγδαληνής, Σειραδάκης Χιού Ιωάννης, *“Τρισδιάστατη σχεδίαση και κατασκευή πιστού λειτουργικού αντιγράφου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων”*, Ακαδημία Θεσμών και Πολιτισμών, Επιστημονική Επιθεώρηση, Τόμος 1, Τεύχος Β, (2017).

Θεοφανίδης Ι., Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών, (1934).

Λάζος, Χρήστος, *“Ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων. Μηχανισμοί με διαφορικό γρανάζι”*, Αθήνα, (1994).

Λυκούδης Εμμανουήλ, *“Σελίδες”*, Αθήνα, (1920).

Ράδος Κ., *“Περί τον θησαυρόν των Αντικυθήρων: Αστρολάβος, αναφορικά ωρολόγια, μηχανικά δρομόμετρα, «σφαίραι» ή πλανητάρια. - Υποβρύχια ανασκαλεύσεις προς ανεύρεσιν αρχαιοτήτων”*, Ναυτικά και Αρχαιολογικά Σελίδες, Αθήνα, (1910).

Ρεδιάδης Περικλής, *“Ο εξ Αντικυθήρων αστρόλαβος”*, Το εν Αθήναις Εθνικόν Μουσείον. Ο θησαυρός του ναυαγίου των Αντικυθήρων, Αθήνα, (1903).

Ρουμελιώτης Μάνος, *“Μοντελοποίηση και προσομοίωση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων”*, Ακαδημία Θεσμών και Πολιτισμών, Επιστημονική Επιθεώρηση, Τόμος 1, Τεύχος Β, (2017).

Σβορώνος Ι.Ν., *“Ο θησαυρός των Αντικυθήρων”*, (1903).

Σειραδάκης Χιού Ιωάννης, Αναστασίου Μαγδαληνή, Ευσταθίου Κυριάκος, *“Η σχέση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων με τη ΒΔ Ελλάδα και την Κέρκυρα”*, Περιοδικό Image, Τεύχος 1, (2015).

Στάης Βαλέριος, *“Τα εξ Αντικυθήρων ευρήματα”*, Αθήνα, (1907).

Τούρτας Αλέξανδρος, Θεοδούλου Θεοτόκης, Κουρκουμέλης Δημήτριος, Foley Brendan, Σειραδάκης Χιού Ιωάννης, *“Στοιχεία και ερμηνείες σχετικά με την εύρεση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Σημειώσεις για το μέλλον”*, Ακαδημία Θεσμών και Πολιτισμών, Επιστημονική Επιθεώρηση, Τόμος 1, Τεύχος Β, (2017).

Alexander Jones, *“Like Opening a Pyramid and Finding an Atomic Bomb: Derek de Solla Price and the Antikythera Mechanism”*, Proceedings of the American Philosophical Society, Vol.162, Is.3, (2019).

Bitsakis Yanis, Alexander R. Jones, *"The Front Dial and Parapegma Inscriptions"*, *Almagest*, Vol.7, Is.1, (2016).

Cousteau Jacques, Solt Andrew, *"The Cousteau Odyssey - Diving For Roman Plunder"*, (1980).

Freeth Tony, Bitsakis Yanis, Moussas Xenophon, Seiradakis Hugh John, Tselikas Agamemnon, Mangou Helen, Zafeiropoulou Mary, Hadland R., Bate D., Ramsey Andrew, et al., "Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism", *Nature*, Vol.444, (2006).

Freeth Tony, *"Decoding an Ancient Computer"*, *Scientific American*, Vol.301, Is.6, (2009).

Gardner Bernard, *"3D Analysis of X-rays of The Antikythera Mechanism"*, Basser Department of Computer Science, Australia, (2000).

Pakzad Ashkan, Iacoviello Francesco, Ramsey Andrew, Speller Robert, Griffiths Jennifer, Freeth Tony, Gibson Adam, *"Improved X-ray computed tomography reconstruction of the largest fragment of the Antikythera Mechanism, an ancient Greek astronomical calculator"*, *PLoS One*, 13(11), (2018).

Price de Derek Solla, *"An Ancient Greek Computer"*, *Scientific American*, Vol.200, (1959).

Price de Derek Solla, *"Automata and the Origins of Mechanism and Mechanistic Philosophy"*, *Technology and Culture*, Vol.5, Is.1, (1964).

Price de Derek Solla, *"Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism — A calendar computer from ca. 80 BC"*, *Transactions of the American Philosophical Society, New Series*, Vol.64, Is.7, (1974).

Seiradakis H. John, *"The Antikythera Mechanism: From the bottom of the sea to the scrutiny of modern technology"*, *Engineering*, (2013).

Weinberg G.D., Grace V.R., Edwards G.R., Robinson H.S., Throckmorton P., Ralph E.K., *"The Antikythera Shipwreck Reconsidered"*, *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol.55, Is.3, (1965).

Wright M.T., Bromley Allan George, Magou H., *"Simple X-ray Tomography and the Antikythera Mechanism"*, *PACT*, Vol.45, (1995).