



Στοά των Επιστημών-Επιστημονική Επιθεώρηση
Stoa of Sciences-Scientific Review

Το Ωρολόγιο των Φιλίππων

The Horologion of Philippi

ISSN: 2241-9993

Δικαιώματα εκδόσεως ©: Ακαδημία Θεσμών και Πολιτισμών-Academy of Institutions and Cultures

- Παναγιώτης Παπασπύρου, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Panagiotis Papaspirou, PhD candidate of the Section of Astrophysics, Astronomy and Mechanics of the Department of Physics of the National and Kapodistrian University of Athens.
e-mail: p.papaspirou@academy.edu.gr
- Διονύσιος Κριάρης, Μαθηματικός, Κατασκευαστής Λειτουργικών Αντιγράφων Αρχαίας Ελληνικής, Ελληνο-Ρωμαϊκής, Βυζαντινής και Αραβικής-Ισλαμικής Τεχνολογίας.
Dionysios Kriaris, Mathematician, Manufacturer of Functional Instruments of Ancient Greek, Greco-Roman, Byzantine and Arabic-Islamic Technology.
e-mail: d.kriaris@academy.edu.gr
- Ευλαμπία Στεργιάννη, Μηχανολόγος Μηχανικός, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Evlampia Stergianni, Mechanical Engineer, Aristotle University of Thessaloniki
e-mail: e.sterganni@academy.edu.gr

Περίληψη

Το Ωρολόγιο των Φιλίππων αποτελεί ένα από τα ομορφότερα και κομψότερα τεχνολογικά κατασκευάσματα και μετρητικά όργανα του ελληνικού κόσμου. Είναι μία πρωτότυπη μικροεφαρμογή, ένα φορητό δακτυλιοειδές ηλιακό ωρολόγιο τσέπης, το οποίο συνοψίζει, τόσο ως απότοκο όσο και ως απόσταγμα, το επιστημονικό πνεύμα και την τεχνολογική πρωτοπορία της



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

ελληνιστικής εποχής. Η κατασκευή του Ωρολογίου είναι πρωτότυπη, η σχεδίασή του εργονομική και ο χειρισμός του απλός. Το Ωρολόγιο των Φιλίππων, ως θεωρητική έμπνευση και ως τεχνολογική κατασκευή, αποκαλύπτει το πολιτισμικό επίπεδο της ελληνιστικής εποχής, τα επιτεύγματα της γνωμονικής του ελληνικού κόσμου και την ανάδυση του homo faber στην ελληνιστική εποχή.

Summary

The Philippi Sundial is one of the most beautiful and elegant technological artifacts and measurement devices of the Hellenic cosmos. The Philippi Sundial is an original gadget, a portable pocket ring sundial, which encapsulates, as a derivative and as a distillate, the scientific spirit and the technological innovation of the Hellenistic epoch. The construction of the Philippi Sundial is inventive, its design ergonomic and its operation simple. The Philippi Sundial, as a theoretical inspiration and as a technological construction, reveals the cultural status of the Hellenistic epoch, the achievements in gnomonics of the Hellenic cosmos, as well as the emergence of homo faber during the Hellenistic epoch.

Λέξεις-Κλειδιά: Γνωμονική, φορητό ηλιακό ωρολόγιο, Φίλιπποι (Κρηνίδες) Μακεδονίας, Ελληνιστική και Ελληνο-ρωμαϊκή επιστήμη, Ελληνιστική επιστημονική επανάσταση, τεχνολογικός άνθρωπος.

Keywords: Gnomonics, portable sundial, Philippi (Krenides Fountains) in Macedonia, Hellenistic and Greco-roman science, Hellenistic scientific revolution, technological man.



1. Περιγραφή του Ωρολογίου των Φιλίππων

Humanity cannot afford to lose out of its inheritance any part of the best work which has been done for it in the past. All that is most beautiful and most instructive in Greek achievement is our permanent possession; one which can be enjoyed without detriment to those other studies which modern life demands; one which no lapse of time can make obsolete, and which no multiplication of modern interests can make superfluous.

Richard Claverhouse Jebb [Jebb, 1907, σ. 571]

Civilisation loses its treasures by an unconscious process. It has lost them before it has appreciated that they were in the way of being lost; and when I say 'its treasures' I mean the special discoveries and crafts of mankind.

Hilaire Belloc [Ron, 2007]

Το Ωρολόγιο των Φιλίππων είναι ένα από τα ευρήματα της αρχαιολογικής ανασκαφής του καθηγητή Στυλιανού Πελεκανίδη στους Φιλίππους της Μακεδονίας, στο Οκτάγωνο Φιλίππων. Το όργανο βρισκόταν στην υπόνομο, η οποία παροχέτευε τα ύδατα από τον υπαίθριο χώρο της δεξαμενής και των παιδικών τάφων, βορειοδυτικά του δακτυλίου του Οκταγώνου, στον μεγάλο κεντρικό υπόνομο της Παρόδου Α'. Σύμφωνα με τον αρχαιολόγο Γεώργιο Γούναρη, η κατασκευή του Ωρολογίου των Φιλίππων χρονολογείται μεταξύ του 250 και του 350 μ.Χ., με βάση την ανάλυση των επιγραφικών του στοιχείων, αλλά και των αρχαιολογικών ευρημάτων [Γούναρης, 1978]. Ο καθηγητής Άρης Μέντζος, που συνεχίζει την ανασκαφή στους Φιλίππους, μέσα από την ανάλυση του τύπου των γραμμάτων, όσο και των ανασκαφικών συμφραζομένων, ιδιαίτερος δε, μέσω της ηλικίας του κτηρίου, υποστηρίζει μία οψιμότερη χρονολόγηση, η οποία τοποθετεί το Ωρολόγιο των Φιλίππων στην περίοδο, περίπου, του 450 μ. Χ. [Μέντζος, προσωπική επικοινωνία, 25-02-2016]. Ο τύπος του το κατατάσσει ως μοναδικό στο είδος του, αφού παρουσιάζει κοινά στοιχεία, αλλά και διαφορές, με τους τρεις κύριους τύπους των ηλιακών ωρολογίων, τα οποία αναπτύχθηκαν μέσα από την επιστήμη της γνωμονικής του ελληνικού κόσμου [Γούναρης, 1978, σ. 184].

1.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά του Ωρολογίου των Φιλίππων

Το δακτυλοειδές Ωρολόγιο των Φιλίππων αποτελείται από τρεις ξεχωριστούς δακτυλίους, όπως φαίνεται στην θέση αποθήκευσής του, στο Σχήμα 1.



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES



Σχήμα 1: Το Ωρολόγιο των Φιλίππων σε θέση αποθήκευσης, κατάλληλη για την διαφύλαξη και την μεταφορά του.

Ο εξωτερικός δακτύλιος έχει εξωτερική διάμετρο 72,5 χιλιοστών, εσωτερική διάμετρο 64,9 χιλιοστών, πάχος 3,8 χιλιοστών και πλάτος 5 χιλιοστών. Οι δύο χωριστοί ημιδακτύλιοι, οι οποίοι απαρτίζουν τον μεσαίο δακτύλιο έχουν εξωτερική διάμετρο 64,5 χιλιοστών, εσωτερική διάμετρο 57,2 χιλιοστών, πάχος 3,6 χιλιοστών και πλάτος 5 χιλιοστών. Οι δύο ημιδακτύλιοι συγκρατούνται από άξονα, τοποθετημένο ως ενιαία κατασκευή με το στέλεχος, στον οποίον περνά ο κρίκος, και μπορούν να εκτελούν μία πλήρη περιστροφή κατά 360°. Ο τρίτος δακτύλιος, ο εσωτερικός, έχει εξωτερική διάμετρο 57 χιλιοστών, εσωτερική διάμετρο 51,5 χιλιοστών, πάχος 2,8 χιλιοστών, πλάτος 5 χιλιοστών και περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, ο οποίος είναι στερεωμένος στον εξωτερικό δακτύλιο σε δύο αντιδιαμετρικά τοποθετημένους πείρους με καρδανική ανάρτηση [Γούναρης, 1978, σ. 182].



Σχήμα 2: Το Ωρολόγιο των Φιλίππων σε ανεπτυγμένη θέση των δακτυλίων του. Διακρίνονται ο εξωτερικός δακτύλιος, οι δύο μεσαίοι ημιδακτύλιοι, οι οποίοι φέρουν τις επιγραφές, και ο εσωτερικός δακτύλιος, ο οποίος φέρει την οπτομετρική οπή και την εσωτερική χάραξη στην άντυγά του.

1.2. Αστρονομικά χαρακτηριστικά του Ωρολογίου των Φιλίππων

Ο εξωτερικός δακτύλιος δεν φέρει καμία χάραξη ή επιγραφή και συνοδεύεται από δύο οπές, όπως και από τους πείρους, οι οποίοι συγκρατούν τους δύο εσωτερικούς δακτυλίους. Οι δύο ημιδακτύλιοι του μεσαίου δακτυλίου φέρουν επιγραφές. Ο άνω ημιδακτύλιος στην κατά πλάτος επιφάνειά του, δηλαδή στην εξωτερική κυλινδρική του επιφάνεια, φέρει τα ονόματα και τα γεωγραφικά πλάτη των πόλεων της Ουιέννης, (ΟΥΙΕΝΝ), με γεωγραφικό πλάτος ΜΕ, το οποίο αντιστοιχεί σε 45° στις όχθες του Ροδανού ποταμού της Γαλλίας, και της Ρώμης, (ΡΩΜΗΣ), με γεωγραφικό πλάτος ΜΑΓ', το οποίο αντιστοιχεί σε $41^\circ 1/3'$. Ο κάτω ημιδακτύλιος φέρει τα ονόματα και τα γεωγραφικά πλάτη των πόλεων της Αλεξάνδρειας, (ΑΛΕΞΑΝ), με γεωγραφικό πλάτος ΛΑ, το οποίο αντιστοιχεί σε 31° , και της Ρόδου, (ΡΟΔΟΥ), με γεωγραφικό πλάτος ΜΛΣ, δηλαδή 36° [Γούναρης, 1978, σσ. 183-184].

Στους δύο ημιδακτυλίους, στην κατά πάχος επιφάνειά τους, χαράσσονται οι μήνες. Για την περίπτωση της Ουιέννης, στην κατά πάχος επιφάνεια του ημιδακτυλίου, χαράσσονται οι μήνες του έτους από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο, κατά την ορθή φορά και ανεπτυγμένοι σε τόξο 47° , το οποίο είναι διπλάσιο της τιμής της λόξωσης της εκλειπτικής, η οποία ισούται με $23^\circ 27'$. Στην ακριβώς αντίθετη πλευρά αναπτύσσονται οι μήνες από τον Ιούλιο έως και τον Δεκέμβριο και πάλι ανεπτυγμένοι σε τόξο 47° . Στο μέσον των δύο τόξων, όπου βρίσκονται χαραγμένοι οι μήνες, δηλαδή στην γραμμή που χωρίζει τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο και τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο, ισοδυναμεί αντίστοιχα η ημέρα της εαρινής και της φθινοπωρινής ισημερίας. Η γωνία μεταξύ του Ζενίθ του τόπου και του μέσου των δύο τόξων



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

ισούται με το γεωγραφικό πλάτος της Ουιέννης. Για την περίπτωση της Ρώμης ισχύουν τα ίδια, με μόνη διαφορά τη φορά χάραξης των μηνών, η οποία είναι ανάστροφη. Οι χαράξεις του άλλου ημιδακτυλίου, οι οποίες αφορούν τις πόλεις της Αλεξάνδρειας και της Ρόδου, ακολουθούν το ίδιο πρότυπο. Ο εσωτερικός δακτύλιος, στο μέσον του ενός ημικυκλίου του, φέρει μία σχισμή και την οπτομετρική οπή του οργάνου, ενώ η άντυγά του φέρει χαράξεις, οι οποίες την διαιρούν σε δώδεκα ίσα τμήματα των 30° . Η οπτομετρική οπή χρησιμεύει για την σκόπευση του Ηλίου [Γούναρης, 1978, σσ. 182-184].



2. Εγχειρίδιο χρήσης του Ωρολογίου των Φιλίππων

Το Ωρολόγιο των Φιλίππων προσφέρεται για αρκετές εφαρμογές ως αποτέλεσμα του ειδικού εργονομικού σχεδιασμού του. Ο χρήστης του Ωρολογίου βρίσκει την τοπική ώρα στην περιοχή των τεσσάρων πόλεων, το γεωγραφικό πλάτος ενός συγκεκριμένου τόπου και τις οριζόντιες συντεταγμένες, δηλαδή το αζιμούθιο και το ύψος του Ήλιου ή ενός άλλου ουρανού αντικειμένου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως όργανο μέτρησης του χρόνου είτε ως επίγειο σύστημα εντοπισμού της γεωγραφικής θέσης, αλλά και ως αστρονομικό όργανο παρατήρησης [Γούναρης, 1978, σ. 186].

2.1 Η εύρεση της τοπικής ώρας

Ο χρήστης του Ωρολογίου το αναρτά από τον κρίκο του εξωτερικού δακτυλίου, ώστε να λάβει την κατεύθυνση του ζηνίθ του τόπου, και προσανατολίζει τον εξωτερικό δακτύλιο στην κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης, δηλαδή σε κάθετη θέση προς τον μεσημβρινό του τόπου. Έπειτα, ανοίγει τον κατάλληλο ημιδακτύλιο, όπου βρίσκεται χαραγμένη η ονομασία της πόλης, στην οποία βρίσκεται, τον στρέφει κατά 90° και διαβάσει τον μήνα που διανύεται. Ακόλουθα, τοποθετεί τον εσωτερικό δακτύλιο πάνω στην θέση του μήνα και μετά στρέφει τον εσώτερο δακτύλιο σκοπεύοντας προς τον Ήλιο. Οι ηλιακές ακτίνες θα διέλθουν μέσα από την οπτομετρική οπή του και θα σχηματίσουν ένα φωτεινό είδωλο πάνω στην άντυγα. Διαβάζοντας την ένδειξη, ο χρήστης γνωρίζει πόσες ώρες διήλθαν πριν ή μετά την μεσουράνηση του Ηλίου, δηλαδή την αληθή μεσημβρία του τόπου [Γούναρης, 1978, σ. 184, Κριάρης, 2007].



Σχήμα 3: Το Ωρολόγιο των Φιλίππων σε θέση λειτουργίας. Ο χειριστής του Ωρολογίου διαβάσει την πόλη, στην οποία βρίσκεται, και τον μήνα, ο οποίος διανύεται. Τοποθετεί τον εσωτερικό δακτύλιο στην σωστή θέση, σκοπεύει προς τον Ήλιο με την βοήθεια της οπτομετρικής οπής και αναγιγνώσκει την τοπική ώρα πάνω στην άντυγα.



2.2 Η εύρεση του γεωγραφικού πλάτους

Ο χρήστης του Ωρολογίου των Φιλίππων, κατά την διάρκεια της ημέρας της ισημερίας, αφού τοποθετήσει το όργανο σε θέση λειτουργίας, δηλαδή το αναρτήσει προς το ζενίθ του τόπου και προσανατολίσει τον εξωτερικό δακτύλιο κάθετα προς το μεσημβρινό επίπεδο, μετρά το ύψος του Ηλίου πάνω από τον αστρονομικό ορίζοντα. Το ύψος του Ηλίου ισούται με το συμπλήρωμα του γεωγραφικού πλάτους του τόπου [Γούναρης, 1978, σ. 186].

2.3 Η εύρεση του αζιμουθίου και του ύψους ενός ουρανίου αντικειμένου

Ο χρήστης του Ωρολογίου θέτει τον εξωτερικό δακτύλιο στο επίπεδο του μεσημβρινού, τον μεσαίο δακτύλιο στο επίπεδο Ανατολής-Δύσης και τον εσωτερικό δακτύλιο ως τον κύκλο του ορίζοντα. Σκοπεύοντας προς το ουράνιο αντικείμενο, ο χρήστης μπορεί να υπολογίσει το αζιμούθιο και το ύψος του ουρανίου αντικειμένου [Γούναρης, 1978, σ. 186].



3. Η τεχνολογική επανάσταση της Ελληνιστικής εποχής

Η κοσμόπολη της Αλεξάνδρειας συμβολίζει το πνεύμα της αλεξανδρινής εποχής και αποτελεί το οργανικό κέντρο της ανάπτυξης της τόσο πλούσιας σε πολιτισμικά επιτεύγματα εποχής του ελληνικού κόσμου [Pollard & Reid, 2007]. Η Αλεξάνδρεια, ως πόλη της συνάντησης, της σύζευξης και της σύμμειξης του ελληνικού, του αιγυπτιακού, του περσικού και του ιουδαϊκού πολιτισμού, μεταμορφώνεται σε ένα πολιτισμικό εργαστήριο, σε τόπο γέννησης και μεταμόρφωσης πολιτισμικών αποκτημάτων. Η Αλεξάνδρεια είναι ταυτόχρονα μία μητρόπολη και μία κοσμόπολη. Η θέση της την προσδιορίζει ως ένα σημαντικό μεσογειακό γεωπολιτικό κόμβο. Το αστικό της σχέδιο περιλαμβάνει τον Φάρο και το αρχιτεκτονικό σύμπλοκο του Μουσείου, όπου στεγάζεται και η Βιβλιοθήκη, η πνευματική της ατμόσφαιρα δημιουργείται από μία τάξη λογίων, πολυμαθών, επιστημόνων και τεχνολόγων με ευρείς ορίζοντες, πρωτοπόρο και συνθετικό πνεύμα [Vrettos, 2010]. Η ευρεσιτεχνία του Ωρολογίου των Φιλίππων ανήκει στην επιστημονική και τεχνολογική φυλογένεση, η οποία κυφορείται στην γενετική δεξαμενή ιδεών της σπουδαίας κοσμόπολης [Polyzoides, 2014]. Εντός της νοόςφαιρας, η οποία δημιουργείται στην ελληνιστική εποχή με το σημαντικότερο κέντρο της, την Αλεξάνδρεια, έζησαν, δίδαξαν και ερεύνησαν μαθηματικοί [Neugebauer, 1969, σσ. 185-208], αστρονόμοι [Pannekoek, 1989, σσ. 122-144], ιατροί [Lang, 2012], βιολόγοι [Sirks & Zirkle, 1964], γεωγράφοι [Brunschwig & Pellegrin, 2003, σσ. 148-160], μηχανολόγοι και μηχανικοί [Humphrey, Oleson, & Sherwood, 2003], χημικοί [Debus, 2004], βοτανολόγοι και φαρμακοποιοί [Nutton, 2012], ιστορικοί [Marincola, 2001], λογοτέχνες και ποιητές [Claus & Cuypers, 2010], γλωσσολόγοι [Taylor, 1987], ψυχολόγοι [Brunschwig & Nussbaum, 1993], λογικολόγοι και φιλόσοφοι, [Long, 1986; Algra, Barnes, Mansfeld, Schonfield, 1999], θεολόγοι [Frede & Laks, 2002]. Στην πόλη της Αλεξάνδρειας επαναθεμελιώνονται ή θεμελιώνονται για πρώτη φορά επιστημονικοί κλάδοι, όπως η Ανατομία και η Κλινική Ιατρική, μέσα από το έργο του Ηρόφιλου και του Ερασίστρατου [von Staden, 1989; van der Eijk, 2005]. Επαναδιατυπώνεται με πληρότητα η θέση του ηλιοκεντρισμού από τον Αρίσταρχο τον Σάμιο [Heath, 2013], εκεί ανδρώνεται η μαθηματική και μηχανική ευφυΐα του Αρχιμήδη [Rairopetis & Ceccarelli, 2010]. Η μηχανική και η μηχανολογία συνδυάζεται με την μαθηματική επιστήμη και την φυσική θεωρία, η ακριβής μέτρηση ακολουθεί στενά την ορθολογική παρατήρηση, η τεχνητή κατασκευή γεννάται από αυτές και τις επαναγονιμοποιεί. Η πόλη της Αλεξάνδρειας, ως μητέρα της νέας τεχνολογίας, θα προσφέρει την πρώτη θεμελίωση των βασικών αρχών της θεωρίας των αυτομάτων, της επιστήμης της κυβερνητικής και του κλάδου της ρομποτικής. Στην Αλεξάνδρεια θα μεγαλοουργήσουν ο Κτησίβιος ο Φίλων ο Βυζαντινός και ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς. Η πόλη της Αλεξάνδρειας θα προσφέρει το κατάλληλο πνευματικό περιβάλλον για την ανάδειξη εφευρετών πολύπλοκων μηχανουργημάτων, τα οποία συνδυάζουν τόσο τις ιδιότητες νέων υλικών, την δύναμη και τις ιδιότητες του αέρα, του νερού και του ατμού, αλλά και τις φυσικές ιδιότητες θεμελίων επινοήσεων, όπως οι διάφοροι τύποι αντλιών, μοχλών, τροχαλιών, βαρούλκων, αλλά και μηχανισμών ανάδρασης [Landels, 1978; Yan, & Ceccarelli, 2009]. Η ακριβής μέτρηση του χρόνου, με την κατασκευή όλων των βασικών τύπων των ηλιακών και υδραυλικών



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

ωρολογίων και κλεψύδρων, αλλά και του σφυγμομέτρου για την μέτρηση του ανθρώπινου σφυγμού, η ακριβής μέτρηση του χώρου, με την κατασκευή οδόμετρων, χωροβατών και διοπτρών, αλλά και η ακριβής μέτρηση των αστρονομικών φαινομένων, με την κατασκευή αρθρωτών και επιπέδων αστρολάβων και άλλων επιστημονικών οργάνων επιστημονικής παρατήρησης, ανήκουν στο ιδιαίτερο πνεύμα της Αλεξάνδρειας [Sarton,1993]. Ιδιαίτερη θέση στον πολιτισμικό «Φάρο της Αλεξάνδρειας» κατέχει ο περίφημος Μηχανισμός των Αντικυθήρων [Allen και συνεργ., 2016; Anastasiou, 2014; Freeth et al., 2006; Μουσάς, 2012; Wright, 2006].



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

Συμπεράσματα

Το Ωρολόγιο των Φιλίπων ανήκει στην επιστημονική και τεχνολογική ελληνοιστική παράδοση. Η μέτρηση του χρόνου αποτελεί για τον χρήστη του Ωρολογίου μία καθημερινή και εύκολη εφαρμογή. Τα μυστικά της κίνησης του Ηλίου δεν ανήκουν πλέον στην τάξη των ιερέων και των πολυμαθών, όπως συνέβαινε σε άλλους πολιτισμούς, όπως τον Αιγυπτιακό ή τον Ινδικό, αλλά διαχέονται στην καθημερινή πραγματικότητα, αποτελώντας κτήμα του μέσου ανθρώπου. Ο χρόνος αποϊεροποιείται και αποκτά την σημασία μίας μετρήσιμης φυσικής διάστασης, η οποία τίθεται στην υπηρεσία των καθημερινών αναγκών του μέσου ανθρώπου με επιστημονικό τρόπο και τεχνολογική εφαρμογή. Η φιλοσοφική τεχνολογική σημασία του Ωρολογίου των Φιλίπων, αλλά και της επιστήμης της γνομονικής, θα μας συντροφεύει και θα μας υποδεικνύει συνεχώς την σημασία του ελληνοιστικού κόσμου και των διανοητικών αλμάτων και επαναστάσεων, οι οποίες έλαβαν χώρα εντός του πλαισίου του.



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

Βιβλιογραφία

Algra, K., Barnes, J., Mansfeld, J., Schonfield, M., (Eds.), *The Cambridge History of Hellenistic Philosophy*, Cambridge, U.K. New York: Cambridge University Press 1999.

Anastasiou, M., *The Antikythera Mechanism: Astronomy and Technology in Ancient Greece*, Aristotle University of Thessaloniki, Volume (PhD) 2014.

Allen, M., Ambrisco, W., Anastasiou, M., Bate, D., Bitsakis, Y., A. Crawley, A., Edmunds, M., G., Gelb, D., Hadland, D., R., Hockley, P., Jones, A., Malzbender, T., Mangou, H., Moussas, X., Ramsey, A., Seiradakis, J., H., Steele, J., M., Tselikas, A., Zafeiropoulou, M., *The Inscriptions of the Antikythera Mechanism*, *Almagest*: Vol. VII, Issue 1, (2016).

Βάρβογλης, X., & Σειραδάκης, Γ. X., *Εισαγωγή στη Σύγχρονη Αστρονομία* (Introduction to Modern Astronomy, in Greek), Γαρταγάνης Δ. Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη 1994³.

Brunschwig, J., & Nussbaum, M., C., (Eds.), *Passions & Perceptions : Studies in Hellenistic Philosophy of Mind : Proceeding of the Fifth Symposium Hellenisticum*. New York: Cambridge University Press 1993.

Brunschwig, J., & Pellegrine, P., *The Greek Pursuit of Knowledge*, Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, 2003.

Γούναρης, Γ., *Χάλκινο Φορητό Ηλιακό Ωρολόγιο από τους Φιλίππους*, (Bronze Portable Sundial from Philippi, in Greek), Αρχαιολογική Εταιρεία, (Ανάτυπο από την "Αρχαιολογική Εφημερίς"), Αρχαιολογική Εφημερίς, (1978) 181-191.

Claus, J., J., & Cuypers, M., (Eds.), *A Companion to Hellenistic Literature*, Chichester, U.K. Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2010.

Debus, A., G., *Alchemy and Early Modern Chemistry: Papers from Ambix*, Jeremy Mills Publishing 2004.

van der Eijk, P., J., *Medicine and philosophy in classical antiquity : Doctors and Philosophers on Nature, Soul, Health and Disease*. Cambridge, UK New York: Cambridge University Press 2005.

Frede, D., & Laks, A., (Eds.), *Traditions of Theology: Studies in Hellenistic Theology, Its Background and Aftermath*, Leiden Boston: Brill 2002.

Freeth, T., Bitsakis Y., Moussas, X., Seiradakis, J., H., Tselikas, A., Mangou, H., Zafeiropoulou, M., Hadland, R., Bate, D., Ramsey, A., et al. (2006). *Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism*, Nature, 11/2006 (444) (2006) 587-591.

Heath, T., *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus: A History of Greek Astronomy to Aristarchus, Together with Aristarchus's Treatise on the Sizes and Distances of the Sun and Moon: A New Greek Text with Translations and Notes*, Oxford: Clarendon Press 1913.

Humphrey, J., W., Oleson, J., P., & Sherwood, A., N., *Greek and Roman Technology: A Sourcebook: Annotated Translations of Greek and Latin Texts and Documents*, London New York: Routledge 2003.

Jebb, Sir R. C., *Essays and Addresses*, Cambridge: University Press 1907.

Κριάρης, Δ., (2007), *Ηλιακό Ρολόϊ των Φιλίππων*, Ανακτήθηκε από: <http://archimedesclock.gr/gr/kataskeves/iliaka/fillipon.html>



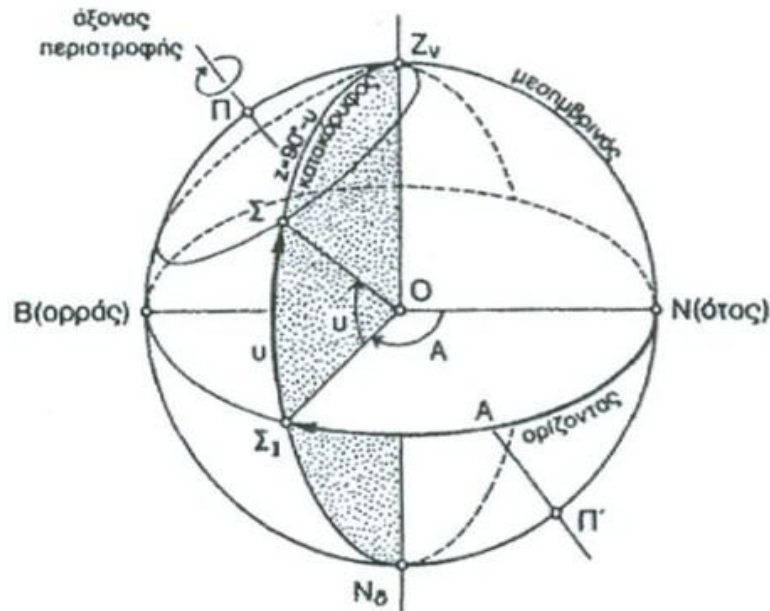
ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

- Landels, J., G., *Engineering in the Ancient World*, Berkeley: University of California Press 1978.
- Lang, P., *Medicine and Society in Ptolemaic Egypt*, Leiden Boston: Brill 2012.
- Long, A., A., *Hellenistic Philosophy: Stoics, Epicureans, Sceptics*, Berkeley: University of California Press 1986.
- Marincola, J., *Greek Historians*, Oxford: Oxford University Press 2001.
- Moulton, F., R., *An Introduction to Astronomy*, The Macmillan company 1916.
- Μουσαΐς, Ξ., Δ., *Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Πίναξ Το Πρώτο Μηχανικό Σύμπαν (The Antikythera Mechanism: Pinax: the First Mechanical Universe, in Greek)*, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα 2012.
- Neugebauer, O., *The Exact Sciences in Antiquity*, New York: Dover Publications 1969.
- Nutton, V., *Ancient Medicine*, London New York: Routledge 2012.
- Paipetis, S., A., & Ceccarelli, M., (Eds.), *The Genius of Archimedes -- 23 Centuries of Influence on Mathematics, Science and Engineering: Proceedings of an International Conference held at Syracuse, Italy, June 8-10, 2010*, Dortrecht: New York, Springer, 2010.
- Pannekoek, A., *A History of Astronomy*, New York: Dover Publications 1989.
- Pollard, J., & Reid, H., *The Rise and Fall of Alexandria: Birthplace of the Modern World*, New York, N.Y: Penguin Books 2007.
- Polyzoides, A., J., *Alexandria: City of Gifts and Sorrows: From Hellenistic Civilization to Multiethnic Metropolis*, Sussex Academic Press 2014.
- Sarton, G., *Hellenistic Science and Culture in the Last Three Centuries B.C.*, New York: Dover Publications 1993.
- Sirks, M., J., & Zirkle, C., *The Evolution of Biology*, Ronald Press 1964.
- von Staden, H., *Herophilus: The Art of Medicine in Early Alexandria: Edition, Translation and Essays*, Cambridge New York: Cambridge University Press 1989.
- de Solla Price, D., J., *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B.C*, Transactions of the American Philosophical Society Vol. 64 No. 7 (1974) 1-70.
- Taylor, D., J., *The History of Linguistics in the Classical Period*, Amsterdam Philadelphia: J. Benjamins Pub. Co. 1987.
- Vrettos, T., *Alexandria: City of the Western Mind*, Free Press, 2001.
- Wright, M., T., *The Antikythera Mechanism and the Early History of the Moon Phase display*, Antiquarian Horology (2006) 319-329.
- Yan, H.-S., & Ceccarelli, M., (Eds.), *International Symposium on History of Machines and Mechanisms: Proceedings of HMM 2008*, Dordrecht: Springer, 2009.



Παράρτημα

Τοπικό ή Οριζόντιο σύστημα συντεταγμένων



Σχήμα 1. Το τοπικό ή οριζόντιο σύστημα συντεταγμένων. Το αζιμούθιο (A), το ύψος (u) και η ζενίθια απόσταση (z) ενός ουρανού αντικειμένου (Σ) πάνω στην ουράνια σφαίρα (Βάρβογλης & Σειραδάκης, 1994³, σ. 42).

Το τοπικό ή οριζόντιο σύστημα συντεταγμένων περιγράφει την διεύθυνση της παρατήρησης προς ένα ουράνιο αντικείμενο (Σ), όπως το παρατηρούμε σε έναν συγκεκριμένο τόπο και σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η βασική διεύθυνση του συστήματος είναι η διεύθυνση της κατακόρυφου διά του παρατηρητή. Το σημείο της ουράνιας σφαίρας, το οποίο ορίζεται από την κατακόρυφο του τόπου, αποκαλείται Ζενίθ (Zv), ενώ το αντιδιαμετρικό του σημείο πάνω στην ουράνια σφαίρα αποκαλείται Ναδίρ (Nδ). Οι μέγιστοι κύκλοι, οι οποίοι περνούν από το Ζενίθ και το Ναδίρ, ονομάζονται κατακόρυφοι κύκλοι. Ο βασικός μέγιστος κύκλος, ο οποίος έχει ως γεωμετρικούς πόλους το ζενίθ και το ναδίρ του τόπου, ονομάζεται αστρονομικός ορίζοντας. Ο μέγιστος κύκλος του αστρονομικού ορίζοντα διέρχεται από τα σημεία του Βορρά (B), της Ανατολής (A), του Νότου (N) και της Δύσης, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 1. Ο κατακόρυφος κύκλος, ο οποίος περιέχει τον Βόρειο πόλο του ουρανού (Π), αποκαλείται αστρονομικός μεσημβρινός και διέρχεται από τα σημεία του Βορρά, του Βόρειου πόλου του ουρανού (Π), του Ζενίθ (Zv) και του Νότου (N).

Ο βασικός κύκλος του αστρονομικού ορίζοντα και ο βασικός κύκλος του αστρονομικού μεσημβρινού ορίζουν τις δύο συντεταγμένες, δηλαδή τις δύο διέδρες γωνίες ενός ουρανού αντικειμένου πάνω στην ουράνια σφαίρα, το αστρονομικό αζιμούθιο και το ύψος του. Το αζιμούθιο (A) ορίζεται μεταξύ της αφετηρίας του αστρονομικού μεσημβρινού και του κατακόρυφου κύκλου της διεύθυνσης παρατήρησης



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΘΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ACADEMY OF INSTITUTIONS AND CULTURES

προς το ουράνιο αντικείμενο (Σ), μετρούμενο κατά την ανάδρομη φορά και σε μοίρες, από 0° έως 360° . Το ύψος (υ) μετράται πάνω στον κατακόρυφο κύκλο του ουρανού αντικειμένου, με αφετηρία τον ορίζοντα και φθάνοντας έως την διεύθυνση της παρατήρησης του αντικειμένου (Σ). Το ύψος μετράται σε μοίρες, από 0° έως 90° προς το Ζενίθ, και από 0° έως 90° προς το Ναδίρ. Μαζί με το ύψος χρησιμοποιείται ως δεύτερη εναλλακτική συντεταγμένη η διεδρη γωνία της ζενίθιας απόστασης ή ζενίθιας γωνίας (z), που ορίζεται ως το τόξο επί του κατακόρυφου κύκλου του αντικειμένου, από το Ζενίθ έως την διεύθυνση της παρατήρησης (Σ). Η ζενίθια απόσταση μετράται σε μοίρες, από 0° στο Ζενίθ έως και 180° στο Ναδίρ [Βάρβογλης & Σειραδάκης, 1994³, σσ. 39-42].