

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΑΡΧΑΙΟΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Κωνσταντίνος Πιτσαλίδης | ΠΜΣ «Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες»|

Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου | Φεβρουάριος, 2019

Επιβλέπων: Καθ. Ι. Λυριτζής (Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

Εξεταστική Επιτροπή: Δρ. Δ. Τσιαφάκη (Ερευνητικό Κέντρο Αθήνας) & Επίκ.

Καθ. Χ. Καρύδης (Ιόνιο Πανεπιστήμιο)

Περίληψη

Αντικειμενικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η ανάδειξη της αρχαιοαστρονομίας στον Ελλαδικό χώρο. Μέσα από την υπογράμμιση της επιστημονικής υπόστασης και χρησιμότητας της αρχαιοαστρονομίας και της επεξήγησης της σημασίας της αστρονομίας για τους αρχαίους Έλληνες και της σύνδεσής της με τις επιστήμες τους (φιλοσοφία, μαθηματικά, γεωδαισία, χρονομετρία, ναυσιπλοΐα), γίνεται κατανοητή η ύπαρξη πληθώρας σημείων αρχαιοαστρονομικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα.

Στη συνέχεια αναλύονται εργαλεία, φαινόμενα και έννοιες απαραίτητα για την αρχαιοαστρονομική μελέτη, καθώς και μερικά από τα σημαντικότερα λογισμικά αστρονομικής χρήσης.

Έπειτα προς επιβεβαίωση των δύο προηγούμενων κεφαλαίων, παρουσιάζεται μια σύγχρονη αρχαιοεπιστημονική μελέτη, πάνω στο έργο «De facie in orbe lunae» του Πλουτάρχου, από το οποίο με την βοήθεια της διεπιστημονικότητας, αντλούμε σημαντικά νέα στοιχεία που οδηγούν με τη σειρά τους σε καινούργια συμπεράσματα και υποθέσεις.

Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται στοχευμένη αναφορά σε συγκεκριμένα σημεία αρχαιοαστρονομικού ενδιαφέροντος στον Ελλαδικό χώρο και εκτενέστερη αναφορά και ανάλυση στον ναό του Απόλλωνα στους Δελφούς, ένα μνημείο σπουδαίας αστρονομικής και θρησκευτικής σημασίας, κατά την αρχαιότητα.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, γίνεται μια προσπάθεια ανακάλυψης κοινών σημείων των πυραμίδων της Αργολίδας και του συμπλέγματος της Γκίζας, σχετικά με τον κοινό προσανατολισμό τους προς τη ζώνη του Ωρίωνα και την πιθανή μυθολογική και θρησκευτική αιτία πίσω από αυτόν.

Καταλήγοντας επισημαίνεται η σημασία της επιστήμης της αρχαιοαστρονομίας, η μελλοντική της σπουδαιότητα και προοπτική, καθώς και ο ρόλος του αρχαιολόγου σχετικά με την εδραίωσή της, ως αναγκαία πρακτική. Υπογραμμίζονται επίσης, συμπεράσματα που προέκυψαν, από τις αναλύσεις των δεδομένων και των πληροφοριών που παρουσιάστηκαν, σχετικά με την βαρύτητα της αστρονομίας για τους Έλληνες και την αρχαιοαστρονομία στον Ελλαδικό χώρο.

Λέξεις κλειδιά: Αρχαιοαστρονομία, αστρονομία, διεπιστημονικότητα, Έλληνες, επιστήμη, ανάλυση.

Abstract

The objective of this diploma thesis is to highlight the archaeoastronomy in Greece. The size of the number of archaeoastronomical sights of interest in Greece, is being justified through the scientific importance of archaeoastronomy, the meaning of astronomy to ancient Greeks and how it was incorporated in their lives.

Tools, events, software and meanings needed in order to study something from an archaeoastronomical perspective are being presented. In order to vilify the previous information presented, a scientific study is being discussed, based on the book of Plutarch's «De facie in orbe lunae». This study provides new evidence that lead to groundbreaking opinions on this subject.

Next, there is a specific reference to archaeoastronomical sights of interest in Greece, and further breakdown of the importance of the Apollo temple in Delphi, a monument of great astronomical and religious value.

In the last chapter, there is an attempt to discover relating elements between the pyramids of Argolis and the pyramids of Giza, concerning their common orientation and its possible mythological and religious cause.

In the end, the importance of archaeoastronomy is pointed out, as well as its future prospect, and what the take of archeologists should be on this subject. Also the conclusions being made, as a result of this new arcahoastronomical data, are presented compared with ancient Greeks and archaeoastronomy in Greece.

Key words: Archaeoastronomy, astronomy, Greece, science.

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, θα ήθελα πρώτα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της και πρόεδρο του μεταπτυχιακού τμήματος «Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες», κ. Ιωάννη Λυριτζή, ο οποίος με καθοδήγησε τόσο στην επιλογή του θέματος, όσο και στη συγγραφή της. Με την αγάπη του για την έρευνα και το πάθος του για πρωτοπορία υπήρξε πρότυπο για όλους τους φοιτητές του τμήματος αλλά και καθοριστικός παράγοντας στην κινητοποίηση μου για βαθύτερη και πολυδιάστατη κατανόηση του αντικειμένου. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους εξεταστές της επιτροπής που θα αξιολογήσουν την εργασία μου, Καθ. Δ. Τσιαφάκη και Επικ. Καθ. Χ.Καρύδης ιδιαίτερα, για το γεγονός ότι μέσα στα βεβαρυσμένα και πιεστικά ακαδημαϊκά τους προγράμματα, αφιέρωσαν χρόνο για την δική μου διπλωματική εργασία. Ακόμα οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Βολονάκη ο οποίος ήταν ο κύριος υπεύθυνος για την ομαλή διεξαγωγή των διαδικτυακών μαθημάτων, κάτι που ουσιαστικά μου έδωσε προσωπικά την ευκαιρία να παρακολουθήσω ένα πρόγραμμα σαν και αυτό, γιατί ειδάλλως δεν θα είχα την δυνατότητα. Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στις δύο κυρίες που αποτέλεσαν την γραμματειακή υποστήριξη του προγράμματος, κα. Λιόλιου και κα. Γαλανοπούλου, οι οποίες ήταν πάντα δίπλα σε όλους τους φοιτητές και συντόνισαν εξαιρετικά το πρόγραμμα, αφουγκράστηκαν τα προβλήματα και τις ανησυχίες μας και μας διευκόλυναν σε όποιους τομείς χρειάστηκε. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και ψυχολογική υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και ιδιαίτερα κατά τη συγγραφή της εργασίας, καθώς και για την υπομονή που υπέδειξαν σε έναν όχι ιδιαίτερα επιμελή φοιτητή τα προηγούμενα χρόνια, ο οποίος προσπαθεί να γυρίσει σελίδα και να κάνει ένα παραπάνω βήμα στην ακαδημαϊκή του πορεία, εργαζόμενος παράλληλα μια δύσκολη και επίπονη δουλειά, την οποία όμως αγαπάει και προσπαθεί να συνδυάσει με την μόρφωσή του.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	7
1. Προσανατολισμός και μετρήσεις. Εργαλεία Αρχαιοαστρονομίας.....	10
1.1 Προσανατολισμος.....	10
1.2 Ουράνια σφαίρα.....	11
1.3 Αστrolάβος.....	16
1.4 Light Pollution.....	18
1.5 Λογισμικά.....	22
1.5.1 Starry Night.....	22
1.5.2 Skymap Pro.....	24
1.5.3 Stellarium.....	27
1.5.4 Cartes Du Ciel.....	29
2. Η εξέλιξη και σημασία της αστρονομίας στην αρχαία Ελλάδα. Γιατί τόσα σημεία αρχαιοαστρονομικής σημασίας.....	31
2.1 Αστρονομία και φιλοσοφία.....	32
2.2 Αστρονομία και χρονομετρία.....	35
2.3 Αστρονομία και Ναυσιπλοΐα.....	37
2.4 Αστρονομία και Μαθηματικά.....	41
2.5 Αστρονομία και Γεωδαισία.....	46
2.6 Αρχαίες Αστρονομικές Μετρήσεις.....	49
2.6.1 Η ακτίνα της γης.....	50
2.6.2 Το μέγεθος και η απόσταση της Σελήνης.....	51
2.6.3 Το μέγεθος και η απόσταση του Ηλιου.....	53
3. Πλούταρχος. Επανεξέταση αστρονομικών, χρονολογικών και γεωγραφικών προσδιορισμών, με τη χρήση εργαλείων αρχαιοαστρονομίας και σύγχρονων μεθόδων.....	56
3.1 De Fecie.....	57
3.2 Η χρονολογία του διαλόγου.....	58
3.3 Ο προσορισμός του ταξιδιού.....	63
3.4 Το ταξίδι.....	67
3.5 Επιστροφή.....	69
3.6 Σκέψεις.....	71

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

4. Αρχαιοαστρονομικές μετρήσεις στον Ελλαδικό χώρο.....	73
4.1 Αρχαιοαστρονομικά σημεία ενδιαφέροντος στην Ελλάδα.....	74
4.2 Ο ναός του Απόλλωνα στους Δελφούς.....	81
5. Τα πυραμιδοειδή της Αργολίδας και οι πυραμίδες της Γκίζας.....	92
5.1 Προσανατολισμός πυραμίδων της Αργολίδας.....	92
5.2 Προσανατολισμός πυραμίδων της Γκίζας.....	94
5.3 Σκέψεις.....	97
6. Συμπεράσματα.....	99
Βιβλιογραφία.....	101

Εισαγωγή.

Η Αστρονομία είναι μια φυσική επιστήμη που μελετά ουράνια αντικείμενα και φαινόμενα. Εφαρμόζει τα μαθηματικά, τη φυσική και τη χημεία, σε μια προσπάθεια να εξηγήσει την προέλευση αυτών των αντικειμένων και των φαινομένων και την εξέλιξή τους. Τα αντικείμενα που την ενδιαφέρουν περιλαμβάνουν πλανήτες, φεγγάρια, αστέρια, γαλαξίες και κομήτες, ενώ τα φαινόμενα περιλαμβάνουν εκρήξεις σουπερνόβα, εκρήξεις ακτινών γάμμα και κοσμική ακτινοβολία μικροκυμάτων. Γενικότερα, όλα τα φαινόμενα που προέρχονται έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα είναι μέσα στο πεδίο της αστρονομίας. Είναι μια από τις παλαιότερες φυσικές επιστήμες. Οι πρώτοι πολιτισμοί στην καταγραμμένη ιστορία, όπως οι Βαβυλώνιοι, οι Έλληνες, οι Ινδοί, οι Αιγύπτιοι, οι Νούβιοι, οι Ιρανοί, οι Κινέζοι, οι Μάγια και πολλοί αρχαίοι αυτόχθονες λαοί της Αμερικής, πραγματοποίησαν μεθοδικές παρατηρήσεις του νυχτερινού ουρανού. Ιστορικά, η Αστρονομία έχει συμπεριλάβει ποικίλους κλάδους όπως η αστρομετρία, η ουράνια πλοήγηση, η παρατηρησιακή αστρονομία και η κατασκευή ημερολογίων, αλλά η επαγγελματική Αστρονομία θεωρείται πλέον συχνά συνώνυμη με την αστροφυσική (Unsöld and Baschek, 2001).

Η επαγγελματική Αστρονομία χωρίζεται σε παρατηρητικούς και θεωρητικούς κλάδους. Η παρατηρησιακή Αστρονομία επικεντρώνεται στην απόκτηση δεδομένων από παρατηρήσεις αστρονομικών αντικειμένων, τα οποία στη συνέχεια αναλύονται χρησιμοποιώντας βασικές αρχές της φυσικής. Η θεωρητική Αστρονομία προσανατολίζεται στην ανάπτυξη υπολογιστικών ή αναλυτικών μοντέλων για την περιγραφή αστρονομικών αντικειμένων και φαινομένων. Τα δύο πεδία αλληλοσυμπληρώνονται, με τη θεωρητική Αστρονομία να επεξηγεί τα παρατηρητικά αποτελέσματα και τις παρατηρήσεις να χρησιμοποιούνται για να επιβεβαιώσουν τα θεωρητικά αποτελέσματα (Berry, 1961).

Η αστρονομία είναι ένας επιστημονικός χώρος όπου οι Έλληνες επέδειξαν ένα αξιοσημείωτο ταλέντο. Η παρατηρησιακή αστρονομία, η οποία αποτελούσε την κύρια μορφή της αστρονομίας σε πολλές άλλες περιοχές, προχώρησε ένα βήμα πιο

πέρα στην Ελλάδα. Οι Έλληνες Αστρονόμοι προσπάθησαν να οικοδομήσουν ένα πρότυπο του σύμπαντος, που θα μπορούσε να εξηγήσει τις παρατηρήσεις. Διερεύνησαν όλες τις φανταστικές εναλλακτικές λύσεις και εξέτασαν πολλές διαφορετικές λύσεις για τα διάφορα αστρονομικά προβλήματα που αντιμετώπισαν. Δεν θέσπισαν μόνο πολλές ιδέες της σύγχρονης αστρονομίας αλλά και μερικές από τις ιδέες τους υιοθετούνται για περίπου δύο χιλιετίες (Αυγολούπης, 2009).

Πριν ξεκινήσουμε να μιλάμε για την επιστήμη της αρχαιοαστρονομίας, οφείλουμε να αναφερθούμε στον ευρύτερο και σχετικά καινούργιο διεπιστημονικό κλάδο στον οποίο υπάγεται, την αρχαιομετρία.

Με τον όρο αρχαιομετρία εννοούμε τη χρήση μεθόδων και τεχνικών προερχόμενων από τους κλάδους των θετικών και φυσικών επιστημών (φυσική, χημεία, γεωλογία, μαθηματικά, αστρονομία, βιολογία, γεωφυσική) και την εφαρμογή τους σε υλικά αρχαιολογικής προέλευσης (τέχνηρα , περιβαλλοντικά υλικά σχετιζόμενα με μνημεία και τον άνθρωπο), προκειμένου να απαντηθούν ερωτήματα σχετικά με τη χρονολογία, τη σύσταση των υλικών τους, την προέλευσή τους, την επισημάνση ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ τους, τον εντοπισμό τους δίχως ανασκαφή, την ερμηνεία προσανατολισμού μνημείων, την αναπαράσταση ενός παλαιοπεριβάλλοντος και ενός οικοσυστήματος πρωιμότερων περιόδων αλλά και την ερμηνεία οικονομικών, κοινωνικών, θρησκευτικών και λατρευτικών τομέων μέσα από μια σειρά εξειδικευμένων μετρήσεων και αναλύσεων. (Λυριτζής 2007).

Η αρχαιοαστρονομία λοιπόν, εντάσσεται στο πεδίο της αρχαιομετρίας και αφορά την μελέτη αρχαίων μνημείων η οργάνων σε συνάρτηση με την θέση ουράνιων σωμάτων. Ασχολείται επίσης με την διερεύνηση δοξασιών και πρακτικών αστρονομίας στους αρχαίους λαούς και αποσκοπεί στην επεξήγηση σημαντικών ερωτημάτων όπως την σκοπιμότητα προσανατολισμού αρχαίων μνημείων, είτε αυτή είναι πρακτικής φύσεως (ναυσιπλοΐα, γεωργία), είτε θρησκευτικής, στην εξερεύνηση του βαθμού κατανόησης των αρχαίων κοινωνιών όσον αφορά τα περιβαλλοντικά φαινόμενα της τότε εποχής και της σχέσης τους με την αστρονομία, στην άντληση στοιχείων σχετικά με θρησκευτικές δοξασίες και τελετουργίες με σκοπό την περεταίρω εξερεύνηση πολιτικοκοινωνικών εξελίξεων.

Για να μπορέσουμε να ερμηνεύσουμε αρχαιοαστρονομικά στοιχεία με γνώμονα την αρχαιολογική έρευνα οφείλουμε να λάβουμε υπόψη τις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε λαού και της συγκεκριμένης περιόδου που εξετάζουμε. Για παράδειγμα

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

αν θέλουμε να μιλήσουμε για ένα μείζον θέμα της αρχαιοαστρονομίας, τον προσανατολισμό, θα πρέπει πρώτα να επικεντρωθούμε στην σημασία και ερμηνεία συγκεκριμένων αστερισμών της κοινωνίας που μελετάμε, αφού αυτό που μία μπορεί να θεωρεί σημαντικό, είναι πιθανό για μία άλλη να μην έχει την ίδια βαρύτητα.

Σχετικά με το παραπάνω, αξίζει να αναφέρουμε την σημασία των λαμπρότερων αστερισμών για τις δυτικές κοινωνίες, όπου θεωρούνται σημαντικότερα και κυριότερα, ενώ σε άλλους πολιτισμούς, όπως παραδείγματος χάρη οι Borana που εντοπίζονται στην νότια Αιθιοπία, όπου δίνεται βαρύτητα στο ημερολόγιό τους στα αστέρια του αστερισμού του Τριγώνου με μικρότερη ένταση. (Λυριτζής 2007)

Η αποκωδικοποίηση μιας κοινωνίας και δη αρχαίας είναι μία σύνθετη εξίσωση με πολλές μεταβλητές, όπου η αρχαιοαστρονομία επιχειρεί και είναι ικανή να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο και να ξεκλειδώσει άγνωστες μέχρι εκείνη τη στιγμή πτυχές. Όμως, όπως και σχεδόν πάντα στην αρχαιολογία, οφείλουμε να διατηρούμε επιφυλάξεις και να εξετάζουμε το αντικείμενο ενδιαφέροντος με την μεγαλύτερη δυνατή ευρύτητα. Για αυτό το λόγο αυτό εκτός του προσανατολισμού ενός σημείου, χρήσιμη για την ερμηνεία του ενδέχεται να είναι και η σύγκρισή των δεδομένων του με αυτά κάπου άλλου, ή η συνύπαρξη κάποιου σημαντικού γεωφυσικού αντικειμένου, ή ενός αστρονομικού φαινομένου, είτε ακόμα όλων των προηγούμενων μαζί σε συνδυασμό με την αρχική μέτρηση του προσανατολισμού του. Έτσι καταλαβαίνουμε ότι η μελέτη ενός σημείου αρχαιοαστρονομικού ενδιαφέροντος είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει την γνώση και κατανόηση πολλών διαφορετικών διευθύνσεων και στοιχείων με σκοπό την πιο πιθανή ερμηνεία του.

1. Προσανατολισμός και μετρήσεις. Εργαλεία αρχαιοαστρονομίας.

1.1 Προσανατολισμός

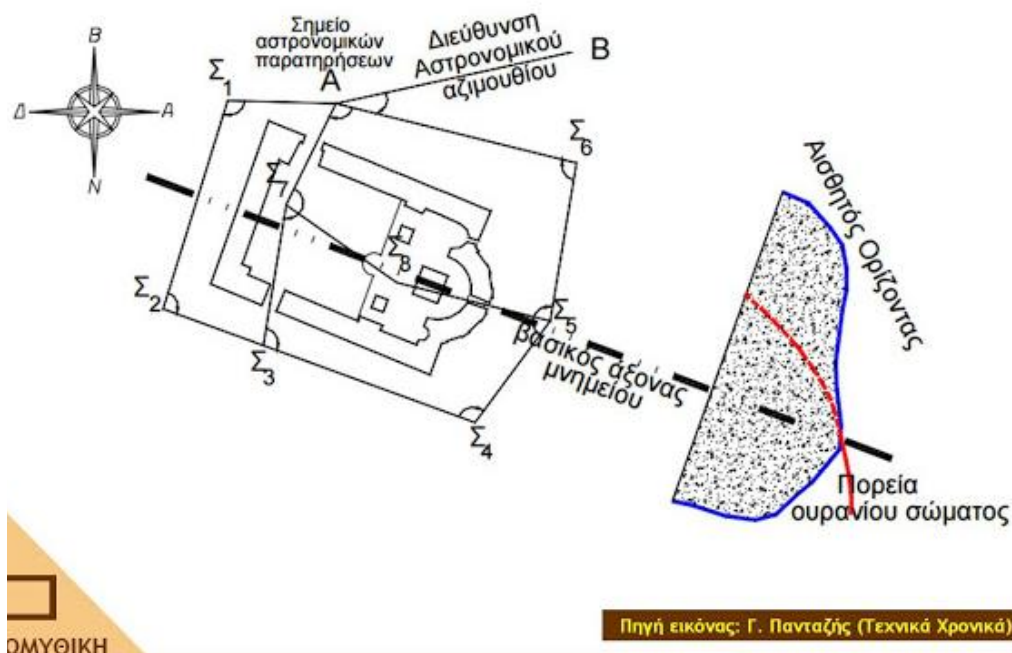
Το κλειδί για την αποκάλυψη της αρχαιοαστρονομικής σημασίας ενός σημείου είναι ο προσανατολισμός του. (εικ.1.1)

Με τον όρο προσανατολισμός ενός μνημείου, ορίζεται η απόλυτη θέση και η διεύθυνσή του στο χώρο δηλαδή, η διαδικασία εκείνη με τη βοήθεια της οποίας είναι δυνατόν ένα μνημείο να τοποθετηθεί στο χώρο σε συγκεκριμένη διεύθυνση (αζιμούθιο) ως προς μια βασική διεύθυνση αναφοράς (Πανταζής, 2002).

Για να προσδιοριστεί και να γίνει εξαγωγή στοιχείων σχετικά με το σημείο ενδιαφέροντος ακολουθείται μια σειρά μετρήσεων που αφορούν:

- ✓ Το αζιμούθιο, δηλαδή την γωνία ϕ (πραγματικός/μαγνητικός βορράς και άξονας συμμετρίας του κτιρίου)
- ✓ Το γωνιακό ύψος (φαινόμενο) του ορίζοντα (AAS)
- ✓ Το γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος και υψόμετρο πάνω από τη θάλασσα στον τόπο όπου πραγματοποιείται η μέτρηση (Λυριτζής 2007).

Σύμφωνα με τα παραπάνω ορίζεται η θέση κάποιου λαμπρού αστεριού σε σχέση με τον ορίζοντα του ναού-σημείου ενδιαφέροντος. Οι μετρήσεις για το αζιμούθιο και το ύψος του ορίζοντα πραγματοποιούνται με ηλιακή πυξίδα, θεοδόλιχο και μαγνητική πυξίδα με εφαρμοσμένο κλισίμετρο. Για τις γεωγραφικές συντεταγμένες χρησιμοποιείται θεοδόλιχος ή φορητό δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GPS) με καθορισμό σφάλματος 3-6 μέτρα. Για τον υπολογισμό της απόκλισης και για την απόδοση αστεριών, υπολογίζονται στατιστικά σφάλματα και οι διορθώσεις τους στην μαγνητική απόκλιση σχετικά με το αζιμούθιο, το γωνιακό ύψος ορίζοντα της ατμοσφαιρικής διάθλασης, η οποία κάνει την ανατολή των αστεριών να φαίνεται ψηλότερα στον ορίζοντα, και με το φαινόμενο της «απάλειψης» (Λυριτζής 2007).



Εικόνα 1.1 : Σχηματική παράσταση διερεύνησης προσανατολισμού μνημείου

Πηγή : geomythiki.blogspot

1.2 Ουράνια σφαίρα

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η αρχαιοαστρονομία εκμεταλλεύεται πολλά διαφορετικά πεδία και εργαλεία προκειμένου να εξάγει συμπεράσματα. Ένα πολύ ενδιαφέρον πεδίο είναι αυτό της «Σφαιρικής Αστρονομίας». Είναι ο κλάδος που χρησιμοποιεί την «Ουράνια σφαίρα» για να βρει θέσεις ουράνιων σωμάτων σε ορισμένη ημερομηνία, χρόνο και γεωγραφικό σημείο πάνω στη Γη. Οι μετρήσεις στηρίζονται σε μαθηματικά της σφαιρικής γεωμετρίας και τριγωνομετρίας και μετρήσεις της αστρομετρίας.

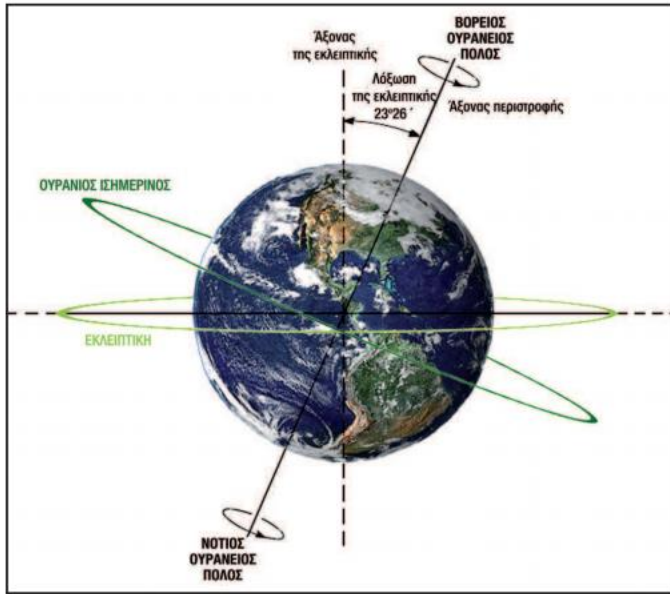
Η Ουράνια σφαίρα αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, που κατατάσσεται στην «Παρατηρησιακή Αστρονομία», στα χέρια της αστρονομίας και δη της αρχαιοαστρονομίας.

Με τον όρο ουράνια σφαίρα (εικ. 1) ονομάζουμε την ιδεατή εσωτερική επιφάνεια μιας σφαίρας πάνω στην οποία φαίνεται να είναι τοποθετημένοι οι αστέρες, όταν τις παρατηρούμε, εξαιτίας της μεγάλης απόστασης τις σε σχέση με την ακτίνα της γης. Η σφαίρα αυτή έχει ως κέντρο τις το μάτι του παρατηρητή και

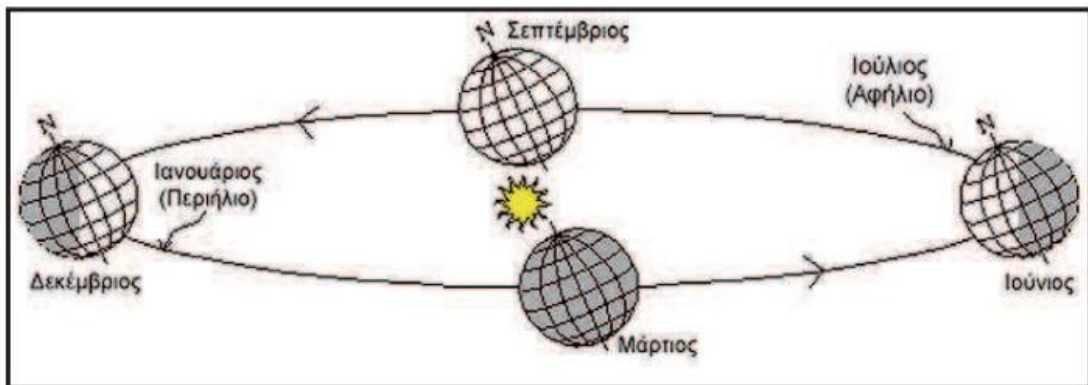
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

έναν αστέρα λέγεται κατακόρυφος κύκλος του αστέρα. Όταν ο κατακόρυφος κύκλος περνάει και από τους πόλους Π και Π' ονομάζεται μεσημβρινός εκείνου του σημείου. Όλοι οι μικροί κύκλοι που είναι παράλληλοι στον ορίζοντα ονομάζονται κύκλοι ύψους. Ο μεσημβρινός του σημείου τέμνει σε δύο σημεία Β (Βορράς) και Ν (Νότος) τον ορίζοντα του τόπου (εικ. 1.5). Τα σημεία Α (Ανατολή) και Δ (Δύση) είναι αυτά που τέμνονται από την πρώτη κάθετο του τόπου (το κατακόρυφο επίπεδο, κάθετο στο μεσημβρινό). Η γραμμή ΑΔ ονομάζεται άξονας μεσημβρινού και η ΒΝ μεσημβρινή γραμμή. Το ΒΠ τόξο ονομάζεται έξαρμα του βορείου πόλου και είναι ίσο με το γεωγραφικό πλάτος του. Ο κάθε αστέρας πραγματοποιώντας την ημερήσια τροχιά πάνω στον κύκλο απόκλισής του, περνάει από σημείο α τις τροχιάς (εικ. 1.6) του και ανεβαίνει πάνω από τον ορίζοντα, άρα ανατέλλει. Έπειτα διέρχεται από το σημείο Σ1, άρα και από το μεσημβρινό και έτσι μεσουρανεί άνω. Κατά το ίδιο μοτίβο διέρχεται από το σημείο δ και στη συνέχεια δύνει. Τέλος περνάει από το σημείο Σ2 όπου μεσουρανεί κάτω. Η τροχιά που κάνει κάθε χρόνο η Γη γύρω από τον Ήλιο ονομάζεται έλλειψη και ο Ήλιος κατέχει μία εστία τις (εικ. 1.6). Από τον Βόρειο Πόλο φαίνεται ότι η κίνηση τις Γης πάνω σε αυτή πραγματοποιείται κατά την ορθή φορά και με σταθερή εμβαδική ταχύτητα, σύμφωνα με τον 2^ο νόμο του Kepler. Η ουράνια σφαίρα τέμνεται κατά ένα μέγιστο κύκλο από το επίπεδο τις τροχιάς τις Γης η οποία ονομάζεται εκλειπτική (εικ. 1.5 και 1.6). Οπότε ως εκλειπτική δύναται να θεωρηθεί «η τομή του επιπέδου τις φαινόμενης τροχιάς του Ήλιου με την ουράνια σφαίρα. Η εκλειπτική και ο ισημερινός τέμνονται κατά τη διάμετρο γγ', που ονομάζεται γραμμή των ισημεριών και σχηματίζουν μια σταθερή γωνία $\omega = 23^{\circ} 26'$, που λέγεται λόξωση τις εκλειπτικής. Η κάθετη προς τη γραμμή των ισημεριών και πάνω στο επίπεδο τις εκλειπτικής ευρισκόμενη διάμετρος ΕΕ' λέγεται γραμμή των τροπών. Τα σημεία γ και γ' ονομάζονται εαρινό και φθινοπωρινό ισημερινό σημείο, ενώ τα Ε και Ε' ονομάζονται θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο. Τα τέσσερα αυτά σημεία ορίζουν τις αρχές των εποχών του έτους» (εικ. 1.6). (Σειρηδάκης, 2004)

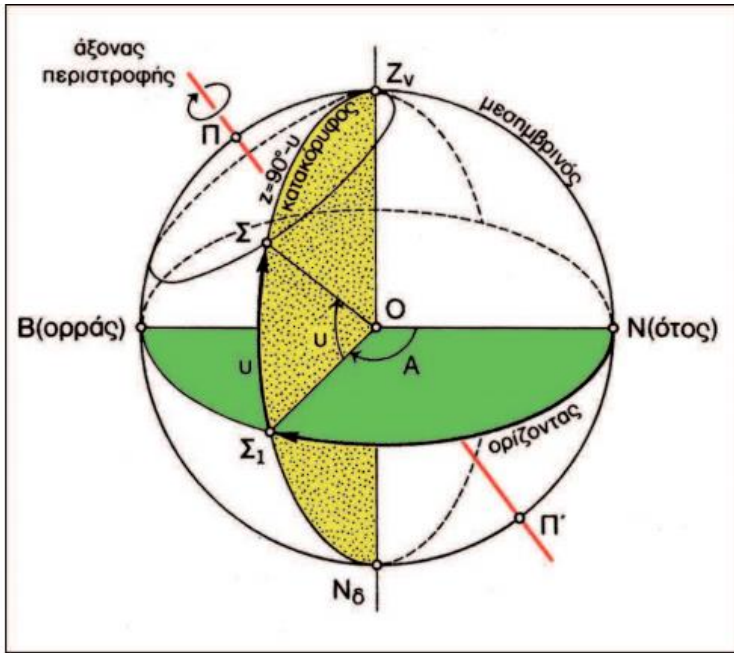
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»



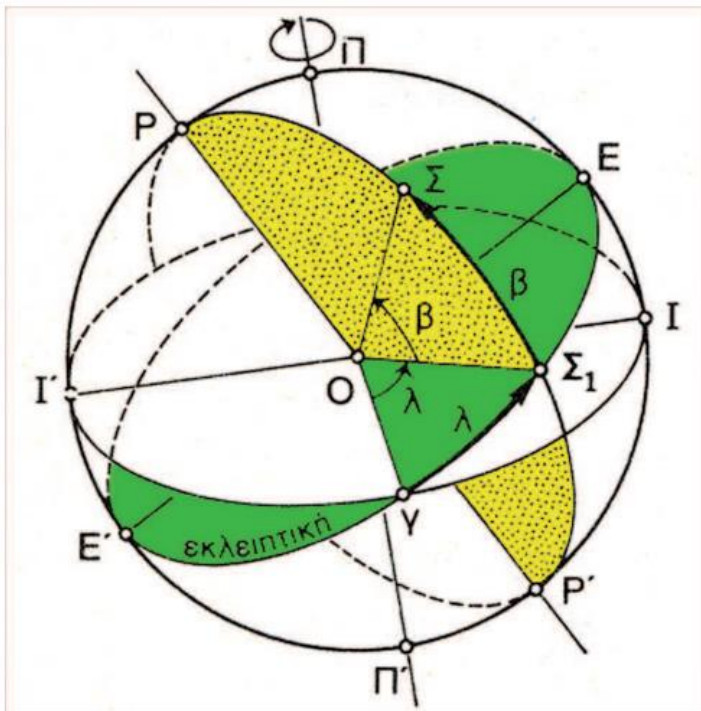
Εικόνα 1.3 Πηγή : Ιωάννης Σεραδάκης, 2004



Εικόνα 1.4 Πηγή : Ιωάννης Σεραδάκης, 2004



Εικόνα 1.5 Πηγή : Ιωάννης Σειρηδάκης, 2004



Εικόνα 1.6 Πηγή : Ιωάννης Σειρηδάκης, 2004

1.3 Αστρολάβος

Θα ήταν πολύ χρήσιμο και ωφέλιμο ως προς την κατανόηση της λειτουργίας αλλά και της σημασίας της ουράνιας σφαίρας ως εργαλείο της αστρονομίας και της αρχαιοαστρονομίας, να αναλυθεί ένα εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον από την αρχαιότητα μέχρι και πριν μερικές εκατοντάδες χρόνια, του οποίου η λειτουργία βασίστηκε στο μοντέλο της ουράνιας σφαίρας, ο αστρολάβος.

Ο αστρολάβος είναι ένα περίπλοκο κλινόμετρο, που χρησιμοποιείται ιστορικά από αστρονόμους και πλοηγούς, για να μετρήσουν την κεκλιμένη θέση στον ουρανό ενός ουράνιου σώματος την ημέρα ή τη νύχτα. Η λέξη αστρολάβος σημαίνει «αυτό που λαμβάνει τα ουράνια σώματα». Μπορεί έτσι να χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση των άστρων ή των πλανητών, για τον προσδιορισμό του τοπικού γεωγραφικού πλάτους που δίνεται στην τοπική ώρα (και αντιστρόφως) για έρευνα ή τριγωνισμό. Χρησιμοποιήθηκε στην κλασική αρχαιότητα, την Ισλαμική Χρυσή Εποχή, στον Ευρωπαϊκό Μεσαίωνα και στην Αναγέννηση για όλους αυτούς τους σκοπούς (Northrup et al., 2015).

Ένας αστρολάβος αποτελείται από ένα δίσκο, που ονομάζεται mater (μητέρα), που είναι αρκετά βαθύς, ώστε να κρατάει μία ή περισσότερες επίπεδες πλάκες που ονομάζονται τύμπανα ή κλίματα. Ένα τύμπανο γίνεται για ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος και είναι χαραγμένο με μια στερεογραφική προβολή κύκλων που υποδηλώνει αζιμούθιο και υψόμετρο και αντιπροσωπεύει το τμήμα της ουράνιας σφαίρας πάνω από τον τοπικό ορίζοντα. Το χείλος της μήτρας τυπικά βαθμολογείται σε ώρες χρόνου, βαθμούς τόξου ή και τα δύο (Stephenson et al., 2000).

Πάνω από τη μητέρα και το τύμπανο, ένα πλαίσιο που φέρει προβολή του εκλειπτικού επιπέδου και διάφορους δείκτες που υποδεικνύουν τις θέσεις των φωτεινότερων αστεριών, είναι ελεύθερο να περιστρέφεται. Τα ονόματα των ενδεικνυόμενων άστρων ήταν συχνά χαραγμένα στους δείκτες στα αραβικά ή στα λατινικά. Το πλαίσιο αυτό αντιπροσωπεύει τον ουρανό και λειτουργεί ως διάγραμμα αστεριών. Όταν περιστρέφεται, τα αστέρια και η εκλειπτική κινούνται πάνω από την προβολή των συντεταγμένων του τυμπάνου. Μια πλήρης περιστροφή αντιστοιχεί στο πέρασμα μιας ημέρας. Ο αστρολάβος είναι επομένως προκάτοχος της σύγχρονου υδρογείου (Hockey, 2009).

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

Στο πίσω μέρος της μητέρας υπάρχει συχνά χαραγμένος ένας αριθμός ζυγών που είναι χρήσιμος στις διάφορες εφαρμογές του αστρολάβου. Αυτές ποικίλλουν από σχεδιαστή σε σχεδιαστή, αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν καμπύλες για μετατροπές χρόνου, ένα ημερολόγιο για τη μετατροπή της ημέρας του μήνα στη θέση του ήλιου στις εκλειπτικές, τριγωνομετρικές κλίμακες και μια βαθμολόγηση 360 μοιρών γύρω από το πίσω άκρο.



Εικόνα 1.7 : Αστρολάβος και τεταρτοκύκλιο του 14^{ου} αιώνα της Συλλογής Ισλαμικής Τέχνης του Μουσείου Μπενάκη

Πηγή: Πάνου, 2016

Ιδιαίτερης σημασίας τμήμα του αστρολάβου είναι η αράχνη. Η αράχνη είναι ένας προσεκτικά κομμένος δίσκος τοποθετημένος πάνω στον δίσκο του αστρολάβου με τέτοιο τρόπο που να παρουσιάζει έναν περιστρεφόμενο χάρτη του ουρανού. Η αράχνη αντιπροσωπεύει τον κύκλο της εκλειπτικής και δείχνει τις θέσεις των κύριων άστρων του ουρανού (Vafea, 2006). Οι αρχαίοι συγγραφείς αναφέρουν την αράχνη ως χάρτη της ουράνιας σφαίρας, ενώ σύμφωνα με την επικρατέστερη εκδοχή η αράχνη ήταν τμήμα αστρονομικού οργάνου και πιο συγκεκριμένα συνέπιπτε με εγχάρκτη πλάκα αστρολάβου (Δορμπαράκης, 1998).

Ως όργανο μέτρησης χρησιμοποιήθηκε και από τους αστρονόμους, αστρολόγους, γεωγράφους, στρατιωτικούς αλλά και τους ναυτικούς κ.ά.. Αν και

ήταν χρήσιμο όργανο για την εύρεση του γεωγραφικού πλάτους, εντούτοις ήταν δύσκολο στη χρήση του λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούσαν σε κάθε τόπο. Παρόλα αυτά χρησιμοποιήθηκε στη ναυσιπλοΐα εκτεταμένα από τον 2^ο αιώνα π.Χ. μέχρι τον 18^ο αιώνα. Ακόμη χρησιμοποιήθηκε για τοπογραφικούς σκοπούς, για την εκτίμηση αστρονομικών αποστάσεων και του μεγέθους της Γης, του Ηλίου και των πλανητών μέσω του τριγωνισμού (στον οποίο στηρίχτηκε η τριγωνομετρία) με απώτερο σκοπό την επίλυση αστρονομικών προβλημάτων, καθώς και για την πρόβλεψη ωροσκοπίων (Hockey, 2009).

1.4 Light Pollution

Στην προσπάθεια μας να κατανοήσουμε τον τρόπο σκέψης πίσω από τα μνημεία και τα σημεία ενδιαφέροντος των αρχαίων πολιτισμών, συναντάμε το εμπόδιο του Light pollution. Η «φωτορύπανση» ή αλλιώς ρύπανση τεχνητού φωτισμού είναι ένα σύγχρονο φαινόμενο, το οποίο παρατηρείται στον ουρανό πάνω από αστικά κέντρα και τοποθεσίες με πολλά φώτα, όπου ο ουρανός είναι φωτεινότερος του κανονικού με αποτέλεσμα να παρατηρείται μειωμένη αντίθεση μεταξύ του φόντου του και των αστερών. Λόγω αυτού του φαινομένου έχουμε περιορισμένη απόδοση των τηλεσκοπίων συνεπώς και υποβάθμιση των αστρονομικών παρατηρήσεων. Ο φωτισμός τεχνητής προελεύσεως αποκρύπτει ουράνια σώματα και έτσι φαίνονται μόνο τα φωτεινότερα εξ αυτών.

Όπως είναι λογικό η αστρονομία είναι πολύ ευαίσθητη απέναντι στο light pollution. Ο νυχτερινός ουρανός μιας πόλης δεν έχει καμία ομοιότητα για τον παρατηρητή του με αυτόν ενός σκοτεινού ουρανού. Η διάσπαση φωτός στην ατμόσφαιρα τη νύχτα (Skyglow) μειώνει την αντίθεση των αστεριών και των γαλαξιών σε σχέση με τον ουρανό, κάνοντας έτσι πολύ δύσκολο τον εντοπισμό ασθενέστερων, ως προς την φωτεινότητά τους, αντικειμένων.

Κάποιοι αστρονόμοι για να περιορίσουν αυτό το φαινόμενο χρησιμοποιούν τα λεγόμενα «φίλτρα νεφελωμάτων» στενής ζώνης, τα οποία επιτρέπουν μόνο σε συγκεκριμένα μήκη φωτός να περνάνε, που συνήθως παρατηρούνται στα νεφελώματα ή τα ευρέως φάσματος «φίλτρα φωτορύπανσης», τα οποία μειώνουν τις επιπτώσεις light pollution που προέρχονται συνήθως από φώτα νατρίου και υδραργύρου. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αντίθεση και ενισχύεται η εικόνα

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

αμυδρά φαινόμενων σωμάτων όπως οι γαλαξίες και τα νεφελώματα. Όλα αυτά τα φίλτρα (light pollution reduction – LPR) όμως δεν αναιρούν τη φωτορύπανση, απλά μειώνουν την φωτεινότητα συγκεκριμένων λαμπτήρων αλλά και του αντικειμένου μελέτης, αφαιρώντας έτσι τη χρήση υψηλότερων μεγεθύνσεων. Αποκλείουν το φως συγκεκριμένων μηκών κύματος και αλλάζουν το χρώμα του σώματος υπό μελέτη, δημιουργώντας συχνά ένα έντονο πράσινο χρώμα. Η χρήση τους έχει νόημα μόνο σε ορισμένους τύπους αντικειμένων, πχ νεφελώματα εκπομπής, και η χρησιμότητα τους για γαλαξίες και αστέρια είναι πολύ περιορισμένη. Λόγω αδυναμίας λοιπόν καταπολέμησης του φαινομένου του light pollution τα μεγάλα αστεροσκοπεία χτίζονται σε τοποθεσίες απομονωμένες, εκτός πόλεων και μακριά από μεγάλους οικισμούς.

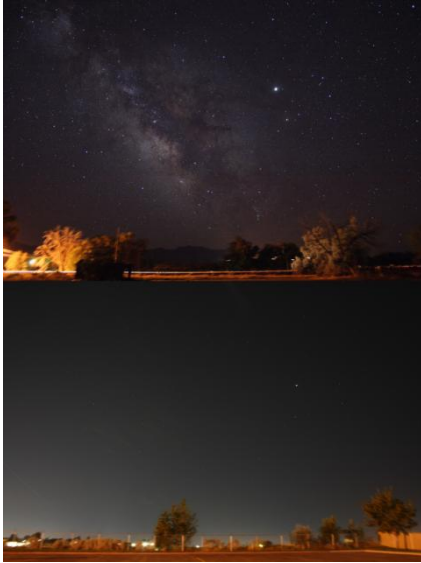
Εδώ έγκειται και η τεράστια σημασία της δυνατότητας των αστρονομικών λογισμικών να αποδώσουν με ακρίβεια τα ουράνια σώματα με γυμνό μάτι και light pollution free, ακριβώς όπως τα έβλεπαν οι αρχαίοι όταν έχτιζαν τα μνημεία τους.



Εικόνα 1.8 : Blackout 2003, Βορειοανατολική ακτή ΗΠΑ

Πηγή : Todd Carlson

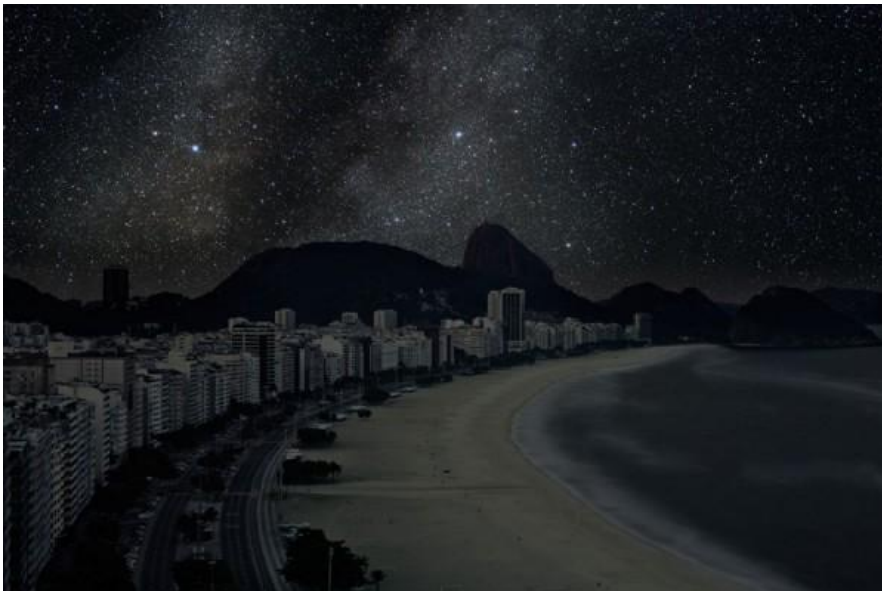
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»



Εικόνα 1.9 : Θέα της αντίθεσης του ουρανού μεταξύ μιας μικρής αγροτικής πόλης (πάνω) και μιας μεγαλούπολης (κάτω)

Πηγή : Jeremy Stanley, 2007

Φωτογραφίες μεγάλων πόλεων παγκοσμίως χωρίς το φαινόμενο light pollution :



Εικόνα 1.10 : Rio De Janeiro 22° 58' 38" S 2011-06-04 15:08

Πηγή : Thierry Cohen



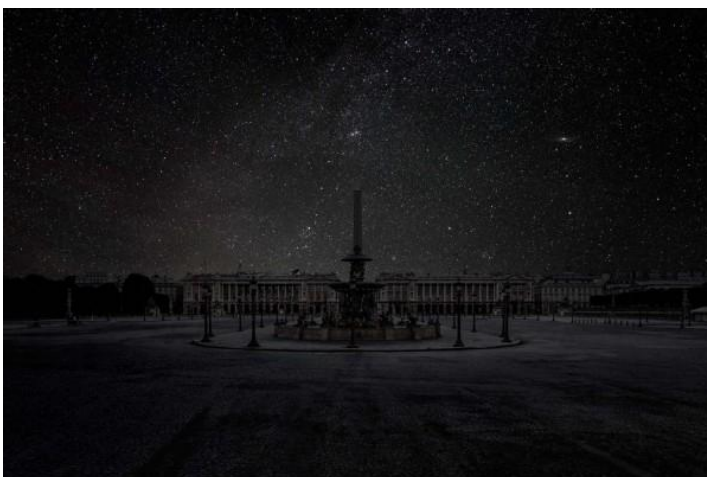
Εικόνα 1.11 : Hong Kong 22° 16' 38'' N 2012-03-22 14:00

Πηγή : Thierry Cohen



Εικόνα 1.12 : San Francisco 37° 48' 30'' N 2010-10-09 20:58

Πηγή : Thierry Cohen



Εικόνα 1.13 : Paris 48° 51' 52'' N 2012-07-14 22:18

Πηγή : Thierry Cohen



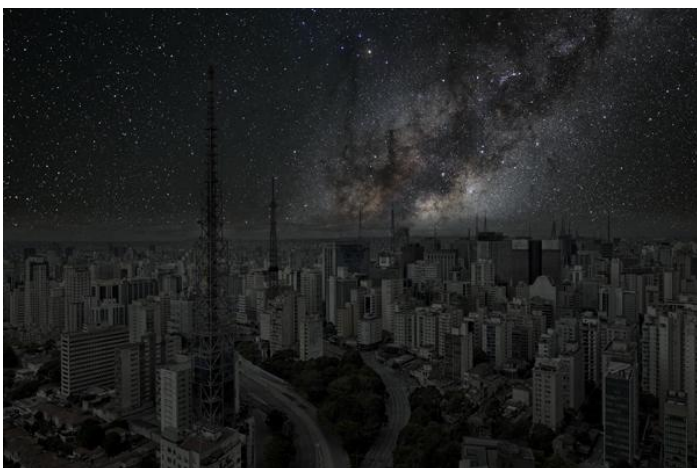
Εικόνα 1.14 : New York 40° 44' 39'' N 2010-10-13 0:04

Πηγή : Thierry Cohen



Εικόνα 1.15 : San Francisco 37° 48' 30'' N 2010-10-09 20:58

Πηγή : Thierry Cohen



Εικόνα 1.16 : São Paulo 23° 33' 22'' S 2011-06-05 11:44

Πηγή : Thierry Cohen

1.5 Λογισμικά

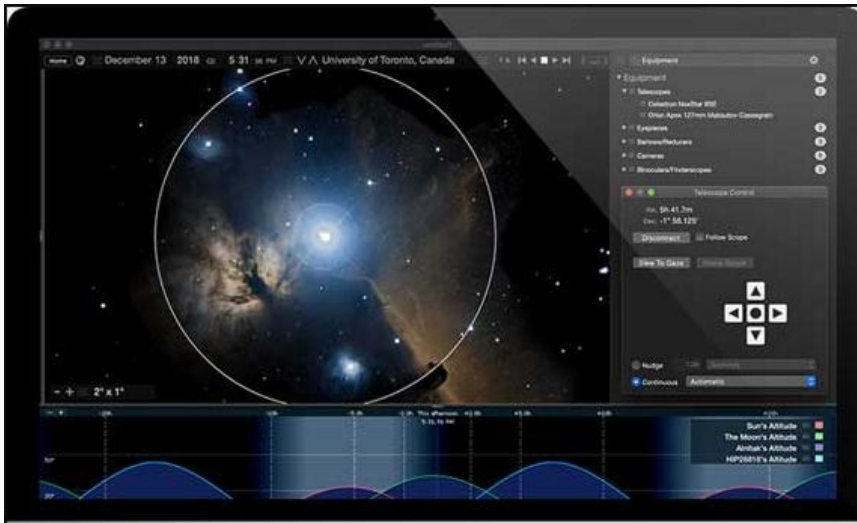
1.5.1 Starry night

Το Starry Night είναι ένα πλανητάριο σε μορφή λογισμικού, το οποίο είναι διαθέσιμο σε macOS και Microsoft Windows, χωρίς όμως freeware. Εστιάζει κυρίως στην παροχή πολύ ρεαλιστικών εικόνων του ουρανού, των πλανητών, των αστερισμών. Είναι πού αληθοφανές όταν πηγαίνει πίσω στον χρόνο και πραγματοποιεί πολύ καλές προσομοιώσεις εκλείψεις ήλιου και σελήνης με αναλυτικούς χάρτες για ζώνες. Έχει πολύ πιστή απόδοση του μεγέθους των αστεριών (magnitudes). Οι τελευταίες εκδόσεις έχουν δώσει βάρος σε έναν πολύ σημαντικό κλάδο της αστρονομίας, την «ερασιτεχνική αστρονομία», κάνοντας πολύ εύκολο τον εντοπισμό αστερισμών και πλανητών, με χαρακτηριστικά όπως ο σχεδιασμός παρατήρησης, ο έλεγχος των τηλεσκοπίων και η εκτύπωση πολλαπλών πινάκων.

Κάποιες από τις δυνατότητες του Starry Night:

- Ρεαλιστική απεικόνιση νυχτερινού ουρανού, συμπεριλαμβανομένων αστεριών από τους καταλόγους USNA A2, Hipparcos, Tycho-2 και τον κατάλογο γαλαξιών Tully
- Απεικόνιση του βραδινού ουρανού από οποιαδήποτε τοποθεσία στη γη και από οποιοδήποτε σημείο στο ηλιακό μας σύστημα, το γαλαξία του Milky Way ή το σύνολο γαλαξιών του Local Group.
- Απόδοση οποιασδήποτε ημερομηνίας και στιγμής μέσα σε χιλιάδες χρόνια στο παρελθόν ή το μέλλον.
- Αναπαράσταση χρονικής ακολουθίας σε οποιοδήποτε ρυθμό
- Δημιουργία σχεδίων παρατήρησης
- Υπολογισμός των ephemerides των αντικειμένων του ηλιακού συστήματος.
- Προβολή των live εικόνων από ηλιακούς και γεωσκοπικούς δορυφόρους
- Δημιουργία διαγράμματος Hertzsprung-Russell των εμφανιζόμενων αστεριών.
- Έλεγχος για τα πιο δημοφιλή τηλεσκόπια GOTO μέσω ενός σειριακού καλωδίου διασύνδεσης.

- Εμφάνιση του ουρανού χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό ψηφιδωτό που δημιουργήθηκε από εικόνες CCD.



Εικόνα 1.17 : Starry Night 8, προσομοίωση του πλανήτη Κρόνου

Πηγή : starynight.com

1.5.2 Skymap Pro

Το SkyMap Pro είναι ένα εξελιγμένο πρόγραμμα διαγράμμισης αστερών και πλανητάριο. Μπορεί να εμφανίσει τον ουρανό όπως φαίνεται από οποιαδήποτε τοποθεσία στη γη για οποιαδήποτε ημερομηνία μεταξύ 4000 π.Χ. και 8000 π.Χ., εμφανίζοντας πεδία προβολής που κυμαίνονται από ολόκληρο τον ορατό ουρανό μέχρι ένα λεπτομερές τηλεσκοπικό "χάρτη ανίχνευσης" για έναν εξασθενημένο γαλαξία. Το πρόγραμμα παρέχει επίσης ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τον προγραμματισμό και την καταγραφή παρατήρησης. Είναι πού αναλυτικό όταν απεικονίζει εκλείψεις και παρέχει ακριβείς ημερομηνίες για τις φάσεις της Σελήνης.

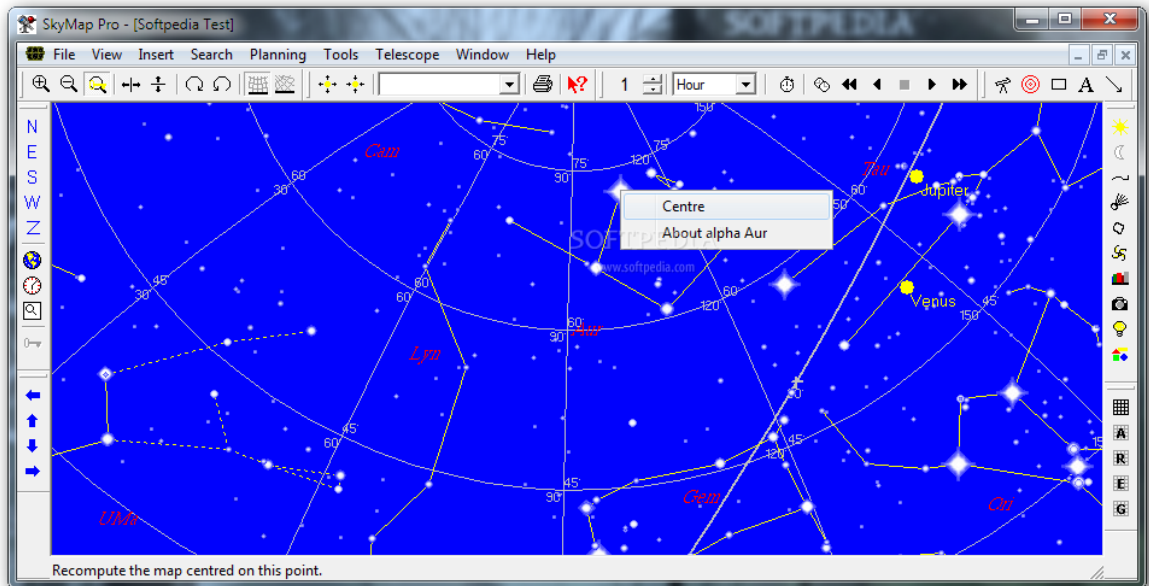
Είναι το τελικό αποτέλεσμα των δεκαετιών των εργασιών ανάπτυξης (οι εργασίες για το πρόγραμμα ξεκίνησαν το 1986) και το πρόγραμμα χρησιμοποιείται από πολλούς χιλιάδες αστρονόμους σε όλο τον κόσμο. Η εξέλιξη του προγράμματος ήταν πάντα καθοδηγούμενη κυρίως από την ανατροφοδότηση από τους υπάρχοντες χρήστες του προγράμματος, καθιστώντας το έτσι το εύκολο για χρήση από τον πρακτικό ερασιτέχνη αστρονόμο.

Μερικές δυνατότητες του Skymap Pro:

- Εμφανίζει περισσότερα από 15 εκατομμύρια αστέρια ως ελαφρώς μεγαλύτερα από το μέγεθος 15. Τα 2,5 εκατομμύρια φωτεινότερα αστέρια εμφανίζονται με (σχεδόν) τα αληθινά τους χρώματα.
- Εμφανίζει περισσότερα από 200.000 αντικείμενα στον βαθύ ουρανό - συστάδες αστερών, νεφελώματα, γαλαξίες. Σχεδόν κάθε αντικείμενο που μπορεί να παρατηρηθεί σε ένα τυπικό ερασιτεχνικό τηλεσκόπιο.
- Εμφανίζει τις θέσεις του Ήλιου, της Σελήνης και των μεγάλων πλανητών. Οι θέσεις έχουν ακρίβεια μικρού κλάσματος δευτερολέπτου τόξου.
- Εμφανίζει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών πλεγμάτων συντεταγμένων και γραμμών κλίμακας που δείχνουν το υψόμετρο / αζιμούθιο, RA / dec, εκλειπτικές και γαλαξιακές συντεταγμένες.
- Εμφανίζει μια φωτογραφική "εικόνα φόντου" στο διάγραμμα του αστεριού
- Λεπτομερείς πληροφορίες μπορούν να εμφανιστούν για οποιοδήποτε αντικείμενο γνωστό στο SkyMap Pro είτε κάνοντας κλικ στο αντικείμενο στο χάρτη με το ποντίκι είτε εντοπίζοντας το χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα αναζήτησης.
- Πλήρεις πληροφορίες από πολλούς διαφορετικούς επαγγελματικούς καταλόγους δεδομένων είναι διαθέσιμες. Παρέχεται μια μεγάλη συλλογή δεδομένων από τηλεσκόπιο και προσοφθάλμιο. Μπορείτε να τραβήξετε στον χάρτη τους κύκλους "οπτικών πεδίων" που δείχνουν οποιονδήποτε συνδυασμό προσοφθάλμιου φακού και τηλεσκοπίου - ιδανικοί για τους χάρτες ανίχνευσης που προορίζονται για αστέρια.
- Η διαδρομή οποιουδήποτε κινούμενου αντικειμένου, όπως ένας πλανήτης, ένας αστεροειδής ή ένας κομήτης, μπορεί να σχεδιαστεί στον χάρτη ως μια γραμμή που φέρει την ημερομηνία και το μέγεθος σε καθορισμένα διαστήματα - ιδανικά για διαγράμματα εύρεσης κομητών ή αστεροειδών. Για κάθε πλανήτη, κομήτη ή αστεροειδή μπορεί να δημιουργηθεί πίνακας "ephemeris".
- Ακριβείς θέσεις σημαντικών πλανητικών δορυφόρων μπορούν να εμφανιστούν στο χάρτη. Οι τέσσερις "Γαλιλαίοι" δορυφόροι του Δία, οι οκτώ

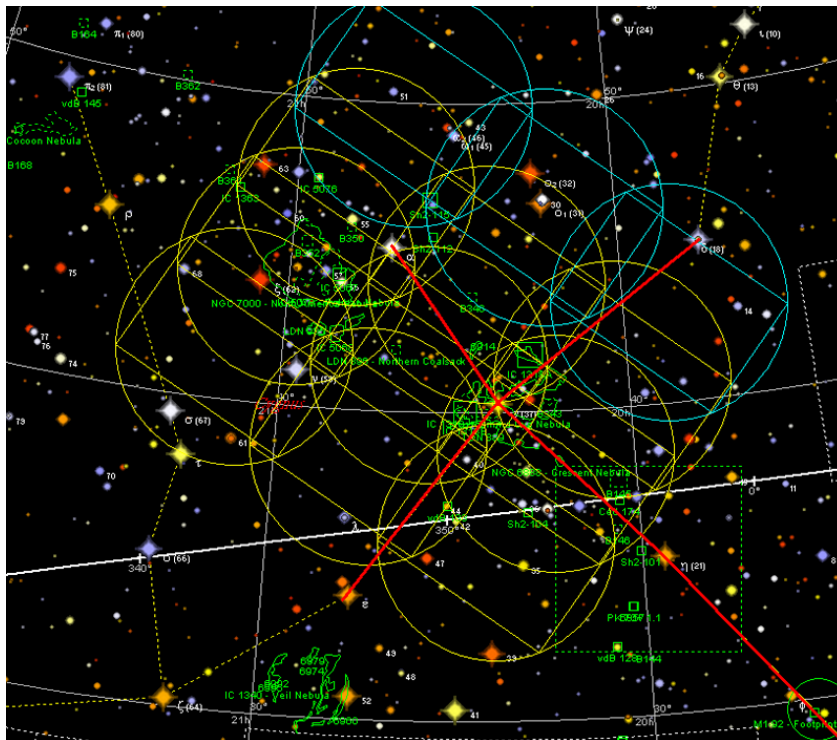
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»

μεγαλύτεροι δορυφόροι του Κρόνου, και οι πέντε μεγαλύτεροι δορυφόροι του Ουρανού παρουσιάζονται. (Skymap.com)



Εικόνα 1.18 : SkyMap Pro 11, Main window

Πηγή : Softpedia



Εικόνα 1.19 : SkyMap Pro, χάρτης σχεδίασης – μωσαϊκό, Northern Cygnus

Πηγή : Paul Beskeen

1.5.3 Stellarium

Το Stellarium είναι ένα πλανητάριο ελεύθερου λογισμικού ανοικτού κώδικα και εμφανίζει ένα ρεαλιστικό ουρανό σε 3D, ακριβώς όπως αυτό που θα έβλεπε κάποιος με γυμνό μάτι, κιάλια ή ένα τηλεσκόπιο.

Δυνατότητες Stellarium :

- Διαθέτει προεπιλεγμένο κατάλογο πάνω από 600.000 αστέρια και επιπλέον κατάλογοι με περισσότερα από 177 εκατομμύρια αστέρια
- προεπιλεγμένο κατάλογο πάνω από 80.000 αντικειμένων βαθιάς ουρανιας και επιπλέον κατάλογο με περισσότερα από 1 εκατομμύριο αντικείμενα βαθιάς ουρανιας
- αστερισμούς και απεικονίσεις των αστερισμών
- αστερισμούς για 20+ διαφορετικούς πολιτισμούς
- εικόνες νεφελωμάτων (πλήρης κατάλογος Messier)
- απεικόνιση ρεαλιστικού Γαλαξία
- πολύ ρεαλιστική ατμόσφαιρα, ανατολή και ηλιοβασίλεμα
- απεικόνιση πλανητών και των δορυφόρων τους
- ισχυρό ζουμ
- έλεγχος χρόνου
- προβολή πλέγματος «ψαριού» για τους θόλους του πλανητάριου
- σφαιρική προβολή καθρέπτη
- τηλεσκόπιο ελέγχου
- ισημερινά και αζιμουθιακά πλέγματα
- πεφταστέρια
- ουρές των κομητών
- προσομοίωση έκλειψης
- προσομοίωση σουπερνόβα
- 3D σκηνικά

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»



Εικόνα 1.20 : Έκδοση 0.9.0 , απεικόνιση βραδινού ουρανού

Πηγή : Stellarium.org



Εικόνα 1.21 : Ο πλανήτης Άρης και τα φεγγάρια του

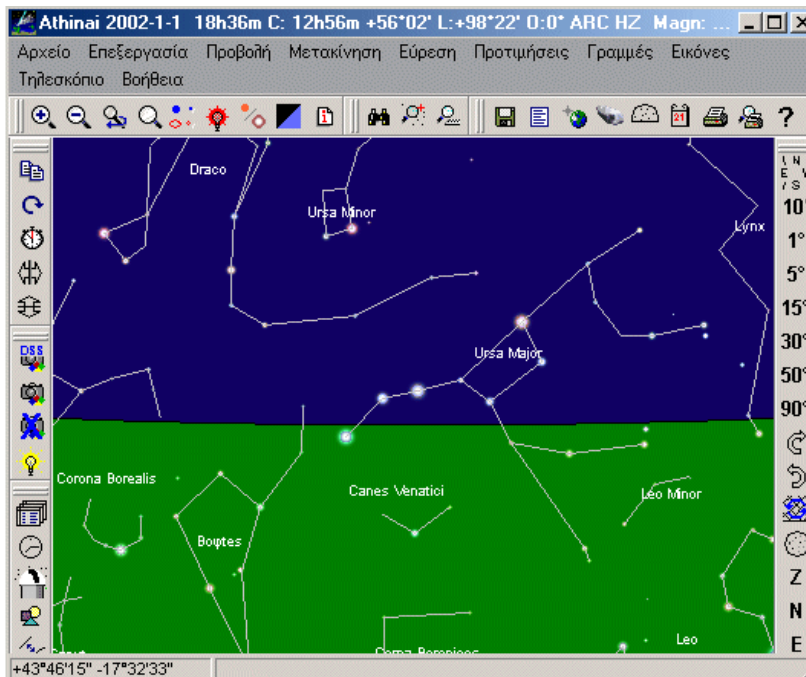
Πηγή : Stellarium.org

1.5.4 Cartes du Ciel

Το Cartes du Ciel είναι ένα πλανητάριο ελεύθερου λογισμικού ανοικτού κώδικα και έχει έκδοση και στα ελληνικά (Χάρτες του Ουρανού). Το λογισμικό του αποτυπώνει και επισημαίνει τους περισσότερους αστερισμούς, πλανήτες και αντικείμενα τα οποία είναι ορατά με ένα τηλεσκόπιο. Μπορεί επίσης να πραγματοποιήσει λήψη ψηφιακών γραφημάτων έρευνας ψηφιακού ουρανού και να επιθέσει εικόνες πάνω σε αυτά τα διαγράμματα.

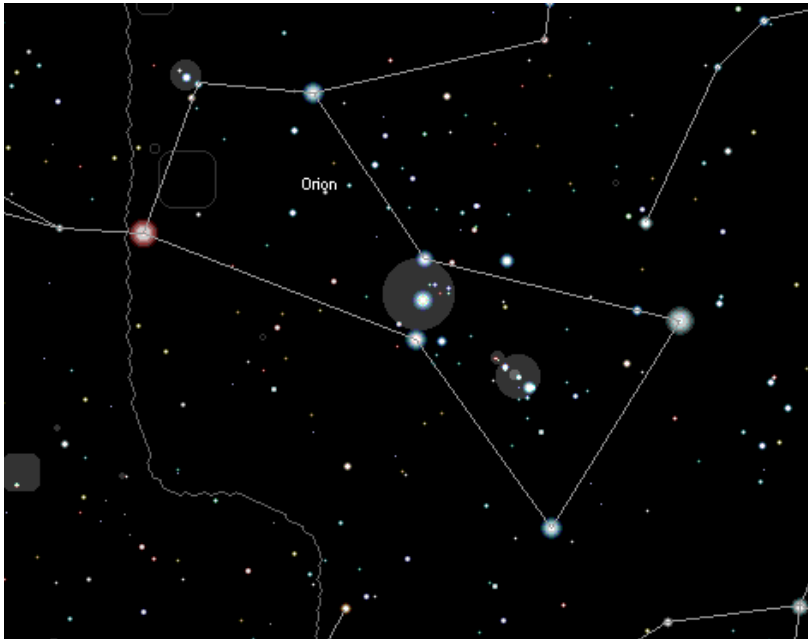
Κάποιες από τις δυνατότητες που προσφέρει είναι :

- χάρτες με δυνατότητα πλήρους παραμετροποίησης
- Αυτόματη ανανέωση στοιχείων από το διαδίκτυο για νέους κομήτες και αστεροειδείς
- Ηλεκτρονικός χειρισμός τηλεσκοπίου μέσα από το πρόγραμμα
- Ημερολόγιο με στοιχεία πλανητών, εκλείψεων και ενδιαφέροντων γεγονότων
- Προβλέψεις για περάσματα τεχνητών δορυφόρων
- Προσομιώσεις εκλείψεων



Εικόνα 1.22 : Interface

Πηγή : Astrovox



Εικόνα 1.23 : Αστερισμός του Ωρίωνα

Πηγή : Astrovox

2. Η εξέλιξη και σημασία της αστρονομίας στην αρχαία Ελλάδα. Γιατί τόσα σημεία αρχαιοαστρονομικής σημασίας.

Σύμφωνα με τους αρχαίους έλληνες φιλόσοφους και αστρονόμους οι άνθρωποι είναι σπόροι του σύμπαντος, η λογική των οποίων λειτουργεί σύμφωνα με την κοσμική φυσική και τα μονοπάτια του σύμπαντος. Ο αναπνευστικός κύκλος, το αίσθημα παλμών της καρδιάς, ο μεταβολισμός, η κύηση, ακολουθούν τον κοσμικό ρυθμό και τον συγχρονισμό των κύκλων του. Οι ιδέες για το Θεϊκό Δημιουργό, προέρχονται από την αστρονομία. Οι ουρανοί έχουν διαμορφώσει τον τρόπο που σκέφτεται ο άνθρωπος. Από την αρχή, η αστρονομία ήταν και είναι μια γλώσσα και φιλοσοφία κοινή για όλους τους λαούς και τα έθνη (Κάλφας, 2005).

Ο ρόλος της αστρονομίας σε άλλες επιστήμες και τέχνες είναι πολύ σημαντικός. Δεν χωράει αμφιβολία ότι οι θεωρίες και οι παρατηρήσεις των αρχαίων Ελλήνων Φυσικών Φιλοσόφων συντέλεσαν στην εξέλιξη της σύγχρονης αυτής θετικής επιστήμης. Η Χρονομετρία, η Ναυτιλία, και η Γεωδαισία σχετίζονται στενά με την Αστρονομία. Σημαντική, όμως, είναι και η σχέση ανάμεσα στην Αστρονομία και την Φιλοσοφία, αν και ως επιστήμη δεν μπορεί να δώσει άμεση απάντηση σε φιλοσοφικά προβλήματα, ωστόσο επιδρά σημαντικά στον καθορισμό της θέσης του σκεπτόμενου ανθρώπου, στις υποχρεώσεις του προς τις μέλλουσες γενιές ή τη θέση του στο Σύμπαν και ως προς τη στάση του απέναντι σε μια υπέρτατη Δύναμη που ασκεί επιρροή πάνω του (Unsöld and Baschek, 2001).

Από αρχαιοτάτων χρόνων οι άνθρωποι ανά τον κόσμο και πρώτοι οι αρχαίοι Έλληνες προσπαθούσαν να απαντήσουν στο ερώτημα για το που πραγματικά βρίσκονται. Το ερώτημα αυτό προκάλεσε την ενασχόληση των Ελλήνων Φιλοσόφων με τις νέες και δύσκολες επιστήμες της Φυσικής, των Μαθηματικών, της Αστρονομίας και γενικά των θετικών Επιστημών. Οι γνώσεις που απέκτησαν επέτρεψαν στους έλληνες ναυτικούς να πραγματοποιήσουν ταξίδια που ακόμη και με τα σημερινά σύγχρονα όργανα θεωρούνται δύσκολα και επικίνδυνα. Η έρευνα που ξεκίνησε τότε για την εύρεση μεθόδων και οργάνων που να επιτρέπουν τον άνθρωπο να υπολογίζει με ακρίβεια την θέση του, κατέληξε στη δημιουργία του σημερινού Δορυφορικού Συστήματος Ναυσιπλοΐας (ΔΟΣΥΝ) (Ντούνη και Δημαράκη, 2005).

2.1 Αστρονομία και φιλοσοφία

Αρχαίοι φιλόσοφοι όπως ο Εμπεδοκλής, ο Ηράκλειτος, ο Δημόκριτος και ο Πυθαγόρας συζητούσαν και ανέλυσαν τα φαινόμενα της κοσμολογικής επιστήμης που υπήρχε στον κόσμο για αμέτρητα χρόνια, αλλά είχαν παραγκωνιστεί και ξεχαστεί. Η ιδέα του Εμπεδοκλή για την Αγάπη και το Μίσος ορίζει την πρωταρχική διχοτόμηση και τη φυσική του σύμπαντος. Ο Πυθαγόρας διατήρησε σταθερά τη μονάδα και την κοσμική θεωρία του αριθμού και της γεωμετρίας. Ο Ηράκλειτος υποστήριξε ότι όλα τα πράγματα του κόσμου συνεχώς αλλάζουν. Όλοι αυτοί οι φιλόσοφοι ασχολήθηκαν συστηματικά με τα φυσικά φαινόμενα, σε μια προσπάθεια να εξηγήσουν την προέλευση τους, αλλά και τις επιπτώσεις τους. Στην αντίθετη πλευρά βέβαια, πολλοί αρχαίοι Έλληνες αστρονόμοι καταπιάστηκαν με την φιλοσοφία, αναδεικνύοντας μια άρρητα στενή σχέση των δύο αυτών επιστημών (Κάλφας, 2015). Πιο συγκεκριμένα:

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»

- Ο Θαλής (624-564 π.Χ.) πέρα από το αστρονομικό του έργο, ασχολήθηκε με την αθανασία της ψυχής. Από μια διαφωνία που είχε με έναν συνεργάτη του προσπάθησε να αποδείξει, μέσω της αστρονομίας και της φιλοσοφίας, πόσο εύκολο ήταν να γίνει κάποιος πλούσιος και πόσο δύσκολο είναι να γίνει σοφός. Επίσης, ο Θαλής δήλωσε ότι το νερό ήταν η κύρια ουσία του σύμπαντος. Υποστήριζε ότι ο Θεός είναι ο αρχαιότερος, το πιο όμορφο είναι το σύμπαν, γιατί είναι το έργο του Θεού, το σύμπαν είναι ο χώρος που κατέχει όλα τα πράγματα, το ταχύτερο είναι το μυαλό, γιατί τρέχει παντού, το ισχυρότερο, διότι κυριαρχεί όλα, το σοφότερο, γιατί φέρνει τα πάντα στο φως. Το πιο δύσκολο για αυτόν είναι να γνωρίζει κανείς τον εαυτό του, το πιο εύκολο να δώσει συμβουλές και το πιο ευχάριστο η επιτυχία. Ο Θαλής παροτρύνε τους ανθρώπους να θυμούνται συχνά τους φίλους τους και να μελετούν συστηματικά για να αποκτήσουν έναν όμορφο χαρακτήρα. Πρόβλεψε την έκλειψη του ηλίου που έγινε το 585 π.Χ., υπολόγισε πρώτος την διάρκεια του έτους σε 365 ημέρες και ότι η διάμετρος του Ηλίου ήταν το 1/720 της φαινόμενης τροχιάς του περί τη Γη. Συγχρόνως βρήκε ότι η σχέση αυτή υπάρχει και μεταξύ της διαμέτρου της Σελήνης και της τροχιάς της περί την Γη. Γνώριζε, επίσης, ότι οι εκλείψεις του ήλιου παρουσιάζονταν σε περιόδους 223 σεληνιακών κύκλων.

- Ο Αναξίμανδρος (610-545 π.Χ.) υπήρξε μαθητής και διάδοχος του Θαλή. Θεωρούσε ότι η αρχή των όντων ήταν το άπειρο, η αιώνια και διαρκώς μεταβαλλόμενη ύλη, επινόησε το πρώτο ηλιακό ημερολόγιο, ασχολήθηκε με κοσμολογικά και αστρονομικά θέματα και δημιούργησε τον πρώτο χάρτη της τότε γνωστής γης. Ήταν ο πρώτος που διατύπωσε την άποψη ότι η Γη είναι μετέωρη και κινείται γύρω από το κέντρο του κόσμου (ήλιος). Μέτρησε επίσης πρώτος τα μεγέθη και τις αποστάσεις των πλανητών από τη Γη. Χάραξε την κίνηση του Ήλιου πάνω στην εκλειπτική και σχεδίασε τον πρώτο χάρτη της ουράνιας σφαίρας. Μέτρησε με αρκετή ακρίβεια την λόξωση της εκλειπτικής (24° ενώ η σωστή είναι $23^\circ 27'$), χρησιμοποιούσε τα ηλιοστάσια και τις ισημερίες για τους υπολογισμούς του. Θεωρείται ο πρόδρομος της μαθηματικής προσέγγισης της αστρονομίας (Michailidis 2018).

- Ο Πυθαγόρας (580-496 π.Χ.) σύγκρινε τη ζωή με τους Μεγάλους Αγώνες, όπου κάποιοι έρχονται για να αγωνιστούν για το βραβείο, άλλοι για να πουλήσουν τα προϊόντα τους, αλλά οι καλύτεροι για να παρακολουθήσουν το θέαμα.

Ασχολήθηκε με τις αριθμητικές πτυχές της γεωμετρίας, και επίσης ανακάλυψε τα μουσικά διαστήματα στο monochord. Θεωρείται ότι έχει εισάγει τις βασικές θεωρίες, για να αποδειχτεί ότι το πρωινό και το βραδινό αστέρι είναι ένα. Δήλωσε ότι η αρχή όλων των πραγμάτων είναι η Μονάδα, η οποία υποδιαιρείται στην αφηρημένη έννοια της Δυαδικότητας και όλα καθορίζονται από 4 βασικά στοιχεία: φωτιά, νερό, γη και αέρας. Οι εποχές ακολουθούν τα στοιχεία αυτά: η άνοιξη είναι υγρή, το καλοκαίρι είναι ζεστό, το φθινόπωρο είναι ξηρό, και ο χειμώνας είναι κρύος. Ο Κόσμος είναι γεμάτος δυαδικότητα: πάνω και κάτω, το φως και το σκοτάδι, ζεστό και κρύο, ξηρό και υγρό. Η ψυχή χωρίζεται σε πάθος, λόγο και νοημοσύνη. Όλα τα πράγματα κατασκευάζονται σύμφωνα με τους νόμους της αρμονίας. Ήταν ο πρώτος μεταξύ των Ελλήνων που ονομάζει τον ουρανό, το σύμπαν και τη σφαίρα της Γης.

- Ο Αναξαγόρας (500-428 π.Χ.) εισήγαγε την ιδέα ότι το Σύμπαν ήταν το Μυαλό (Νους) και η αρχή όλων των πραγμάτων και αυτό που τα θέτει σε τάξη. Ασχολήθηκε, επιπλέον, και με τα μόρια και άτομα και προετοίμασε τον δρόμο για τον Αριστοτέλη και το Δημόκριτο. Ισχυριζόταν ότι ο Νους είναι άπειρος και το ατομικό μυαλό πηγάζει από το κοσμικό μυαλό. Ο Αναξαγόρας ήταν ο πρώτος που έφερε την ιωνική φιλοσοφία (Μικρά Ασία, Κόλπος της Σμύρνης) στην Αθήνα.

- Ο Εμπεδοκλής (495-435 π.Χ.) υποστήριζε ότι υπάρχουν τέσσερα στοιχεία: η φωτιά, το νερό, η γη και ο αέρας που ενώνονται με αγάπη και χωρίζονται από διαμάχες. Η αλλαγή δεν παύει ποτέ και τα κυκλικά στοιχεία συνεχίζονται μέχρι την αιωνιότητα. Ωστόσο, σε μια στιγμή όλα τα πράγματα ενώθηκαν στον Ένα μέσω της Αγάπης. Πρότεινε, επίσης, αρχές που ονομάζονται Αγάπη και Αλήθεια, οι οποίες θα λειτουργούσαν ως δυνάμεις για να επιφέρουν το μείγμα και τον διαχωρισμό των στοιχείων. Αυτές οι φυσικές εικασίες αποτελούν μέρος μιας ιστορίας του σύμπαντος. Ασχολήθηκε επίσης με την προέλευση και την ανάπτυξη της ζωής. Επηρεασμένος από τους Πυθαγορείους, υποστήριξε το δόγμα της μετενσάρκωσης. Λέγεται ότι ήταν «μάγος και ελεγκτής των καταιγίδων με θαυματουργές δυνάμεις, συμπεριλαμβανομένης της καταστροφής του κακού, της θεραπείας του γήρατος και του ελέγχου του ανέμου και της βροχής.

- Ο Ηράκλειτος (6^{ος}-5^{ος} αι. π.Χ.) ισχυριζόταν ότι η συνεχής μάθηση δεν προσφέρει την κατανόηση. Κατηγορεί τους προκατόχους και τους συγχρόνους του για την αποτυχία τους να δουν την ενότητα στην εμπειρία. Ισχυρίζεται ότι υπάρχει

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

έναν Αιώνιο Λόγο (Λόγος = λόγο, λογική, λογική) σύμφωνα με το οποίο όλα είναι ένα. Τα αντίθετα είναι απαραίτητα για τη ζωή, αλλά είναι ενωμένα σε ένα σύστημα ισορροπημένων ανταλλαγών. Ο ίδιος ο κόσμος αποτελείται από μια νομική ανταλλαγή στοιχείων, που συμβολίζεται από τη φωτιά (η φωτιά είναι η επιτομή του κύκλου της μεταμόρφωσης: το νερό, η φωτιά, η ξηρασία και το κρύο - και ξανά). Έτσι, ο κόσμος δεν πρέπει να ταυτιστεί με κάποια συγκεκριμένη ουσία, αλλά μάλλον με μια συνεχή διαδικασία που διέπεται από ένα νόμο αλλαγής. Ο υποκείμενος νόμος της φύσης εκδηλώνεται επίσης ως ηθικός νόμος για τα ανθρώπινα όντα. Ο Ηράκλειτος είναι ο πρώτος Δυτικός φιλόσοφος που ξεπερνά τη φυσική θεωρία, αναζητώντας μεταφυσικά θεμέλια και ηθικές εφαρμογές. Μερικά από τα σημαντικότερα φιλοσοφικά αποφθέγματα του Ηράκλειτου είναι τα εξής:

- ✓ Ο χαρακτήρας ενός ανθρώπου είναι η μοίρα του.
- ✓ Ο χαρακτήρας ενός ανθρώπου είναι ο φύλακας άγγελός του.
- ✓ Τα μεγάλα αποτελέσματα απαιτούν μεγάλες φιλοδοξίες.
- ✓ Η αλλαγή από μόνη της είναι αμετάβλητη.
- ✓ Ο χαρακτήρας είναι πεπρωμένο.
- ✓ Τα σημαντικότερα ζεύγη είναι το πλήρες και όχι πλήρες και αυτό που συμφωνεί και διαφωνεί.
- ✓ Από όλα τα πράγματα ένα και από ένα όλα τα πράγματα.
- ✓ Η σκόπιμη βία είναι επιτακτικό να σβήσει περισσότερο από ότι είναι μια πυρκαγιά.
- ✓ Ο Θεός είναι μέρα και νύχτα, χειμώνας και καλοκαίρι, πόλεμος και ειρήνη, ευδαιμονία και πείνα.
- ✓ Ο καλός χαρακτήρας δεν δημιουργείται σε μια εβδομάδα ή ένα μήνα. Δημιουργείται σιγά-σιγά, μέρα με τη μέρα. Απαιτείται μεγάλη προσπάθεια για την ανάπτυξη καλού χαρακτήρα.

2.2 Αστρονομία και Χρονομετρία

Από τον 6^ο αιώνα π.Χ. και από την μελέτη των Ορφικών Ύμνων προκύπτει ότι οι Έλληνες διέθεταν αρκετές γνώσεις για τα ουράνια φαινόμενα, την περιστροφή της γης, του ηλιοκεντρισμού, της έλξης του Ηλίου, της πύρινης φύσης των απλανών αστερών, της επιφάνειας της Σελήνης, των διαττόντων αστερών και της ίσης διάρκειας των εποχών του χειμώνα και του θέρους (Παπαθανασίου, 1978). Επίσης, στα Ομηρικά Έπη γίνονται αναφορές γύρω από την Αστρονομία και μαρτυρούν την ύπαρξη αστρονομική σκέψης και γνώσης εκείνη την εποχή (Paramarinopoulos et al., 2012; 2013; 2014).

Πάρα πολλοί αρχαίοι αστρονόμοι, μαθηματικοί, φυσικοί, φιλόσοφοι ασχολήθηκαν με τον χρόνο και τη μέτρηση του σε κάθε σημείο της επιστημονικής ιστορίας (Πάνου, 2013). Από την προϊστορική περίοδο κιόλας υπήρξαν γνώσεις γύρω από τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, τα οποία σταδιακά διαμόρφωναν την έννοια του χρόνου (ότι δηλαδή μεταφέρθηκαν από την ουράνια σφαίρα στην επιφάνεια της Γη, με τη χρήση αστρονομικών οργάνων και με τη βοήθεια μαθηματικών υπολογισμών (Tsikritsis et al., 2014)

Σε μια προσπάθεια του ανθρώπου να εξασφαλίσει την ασφάλεια του και μια καλύτερη ποιότητα ζωής από τα πρώτα χρόνια του δημιούργησε την έννοια του χρόνου και ασχολήθηκε διεξοδικά με την κατανόηση και μέτρηση του. Πιο συγκεκριμένα, ανέλυσε τις αλλαγές γύρω από τα περιοδικά φαινόμενα, τις εναλλαγές της ημέρας και νύχτας, τις διαδοχικές φάσεις της Σελήνης και την τακτική επάνοδο των εποχών και σκόπιμα ανέπτυξε τη μέθοδο των ημερολογίων, προκειμένου να μπορέσει να μετρήσει με ακρίβεια το χρόνο και να ρυθμίζει την ζωή του. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιούργησε μονάδες μέτρησής, με πρώτη πιθανόν αυτή του ημερονύκτιου και ακολούθησαν αυτές του έτους, των κλιματολογικών εποχών, του σεληνιακού ή συνοδικού μήνα, του σεληνιακού τέταρτου και της ώρας (Πάνου, 2013).

Οι Έλληνες από την προϊστορική εποχή ενδεχομένως καταπιάστηκαν με την παρατήρηση της ουράνιας σφαίρας και οδηγήθηκαν σε κατασκευές αρκετών οργάνων μέτρησης του χρόνου, που χαρακτηρίζονταν από ικανοποιητική ακρίβεια ως προς τις μετρήσεις που παρείχαν για τα δεδομένα της εποχής τους. Από τα

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

πρώτα στοιχεία που χρησιμοποιήσαν για τη μέτρηση του χρόνου είναι πιθανότατα το μεταβαλλόμενο σημείο ανατολής και δύσης του Ηλίου αλλά και της Σελήνης, η σκιά που δημιουργούν δένδρα, τα βράχια και άλλες φυσικές κατασκευές, τα οποία με την πάροδο του χρόνου αντικαταστάθηκαν από τεχνητές κατασκευές, όπως κτίσματα, δρόμους μιας πόλης, ναούς, αστεροσκοπεία (Russo 2006).

Η κίνηση του Ήλιου και άλλων ουράνιων σωμάτων ήταν αυτή στην οποία βασίζονταν οι μονάδες μέτρησης του χρόνου στην αρχαιότητα. Από το συνεχές φαινόμενο εμφάνισης και απουσίας του Ηλίου προέκυψε η μονάδα μέτρησης του χρόνου, το ηλιακό ημερονύκτιο. Από την παρατήρηση της όψης της Σελήνης στον νυκτερινό ουρανό προέκυψε ως μονάδα μέτρησης του χρόνου ο σεληνιακός ή συνοδικός μήνας. Ένας σεληνιακός μήνας (πλήρης σεληνιακός κύκλος) αντιστοιχούσε κατά προσέγγιση σε 29,5 ηλιακά ημερονύκτια. Κατά την αρχαιότητα, χρησιμοποιήθηκαν και άλλες μονάδες μέτρησης του χρόνου, πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του ηλιακού ημερονυκτίου και του συνοδικού μήνα (Πάνου, 2013).

Στον αρχαιοελληνικό χώρο το ηλιακό ημερονύκτιο διαιρούνταν σε εποχιακές ώρες, η διάρκεια των οποίων μεταβαλλόταν ανάλογα με τις εποχές του έτους. Μεγαλύτερες μονάδες μέτρησης του ημερονυκτίου ήταν οι κλιματολογικές εποχές και το τροπικό έτος, ενώ μικρότερες ήταν η μέρα και η νύχτα. Ως μέρα ορίζονταν το χρονικό διάστημα από την ανατολή του Ηλίου έως τη δύση του και νύχτα το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο Ήλιος δεν ήταν ορατός στον ουρανό. Αργότερα οι αστρονόμοι εισάγουν τις ισημερινές ώρες ως το 1/24ο του ημερονυκτίου. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν κατά την αρχαιότητα ίσης διάρκειας ώρες, όπως σήμερα που τις ονομάζουν ισημερινές ώρες. Η ακρίβεια μέτρησης του χρόνου στην αρχαία Ελλάδα ήταν γενικότερα της τάξεως μερικών πρώτων λεπτών των εποχιακών ωρών, χωρίς να υπάρχει αναφορά στις λέξεις πρώτα λεπτά της ώρας και δεύτερα λεπτά ή δευτερόλεπτα. Μεγαλύτερης ακρίβειας μετρήσεις πραγματοποίησε ο μεγάλος αστρονόμος του 2^{ου} αιώνα Κλαύδιος Πτολεμαίος, διαιρώντας τη μοίρα σε 60 πρώτα λεπτά και το κάθε πρώτο της λεπτό σε 60 δεύτερα (Πάνου, 2013).

2.3 Αστρονομία και Ναυσιπλοΐα

Χαρακτηριστικό των Αρχαίων Ελλήνων ήταν η φήμη που είχαν αποκτήσει ως φημισμένοι θαλασσοκράτορες, γεγονός που τους βοήθησε να αποκτήσουν πλούτο, γνώση και εμπειρία από άλλους λαούς και κράτη, να έχουν εύκολη πρόσβαση σε πρώτες ύλες και να εξαπλωθούν ιδρύοντας αποικίες σε ολόκληρο την Μεσόγειο. Κατά αυτόν τον τρόπο οδηγήθηκαν στη δημιουργία ενός περίφημου πολιτισμού, ο οποίος αποτελεί πηγή έμπνευσης για όλη την ανθρωπότητα μέχρι και σήμερα.

Μια από τις λιγότερο γνωστές πλευρές του Ελληνικού Πολιτισμού ήταν η τεχνολογική και τεχνική εξέλιξή του. Στον τομέα αυτό οι Αρχαίοι Έλληνες κατάφεραν λαμπρά επιτεύγματα και ανέδειξαν πολλούς κανόνες μαθηματικών, φυσικής, γεωμετρίας, χημείας, μηχανικής, στατιστικής και πολλών άλλων επιστημών, που μέχρι τότε ήταν άγνωστοι. Με την απόκτηση αυτών των γνώσεων κατάφεραν να κατασκευάσουν όργανα και εργαλεία που είχαν άμεση σχέση με την καθημερινότητά τους. Τέτοιες εντυπωσιακές εφευρέσεις είχαν να κάνουν με πολεμικές επιχειρήσεις, με την δόμηση της πόλης και των κτιρίων, με γεωργικές εργασίες αλλά κυρίως με την ναυσιπλοΐα και τη ναυπηγική (Θεοδοσίου, 2009).

Ορισμένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της αρχαιοελληνικής τεχνολογίας που επέτρεψαν και ώθησαν την ανάπτυξη της ναυσιπλοΐας με το πέρασμα των αιώνων, αφορούσαν ναυπηγικούς σχεδιασμούς, οι οποίοι επέτρεπαν την ασφαλή ναυσιπλοΐα, την μέτρηση της ταχύτητας, τον ακριβή προσδιορισμό του στίγματος του σκάφους, την ακριβή μέτρηση της ώρας, την ανάπτυξη καινοτόμων ναυτικών εργαλείων και μετεωρολογικών όργανα, κ.ά.

Από μελέτες του Έλληνα αστρονόμου της N.A.S.A των ΗΠΑ, Κωνσταντίνου Χασάπη πάνω στις αστρονομικές παρατηρήσεις που εξάγονται από τους Ορφικούς ύμνους και από τα 2 χιλιάδες ευρήματα της Αμερικανίδας Αρχαιολόγου Ενριέτας Μερτζ, φαίνεται ότι ο Ιάσοντας με την Αργώ και τους συντρόφους του πραγματοποίησε την Αργοναυτική Εκστρατεία, όσο απίστευτο και εάν φαίνεται, κοντά στο 11,835 π.Χ., όχι προς την Μαύρη Θάλασσα και τον Εύξεινο Πόντο αλλά αφού πέρασε δια μέσου των Αζόρων νήσων έπλευσε προς την Αιτή, την Νότια Αμερική την Βενεζουέλα και την Γουιάνα, περνώντας από τις εκβολές του Αμαζονίου και παραπλέοντας όλη την ακτή της Βραζιλίας, φαίνεται

να έφθασε στην Ουρουγουάη. Μπήκε και έπλευσε μέσα στον ποταμό Ρίο Ντε Λα Πλάτα, μέσω του οποίου έφθασε στις πλούσιες σε χρυσό Άνδεις και στο βασίλειο του Αϊήτη.

Στην συνέχεια κατά την περίοδο 6000-3000 π.Χ υπήρξε μια αλματώδης ανάπτυξη στην ναυσιπλοΐα και την ναυτική τέχνη του Μινωικού και Μυκηναϊκού Πολιτισμού. Το 900 π.Χ οι Έλληνες ναυτικοί έκαναν ταξίδια μέχρι την Κορνουάλη της Αγγλίας για να μαζέψουν και να μεταφέρουν κασσίτερο (τσίνκο) στη Ελλάδα χρησιμοποιώντας και τις γνώσεις που είχαν για τον Πολικό Αστέρα. (Πασσάς 1984)

Οι πρώτες προσπάθειες για δημιουργία Ναυτικών χαρτών και τοποθέτηση στίγματος πάνω σε αυτούς παρουσιάζονται κατά την εποχή του Θαλή του Μιλήσιου (624-545 Π.Χ). Το 600 π.Χ ο Θαλής ανακάλυψε την Γνωμονική Προβολή που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα, γνωρίζοντας ότι η γη είναι σφαιρική. Ήταν ο πρώτος που μοίρασε τον χρόνο σε 365 ημέρες. Προέβλεψε την έκλειψη του ηλίου το 585 π.Χ.. Η πρόβλεψη του Θαλή και το ίδιο το φαινόμενο, κατατρόμαξε και σταμάτησε μεγάλη μάχη μεταξύ των Μήδων και των Λυδίων. Οι γνώσεις του Θαλή καθόριζαν τις γνώσεις ναυσιπλοΐας, Αστρονομίας και Χαρτογραφίας για 700 και πλέον χρόνια μετά από αυτόν, μέχρι την εποχή της Αναγέννησης.

Την ίδια περίπου εποχή, ο Πυθαγόρας υποστήριξε ότι η γη είναι σφαιρική και κρατιέται στο διάστημα με δική της δύναμη. Είπε επίσης ότι η γη, οι πλανήτες, ο ήλιος και το φεγγάρι περιφέρονται γύρω από μία "Κεντρική Πυρά" που ονόμασε "Εστία" και ότι από αυτήν φωτίζονται τα ουράνια σώματα. Ο Αριστοτέλης (400. π.Χ.) υπολόγισε και έγραψε για την σκιά της Γης πάνω στην Σελήνη, περιγράφοντας το φαινόμενο της έκλειψης της σελήνης, επιβεβαιώνοντας την σφαιρικότητα της Γης, αφού η σκιά ήταν κυκλική. Ο Αριστοτέλης στο έργο του "Μηχανική" περιγράφει την τέχνη - διαδικασία της "αναστροφής" (διαδικασία αλλαγής της θέσης των ιστίων, όταν ένα ιστιοφόρο σκάφος κάνει στροφή από αριστερήνεμη πλευση σε δεξήνεμη ή το αντίθετο) και γενικά την τέχνη της ιστιοπλοΐας (Ντούνη και Δημαράκη, 2005).

Την ίδια εποχή ο Εύδοξος ο Κνίδιος προσπάθησε να υπολογίσει την κίνηση των πλανητών και υποστήριξε ότι η κίνηση των ουράνιων σωμάτων βρίσκεται πάνω σε επιφάνειες φανταστικών σφαιρών, με κέντρο την γη.

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

Το 350 π.Χ. έγινε ίσως το μεγαλύτερο ταξίδι της αρχαιότητας, για το οποίο υπάρχουν γραπτά στοιχεία από τον Έλληνα Αστρονόμο και πλοηγό Πυθέα, ο οποίος είναι βέβαιο ότι περίπου το 350 π.Χ. έφθασε στην Αγγλία, την Σκωτία στα Νορβηγικά φιόρδ, τους ποταμούς της Γερμανίας και στη Βαλτική θάλασσα. Ένα απόσπασμα από το Ναυτικό Ημερολόγιο του Πυθέα λέει «Από την Θόνη το ταξίδι στον Φάρο, ένα έρημο νησί, καλό καταφύγιο αλλά χωρίς νερό, είναι 150 στάδια..... από την είσοδο του όρμου των Πλινθίνων μέχρι τη Λευκή ακτή είναι ταξίδι μίας ημέρας και μίας νύχτας, αλλά πλέοντας γύρω από τα άκρα του όρμου των Πλινθίνων, παίρνει διπλό χρόνο.»

Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος (310-250 π.Χ.) δίδασκε την ηλιοκεντρική θεωρία, απορρίπτοντας την θεωρία της "Εστίας" του Πυθαγόρα. Τοποθέτησε τον ήλιο σαν κέντρο του διαστήματος. Δυστυχώς, τα πιο πολύτιμα συγγράμματα του Αρίσταρχου χάθηκαν κατά την πυρκαγιά/εμπρησμό της βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας. Αποσπάσματα όμως των μελετών του περιγράφονται από τον Αρχιμήδη στον "Ψαμμίτη" 4-5. Στον Αρίσταρχο στηρίχθηκε ο Κοπέρνικος για τις θεωρίες του το 1543 μ.Χ.

Οι Αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν με ακρίβεια ότι η Γη είναι σφαιρική, ο δε Ερατοσθένης τον 3^ο αιώνα π.Χ, υπολόγισε ο ίδιος την περιφέρεια της γης σε 25 χιλιάδες μίλια ξηράς, ενώ μέχρι ακόμα και την εποχή της Αναγέννησης, η Ευρώπη πίστευε ότι η Γη είναι ένας δίσκος, όπου εάν κάποιος προχωρούσε μέχρι το άκρο θα έπεφτε στο κενό (Ντούνη και Δημαράκη, 2005).

Σήμερα μετά από 2.500 χρόνια είναι γνωστό ότι είναι 24,902 μίλια ξηράς ή 40,067,318 μέτρα (δηλαδή ο Ερατοσθένης έπεσε έξω 98 μίλια μόνο). Περίπου 18 αιώνες μετά τον Ερατοσθένη, ο Jean Picard, ανακοίνωσε στους Ευρωπαίους ότι σύμφωνα με τους υπολογισμούς του, η περιφέρεια της Γης ήταν 24,500 μίλια ξηράς, (δηλαδή ο Picard το βρήκε με μεγαλύτερο σφάλμα -500 μίλια λάθος- από τον Ερατοσθένη). Επίσης, ο Ερατοσθένης φαίνεται να ήταν ο πρώτος που μέτρησε το γεωγραφικό μήκος σε μοίρες και επίσης καθόρισε τις 16 κατευθύνσεις (ανεμολόγιο), από όπου μπορεί να φυσά ο άνεμος. Ο ίδιος χρησιμοποιούσε σφαίρες και δακτυλίους για την αναπαράσταση και σήμανση των θέσεων των ουρανίων σωμάτων.

Το 287-212 π.Χ ο Αρχιμήδης αναπαράστησε την ουράνια σφαίρα με μία γυάλινη μπάλα, τοποθετώντας μάλιστα μέσα στην μπάλα μία μικρότερη για να αναπαραστήσει την Γη.

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

Το 200 π.Χ ο Ίππαρχος ανακάλυψε τις θέσεις των Ισημερινών Σημείων στην ουράνια σφαίρα. Κατέγραψε πέραν των 1,000 αστεριών. Με τον κατάλογο του βοήθησε στην εύρεση της ώρας (μέτρηση γωνίας - 24ώρες ώρες είναι ίσες με 360 μοίρες). Σχεδίασε μάλιστα την Ουράνια Σφαίρα με ακρίβεια 15 λεπτών της μοίρας. Τέλος ο Ίππαρχος εφάρμοσε την ορθογραφική και στερεογραφική προβολή για την κατασκευή των χαρτών (Θεοδοσίου, 2009).

Αυτά και πολλά άλλα στοιχεία αποδεικνύουν πόσο καλά γνώριζαν οι αρχαίοι Έλληνες ναυτικοί, στρατιωτικοί, χαρτογράφοι, την εύρεση και τοποθέτηση της θέσης τους πάνω σε χάρτη. Μερικά από τα σημαντικότερα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξέλιξη της αρχαίας ελληνικής ναυσιπλοΐας είναι τα ακόλουθα:

- **Ηλιακό Ρολόι των Φιλίππων:** Τον συγκεκριμένο τύπο ρολογιού εφεύρε ο Παρμενίων στην Αλεξάνδρεια το 2^ο π.Χ. αιώνα, ο οποίος εκτός από τη λειτουργία του ως ηλιακό ρολόι χρησίμευε και στη μέτρηση του γεωγραφικού πλάτους (κατά προσέγγιση), του αζιμούθιου και της απόστασης των αστερών.

- **Ο Κοχλίας του Αρχιμήδη:** Το υδραυλικό αυτό όργανο εφευρέθηκε από τον Αρχιμήδη κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του στην Αίγυπτο. Οι χρήσεις του είναι πολλές, όπως άρδευση αγροτικών καλλιεργειών αλλά και άντληση υδάτων από τα έγκατα των πλοίων.

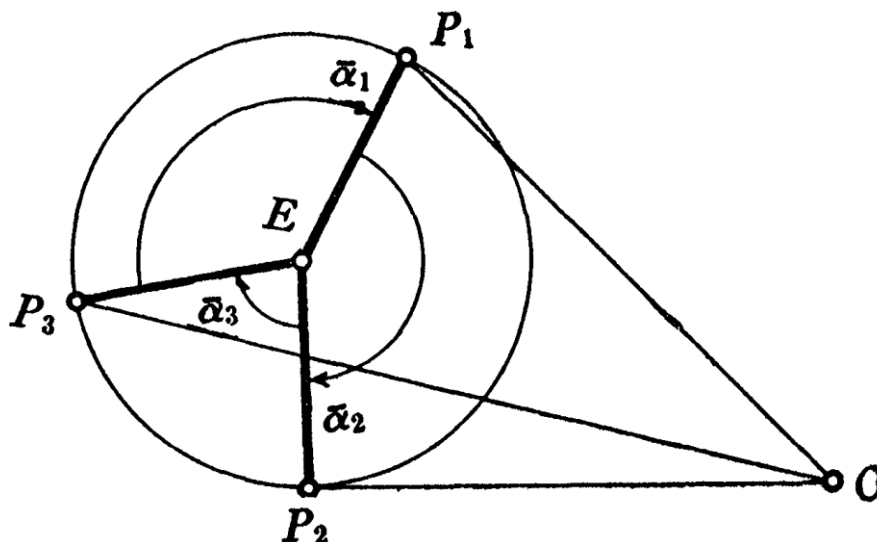
- **Ο Υπολογιστής των Αντικύθρων:** Ο υπολογιστής των Αντικυθίων είναι μία από τις πιο σημαντικές μηχανικές εφευρέσεις. Είναι ο πρώτος υπολογιστής στην παγκόσμια ιστορία. Πρόκειται για ένα αστρονομικό μηχάνημα ακριβείας, με εκπληκτική μηχανική τελειότητα, τοποθετημένο σε ένα ξύλινο κιβώτιο με διαβαθμισμένες πλάκες στο εξωτερικό του. Εσωτερικά αποτελείτο από 30 αλληλοεμπλεκόμενους οδοντωτούς τροχούς, έκκεντρα τοποθετημένους. Τους τροχούς, έθετε σε κίνηση, με διαφορετική ταχύτητα τον καθένα, ένας περιστρεφόμενος χειροκίνητος άξονας . Δείκτες σύμφωνα με τις επιγραφές έδειχναν την πορεία του Ήλιου, την πορεία και τις φάσεις της Σελήνης και των πλανητών στον ζωδιακό κύκλο. Δηλαδή εκτελούσε μαθηματικές πράξεις με μηχανικό τρόπο. Η χρονολόγηση του μηχανισμού εκτιμάται ότι είναι γύρω στο 150-100 π.Χ (Ντούνη και Δημαράκη, 2005).

2.4 Αστρονομία και Μαθηματικά

Ο ακρογωνιαίος λίθος της ελληνικής ουράνιας μηχανικής είναι μια ουσιαστικά μεταφυσική «δυναμική» αρχή. Είναι η ιδέα ότι η κυκλική κίνηση των ουράνιων σωμάτων είναι το μοναδικό φαινόμενο που μπορεί να διαρκέσει αιώνια. Αυτή η «αρχή της αδράνειας» είναι η κατευθυντήρια αρχή όλων των ελληνικών αστρονομικών θεωριών. Το φαινόμενο ότι οι τροχιές στο πλανητικό σύστημα παρεκκλίνουν ελάχιστα από τους κύκλους τους, έδωσε τη δυνατότητα να κατασκευαστούν γεωμετρικά μοντέλα, των οποίων η σταδιακή βελτίωση αντιστοιχεί στην προσθήκη νέων αστρονομικών όρων και κανόνων, καθένας από τους οποίους έχει κάποια φυσική σημασία.

Υποθέτοντας ότι όλες οι κυκλικές κινήσεις προχωρούν με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, είναι προφανές ότι ένας παρατηρητής που δεν βρίσκεται στο κέντρο έχει την εντύπωση μιας μεταβλητής ταχύτητας. Είναι γνωστό ότι ήδη ο Απολλώνιος, περίπου το 200 π.Χ., γνώριζε ότι μια έκκεντρη κίνηση, μπορεί να αντικατασταθεί από μια επικυκλική κίνηση. Είναι γνωστό, για παράδειγμα, ότι ο Ίππαρχος χρησιμοποίησε ένα επικύκλιο για την περιγραφή της ηλιακής ανωμαλίας, ενώ ο Πτολεμαίος προτιμούσε την εκκεντρική κίνηση, λόγω της μεγαλύτερης απλότητας της, χρησιμοποιώντας μόνο μία κίνηση.

Ο προσδιορισμός των παραμέτρων των μοντέλων αυτού του τύπου απαιτεί μεγάλη εφευρετικότητα. Ως παράδειγμα θα μπορούσε να αναφερθεί η περίπτωση της σεληνιακής θεωρίας με την απλούστερη (Ίππαρχιακή) μορφή της, η οποία αντιπροσωπεύει μόνο την «πρώτη ανωμαλία», δηλαδή την εκκεντρότητα με ομοιόμορφα αψιδωτή γραμμή. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένα επικυκλικό μοντέλο και παρατηρούνται τρεις σεληνιακές εκλείψεις, δίνοντας τα πραγματικά μήκη $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ σε δεδομένες στιγμές t_1, t_2, t_3 . Οι μέσες κινήσεις σε μέσο μήκος (λ) και μέση ανωμαλία (α) είναι γνωστές, από σχέσεις περιόδου. Έτσι είναι δυνατόν να βρεθούν οι θέσεις του φεγγαριού στο επικύκλιο, που εκφράζονται από τις διαφορές των ανωμαλιών τους (Εικ. 2.1). Επιπλέον, αντίστοιχα μέσα μήκη λ_i , μπορεί να βρεθούν για κάθε t_i . Η λύση αυτού του προβλήματος, αναμφισβήτητα γνωστή στον Ίππαρχο, συζητήθηκε λεπτομερώς από τον Πτολεμαίο και είναι συχνά απαραίτητη στην τοπογραφία (Neugebauer, 1945).



Εικόνα 2.1: Εκκεντρική κίνηση ουράνιων σωμάτων

Πηγή: Neugebauer, 1945

Οι θεμελιώδεις παράμετροι της σεληνιακής θεωρίας ελήφθησαν από εκλείψεις, όπως οι συζυγίες. Ήδη ο Ίππαρχος άρχισε να δοκιμάζει τη θεωρία και για τους ενδιάμεσους τετραγωνισμούς, και οι παρατηρήσεις του, που παραθέτει ο Πτολεμαίος, έδειξαν ότι ο «μέσος απόγονος» του επικύκλιου, από τον οποίο πρέπει να υπολογίζονται, δεν μπορούν να θεωρηθεί βασική σταθερά. Ο Πτολεμαίος διερεύνησε περαιτέρω αυτή την κατάσταση και δημιούργησε ένα μοντέλο, το οποίο συμπίπτει με την απλή θεωρία των συζυγιών και δείχνει τη σωστή διακύμανση των μηκών στα τετράγωνα, ανάλογα με τη μέση ανωμαλία a και τη διπλή μέση επιμήκυνση 2ε . Ο αντίστοιχος όρος $a \cdot \sin(2\varepsilon - a)$ στη σύγχρονη θεωρία ονομάζεται "αποκέντρωση". Επειδή η τιμή της σταθεράς a είναι περίπου $1,16^\circ$ ενώ η $2\varepsilon = 6,17^\circ$, προκύπτει για τις συζυγίες και τους τετραγωνισμούς αντίστοιχα:

$$\lambda = \lambda' + 6;17^\circ \sin a \pm 1;16^\circ \sin a$$

Αυτό δείχνει ότι το μέγιστο της εξίσωσης του κέντρου κυμαίνεται μεταξύ περίπου $5;1^\circ$ και $7;33^\circ$. Οι τιμές του Πτολεμαίου είναι $5;1^\circ$ και $7;39^\circ$ αντίστοιχα. Επίσης για ενδιάμεσες επιμηκύνσεις και ανωμαλίες, η αντιπροσώπευση του Πτολεμαίου στα μήκη είναι πολύ καλή. Το μοντέλο του (Εικ. 2.2) για να επιτύχει την αναγκαία αύξηση της εξίσωσης του κέντρου από τη σχέση προς τον τετραγωνισμό, μετακινεί το σεληνιακό επικύκλιο πιο κοντά στον παρατηρητή O ,

κανείς ένα μοντέλο που μοιάζει πολύ με την κατασκευή του Πτολεμαίου, αν και με την ουσιαστική διαφορά ότι η ακτίνα του επικύκλιου πρέπει να γίνει συνάρτηση ενός α . Και πάλι παρατηρεί κάποιος ότι το μοντέλο του Πτολεμαίου δεν είναι πολύ περίπλοκο αλλά πολύ απλό, επειδή αντιπροσωπεύει μόνο τα σωστά μήκη σε βάρος των αποστάσεων (Neugebauer and Sachs, 1945).

Η έλλειψη βολικής αλγεβρικής συμβολής εμπόδισε τους Έλληνες να συμπυκνώσουν τη λύση ενός γενικού τριγώνου σε μια ενιαία φόρμουλα αντί να λύσουν δύο ορθά τρίγωνα. Μεγαλύτερη κατά συνέπεια ήταν η χρήση χορδών σε κύκλο ακτίνας 60 αντί για τριγωνομετρικές λειτουργίες. Συνεπώς, η επίπεδη τριγωνομετρία τους εκφράζεται στις σχέσεις :

$$a = \frac{c}{120} \text{crd}(2\alpha),$$
$$b = \frac{c}{120} \text{crd}(180 - 2\alpha),$$
$$\frac{a}{b} = \frac{\text{crd}(2\alpha)}{\text{crd}(180 - 2\alpha)},$$
$$c^2 = a^2 + b^2.$$

Η σφαιρική τριγωνομετρία περιέχει τέσσερις παρόμοιες σχέσεις που περιγράφονται ως εξής:

$$\sin \alpha = f(a, c),$$
$$\cos \alpha = g(b, c),$$
$$\tan \alpha = h(a, b),$$
$$\cos c = \cos a \cos b.$$

Ο Μενέλαος, περίπου το 100 π.Χ., γνώριζε ήδη ότι ένα σφαιρικό τρίγωνο καθορίζεται από τις γωνίες του. Ωστόσο, οι σχέσεις αυτού του τύπου δεν φαίνεται να έχουν ανακαλυφθεί πιο πριν από τους Άραβες :

$$\cos a = \phi(\alpha, \beta),$$

$$\cos c = \psi(\alpha, \beta)$$

Γενικά, η σφαιρική τριγωνομετρία ολοκληρώθηκε μάλλον αργά στην ανάπτυξη της ελληνικής επιστήμης. Τα προβλήματα και οι μέθοδοι καθορίστηκαν αποκλειστικά από αστρονομικές ανάγκες και αστρονομικές έννοιες. Αυτό είναι προφανές στις πρώτες πραγματείες, περίπου το 300 π.Χ., από τον Αυτόλυκο και τον Ευκλείδη, αλλά ισχύει και για το Θεοδόσιο, ο οποίος πιθανότατα ήταν νεότερος σύγχρονος του Ιπάρχου. Η αστρονομική σημασία των παράλληλων κύκλων συνέβαλε σίγουρα στη μακρόχρονη απόκρυψη της ανάγκης περιορισμού τους σε μεγάλους κύκλους, μια ανακάλυψη στην οποία ο Μενέλαος ενδέχεται να μην είχε συμβάλλει σημαντικά. Ακόμα και ο Πτολεμαίος δεν είχε μια σαφή ιδέα της δυνατότητας αντικατάστασης των σφαιρικών τριγώνων με απλά. Κατά τον υπολογισμό των συνιστωσών της παράλλαξης στην Αλμαγέστη V¹, αντιμετωπίζει ένα σωστό σφαιρικό τρίγωνο με μια πολύ μικρή γωνία, αλλά με δύο μεγάλες πλευρές, σαν να ήταν ένα απλό τρίγωνο προκειμένου να βρεθεί η δεύτερη γωνία στη μικρή βάση, αν και αυτό συμβαίνει μόνο όταν η δεύτερη γωνία είναι πολύ κοντά στις 90°. Έχει συχνά διατυπωθεί ότι ο Ίππαρχος ήταν σε θέση να λύσει προβλήματα σφαιρικής τριγωνομετρίας. Δεν υπάρχει, λοιπόν, καμία ένδειξη, ότι το κεντρικό θεώρημα της αρχαίας και αραβικής σφαιρικής τριγωνομετρίας, το «θεώρημα Μενέλαου», ήταν γνωστό πριν από τον Μενέλαο (Schmidt, 1942)(Neugebauer and Sachs, 1945).

¹ Το **Μαθηματική σύνταξις** ή **Αλμαγέστη** αποτελεί το μεγαλύτερο και σημαντικότερο αστρονομικό σύγγραμμα της αρχαιότητας, η αυθεντία του οποίου διατηρήθηκε μέχρι τον 16^ο αιώνα μ.Χ. Αποτελεί την κύρια πηγή στην οποία ανατρέχουν οι αστρονόμοι μέχρι και σήμερα για ιστορικά δεδομένα, καθόσον υπήρξε ο βασικός αστρονομικός οδηγός για περίπου μιάμιση χιλιετία.

Ο αρχικός τίτλος του έργου αυτού ήταν «Μαθηματική Σύνταξις» και γράφτηκε από τον Κλαύδιο Πτολεμαίο, περί το 140 μ.Χ.

2.5 Αστρονομία και Γεωδαισία

Η Γεωδαισία είναι μία από τις αρχαιότερες επιστήμες, όπως η Αστρονομία και τα Μαθηματικά. Το πρώτο γεωδαιτικό πρόβλημα που τέθηκε στην αρχαιότητα αφορά το σχήμα της γης. Πολιτισμοί όπως αυτοί των λαών της Μεσοποταμίας (Σουμέριοι, Βαβυλώνιοι, Ασσύριοι, Ακκάδιοι), της Εγγύς Ανατολής και της Αιγύπτου είχαν κάποιες γνώσεις πρακτικής γεωμετρίας και αστρονομίας, πριν από την αρχαιοελληνική περίοδο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ένα είδος κτηματολογίου στην περιοχή του Νείλου για τις καλλιέργειες, η γεωμετρία των πυραμίδων, σχέδια οικισμών, στοιχεία χρόνου και ημερολογίων, ηλιακά ρολόγια, γνώσεις που κατείχαν λίγοι, συνήθως οι ιερείς. Επίσης, πριν από την κλασική αρχαιότητα, παρόμοιες γνώσεις είχαν και οι Έλληνες όπως για παράδειγμα σχετικά με τον προσδιορισμό ορίων πόλεων και ιδιοκτησιών και σχέδια οικισμών. Πιθανώς τα πρώτα ερεθίσματα για το σφαιρικό σχήμα της γης ήταν οι παρατηρήσεις από τους ναυτικούς ότι καθώς πλησίαζαν στη στεριά τα πρώτα ορατά αντικείμενα ήταν εκείνα που βρίσκονταν πιο ψηλά (μεγαλύτερο ύψος) ή ότι η στεριά φαίνονταν να ανυψώνεται σιγά – σιγά προς τα πάνω. Παρόμοια, από τη στεριά φαίνονταν πρώτα τα κατάρτια των καραβιών καθώς αυτά πλησίαζαν ή χάνονταν τελευταία από τον ορίζοντα όταν τα καράβια απομακρύνονταν από τη στεριά. Ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) αναφέρει για πρώτη φορά τον όρο Γεωδαισία και τον περιγράφει ως "η τέχνη και η επιστήμη των μετρήσεων για τη διανομή της γης". Ο ίδιος δίδασκε την σφαιρικότητα της Γης με το επιχείρημα ότι κατά τις εκλείψεις της σελήνης η σκιά που ρίχνει πάνω της η γη είναι κυκλική. Την εποχή εκείνη η Γεωδαισία διαχωρίζονταν από τη Θεωρητική Γεωμετρία επειδή συνδύαζε μετρήσεις, υπολογισμούς και εφαρμογή των αποτελεσμάτων στο έδαφος. Τότε έγιναν οι πρώτες γεωδαιτικές εργασίες και διατυπώθηκαν θεωρίες για το σχήμα και μέγεθος της γης, το σύμπαν, τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων και τις μεθόδους προσδιορισμού τους (Φωτίου, 2007).

Οι σπουδαιότεροι αρχαίοι Έλληνες οι οποίοι ασχολήθηκαν με γεωδαιτικά προβλήματα και συνέβαλαν στην επίλυσή τους έως και τον 5^ο π.Χ. αιώνα, θεωρούνται οι:

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

- Θαλής ο Μιλήσιος (635-547 π.Χ.) ως εκπρόσωπος της Ιωνικής Σχολής, αμφισβητεί τις παλαιότερες απόψεις που θεωρούσαν τη γη δίσκο περιβαλλόμενο από ωκεανούς και αποδέχεται το σφαιρικό σχήμα της γης.
- Ο Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος (610-543 π.Χ.), συνεργάτης και διάδοχος του Θαλή, πρώτος κατασκεύασε χάρτη του τότε γνωστού κόσμου με τη γη ως κύλινδρο, χάρτη της ουράνιας σφαίρας, ηλιακό ρολόι και χρησιμοποίησε τον γνώμονα (σκιοθήρας).
- Ο Εκαταίος (549–472 π.Χ.), μαθητής του Αναξίμανδρου, βελτίωσε τον χάρτη του κόσμου.
- Ο Πυθαγόρας ο Σάμιος (580-490 π.Χ.) με τα σχήματα, τα μεγέθη και τις αποστάσεις.
- Ο Πausανίας ο οποίος απέδειξε ότι ο δήμος του Μαραθώνα απέχει ίση απόσταση από την Αθήνα με την απόσταση της Καρύστου, που βρίσκεται στην Εύβοια, από την Αθήνα, αναφορά που συνηγορεί στο ότι όλοι αυτοί οι γεωμετρικοί συσχετισμοί ήταν επιμελώς προσχεδιασμένοι. Στις αποστάσεις ανάμεσα στα ιερά μέρη χρησιμοποιούνται το στάδιο ως μονάδα μέτρησης, ο κωδικός αριθμός π, ο αριθμός φ της χρυσής τομής και διάφοροι λόγοι (στάδιο = 184,454 μέτρα, $\pi = 3,14$, $\phi = 1,618$) (Φωτίου, 2007).

Σύμφωνα με σύγχρονες εικασίες, τα γεωδαιτικά σημεία των ιερών τόπων της αρχαίας Ελλάδας, επιλέγονταν όχι μόνο με βάση τις μεταξύ τους γεωμετρικές σχέσεις, αλλά και με κριτήριο την εναρμόνισή τους σε σχηματισμούς που απεικόνιζαν τους αστερισμούς. Επιπλέον, επιλέγονταν σύμφωνα και με τις επονομαζόμενες "ενεργειακές ροές". Πίστευαν ότι τα άστρα εκπέμπουν πολλές ενέργειες και δυνάμεις που μπορούν να διοχετευτούν και να ενσαρκωθούν στη γη, δημιουργώντας περαιτέρω ενεργειακά πεδία αλλά και «συνειδητότητα». Για αυτό το λόγο οι αρχαίοι σοφοί στην Ελλάδα και αλλού όριζαν τους ιερούς τόπους σε συγκεκριμένα μέρη, τα οποία θεωρούσαν ότι διοχέτευαν αυτές τις ουράνιες ενέργειες και συνεπώς σε εκείνα τα μέρη υπήρχε ένα είδος ιερότητας, μια ένωση της Γης με τον Ουρανό. Πίστευαν μάλιστα ότι αυτή η ένωση ανανεώνεται σε συγκεκριμένες στιγμές μέσα στο χρόνο, κοντά στις Ισημερίες και τα Ηλιοστάσια. Οι θέσεις των ιερών τόπων εξυπηρετούσαν κάποια σκοπιμότητα, σχημάτιζαν αόρατα γεωμετρικά σχήματα, ένα είδος χάρτη του ουρανού. Τη θέση των άστρων του ουρανού παίρνουν οι ιεροί τόποι πάνω στη γη. Τα ιερά που βρίσκονταν στο

Μαραθώνα, για παράδειγμα, σχημάτιζαν τον αστερισμό του Σκορπιού, προστάτης του οποίου είναι ο Άρης, θεός του πολέμου. Παρόμοια, η γεωγραφική θέση της Αθήνας, της Ελευσίνας, των - 4 - Μεγάρων, της Τανάγρας και της Αίγινας αντιστοιχεί στον αστερισμό της Παρθένου, που κυβερνήτη του έχει τον Ερμή, γεγονός που εξηγεί αστρολογικά τη μεγάλη πνευματική και εμπορική ανάπτυξη της περιοχής. Στην Αίγυπτο, τα τρία άστρα της ζώνης του Ωρίωνα, κατά το μεσουράνημά του, αντιστοιχούν ακριβώς στις θέσεις των τριών πυραμίδων της Γκίζας. Η Ιερή Γεωμετρία ήταν άρρηκτα συνδεδεμένη με τη μυστηριακή γνώση του Σύμπαντος, της Δημιουργίας του Θεού. Τα διάφορα ιερά ιδρύονταν με τη γνώση, ότι κάθε τι στον κόσμο το όρισε ο θεός από την πρώτη στιγμή της δημιουργίας. Για αυτό αντέγραψαν πάνω στη γη αστρικά συστήματα και αστερισμούς και μάλιστα με αριστερόστροφη φορά, ακριβώς για να εμφανίζονται ως οπτικές αντανάκλασεις της ουράνιας πραγματικότητας στη γη (Μαρκάτος, 2010).

Ο Δρ. Θεοφάνης Μανιάς θεωρείται από πολλούς ως ο "πατέρας του Γεωδαιτικού Τριγωνισμού". Ως ερευνητής και Διευθυντής Ινστιτούτου Ερευνών Αρχαιογνωσίας, είχε μιλήσει από το 1965 περί του γεωμετρικού προγραμματισμού των πόλεων, ιερών, ασκληπιείων, θεάτρων, σταδίων, μνημείων ακόμη και θέσεων μαχών στην Αρχαία Ελλάδα. Σύμφωνα με αυτήν την άποψη, οι θέσεις των ιδιαζούσης σπουδαιότητας χώρων σχηματίζουν τριγωνομετρικά γεωδαιτικά δίκτυα βάσει αριθμητικών, γεωμετρικών και αρμονικών αναλογιών, που προκύπτουν από την Ευκλείδειο Γεωμετρία, την Τριγωνομετρία και την Αστρονομική Γεωδαισία. Πρόκειται σύμφωνα με τον Μανιά για σχέδιο που έχει τις ρίζες του στην αρχαία Φιλοσοφία και ανάγεται στο απώτατο παρελθόν (ίσως στην 10η χιλιετία π.Χ.). Διετύπωσε την θεωρία του Γεωμετρικού Γεωδαιτικού Τριγωνισμού του αρχαίου Ελληνικού χώρου «ως αρμονία θέσεων και αποστάσεων σε στάδια των αρχαίων ιερών και μνημείων και την σημασία τους».

Ο τριγωνισμός αυτός είχε και την πρακτική σημασία της διευκόλυνσεως των ταξιδιών δια θαλάσσης ή δια ξηράς τόσο για το εμπόριο όσο και για τις εκστρατείες. Ο Γεωμετρικός Γεωδαιτικός Τριγωνισμός επισήμαινε στρατηγικές θέσεις, ακρωτήρια, λιμάνια, νησιά κλπ και συνδεόταν επίσης με τις θρησκευτικές επιστήμες της αρχαιότητας. Το όλο σύστημα του τριγωνισμού με την γεωδαιτική διάταξη και την αρμονική τοποθέτηση των ναών, ιερών και κέντρων λατρείας

καθώς και τις μεταξύ αυτών μετρήσεις σε στάδια, είχε την έννοια ενός "ιερού και αθάνατου" τοπογραφικού χάρτη. (Μανιάς 1981)

2.6 Αρχαίες Αστρονομικές Μετρήσεις

Μελετώντας τον τρόπο σκέψης των αρχαίων αστρονόμων, παίρνουμε πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αρχαιοαστρονομική υπόσταση των μνημείων τους. Είναι πολύ σημαντική η κατανόηση του μεγέθους αστρονομικής γνώσης που υπήρχε κατά τη διάρκεια της κατασκευής ενός κτιρίου, καθώς αυτή θα μπορέσει να μεταφράσει τις ουράνιες αλληλουχίες που τυχόν θα κρύβονται πίσω από τον σχεδιασμό του.

Οι Έλληνες πολλούς αιώνες προ Χριστού ήξεραν να ερμηνεύσουν τα αστρικά φαινόμενα και τον ουράνιο θόλο. Μάλιστα αναφέρονται απόπειρες ουρανίων χαρτογραφήσεων ήδη κατά την Β΄ χιλιετία προ Χριστού. Με την πρόοδο στην επιστήμη, αυξήθηκαν και οι απαιτήσεις όχι μόνον της ανθρωπότητας, αλλά και των ιδίων των αστρονόμων. Είναι χαρακτηριστικό ότι, σε ορισμένες περιπτώσεις, κάποιοι αστρονόμοι παρουσίαζαν το έργο τους υπό μορφή ποιήματος. Το φαινόμενο αυτό απαντάται και στην Ιατρική, της οποίας πολλοί εκπρόσωποι έπραξαν το ίδιο. Αυτό συνέβη διότι η επιστήμη για τον Έλληνα εμπεριέχει το στοιχείο της καλλιτεχνίας. Την Αστρονομία ανέπτυξαν και προώθησαν σπουδαίες μορφές τού ελληνικού πνεύματος.

Αυτές οι μετρήσεις της κοσμικής σκάλας αποστάσεων ξεκίνησαν περίπου 2500 χρόνια πριν, με μετρήσεις που έκαναν αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, όπως ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος (276-196 π.Χ.) και ο Αρίσταρχος ο Σάμιος (310-230 π.Χ. περίπου). Ο Ερατοσθένης είχε την άποψη ότι η Γη είναι σφαιρική πολύ πριν από το Γαλιλαίο και κατάφερε με απλές παρατηρήσεις να μετρήσει με ακρίβεια την ακτίνα της. Ο Αρίσταρχος πρότεινε, πολύ πριν από τον Κοπέρνικο, ότι ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του τότε γνωστού Σύμπαντος και η Γη και οι πλανήτες περιφέρονται γύρω του, ενώ τα αστέρια βρίσκονται σε τεράστιες αποστάσεις. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο του κατάφερε να μετρήσει τις διαστάσεις της Σελήνης και του Ήλιου και τις αποστάσεις τους.

Όλες αυτές οι μετρήσεις στην αρχαία Ελλάδα έγιναν χωρίς τη χρήση τηλεσκοπίου ή άλλων οργάνων που επιτρέπουν ακριβείς μετρήσεις. Επιπλέον, οι ιδέες και τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν δεν μπορούσαν να εξαχθούν εύκολα από απλές παρατηρήσεις του ουρανού, με αποτέλεσμα οι επικρατούσες αντιλήψεις να είναι διαφορετικές από τις προτάσεις του Αρίσταρχου και του Ερατοσθένη (Θεοδοσίου, 2005).

2.6.1 Η ακτίνα της Γης

Η μέτρηση αυτή έγινε από τον Ερατοσθένη χρησιμοποιώντας ένα πολύ απλό μοντέλο για τη Γη και τον Ήλιο σύμφωνα με το οποίο:

α) η Γη είναι σφαιρική σύμφωνα με τις παρατηρήσεις της σκιάς της Γης επάνω στη Σελήνη κατά τις εκλείψεις της Σελήνης και τον τρόπο που χάνεται στον ορίζοντα ένα πλοίο που απομακρύνεται από το λιμάνι, και

β) ο Ήλιος βρίσκεται σε άπειρη απόσταση έτσι ώστε οι ακτίνες του που φτάνουν στη Γη είναι μεταξύ τους παράλληλες.

Ο Ερατοσθένης παρατήρησε ότι στην πόλη Σύηνη της Αιγύπτου (σημερινό Ασουάν) που βρίσκεται πάνω στον τροπικό του Καρκίνου, κατά το θερινό ηλιοστάσιο ο ήλιος βρισκόταν κατακόρυφα πάνω από την πόλη έτσι ώστε σε ένα κατακόρυφο πηγάδι τα τοιχώματα του πηγαδιού δεν έκαναν καθόλου σκιά στο νερό. Στην Αλεξάνδρεια όμως, κατά το θερινό ηλιοστάσιο οι ακτίνες του ήλιου δεν έπεφταν κατακόρυφα και τα αντικείμενα είχαν σκιά. Μετρώντας το μέγεθος της σκιάς ενός οβελίσκου και το ύψος του οβελίσκου το μεσημέρι της ημέρας του θερινού ηλιοστασίου στην Αλεξάνδρεια, ο Ερατοσθένης μπόρεσε να υπολογίσει ότι οι ακτίνες του Ήλιου έπεφταν εκείνη τη στιγμή με γωνία $7,2^\circ$ (Πάνου, 2012).

Στη συνέχεια, μπόρεσε να υπολογίσει την περιφέρεια της Γης και την ακτίνα της, αφού μετρήθηκε η απόσταση Σύηνης-Αλεξάνδρειας (φημολογείται ότι μίσθωσε βαδιστές να καλύψουν την απόσταση)(astro.noa.gr) και βρέθηκε περίπου 805 km από την αναλογία:

$$\frac{\text{Απόσταση Σύηνης - Αλεξάνδρειας}}{\text{Περιφέρεια της Γης}} = \frac{7,2^\circ}{360^\circ}$$

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία η περιφέρεια της Γης και η ακτίνα της, όπως τη μέτρησε ο Ερατοσθένης ήταν:

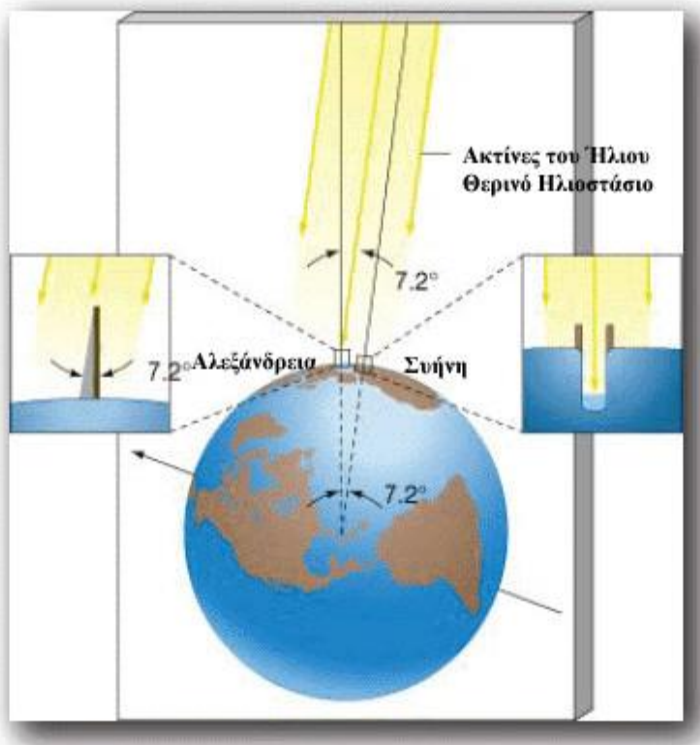
Περιφέρεια της Γης: 40250 km

Ακτίνα της Γης: 6406 km

Σημερινές αποδεκτές τιμές

Περιφέρεια της Γης: 40074 km

Ακτίνα της Γης: 6378 km



Εικόνα 2.3: Μέτρηση περιφέρειας και ακτίνας της γης από τον Ερατοσθένη

Πηγή: Fowler, 2009

2.6.2 Το μέγεθος και η απόσταση της Σελήνης

Ο Αρίσταρχος μέτρησε το χρόνο που χρειαζόταν η Σελήνη για να διέλθει από τη σκιά της Γης κατά τη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης Σελήνης και σύγκρινε αυτό το χρόνο με το χρόνο που χρειάζεται η Σελήνη για να μετακινηθεί στο νυχτερινό ουρανό κατά μία διάμετρό της. Βρήκε ότι ο λόγος αυτών των χρόνων ήταν περίπου $8/3$ και επομένως, αν ο Ήλιος ήταν σε άπειρη απόσταση και οι ακτίνες του ταξίδευαν παράλληλα η μία με την άλλη, τόσο μεγαλύτερη είναι και η

διάμετρος της Γης από τη διάμετρο της Σελήνης. Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις του Αρίσταρχου η ακτίνα της Σελήνης ήταν:

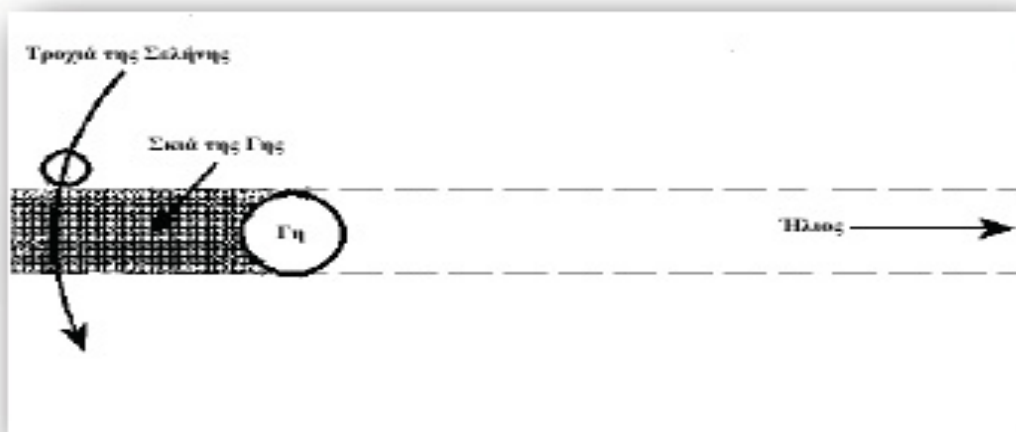
Ακτίνα της Σελήνης: 2380 km

Σημερινή αποδεκτή τιμή: 3476 km

Η μέτρηση του Αρίσταρχου ήταν ελλιπής καθώς ο Ήλιος δε βρίσκεται σε άπειρη απόσταση από τη Γη και οι ακτίνες του που φθάνουν στη Γη δεν είναι παράλληλες μεταξύ τους.

Το μοντέλο που χρησιμοποίησε ο Αρίσταρχος για την εκτίμηση της ακτίνας της Σελήνης περιείχε τα εξής στοιχεία:

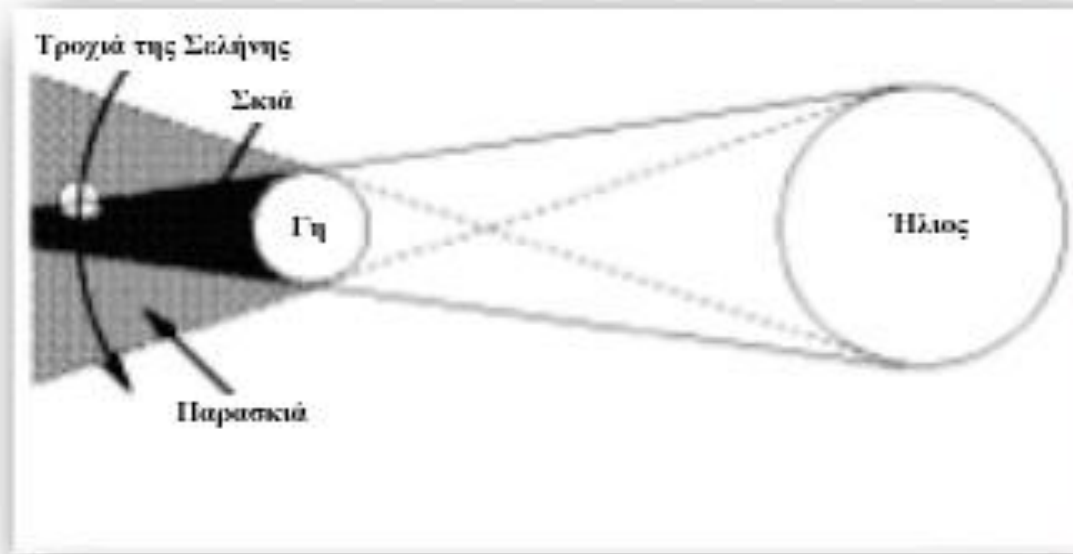
- α) η Γη είναι σφαιρική.
- β) ο Ήλιος βρίσκεται σε άπειρη απόσταση από τη Γη και οι ακτίνες του όταν φτάνουν στη Γη είναι παράλληλες η μία από την άλλη.
- γ) η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τη Γη έτσι ώστε να βρίσκεται κάποια στιγμή στη σκιά της Γης και να συμβαίνουν εκλείψεις Σελήνης .



Εικόνα 2.4: Η έκλειψη της Σελήνης κατά τον Αρίσταρχο

Πηγή: Fowler, 2009

Στην πραγματικότητα όμως ο Ήλιος δε βρίσκεται σε άπειρη απόσταση και οι ακτίνες του δεν είναι εντελώς παράλληλες. Μία καλύτερη απεικόνιση μίας έκλειψης της Σελήνης δίνεται στην παρακάτω Εικόνα 2.5 και όπως φαίνεται σε αυτή, η απόσταση που καλύπτει η Σελήνη όταν βρίσκεται στη σκιά της Γης είναι μικρότερη από τη διάμετρο της Γης.

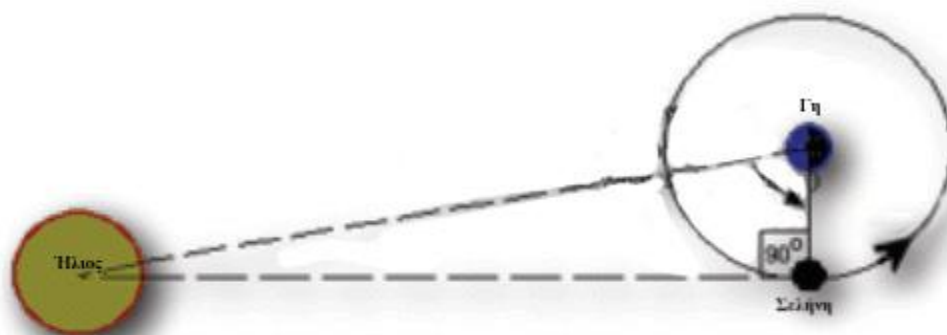


Εικόνα 2.5: Η πραγματική έκλειψη της Σελήνης

Πηγή: Fowler, 2009

2.6.3 Το μέγεθος και η απόσταση του Ήλιου

Ο Αρίσταρχος βρήκε επίσης μία μέθοδο για να υπολογίσει και την απόσταση της Γης από τον Ήλιο. Αυτή βασίζεται στην παρατήρηση ότι όταν η Σελήνη βρίσκεται στη φάση του πρώτου ή του τέταρτου τεταρτού, η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στον Ήλιο, τη Σελήνη και τη Γη, με κορυφή τη Σελήνη, είναι ορθή (Εικ. 2.6)



Εικόνα 2.6: Η μέθοδος υπολογισμού της απόστασης της Γης από τον Ήλιο κατά τον Αρίσταρχο

Πηγή: Fowler, 2009

Επομένως, το μοντέλο που χρησιμοποιείται τώρα περιέχει τα εξής στοιχεία:

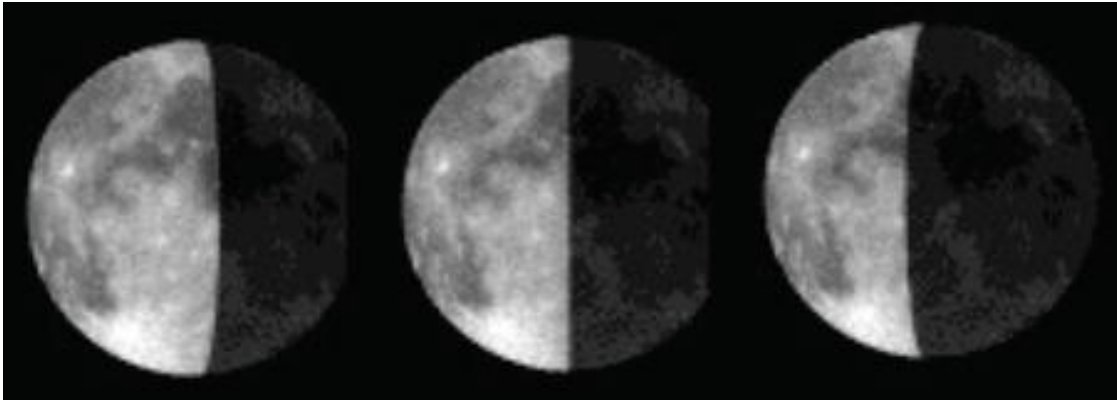
- α) η Γη είναι σφαιρική.
- β) ο Ήλιος βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τη Γη αλλά όχι άπειρη, έτσι ώστε οι ακτίνες του όταν φτάνουν στη Γη δεν είναι πλέον παράλληλες μεταξύ τους.
- γ) η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τη Γη.

Μετρώντας τότε τη γωνία Ήλιου-Γης-Σελήνης με κορυφή τη Γη και γνωρίζοντας την απόσταση Γης-Σελήνης, μπορεί να εκτιμήσει κάποιος την απόσταση Γης-Ήλιου. Βέβαια, η γωνία αυτή είναι πολύ κοντά στις 90 μοίρες και οποιαδήποτε απόκλιση είναι δύσκολο να μετρηθεί. Επιπλέον, μία άλλη δυσκολία πηγάζει και από την ακριβή εκτίμηση της ώρας που η φάση της Σελήνης είναι στο πρώτο ή το τρίτο τέταρτο (Εικ. 2.7 και 2.8)



Εικόνα 2.7: Η έκλειψη της Σελήνης κατά το πρώτο τέταρτο

Πηγή: Fowler, 2009



Εικόνα 2.8: Η έκλειψη της Σελήνης κατά το τρίτο τέταρτο

Πηγή: Fowler, 2009

Ο Αρίσταρχος μέτρησε τη γωνία περίπου ίση με 87° , μία μέτρηση με αρκετά μεγάλο σφάλμα. Μεταγενέστερες μετρήσεις από άλλους Έλληνες φιλοσόφους βρήκαν τη γωνία αυτή να είναι περίπου $89,5^\circ$, ενώ πιο ακριβείς σύγχρονες μετρήσεις δίνουν την τιμή $89,853^\circ$.

Είναι γνωστό, ότι η γωνία με την οποία φαίνεται ο Ήλιος από τη Γη είναι ίδια με αυτή με την οποία φαίνεται και η Σελήνη από τη Γη. Επομένως και ο λόγος της απόστασης Γης-Ήλιου προς τη διάμετρο του Ήλιου, ισούται με το λόγο της απόστασης Γης-Σελήνης προς τη διάμετρο της Σελήνης:

$$\frac{\text{Απόσταση Γης-Ήλιου}}{\text{Διάμετρος Ήλιου}} = \frac{\text{Απόσταση Γης-Σελήνης}}{\text{Διάμετρος Σελήνης}} \cong 108$$

Από την παραπάνω σχέση μπορεί να υπολογίσει κάποιος πλέον τη διάμετρο και την ακτίνα του Ήλιου.

Διάμετρος του Ήλιου: 1413292 km

Ακτίνα του Ήλιου: 706646 km

Σημερινή αποδεκτή τιμή; 696600 km

3. Πλούταρχος. Επανεξέταση αστρονομικών, χρονολογικών και γεωγραφικών προσδιορισμών με τη χρήση εργαλείων αρχαιοαστρονομίας και σύγχρονων μεθόδων.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα δοθεί η ευκαιρία να παρατηρήσουμε την αρχαιοαστρονομία εν δράση. Θα παρουσιαστεί μια επαναστατική μελέτη σχετικά με τον διάλογο στο «De Facie» του Πλουτάρχου και τα αστρονομικά, γεωγραφικά και αρχαιολογικά δεδομένα που προσφέρει. Η ερευνητική ομάδα αποτελείται από καταξιωμένους επιστήμονες διαφόρων τομέων και επιστημών, οι οποίοι προσεγγίζοντας το συγκεκριμένο θέμα, ο καθένας μέσω της δικιάς του αυθεντίας αλλά και σε συνάρτηση με τους υπολοίπους, καταλήγουν σε νέα συμπεράσματα και αντλούν πρωτοφανείς πληροφορίες σχετικά με την ακρίβεια και την αλήθεια των γραπτών του Πλουτάρχου.

Πιο συγκεκριμένα οι Ιωάννης Λυριτζής (φυσική, αρχαιολογία, αρχαιομετρία, Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου), Χρήστος Τζάνης (φυσική περιβάλλοντος, μετεωρολογία, μελέτη κλίματος, Επίκουρος Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών), Παναγιώτα Πρέκα-Παπαδήμα (αστροφυσική, αστρονομία, μηχανική, Επίκουρη Καθηγήτρια στο Πανεπιστήμιο Αθηνών), Κωνσταντίνος Καλαχάνης (φιλοσοφία, περιβαλλοντολογία, Δόκτωρ Φιλοσοφίας του Πανεπιστημίου Αθηνών) και Παναγιώτης Αντωνόπουλος (αρχαία και μεσαιωνική ιστορία, αρχαιολογία, Αναπληρωτής Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων) δημοσίευσαν την μελέτη τους με τίτλο «Does Astronomical and Geographical Information of Plutarch's De Facie

Describe a Trip Beyond the North Atlantic Ocean?» στο Journal of Coastal Research (jcronline.org) τον Μάιο του 2018.

Μέσω των σύγχρονων μεθόδων και της πληθώρας επιστημονικών εργαλείων, οι πληροφορίες του έργου έχουν ελεγχθεί, εξακριβωθεί και στη συνέχεια ανακατασκευαστεί ως προς την ακρίβειά τους, μέσω νέων μετρήσεων και προσομοιώσεων. Αν και οφείλουμε να αναγνωρίσουμε ότι ο διάλογος που

μελετάται αποτελεί ένα κράμα μεταξύ πληροφοριών που προέκυψαν μέσω έρευνας αλλά και φαντασίας, οι αναφορές στην ηλιακή έκλειψη και οι λεπτομέρειες του ταξιδιού έχουν μεγάλες δόσεις αλήθειας που επαληθεύονται με τις σημερινές γνώσεις μας επί των λεγομένων του. Μέσα στον διάλογο αναγνωρίζονται αξιόλογες ιδέες και θεωρίες αστρονομίας, ωκεανογραφίας και γεωγραφίας, με μεγάλο ενδιαφέρον αρχαιοαστρονομίας.

3.1 De Fecie

Ο Πλούταρχος είναι σημαντικός ιστορικός, βιογράφος και φιλόσοφος που έζησε το 45-50 έως 120 μ.Χ. Γεννήθηκε στην Χαιρώνεια, Ελλάδα, από μια πλούσια οικογένεια, σπούδασε στην Ακαδημία Αθηνών (67-68 μ.Χ.), και ταξίδεψε πολύ στην Ανατολική Μεσόγειο, κυρίως στη Ρώμη, την Αίγυπτο, τη Σικελία κλπ.

Στο έργο του, Το Φανερό Πρόσωπο στη Σφαίρα της Σελήνης, ορισμένοι φίλοι του συζητούν, θέματα που αφορούν τη Σελήνη, ενώ περπατούσαν. Ένας διάλογος για ένα ταξίδι στη "Μεγάλη ήπειρο" πέρα από τον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό έχει λάβει χώρα, αφού οι έξι συνομιλητές έχουν τελειώσει το περίπατο και κάθονται. Αυτή η συνάντηση ακολουθεί μια συνάθροιση που έγινε νωρίτερα (πιθανώς συμπόσιο), σύμφωνα με το βιβλίο, και πρέπει τώρα συζητήσουν για « εκείνους που δεν έχουν ξεφύγει από τη μνήμη όσων ήταν είχαν δηλωθεί προηγουμένως » .

Οι συμμετέχοντες είναι γνωστά πρόσωπα από άλλα βιβλία του Πλούταρχου. Συντονιστής της συζήτησης είναι ο αδελφός του Πλούταρχου, Λάμπριος, ιερέας στο Μαντείο της Λιβαδειάς και επίσης magistratus στον ναό του Απόλλωνα στους Δελφούς. Ο γεωμέτρης Απόλλωνίδης, κάποιος που ονομάζεται Αριστοτέλης, ο Φαρνάσης, ο Θεών ο γραμματικός από την Αίγυπτο, ένας στωικός φιλόσοφος και ο μαθηματικός Menelaus που παραθέτει ο Πτολεμαίος, ο οποίος ήταν επίσης διάσημος αστρονόμος που έκανε δύο σημαντικές αστρονομικές παρατηρήσεις στη Ρώμη τον Ιανουάριο του έτους 98 μ.Χ. Ο επόμενος συμμετέχων είναι ο Σύλας από την Καρχηδόνα, ο οποίος πρόσφερε το δείπνο καλωσορίσματος στον Πλούταρχο για την άφιξή του στη Ρώμη μετά τη μακρά απουσία του. Τέλος, ο Λουκίος ο Τυρρηνικός, ένας Πυθαγόρειος φοιτητής του Moderatus συμμετείχε σε αυτή τη συζήτηση. Όλοι ήταν ειδικοί από διαφορετικούς κλάδους επιστημών, αστρονομία,

φυσικές επιστήμες και φυσική φιλοσοφία που αντιπροσωπεύουν τους Στωικούς, τους Πυθαγόρειους, το Περιπατητικό Σχολείο του Αριστοτέλη και άλλα σχολεία της σκέψης στην αρχαία Ελλάδα.

Όσον αφορά τον τόπο και την ώρα της συγκέντρωσης, υπάρχουν διάφορες απόψεις. Ο ακριβής χρόνος δεν δίνεται, αλλά η συνάντηση αυτή ήρθε αμέσως μετά από μια ηλιακή έκλειψη, αν και δεν είναι σαφές εάν αυτό ήταν ορατό μόνο σε κάποιες Ρωμαϊκές επαρχίες ή στην ίδια τη Ρώμη. Αυτή η έκλειψη άρχισε λίγο μετά το μεσημέρι και τα αστέρια εμφανίστηκαν στο ουρανό, ενώ η ατμόσφαιρα ήταν πολύ παρόμοια με εκείνη του πρωινού λυκόφωτος. Αυτή η περιγραφή είναι σύμφωνη με το φαινόμενο της ολικής ηλιακής έκλειψης. Στο τέλος του διαλόγου, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να ακούσουν τον Σύλα σχετικά με μια αφήγηση ενός ανώνυμου ξένου, τον οποίο συνάντησε στην Καρχηδόνα, περιγράφοντας ένα μυστηριώδες ταξίδι στο νησί του Κρόνου και έναν εσχατολογικό μύθο, που ο ξένος είχε ακούσει από τους οικονόμους και τους υπηρέτες του ναού του Κρόνου. Ο ξένος, στην πραγματικότητα, σχετίζεται με αυτό το περίεργο ταξίδι που λαμβάνει χώρα κάθε 30 χρόνια (όταν ο πλανήτης Κρόνος φτάνει στον αστερισμό του Ταύρου) από τη Μεσόγειο Θάλασσα προς τη μεγάλη ήπειρο στην Ανοικτή Θάλασσα της Κρονίας, η οποία από το πλαίσιο προσδιορίζεται με τις βόρειες Ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού. (Liritzis ,Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018).

3.2 Η χρονολογία του διαλόγου

Ο χρόνος διεξαγωγής αυτής της συζήτησης είναι άγνωστος, αλλά σύμφωνα με το κείμενο του Πλούταρχου, αυτός ο διάλογος έγινε λίγο μετά από μια ολική ηλιακή έκλειψη, αν και δεν είναι σαφές αν αυτή ήταν ορατή σε ορισμένες ρωμαϊκές επαρχίες ή στην ίδια τη Ρώμη. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η «πρόσφατη» έκλειψη ξεκίνησε λίγο μετά το μεσημέρι και ότι η περιγραφή της έκλειψης αντιστοιχεί με ολική και όχι μερική ηλιακή έκλειψη. Ωστόσο, με βάση το λογισμικό της NASA , δεν ήταν ορατή η ολική ηλιακή έκλειψη στη Ρώμη τον 1ο αιώνα μ.Χ. Ως εκ τούτου, η αναφερόμενη ηλιακή έκλειψη του διαλόγου παρατηρήθηκε από άλλο μέρος της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Βρέθηκαν 71 συνολικά ολικές ηλιακές εκλείψεις και 29 υβριδικές ηλιακές εκλείψεις που

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

συνέβησαν κατά τη διάρκεια 1-120 μ.Χ. (Εικ. 3.1). Εννέα από αυτές θα μπορούσαν να είναι ορατές από τις διάφορες περιοχές της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, η οποία επεκτεινόταν από την Ιβηρική Χερσόνησο ως τον Περσικό Κόλπο και από την Αίγυπτο και τη Βόρεια Αφρική τη Βρετανία. Μια υβριδική έκλειψη (δακτυλιοειδής / ολική έκλειψη) εναλλάσσεται μεταξύ μιας ολικής και δακτυλιοειδούς έκλειψης. Σε συγκεκριμένα σημεία στην επιφάνεια της Γης, φαίνεται σαν μια ολική έκλειψη, ενώ σε άλλα σημεία φαίνεται ότι είναι δακτυλιοειδής. Στην εικόνα 3.1, εκτός από την πορεία της έκλειψης δίνεται η τοποθεσία μέγιστης έκλειψης, ο χρόνος της μέγιστης φάσης σε αυτή τη θέση, η μέγιστη απόκρυψη από τη Ρώμη και η ώρα έναρξης της εκδήλωσης στη Ρώμη, για σύγκριση. Ο δρόμος της ολότητας είναι το μονοπάτι που τρέχει από τη σκιά έκλειψης (umbra) και είναι το μόνο μέρος της επιφάνειας της γης στο οποίο παρατηρείται η έκλειψη ως ολική έκλειψη. Η μέγιστη σκίαση είναι το μέγιστο ποσοστό κάλυψης του ηλιακού δίσκου (από τη Σελήνη) κατά τη διάρκεια της ηλιακής έκλειψης. Η μέγιστη τοποθεσία έκλειψης είναι η θέση στην οποία η ολική έκλειψη έχει τη μέγιστη διάρκεια χρόνου. Ωστόσο, γνωρίζοντας τη ζωή του Πλούταρχου (45-120 μ.Χ.), θα πρέπει να αποκλειστούν οι ηλιακές εκλείψεις των 17, 21 και 24 μ. Χ. Ομοίως, η ηλιακή έκλειψη του 59 μ.Χ. αποκλείεται επειδή ο Πλούταρχος ήταν 14 χρονών αγόρι. Επίσης, οι δύο τελευταίες ηλιακές εκλείψεις του 113 και 118 μ.Χ. αποκλείονται επειδή ξεκίνησαν πολύ νωρίς το πρωί και όχι λίγο μετά το μεσημέρι. Επιπλέον, σύμφωνα με τους ιστορικούς, ο Πλούταρχος δεν ταξίδευε τα τελευταία 30 χρόνια της ζωής του, δηλ. μετά περίπου το 90 μ.Χ. Ακόμα, η ηλιακή έκλειψη του 71μ.Χ. επίσης εξαιρείται επειδή η ώρα έναρξης ήταν νωρίς το πρωί και όχι λίγο μετά το μεσημέρι. Ως εκ τούτου, μεταξύ των ηλιακών εκλείψεων μόνο δύο παραμένουν πιθανές υποψήφιες: αυτές των 75 και 83 μ.Χ.. Σημειώνεται ότι ο Lucius, ο οποίος ανέφερε την έκλειψη ηλίου, έρχεται από την Τυρρηνική, ανάμεσα στην Καρχηδόνα και την Αίγυπτο, που είναι περιοχές όπου παρατηρήθηκαν αυτές οι ολικές ηλιακές εκλείψεις. Ο χρόνος έναρξης της ολικής ηλιακής έκλειψης του 83μ.Χ. στη Ρώμη ήταν ακριβώς το μεσημέρι. Εάν, ωστόσο, η αναφερόμενη ώρα έναρξης στο κείμενο αφορά τη θέση της ολικής ηλιακής έκλειψης, πράγματι το γεγονός αυτό άρχισε στην Αίγυπτο αμέσως μετά το μεσημέρι. Ως εκ τούτου, η ηλιακή έκλειψη του 75μ.Χ. έχει απομείνει και ευνοείται, σύμφωνα με το ακόλουθο σκεπτικό.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»

Date (AD)	Eclipse (Type)	Path of Totality	Max Obscuration from Rome	Start Time in Rome UT (LT)	Max Eclipse Location	Max Time in this Location (UT)
15 Feb 17	Hybrid	Tripolitania (Libya), Greece, Moesia, Thrace	79%	0824 (0924)	Libya	0938
19 Jun 21	Total	Britania, Gallia	76%	0948 (1048)	Czech Rep.	1111
24 Nov 24	Total	Dacia, Asia Minor	73%	0704 (0804)	Qatar	0924
30 Apr 59	Total	Africa (Tunisia), Aegean Sea, Cyprus, Asia Minor (Syria)	76%	1148 (1248)	Morocco	1218
20 Mar 71	Hybrid	Tripolitania (Libya), Greece, Thrace	72%	0802 (0902)	Mediterranean Sea	0914
5 Jan 75	Total	Africa (Tunisia), Sicilia, Italia, Illyria, Dacia	89%	1314 (1414)	Cape Verde	1313
27 Dec 83	Total	Egypt, Palestine (Judaea), Mesopotamia	63%	1049 (1149)	Algeria	1158
1 Jun 113	Total	Hispania, Aquitania, Gallia	76%	0753 (0853)	Belarus	0947
3 Sep 118	Total	Britania, Gallia, Dacia, Black Sea-Caspia	73%	0706 (0806)	Azerbaijan	0925

Εικόνα 3.1 : Σύνολο ηλιακών εκλείψεων, ορατών από τη Ρωμαϊκή αυτοκρατορία, περίοδος 1-120 μ.Χ.

Πηγή : Liritzis ,Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018

Σύμφωνα με το κείμενο, ο Σύλας γνώρισε έναν ξένο στην Καρχηδόνα και μεταφέρει στους συνομιλητές του τη συζήτηση που είχε με αυτόν. Αυτός ο ξένος επέστρεψε από ένα ταξίδι από τη μακρινή μεγάλη ήπειρο, η οποία βρίσκεται στην Κρονική Θάλασσα. Τα παρακάτω είναι σύμφωνα με την αφήγηση του Σύλα, τα οποία αναλύονται για να διευκολύνουν την ακολουθία των συμβάντων. Ένα ταξίδι εποίκων πραγματοποιούνταν σε αυτή τη μεγάλη ήπειρο κάθε 30 χρόνια, όταν ο πλανήτης Κρόνος φτάνει στο συγκρότημα του Ταύρου. Η άφιξη του πλανήτη Κρόνου στον αστερισμό του Ταύρου σημαίνει ότι η τροχιά του Κρόνου στην Εκλειπτική (ζωδιακός κύκλος) αρχίζει να προβάλλεται στον ουρανό σε μια περιοχή που φιλοξενεί τον σχηματισμό του Ταύρου. Είναι γνωστό ότι η τροχιά του χρόνου του Κρόνου γύρω από τον Ήλιο είναι 29.4571 χρόνια, έτσι αυτή η θέση του πλανήτη παρατηρείται περίπου κάθε 30 χρόνια. Μόλις συμβεί αυτό, αρχίζουν πολλαπλές προετοιμασίες για την αποστολή πλοίων με αποικιοκράτες στη μεγάλη ήπειρο, οι οποίες διαρκούν πολύ καιρό . Το ταξίδι θεωρείται επικίνδυνο και διαρκεί πολύ . Όταν η αποστολή φτάνει στη μακρινή χώρα, οι άποικοι της προηγούμενης αποστολής μπορούν να επιστρέψουν ξανά στην πατρίδα τους. Κάνοντας χρήση των αστρονομικών ephemerides και ενός λογισμικού αστρονομικού προγράμματος Starry Night, οι χρονικές περίοδοι που ο Κρόνος προβάλλει στον αστερισμό του Ταύρου ορίστηκαν όπως κατά τον 1ο αιώνα μ.Χ. (εικ. 3.2)

(Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018).

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

Saturn Enters Taurus	Saturn Exits Taurus
AD	AD
26 June 26	25 May 29
20 April 56	8 July 58
6 June 85	14 May 88

Εικόνα 3.2 : Χρονικές περίοδοι εισόδου και εξόδου του Κρόνου στον αστερισμό του Ταύρου

Πηγή : Liritzis ,Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018

Σύμφωνα με την παρατήρηση του Λουκιανού για μια πρόσφατη ηλιακή έκλειψη, το ταξίδι επιστροφής του ξένου στην πατρίδα του και την επίσκεψή του στην Καρχηδόνα, όπου συναντήθηκε και μίλησε με τον Σύλα , πρέπει να έχει προηγηθεί μιας ολικής ηλιακής έκλειψης , ορατής στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία. Στη συνέχεια, λίγο μετά την αναφερόμενη έκλειψη, έλαβε χώρα ο συγκεκριμένος διάλογος. Δηλαδή, οι ακόλουθες διαδοχές των αναφερόμενων γεγονότων πραγματοποιούνται:

- i. Είσοδος του πλανήτη Κρόνου στον αστερισμό του Ταύρου.
- ii. Επιστροφή του ξένου από την ξένη μακρινή χώρα.
- iii. Άφιξη του ξένου στην Καρχηδόνα, όπου ψάχνει για μερικές ιερές περγαμηνές που είχαν ταφεί έξω από την πόλη , όταν καταστράφηκε η παλιά πόλη (149-146 π.Χ.) στον τρίτο καρχηδονιακό πόλεμο.
- iv. Έμεινε πολύ χρόνο στην Καρχηδόνα ψάχνοντας για αυτές τις περγαμηνές.
- v. Τότε συναντά τον Σύλας και άλλους και τους έδωσε περισσότερες πληροφορίες Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, αρχίζει η ολική έκλειψη ηλιακή έκλειψη αμέσως μετά το μεσημέρι.
- vi. Μετά από λίγο, αυτή η συνάντηση και ο διάλογος πραγματοποιούνται.

Κατά συνέπεια, ο χρόνος του διαλόγου καθορίζεται με βάση την παραπάνω ανάλυση σε σύγκριση με τα αποτελέσματα. Η πρώτη περίοδος (26-29μ.Χ.) στην εικόνα 2.4 δεν αφορά αυτή τη μελέτη επειδή ο Πλούταρχος γεννήθηκε το 45-50 μ.Χ. Επιπλέον, σύμφωνα με αυτά τα καταγεγραμμένα συμβάντα και σε συμμόρφωση με την παραπάνω αφήγηση, η επιστροφή του ξένου από τη μακρινή χώρα δεν θα μπορούσε να γίνει το 85-88 μ.Χ. , επειδή οι δύο ακόλουθες ολικές

ηλιακές εκλείψεις τα έτη 113 και 118 μ.Χ. δεν αρχίζουν σύντομα μετά το μεσημέρι, αλλά το πρωί. Επιπλέον, στην περίπτωση αυτή, η άφιξη του στην Καρχηδόνα δεν θα έπρεπε να είχε συμβεί νωρίτερα από το 90 μ.Χ., αλλά όπως λένε οι ιστορικοί, ο Πλούταρχος δεν ταξίδευε μετά το 90 μ.Χ. . Επιπλέον, οι φιλόσοφοι εκδιώχθηκαν και πάλι από τη Ρώμη μετά τον θάνατο του Rusticus το 92 μ.Χ.. Ως εκ τούτου, ο ξένος έχει επιστρέψει από τη μεγάλη ήπειρο, όταν η τελευταία αποστολή τα έτη 56-58 μ.Χ. έφτασε εκεί. Κατά συνέπεια, ο ξένος πρέπει να έχει φτάσει στη μεγάλη ηπειρωτική χώρα με την αποστολή του 26-29 μ.Χ. Συγκεκριμένα με την είσοδο του πλανήτη Κρόνου στον αστερισμό του Ταύρου τον Απρίλιο του 56 μ.Χ. , σύμφωνα με το κείμενο, οι μακρόχρονες προετοιμασίες της αποστολής τις οποίες ο ξένος περίμενε για να επιστρέψει στο σπίτι είχαν αρχίσει. Το ταξίδι πρέπει να έχει ξεκινήσει την άνοιξη του 57 μ.Χ. και η αποστολή να έχει φτάσει στη μεγάλη ήπειρο μετά από μερικούς μήνες. Όταν ο πλανήτης Κρόνος εξέρχεται από τον αστερισμό του Ταύρου τον Ιούλιο του 58 μ.Χ., ακολούθησαν παρόμοιες μακρόχρονες προετοιμασίες του ταξιδιού της επιστροφής που τον έφεραν πίσω στην πατρίδα. Είναι λογικό να υποθέτουμε ότι όλο αυτό το συμβάν διήρκεσε περίπου 2-3 χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι ο ξένος πρέπει να επέστρεψε στην Ελλάδα περίπου κατά την περίοδο 59-60 μ.Χ. Ο Πλούταρχος τονίζει ότι σε αυτή τη μακρινή χώρα, ζουν Έλληνες που μιλάνε ελληνικά.

Αν επέστρεψε στο 59-60 μ.Χ., έφτασε στην Καρχηδόνα υποθετικά τουλάχιστον 3-5 χρόνια αργότερα, καθώς του πήρε αρκετά η προετοιμασία για αυτό το νέο ταξίδι από το σπίτι του, γνωρίζοντας ότι θα παραμείνει αρκετά στην Καρχηδόνα. Έτσι, έφτασε περίπου στην Καρχηδόνα γύρω στο 62-65 μ.Χ. Σύμφωνα με την αφήγηση του Σύλα, ο ξένος έμεινε πολύ καιρό στην Καρχηδόνα για να βρει αυτό που ήθελε. Αυτή τη φορά ο χρόνος που έμεινε εκτιμάται τουλάχιστον στα 5-8 χρόνια πριν από τη συνάντηση με τον Σύλα, που ήταν περίπου το 67-73 μ.Χ. Στη συνέχεια, ακολούθησε η συνολική ηλιακή έκλειψη του 75μ.Χ., η οποία ταιριάζει με τα γεγονότα που έλαβαν χώρα πριν και μετά από αυτό. Ξεκίνησε λίγο μετά το μεσημέρι και ήταν ορατή με 100% σκίαση στην Καρχηδόνα και παντού στη Magna Grecia (αλλά και στη Ρώμη, με σημαντική σκίαση 89%). Ο Σύλας θα μπορούσε να την είχε δει από την Καρχηδόνα με απόλυτη σκίαση, καθώς και ο Λούκιος από την Τυρρηνική. Μετά μερικούς μήνες, την άνοιξη του 75 μ.Χ., φαίνεται ότι ο Πλούταρχος επισκέπτεται τη Ρώμη, σε ηλικία περίπου 30 ετών. Αν αυτή ήταν η δεύτερη φορά που επισκέφτηκε τη Ρώμη, τότε ήταν πολύς καιρός από

την πρώτη του επίσκεψη που έγινε γύρω στο 69 μ.Χ. Ο Σύλας προσφέρει το δείπνο για να τον τιμήσει στη δεύτερη επίσκεψη στη Ρώμη. Μετά το συμπόσιο, ο αδελφός του Πλούταρχου, ο Λαμπρίας, ο Σύλας, ο Λούκιος και άλλοι περπατούν και διαλογίζονται ως συνέχεια του επιστημονικού διάλογου που είχαν, πριν από το συμπόσιο. (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018).

3.3 Ο προορισμός του ταξιδιού

Σχετικά με τον προορισμό του ταξιδιού, γνωρίζουμε από τον Πλούταρχο ότι η θαλάσσια ακτή της ηπειρωτικής χώρας που είναι εγκατεστημένοι Έλληνες, βρίσκεται γύρω από έναν κόλπο όχι μικρότερο από το Maeotis, η είσοδος του οποίου τοποθετείται σχεδόν σε ευθεία γραμμή απέναντι από την είσοδο της Κασπίας Θάλασσας.

Είναι γνωστό ότι η βόρεια είσοδος της Κασπίας θάλασσας, κοντά στο σχηματισμό του δέλτα του ποταμού Βόλγα, έχει γεωγραφικό πλάτος 458530 17,3700 N και γεωγραφικό μήκος 488420 50.3000 E. Στον ίδιο παράλληλο περίπου στην αμερικανική ήπειρο στις ακτές του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού, υπάρχει η είσοδος του κόλπου Saint Lawrence. Οι συντεταγμένες του ανοίγματος (μισή απόσταση) μεταξύ των νησιών Nova της Σκωτίας και του νησιού Newfoundland είναι 458480 46,8400 N και 60800 28,2400 W. Η διαφορά σε γεωγραφικό πλάτος μεταξύ των εισόδων των κόλπων της Κασπίας και του Saint Lawrence είναι μέσα στο περιθώριο σφαλμάτων. Ως εκ τούτου, ο τόπος άφιξης των εποίκων στη μεγάλη ήπειρο, σύμφωνα με τα αρχικά στοιχεία του Πλούταρχου, ήταν ο κόλπος του Αγίου Λαυρεντίου. Τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν στις συντεταγμένες δεν μπορούσαν να μετρηθούν με τέτοια ακρίβεια τότε, αλλά πλέον, μπορούν να παρουσιαστούν σύγχρονες τιμές της μέσης θέσης για να διευκολυνθεί η επεξεργασία των πληροφοριών που λαμβάνονται (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018).

Η ίδια λογική εφαρμόζεται στη συνέχεια σε οποιαδήποτε ποσοτικοποιημένη παράμετρο, όπως η περιοχή, η απόσταση και η ταχύτητα. Ο διάλογος του Πλούταρχου, ωστόσο, παρέχει πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με αυτό το μέρος. Είναι μια θαλάσσια περιοχή που στην πραγματικότητα δεν είναι μικρότερη από τη λίμνη Maeotis, δηλαδή την Αζοφική Θάλασσα στο βόρειο τμήμα της Μαύρης

Θάλασσας. Πράγματι, η περιοχή της Αζοφικής Θάλασσας εκτιμάται ότι ισούται με 39.000 km² και αυτή του κόλπου του Αγίου Λαυρεντίου ότι ισούται με 236.000 km², σύμφωνα με τους χάρτες Google (<https://maps.google.com/>). Όσον αφορά τη θέση της μεγάλης ηπείρου, δηλαδή της Αμερικής, "που περιβάλλεται σε κύκλο από τη θάλασσα", ο προορισμός των εποίκων, ορίζεται σε σχέση με τρία νησιά του αρχιπελάγους Cronian και το νησί Ωγυγία, που βρίσκεται μακριά από τη θάλασσα, μια διαδρομή πέντε ημερών από τη Βρετανία φεύγοντας προς τα δυτικά (Liritzis, Preka-Paradema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018).

Η μεγάλη ηπειρωτική χώρα, από την οποία ο ωκεανός περικυκλώνεται, ενώ δεν είναι τόσο μακριά από τα άλλα νησιά, είναι περίπου πέντε χιλιάδες στάδια από την Ογύγια, ένα ταξίδι που γίνεται με κουπί. Στην πραγματικότητα, η Ομηρική Ογυγία βρίσκεται σε μία απόσταση" μιας διαδρομής πέντε ημερών από τη Βρετανία προς τα δυτικά". Δυστυχώς, δεν εξηγείται από ποιο βρετανικό λιμάνι γίνεται ένα τέτοιο ταξίδι, αλλά τα πιο κοντινά νησιά με τη Βρετανία (εκτός της Ιρλανδίας) είναι είτε ΒΔ είτε ΝΔ. Αυτά είναι η Ισλανδία και οι Αζόρες νήσοι, αντίστοιχα. Οι Αζόρες απέχουν 2200 χιλιόμετρα από το νότιο άκρο της Βρετανίας. Υποθέτοντας ότι ένα ιστοφόρο κάλυπτε αυτή την απόσταση σε 5 ημέρες, η αναμενόμενη μέση ταχύτητα θα ήταν περίπου 18 km / h (9,7 κόμβους). Επίσης, η Ισλανδία απέχει περίπου 870 χλμ. από το βόρειο άκρο της Βρετανίας (νησιά των Εβρίδων), ως εκ τούτου απαιτείται ένα ταξίδι πέντε ημερών με μέση ταχύτητα 7 χλμ. / ώρα (3,77 κόμβους). Ωστόσο, σύμφωνα με το κείμενο, το νησί της Ωγυγίας πρέπει, την ίδια στιγμή, να βρίσκεται περίπου 925 χιλιόμετρα από τη μεγάλη ήπειρο. Αλλά αυτό πιθανότατα δεν ισχύει και για τις Αζόρες και για την Ισλανδία. Και τα δύο μέρη είναι πολύ πιο απομακρυσμένα από την αμερικανική ήπειρο. Η μικρότερη απόσταση της Ισλανδίας από την Αμερική είναι 2360 χιλιόμετρα, και των Αζορών είναι 2185 χλμ. από το νότιο άκρο του Newfoundland. Σε αντίθεση, τα νησιά των Βερμούδων βρίσκονται σε αυτή την απόσταση από την Αμερικανική ήπειρο: ανατολικά της αμερικανικής ακτής, ΒΑ του Μαϊάμι από 1770 χλμ. και περίπου 1350 χλμ. νότια του Χάλιφαξ στη Νέα Σκοτία του Καναδά. Το πλησιέστερο σημείο της γης είναι το ακρωτήριο Hateras στη βόρεια Καρολίνα, Δ-ΒΔ, μια απόσταση περίπου 1030 χλμ. Τα νησιά των Βερμούδων είναι δυτικά της Βρετανίας, αλλά 5219 χιλιόμετρα μακριά προφανώς ένα ταξίδι θα έπρεπε να διαρκεί πολύ περισσότερο από 5 ημέρες. Καταλήγουμε λοιπόν ότι δεν υπάρχει άλλο νησί στον Ατλαντικό Ωκεανό που μπορεί να ταξιδέψει κανείς για 5 ημέρες

από τη Βρετανία, αλλά η Ωγυγία είναι μόνο 925 χιλιόμετρα μακριά από τις αμερικανικές ακτές. (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

Από τα προηγούμενα, είναι δύσκολο να εντοπιστεί η Ομηρική Ωγυγία. Οι πληροφορίες αναφέρουν τρία νησιά που παραμένουν σε ίση απόσταση από το νησί και την Ωγυγία και σε ίση απόσταση μεταξύ τους. Αυτά τα τρία νησιά βρίσκονται στο σημείο που ο Ήλιος δύει κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, δηλαδή ΒΔ, στο Κρόνιο Πέλαγος. Υπάρχουν δύο πιθανές ερμηνείες σχετικά με τα τρία νησιά της Κρονίας, τα οποία είναι σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους και βρίσκονται ΒΔ στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό. Πρώτον, αν αυτά τα τρία νησιά είναι σε ίσες αποστάσεις, δηλαδή σχηματίζουν ένα ισόπλευρο τρίγωνο, τότε αυτά είναι η Γροιλανδία, το νησί Baffin, και το Newfoundland (στην είσοδο του κόλπου του Αγίου Λαυρεντίου). Η απόσταση μεταξύ της Γροιλανδίας και του νησιού Baffin είναι 1167 χλμ., Μεταξύ Baffin Island και Newfoundland είναι 1218 χλμ, και μεταξύ Γροιλανδίας και Νέας Γης είναι 1166 χιλιόμετρα. Στην περίπτωση αυτή, το νησί της Ωγυγίας, το οποίο πρέπει να βρίσκεται σε ίση απόσταση από αυτά τα τρία νησιά, θα έπρεπε να βρίσκεται στο κέντρο αυτού του τριγώνου, αλλά τίποτα δεν υπάρχει εκεί. Δεύτερον, εάν τα τρία νησιά είναι σε ίσες αποστάσεις σε ισοσκελές τρίγωνο, τότε τα νησιά είναι η Ισλανδία, η Γροιλανδία και η Newfoundland. Η απόσταση μεταξύ του οι νότιες ακμές της Ισλανδίας προς το νότιο άκρο της Γροιλανδίας είναι περίπου 1270 χλμ. Αντίστοιχα, η απόσταση μεταξύ της νότιας άκρης της Γροιλανδίας προς το βόρειο άκρο του Newfoundland είναι ~ 1170 χλμ. Έτσι, από όλα τα προαναφερθέντα, η Ισλανδία αποκλείεται να είναι η Ωγυγία, γιατί το πρέπει να είναι σε ίση απόσταση από τα τρία αυτά νησιά της Κρονίας Θάλασσας, συμπεριλαμβανομένης της Ισλανδίας. (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

Μέσω της απόπου αφαίρεσης, η Ωγυγία θα πρέπει να βρίσκεται στα νησιά των Αζορών. Η απόσταση του κεντρικού νησιού των Αζόρων (Terceira) από την Ισλανδία είναι 2750 χιλιόμετρα, από τη Γροιλανδία 2590 χιλιόμετρα, και από το Newfoundland είναι 2600 χιλιόμετρα, όλα γύρω στα 2600-2700 χλμ. Επίσης, το μήκος του Κόλπου του Αγίου Λαυρεντίου είναι 1085 km,. Το νότιο άκρο του νησιού Newfoundland που καθορίζεται γεωγραφικά, είναι στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος με το βόρειο άκρο της Κασπίας Θάλασσας. Ως εκ τούτου προκύπτει ότι το Newfoundland είναι ο τελικός προορισμός αυτών των αποίκων, το οποίο βρίσκεται

ακριβώς έξω από την αμερικανική ακτή περίπου 1085 χλμ. (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

Υπάρχει λοιπόν εξήγηση για το γιατί το ταξίδι αυτό γίνεται αργά και με δυσκολία, με τη χρήση πλεούμενων με κουπιά. Το κείμενο του Πλούταρχου αναφέρεται συγκεκριμένα στα θαλάσσια ρεύματα: «στην ανοικτή θάλασσα ταξιδεύεις σιγά-σιγά και υπάρχει πολλή λάσπη εξαιτίας των ρευμάτων. Τα θαλάσσια ρεύματα που εκρέουν μέσω της μεγάλης ηπείρου, δημιουργούν προσχώσεις και η θάλασσα είναι πυκνή, γήινη, και θεωρείται ότι πήζει». Είναι σαφές ότι τα θαλάσσια ρεύματα υπονοούν τη ροή του Κόλπου, η οποία ξεκινά από τον Κόλπο του Μεξικού και διχαλωτά διασχίζει τον βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, φτάνοντας στη Σκανδιναβία και στη συνέχεια επιστρέφει πίσω στον Καναδά από τον κόλπο του Αγίου Λαυρεντίου. Καταλαβαίνουμε οπότε ότι τα θαλάσσια ρεύματα του Ατλαντικού Ωκεανού ήταν γνωστά. (εικ 3.3)



Εικόνα 3.3 : Τα θαλάσσια ρεύματα του βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού. Οι έντονες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα θερμά ρεύματα, ενώ οι απαλές τα κρύα.

Πηγή : Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι ο τόπος άφιξης των αποίκων ήταν το νησί Newfoundland στην είσοδο του κόλπου St. Lawrence (Καναδάς). Εκεί, σύμφωνα με το διάλογο, οι Έλληνες ζούσαν από την παλιά εποχή, και την εποχή εκείνη η ελληνική παρουσία αναβίωσε με την επίσκεψη από νέους αποίκους. Από τότε, και

κάθε 30 χρόνια, χρόνος που χαρακτηρίζεται από την είσοδο του πλανήτη Κρόνου στον αστερισμό του Ταύρου, ένα παρόμοιο ταξίδι γίνεται με νέους αποίκους. (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzani, 2018)

3.4 Το ταξίδι

Το θαλάσσιο ταξίδι δεν περιγράφεται, αλλά είναι λογικό ότι ταξιδεύουν προς το Γιβραλτάρ και έπειτα προς τον Ατλαντικό Ωκεανό. Η αναχώρηση ορίζεται από τη νότια Κρήτη, μεταξύ Κύπρου και Σικελίας. Το θαλάσσιο μονοπάτι ακολουθεί την παράκτια πλευρά κατά μήκος της νότιας Ευρώπης που φθάνει στο Γιβραλτάρ, καλύπτοντας έτσι απόσταση 4120 χλμ σε 31 ημέρες χωρίς στάση, με μέση ταχύτητα 3 κόμβων(εικ.3.4).



Εικόνα 3.4 : Η πορεία πλεύσης

Πηγή: Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzani, 2018

Μετά από μια σύντομη στάση στο Tartessos, ένα μεγάλο λιμάνι στα στενά του Γιβραλτάρ, το ταξίδι συνεχίζεται στα βόρεια, κοντά στην Αρκτική Ζώνη. Αυτές οι νησιωτικές ακτές, σύμφωνα με το λεξικό Liddell Scott (Liddell and Scott, 1940), είναι «νησιά που βρίσκονται κατά πλάτος της ακτής », μάλλον υπονοεί την ευρωπαϊκή ακτή. Ο «ήλιος του μεσονυχτίου» προφανώς αναφέρεται στο

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

μακρύτερο φως της ημέρας κατά τη διάρκεια του θερινού ηλιοστάσιου στην περιοχή της Αρκτικής. Οι γεωγραφικές ζώνες όπου ο ήλιος δύει σε περίπου 1 ώρα το θερινό ηλιοστάσιο (21-22 Ιουνίου) για το 100 μ.Χ. (NASA, 2017) επιβεβαιώθηκαν (Solar Topo, 2017). Αυτή η ζώνη καλύπτει την περιοχή του αρχιπελάγους Vega ως τις νορβηγικές ακτές, το οποίο περιέχει 6500 νησιά, το μεγαλύτερο είναι το Vega. Ειδικότερα, στο βόρειο τμήμα αυτής της ζώνης αυτής βρίσκεται η πόλη Eiden του νησιού Vega στο γεωγραφικό μήκος 658310 41.6000 N και γεωγραφικό μήκος 118500 36.6900 A. Εκεί, η διάρκεια της ημέρας κατά τη διάρκεια του ηλιοστασίου του καλοκαιριού είναι 23 ώρες και 10 λεπτά. Άρα, είναι επιβεβαιωμένο, ότι οι έποικοι έφτασαν στην περιοχή των νησιών του αρχιπελάγους Vega. Ως εκ τούτου, η αποστολή μετά από 8850 χιλιόμετρα περνώντας το Γιβραλτάρ έφτασε στις ακτές των νησιών του αρχιπελάγους Vega γύρω στο θερινό ηλιοστάσιο.(Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

.Με ταχύτητα 3 κόμβων χωρίς σταματημό η διάρκεια της διαδρομής εκτιμάται ~ 66 ημέρες. Το ταξίδι πρέπει να έχει ξεκινήσει την άνοιξη του 57μ. Χ., 1 έτος μετά την είσοδο του πλανήτη. Λαμβάνοντας υπόψη την εκτιμώμενη συνολική διάρκεια του ταξιδιού ως 3-4 μήνες, η αποστολή των εποίκων πρέπει να έχει φτάσει Αρχιπέλαγος Vega κατά τη διάρκεια του θερινού ηλιοστασίου. Ο Πλούταρχος μας πληροφόρησε ότι στην περιοχή αυτή ζούσαν Έλληνες, και οι άποικοι έμειναν εκεί για 90 ημέρες, δεχόμενοι τη φροντίδα που πρόσφεραν οι ντόπιοι Έλληνες κάτοικοι που τους θεωρούσαν κάτι " ιερό ". Αυτό σημαίνει ότι έμειναν εκεί όλο το καλοκαίρι μέχρι τον Σεπτέμβριο-Οκτώβριο και ότι αναχώρησαν από τη Νορβηγία κοντά στο φθινόπωρο της ισημερίας, όπου, σύμφωνα με το κείμενο, αυτοί διασχίζουν την αντίθετη πλευρά βοηθούμενοι από τους ανέμους. Η αναμονή για 3 μήνες, οδήγησε στο λιώσιμο των παγόβουνων κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου για ασφαλή πλεύση στις απέναντι ακτές της Αμερική και στο να περάσουν οι άνεμοι επειδή οι καιρικές συνθήκες στη ζώνη της Αρκτικής είναι σκληρές. Το πέρασμα στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό με τα πλοία έγινε με τη βοήθεια θαλάσσιων ρευμάτων που αρχίζουν από τον Κόλπο και φτάνουν στη Νορβηγία (εικ.3.3). Εδώ το νορβηγικό θαλάσσιο ρεύμα αναπτύσσεται ερχόμενο από τη δύση, ενώ στις ακτές αυτές γυρίζει προς τα βόρεια και φτάνει στα νησιά Svalbard. .(Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

3.5 Επιστροφή

Η πορεία του ταξιδιού επιστροφής δεν θα μπορούσε να είναι ίδια με αυτή του πηγαιμού. Η κατεύθυνση των ρευμάτων του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού είναι αντίθετη προς την κατεύθυνση πλεύσης από την Αμερική στην Ευρώπη και επομένως θα υπήρχε μεγάλη επιβάρυνση στα πλοία σε τυχόν επιλογής της. Με το ίδιο σκεπτικό της χρήσης θαλάσσιων ρευμάτων και ανέμων, ακολουθώντας τα ευνοϊκά θάλασσα ρεύματα, το ταξίδι επιστροφής από το Newfoundland πραγματοποιήθηκε προς τα νότια για να συναντήσει στον Ατλαντικό το Gulf Stream που ξεκινάει από τον Μεξικό και ρέει στον Ατλαντικό Ωκεανό. Καλύπτοντας απόσταση περίπου 1184 χιλιομέτρων συναντούν το ρεύμα και διανύουν μια απόσταση περίπου 1236 χλμ. νότια μέσα στο Slope Jet. Κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, η ταχύτητα αυτών των ρευμάτων είναι ~ 20 cm / s και 40 cm / s, αντίστοιχα, δηλαδή κατά μέσο όρο 30 cm / s (1080 m / h). Για ταχύτητα πλοίου 3 κόμβων, αυτή αυξάνεται από τα ρεύματα κατά περίπου 1 χλμ. Κατά συνέπεια, η συνολική απόσταση των 2420 χλμ. καλύπτεται περίπου σε 12 ημέρες. Πλέοντας με αυτό το ρεύμα, κατευθύνονται στον κεντρικό Ατλαντικό Ωκεανό, όπου το Golf Stream χωρίζεται σε 438 N, 458 W, ένα προς την Ιρλανδία και τη Βρετανία και το άλλο προς την Πορτογαλία και το Γιβραλτάρ.

(Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

Είναι λογικό να το ήξεραν αυτό και να διάλεξαν το ρεύμα προς τις Αζόρες, πιθανώς μέσω ορισμένων δεικτών, κατά πάσα πιθανότητα μέσω ορισμένων αστεριών / αστερισμών. Από το Jet Slope, ακολουθώντας νότια κατεύθυνση, συνάντησαν το ρεύμα των Αζόρων μετά από 245 χλμ. Αυτή η μικρή απόσταση, καλύπτεται με ταχύτητα 3 κόμβων σε περίπου 3 ημέρες. Αλλά το ρεύμα των Αζόρων υπάρχει σε περίπου 3482 km στον Ατλαντικό Ωκεανό πηγαίνοντας από τα δυτικά προς τα ανατολικά και έχει μέγιστη ταχύτητα περίπου 70 cm / s (2520 m / h) το φθινόπωρο. Εάν το πλοίο είχε ταχύτητα 3 κόμβων και αυτή αυξάνεται με περίπου 2,5 km / h λόγω της ταχύτητας του ρεύματος, αυτή η απόσταση γίνεται σε περίπου 11-12 ημέρες. Έτσι, το ταξίδι από 6147 χλμ από το Newfoundland στο Γιβραλτάρ διήρκεσε 25-30 ημέρες. Παρομοίως, ακολουθώντας την ίδια πορεία με την αναχώρηση προς τη Μεσόγειο Θάλασσα (διάρκειας περίπου 30 ημερών),

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

έφτασαν στο μεγάλο νησί, που ήταν ο προορισμός τους επιστροφής. Μια κρίσιμη φάση αυτού του ταξιδιού επιστροφής, είναι η σωστή επιλογή της κατεύθυνσης κατά μήκος των θαλάσσιων ρευμάτων του Ατλαντικού Ωκεανού για να τους οδηγήσει προς το Γιβραλτάρ και όχι στη Σκανδιναβία. Συγκεκριμένα, η επιλογή της διαδρομής δεξιάς διακλάδωσης του ρεύματος Slope Jet στο 438 N, 458 W τους οδηγεί A-NA και όχι προς τα βόρεια. Ο προσανατολισμός των αρχαίων ναυτικών βασίστηκε στην ηλιακή τροχιά κατά τη διάρκεια της ημέρας και σε φωτεινά αστέρια ή τους αστερισμούς κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ελέγχοντας τις προαναφερθείσες γεωγραφικές συντεταγμένες για το 58μ.Χ., χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Starry Night και επιλέγοντας ενδεικτικά την 3^η Σεπτέμβρη, παρατηρώντας το νυχτερινό ουρανό μεταξύ του ηλιοβασιλέματος και της ανατολής της επόμενης ημέρας. (Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzani, 2018)

Κατά τη διάρκεια του χρόνου (σε ώρες), παρατηρώντας τους δείκτες που περιλαμβάνουν φωτεινά αστέρια και αστερισμούς και άλλες γεωμετρικές διαμορφώσεις του ουρανού διαπιστώνουμε ότι :

- Στις 20:30, ενώ ο ήλιος δύει, εμφανίζεται το γνωστό καλοκαιρινό τρίγωνο, που αποτελείται από τα τρία λαμπρά αστέρια των τριών αστερισμών: Vega (Lyra), Deneb (Cygnus) και Altair (Aquila, Eagle). Στα ΒΑ, το λαμπρό αστέρι που ονομάζεται αστερισμός Capella της Auriga σχηματίζεται.
- Στις 23:00 στον ανατολικό ουρανό, ανατέλλει η Aldebaran (του αστερισμού του Ταύρου). Συνεπώς, αυτά τα δύο φωτεινά αστέρια (Capella και Aldebaran) δείχνουν την ανατολική κατεύθυνση, ενώ η βόρεια πλευρά χαρακτηρίζεται από το πάντα ορατό πολικό αστέρι (Polaris) του Ursus Minor.
- Στη 01:00 αρχίζουν τα φωτεινά αστέρια του αστερισμού Orion να ανατέλλουν από ανατολικά (δηλαδή Betelgeuse, Bellatrix, κλπ.) μαζί με τα φωτεινά αστέρια Castor και Pollux του αστερισμού των Διδύμων. Σε κάθε περίπτωση, το καλοκαιρινό τρίγωνο πάντα κυριαρχεί στο ουρανό.
- Στις 02:00, ανατέλλουν περισσότερα φωτεινά αστέρια του αστερισμού Orion από την ανατολή, π.χ., το Rigel που εμφανίζεται πάνω από τον ΝΑ ορίζοντα, και την ίδια στιγμή το Procyon του αστερισμού Canis Minor, που είναι ο πρόδρομος του λαμπρότερου αστεριού, του Σίριου, επίσης ανατέλλει.

- Στις 04:00, ο Sirius του αστερισμού Canis Major ανέτειλε στον χαμηλό ΝΑ ορίζοντα ενώ το Vega αρχίζει να δύει και το Regulus του αστερισμού Leo ανατέλλει στα Α-ΝΑ. Είναι προφανές ότι το σωστό θαλάσσιο μονοπάτι θα πρέπει να έχει κατεύθυνση προς τον Σίριο και όχι στο Regulus.

(Liritzis, Preka-Papadema, Antonopoulos, Kalachanis, Tzanis, 2018)

3.6 Σκέψεις

Το άρθρο που παρουσιάστηκε αποσκοπεί στο να αποδείξει πως, μέσω της διεπιστημονικότητας, μπορούν να δοθούν αξιόπιστες απαντήσεις και εξηγήσεις σε ζητήματα που είτε παρέμεναν άλυτα, είτε είχαν επεξηγηθεί και αναλυθεί ανεπαρκώς, μέσω των συμβατικών και συνηθισμένων διαδικασιών και μεθόδων.

Στον διάλογο που αναλύθηκε, παρατηρείται εξαιρετική γνώση σε θέματα μαθηματικών, μηχανικής, αστρονομίας και ναυσιπλοΐας κατά τη διάρκεια της 1^{ης} π.Χ. χιλιετίας. Η πιθανότητα μακρινών θαλάσσιων ταξιδιών και εξερεύνησης νέων τόπων από τους αρχαίους Έλληνες ενισχύεται και η μέχρι πρότινος άποψη που τα απέκλειε, λόγω απουσίας απτών αρχαιολογικών στοιχείων, αμφισβητείται. Οι πληροφορίες που αντλούνται από τον Πλούταρχο, σχετικά με τις γνώσεις γύρω από τον σχεδιασμό και την πραγμάτωση ενός θαλάσσιου ταξιδιού εξαιρετικά μακρινού, αναλύονται και δοκιμάζονται επιστημονικά, με σκοπό τον διαχωρισμό των αληθινών στοιχείων έναντι των μη. Τα δεδομένα που δίνονται σχετικά με αποστάσεις και χρόνο, επαληθεύονται με βάση επιστημονικά στοιχεία, στηριζόμενα από την ανάλογη βιβλιογραφία, σχετικά με την ταχύτητα των τριηρών της εποχής και των θαλάσσιων ρευμάτων.

Αν και ο Πλούταρχος αναγνωρίζει και ο ίδιος πως δεν γράφει ιστορία, αλλά κατά τα λεγόμενά του «βιογραφία», με σκοπό την ψυχική τέρψη και διάπλαση του αναγνώστη, λόγω της αντιμετώπισής του σχετικά με τα γεγονότα που λάμβαναν χώρα τότε και της κριτικής του σκέψης, έχει αναφερθεί από κάποιους, ως ιστορική πηγή. Αξίζει να αναφερθεί, ως προς την πιθανότητα ενδεχόμενης αξιοπιστίας σε κάποια από τα λεγόμενα του Πλουτάρχου, η περίπτωση του μαντείου των Δελφών, για το οποίο είχε γράψει ότι εκπέμπονται αέρια κάτω από το τρίποδο της Πυθίας στο άδυτο (με σκοπό την απαξίωση και αμφισβήτηση της θεϊκής ιδιότητας των

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

μαντείων). Όταν το σημείο ανασκάφηκε πλέον από Γάλλους αρχαιολόγους, η ύπαρξη αερίων στο πίσω μέρος του Ναού αρχικά διαψεύθηκε, όμως στα τέλη του 1990 επιστήμονες απέδειξαν την ύπαρξη υδρογονανθράκων που αναδύονταν μαζί με αιθάνιο, αιθυλένιο και μεθάνιο, προερχόμενα από σεισμικά ρήγματα, τα οποία προκαλούσαν στην Πυθία ένα είδος μέθης.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι, όσο η επιστήμη προχωρά, οφείλουμε να είμαστε σκεπτικοί απέναντι στα παλαιότερα συμπεράσματα και τις επικυρωμένες αλήθειες και να εκμεταλλευόμαστε προς όφελος της ίδιας της επιστήμης τα νέα εργαλεία που προσφέρονται.

4. Αρχαιοαστρονομικές μετρήσεις στον Ελλαδικό χώρο

Η κλασική λογοτεχνία επιβεβαιώνει τη σημασία της αστρονομίας και της φυσικής φιλοσοφίας όσον αφορά τον προσανατολισμό των αρχαίων ναών. Ο Αριστοτέλης στο έργο του «Πολιτικά» αναφέρει ότι είναι ορθό να θεωρήσουμε ότι όλες οι κατοικίες των θεών στη γη και οι πιο σημαντικές αίθουσες θα πρέπει να έχουν μια ανάλογη θέση, εκτός από τους ναούς οι οποίοι είτε δια νόμου, είτε λόγω κάποιου χρησμού από το μαντείο της Πυθίας, έχουν κτιστεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Το σημείο λοιπόν, για να πληροί τις προϋποθέσεις, θα πρέπει να είναι γενικώς σε περίβλεπτη θέση, καθώς και εξέχουσα σχετικά με τα παρακείμενα μέρη της πόλης.

Ο Στράβων, στο σύγγραμμά του Γεωγραφικά, υποστηρίζει ότι οι αρχιτέκτονες και οι κτίστες δεν θα μπορούσαν να είχαν οικοδομήσει σωστά σπίτια ή πόλεις, αν δεν γνώριζαν πρώτα που βρίσκεται η κορύφωση του τόπου, τον προσανατολισμό του σε συνάρτηση με ουράνια σώματα, το σχήμα και μέγεθός του, τις θερμοκρασίες που επικρατούν και αν κάποιος επιχειρούσε να περιγράψει τις κατοικημένες περιοχές της γης χωρίς να κατέχει τις παραπάνω πληροφορίες, αυτό θα ήταν σχεδόν αδύνατο. Συνεχίζει αναφέροντας ότι όσοι γράφουν σχετικά με την επιστήμη της γεωγραφίας οφείλουν να εμπιστεύονται απόλυτα τους γεωμέτρους, οι οποίοι έχουν καταφέρει να μετρήσουν ολόκληρη τη γη. Οι γεωμέτρους οφείλουν να ακούν τους αστρονόμους και οι τελευταίοι να βασίζονται στους φυσικούς φιλοσόφους. Οι γεωμέτρους, όταν προσπαθούν να μετρήσουν το μέγεθος ολόκληρης της γης, πρέπει να βασιστούν σε δεδομένα που τους παρέχουν οι φυσικοί φιλόσοφοι και οι αστρονόμοι και οι γεωγράφοι στις πληροφορίες που έχουν συλλέξει οι γεωμέτρους. (Hamilton and Falconer, 1903)

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο Στράβων αναφέρεται σε ένα είδος διεπιστημονικότητας και αναγνωρίζει την ανάγκη συνεργασίας των επιστημών, με σκοπό την επίλυση προβλημάτων της τότε εποχής. Η αρχαιοαστρονομία λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο, αντλεί πληροφορίες από διάφορα πεδία και τις μελετά υπό το δικό της επιστημονικό φως.

Οι περισσότεροι ελληνικοί ναοί ευθυγραμμίζονταν προς τα ανατολικά και είχαν χτιστεί ώστε την ημέρα θεμελίωσής τους, αλλά και την εορταστική μέρα της εκάστοτε θεότητας που ήταν αφιερωμένος ο ναός, να βλέπουν την ανατολή του

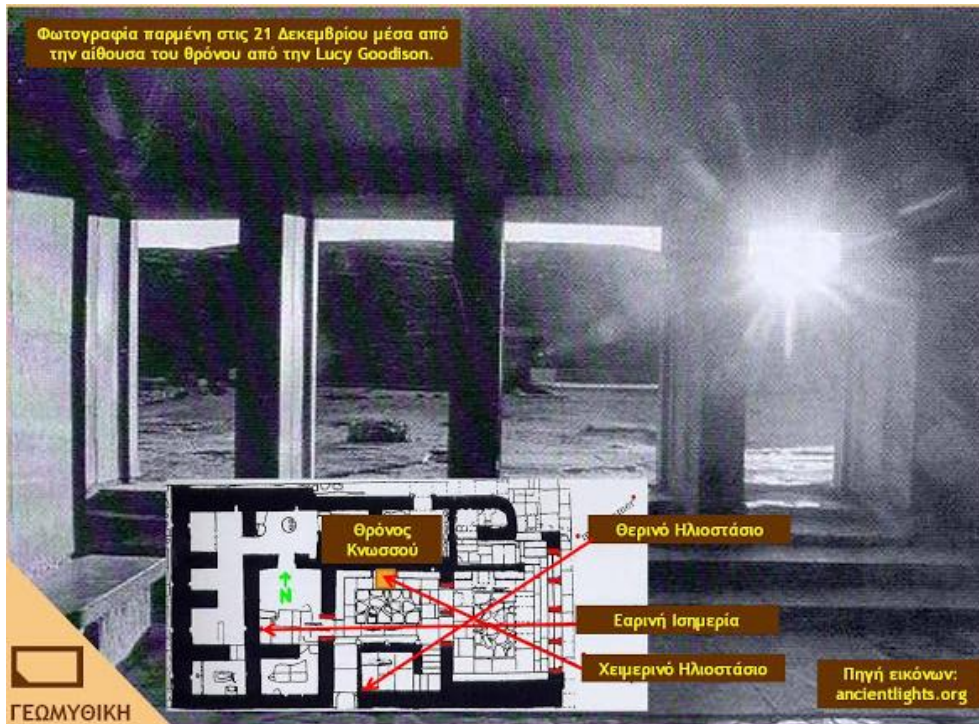
Ηλίου. Το παραπάνω επιχείρημα ενδυναμώνεται από διάφορες αναφορές σχετικά με τα αγάλματα ενός ιερού, που αντιπροσώπευαν τους ίδιους τους θεούς, τα οποία έπρεπε να βλέπουν τον Ήλιο που αναδύεται στην κατάλληλη εποχή. Σχετικά με αυτό, ο Αισχύλος στην τραγωδία του «Αγαμέμνων» έχει αναφέρει πως τα αγάλματα είναι «θεοί που αντικρίζουν τον ανατέλλοντα ήλιο... με σπινθηροβόλα μάτια». Από τα λόγια του Αισχύλου μπορούμε να επεξηγήσουμε τον όρο «προσανατολισμός», ως το σημείο προς την ανατολή του Ηλίου την ημέρα θεμελίωσης και την ημέρα εορτασμού της θεότητας που αντιπροσωπεύει.

Εκτός από την ανατολή του Ηλίου και της Σελήνης και άλλα λαμπρά αστέρια κατά την ηλιακή τους ανατολή και δύση έχουν υπολογιστεί ως στόχοι για ευθυγράμμιση και προσανατολισμό. Ο λόγος για αυτό, βρίσκεται πιθανώς στην μυθολογία και τον αστερισμό που σχετίζεται με την θεότητα στην οποία αφιερωνόταν ο ναός. Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, ο Δίας, πατέρας των θεών μεταμόρφωσε κατά τη βούλησή του τους θεούς, τους ημίθεους και τους ήρωες σε αστερισμούς, οι οποίοι ονομάστηκαν από αυτούς. Υπάρχουν επίσης αναφορές που θέλουν τον θεό(άγαλμα) να κοιτάζει προς τη Δύση ή να συμφωνεί με τον περιβάλλοντα χώρο έτσι ώστε οι προσκυνητές να κοιτάζουν αυτοί την ανατολή είτε οι βωμοί να είναι τοποθετημένη προς την Ανατολή (Λυριτζής, 2007).

4.1 Αρχαιοαστρονομικά σημεία ενδιαφέροντος στην Ελλάδα

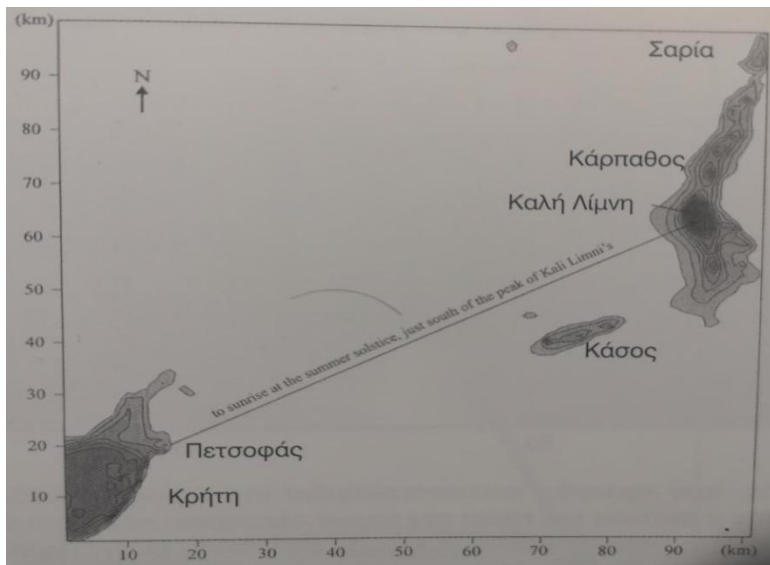
- Στην Μινωική Κρήτη, φαίνεται πως ο αστρονομικός προσανατολισμός γινόταν σε συνάρτηση με τα άστρα ή τη Σελήνη. Σύμφωνα με έρευνες στους ιερούς βωμούς και στα ιερά κορυφής στον Πετσοφά της Κρήτης είχαν αναπτύξει ένα είδος σεληνο-ηλιακού ημερολογίου. Ο κύριος άξονας των ιερών ευθυγραμμιζόταν με θερινά ηλιοστάσια,(εικ.4.1) ενώ τα ειδώλια ανθρωπίνων μορφών που βρέθηκαν σχετίζονταν με αστερισμούς. Σύμφωνα με τον αρχαιολόγο Σ.Μαρινάτο, η ανατολική κατεύθυνση είχε κάποια θρησκευτική σημασία στην Μινωική Κρήτη, λαμβάνοντας υπόψη ότι αφενός τα παλάτια εκείνης της περιόδου είχαν ανατολικο-δυτικό προσανατολισμό και όλοι σχεδόν οι θρησκευτικοί χώροι συμφωνούσαν σε προορισμό με εισόδους που έβλεπαν στην Ανατολή. (εικ.4.2) (Λυριτζής, 2007)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»



Εικόνα 4.1 : προσανατολισμός αίθουσας Θρόνου στην Κνωσό

Πηγή : geomythiki.blogspot

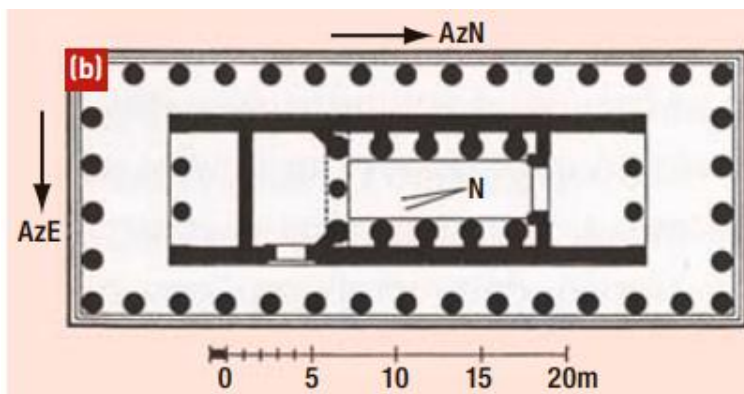


Εικόνα 4.2: Προσανατολισμός άξονα συμμετρίας, Αζιμούθιο $60,4^\circ \pm 1^\circ$. Ευθυγράμμιση με την Καλή Λίμνη Καρπάθου $59,62^\circ$, απόσταση μεταξύ των δύο περίπου 90km . Είναι ισοβαθείς σε ισοδιαστήματα των 100 μέτρων πάνω από τη θαλάσσια στάθμη.

Πηγή : Λυριτζής, 2007

- Απόλλων Επικούριος, Φιγαλεία, Πελοπόννησος

Η απόκλιση που συναντάται από τον βόρειο προσανατολισμό του ναού (εικ.4.4), ενδέχεται να συνδέεται με το β αστέρι της Μεγάλης Άρκτου, το οποίο οι αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν ως Ελίκη (Helike/Helice), αλλά πιθανώς και με το φαινόμενο του βόρειου σέλαος (βόρεια φάτα). Ο βόρειος προσανατολισμός του ίσως σχετίζεται με το προσωνύμιο του θεού Απόλλωνα ως «Υπερβόρειο», λόγω της φυγής του κάθε χειμώνα προς τόπους πέρα και από τον Βορρά και της επιστροφής του στους Δελφούς, την άνοιξη. Η πιθανότητα το βόρειο σέλας να εμφανίστηκε την ίδια περίοδο με την παύση ενός λοιμού, ίσως εξηγεί την κατασκευή του ναού με κατεύθυνση προς τον Βορρά, από τους κατοίκους της Φιγαλείας, ως έναν τρόπο για να ευχαριστήσουν τον θεό Απόλλωνα, με τον οποίο θα είχαν ταυτίσει τη σωτηρία τους. (Liritzis, Vassiliou, 2005) (εικ.4.3)



Εικόνα 4.3 : Σχέδιο ναού Απόλλωνα Επικούριου, Φιγαλεία. Τα βέλη δείχνουν τις κατευθύνσεις του αζιμούθιου κατά μήκος των πλευρών.

Πηγή : Liritzis, Vassiliou, 2006

- Αθηνά Λινδία, Λίνδος Ρόδος

Η νοτιοδυτική προέκταση της εισόδου, ευθυγραμμίζεται με την κορυφή ενός απότομου βράχου, σε απόσταση περίπου 1,5 χιλιομέτρου, με μια απόκλιση της τάξεως των $36^{\circ}45'21''$ (εικ.4.4). Αυτή η κατεύθυνση βρίσκεται σε ευθεία με την ανατολή του λαμπρού αστερισμού του Κενταύρου, ένας αστερισμός που πήρε το όνομά του από τον κένταυρο Χείρωνα, που κατά την ελληνική μυθολογία ήταν αυτός που δίδαξε τον πατέρα της ιατρικής, Ασκληπιό. Από το παραπάνω μπορούμε να υποθέσουμε πως στον συγκεκριμένο ναό αποδίδονταν θεραπευτικές ιδιότητες, κάτι που επιβεβαιώνεται από τα αρχαιολογικά ευρήματα του ναού, προς

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

την θεά Αθηνά (γνωστή στην αρχαιότητα η σύνδεσή της με τη θεραπεία, ένα από τα ονόματα που της αποδίδονται είναι το «Αθηνά Υγεία»).

(Liritzis, Vassiliou, 2005)

- Απόλλων Πύθιος, Μόντε Σμιθ, Ρόδος

Σε αυτόν τον ναό του Απόλλωνα, αν θεωρήσουμε ως σημείο ουράνιας αναφοράς τον Ήλιο, τότε η γραμμή κατά μήκος της εισόδου του, ευθυγραμμίζεται με την ανατολή του ηλίου στα τέλη του Οκτώβρη – αρχές Μαρτίου. Ο Οκτώβριος, αντιστοιχούσε στον Θεσμοφόριο του αρχαίου ροδίτικου ημερολογίου και ήταν ο πρώτος μήνας του. Συμπίπτει επίσης με τον Πυανεσιώνα, τον αντίστοιχο αρχαίο αττικό μήνα, ο οποίος ήταν αφιερωμένος στον Απόλλωνα. Το όνομα του αττικού μήνα προκύπτει από τους πυάνους (κουκιά), που προσφέρονταν στον θεό Απόλλωνα με τη συνοδεία κρασιού και άλλων φαγητών, κατά τη διάρκεια της Αργοναυτικής εκστρατείας. Ο Μάρτιος, αντιστοιχεί στον ροδιακό μήνα Σμίνθιο, ο οποίος συνδέεται με τον Απόλλωνα Σμίνθέα, αυτόν δηλαδή που εξοντώνει τα ποντίκια στους αγρούς – δεν βρέθηκε παρόλα αυτά κάποιος αστερισμός που να δικαιολογεί αυτόν τον προσανατολισμό. Αντίθετα της εισόδου, προς τα δυτικά, ο προσανατολισμός δείχνει τη δύση του ηλίου, στα τέλη του Αυγούστου, που αντιστοιχεί με τον ροδιακό μήνα Κάρναιο, επίσης αφιερωμένο στον Κάρναιο Απόλλωνα. Αν ένας αστερισμός είναι ο ουράνιος στόχος, στοχεύει προς τη δύση του β-Κριού, που συνέπιπτε, την εποχή του Ιπάρχου (190-120 π.Χ.), με την εαρινή ισημερία. (εικ.4.4) (Liritzis, Vassiliou, 2005)

- Ζευς Αταβύριος, Ρόδος

Από του ιερό του Δία στην κορυφή του βουνού Ατάβυρου, σώζονται μόνο ερείπια από τα θεμέλια και ένας βωμός. Σύμφωνα με μυθολογικές πηγές, ο Αλθημένης, γιος του βασιλιά Μίνωα, μπορούσε από την κορυφή του βουνού να δει μέχρι την πατρίδα του την Κρήτη και για το λόγο αυτό αφιέρωσε έναν βωμό προς τον Δία, ο οποίος αργότερα αντικαταστάθηκε από τον ναό. Ο Αταβύριος έχει την ψηλότερη κορυφή της Ρόδου (1.216 μέτρα) και για τον λόγο αυτό ενδέχεται η αντικατάσταση του βωμού από τον ναό, να είναι παρόμοια με τα Μινωικά ιερά κορυφής στην Κρήτη. Όσον αφορά τον προσανατολισμό του, στα δυτικά φαίνεται να υπάρχει κατεύθυνση προς τη δύση του ηλίου, είτε στα τέλη Ιουλίου και τις αρχές Αυγούστου, είτε στις 9-12 Μάιου. Ανατολικά και δυτικά και προς τον

βορρά, απατώνται οι αστερισμοί του Τοξότη και του Κενταύρου, του Οφιούχου και της Κασσιόπειας αντιστοίχως.

(εικ. 4.4) (Liritzis, Vassiliou, 2005)

- Ζευς Νέμειος, Νεμέα

Σχετικά με την ηλιακή ευθυγράμμιση της εισόδου του ιερού, η ηλιακή απόκλιση που έχει υπολογιστεί, από την οπίσθια όψη του ιερού προς τη δύση, δείχνει προς την ανατολή του ηλίου, κάπου ανάμεσα στα τέλη του Ιουλίου ή στις 15 Μαΐου. Η περίπτωση του Ιουλίου, σχετίζεται πιθανώς με την έναρξη των Νεμέων γιορτών, μία εξαιρετικά σημαντική γιορτή, αφιερωμένη στον Νέμειο Δία, που πραγματοποιούνταν στην περιοχή. Σχετικά με την αστρική ευθυγράμμιση, από την ίδια διεύθυνση, συναντάμε δύο σημαντικούς αστερισμούς, το δ και το ε του Ωρίωνα, τα οποία μαζί με το ζ του Ωρίωνα, σχηματίζουν τη ζώνη του Ωρίωνα. Ο ίδιος προσανατολισμός συναντάται και στις δύο πυραμίδες της Αργολίδας. Ο ανατολικός άξονας που είναι αντίθετος προς την είσοδο, δείχνει προς τη δύση του Ηλίου, περίπου στις 6 Οκτωβρίου ή στις 6 Μαρτίου. Δεν βρέθηκαν για αυτή αξιοσημείωτη αστρικοί στόχοι. (εικ.4.4) (Liritzis, Vassiliou, 2005)

- Αθηνά Αλέα, Τεγέα

Ο προσανατολισμός προς την κατεύθυνση της κύριας εισόδου και αυτός της αντίθετης κατεύθυνσης, δείχνουν στην ανατολή/δύση του Ηλίου κατά τη διάρκεια των ισημεριών. Όσον αφορά τις αστρικές ευθυγραμμίσεις, στην ανατολική και δυτική διεύθυνση του ναού, συναντάμε το α του Ωρίωνα και το Α της Παρθένου. (εικ.4.4) (Λυριτζής, 2007)

- Απόλλων Ερεθίμιος, Ιαλυσός, Ρόδος

Οι δύο πιθανές εναλλακτικές περιόδους ανατολής του Ηλίου, εστιάζουν στο χειμερινό ηλιοστάσιο της 22^{ης} Δεκεμβρίου, στη μικρότερη σε διάρκεια ημέρα του έτους. Από τα λιγοστά που ξέρουμε για τα Ερεθίμια, ήταν γιορτές προς τιμήν του Απόλλωνα, στα Δωδεκάνησα και την Μικρά Ασία. Φαίνεται ότι πρόκειται για λατρεία προ-ελληνικής θεότητας, που προστάτευε τις καλλιέργειες, έπειτα η ιδιότητα αυτή δόθηκε στον Απόλλωνα.

(εικ.4.4) (Λυριτζής, 2007)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»

Temple	Date, B.C.	Az	Alt	Lat./Log.	$\delta \pm dev$	Star	Sun
Apollo Epicurean, Bassae, Peloponnesse	c. 450-420 B.C.	N direction, from W long side=356.5-360°, deviation of pillars 0-2° M.C.=+2° 36'	15° ($\pm 1^\circ$)	37° 25' 45" 21° 54' 0.4" error=5 m	67° 23' ($\pm 0^\circ 59'$)	β UMa (-500) η Dra (-500) γ UMa (-500)	
		N direction, from E long side=0-6.5°			67° 3' ($\pm 0^\circ 59'$)		
		S direction from eastern side=187° 6' ($\pm 0.5^\circ$)			-52° 37' ($\pm 0^\circ 37'$)	α Car (-500, -400) ϵ Car (-500, -400)	
		S direction, from E long side =179° 36'			-53° 11' ($\pm 0^\circ 37'$)	α Car (-500, -400) ϵ Car (-500, -400)	
		S direction, from inner E wall=180° ($\pm 0.5^\circ$)			-53° 6' ($\pm 0^\circ 53'$)	α Car (-500, -400)	
		W direction, from southern side=276° ($\pm 0.2^\circ$)	0° ($\pm 0.2^\circ$)		4° 9' ($\pm 0^\circ 59'$)	α Aql (-500, -400)	Sep. 4, 7, 9 or Apr. 2, 5, 7
		E direction from southern side=98° 36' ($\pm 0.5^\circ$)	4° ($\pm 0.2^\circ$)		-4° 58' ($\pm 0^\circ 40'$)	δ Ori (-500) ϵ Ori (-400)	Oct. 2, 4, 6 or Mar. 7, 9, 10
		* a southern dipping of the temple is observed with apparent disturbed foundation wall alignment. Penrose, 180° 26', S direction 270° 26.6', W direction					
Athena Lindia, Lindos, Rhodes	6 th -4 th cen. B.C.	W-SW direction, from NW long side=218.5° ($\pm 0.2^\circ$) M.C.=+3° 13'	3.5° ($\pm 0.5^\circ$)	36° 5' 28.4" 28° 0.5' 18" error=4.4 m	-36° 45' ($\pm 0^\circ 7'$)	δ Cen (-500)	
		E-NE direction, from SE long side =37.5° ($\pm 0.2^\circ$)	0° ($\pm 0.5^\circ$)		39° 16' ($\pm 0^\circ 30'$)	α Aur. (-500) ϵ Boo (-500) α Lyr (-400)	
Apollo Pythean, Monte Smith, Rhodes	3 rd - 2 nd cen. B.C.	E direction from northern long side=96.8° ($\pm 0.5^\circ$) M.C.=3° 18'	0° ($\pm 0.2^\circ$)	36° 26' 24.4" 28° 12' 36.6" error=4.5m	-6° 04' ($\pm 0^\circ 8'$)	ζ Ori (-300)	Oct. 8, 9, 10 or Mar.3, 4, 5
		W direction, from both western and southern long sides=276.1° ($\pm 0.2^\circ$)	6° ($\pm 0.2^\circ$)		8° 28' ($\pm 0^\circ 8'$)	β Ari (-300) β Oph (-200)	Aug. 31, Sep.1 or Apr. 10, 11
Zeus Atavyrius, Mount Atavyros, Rhodes	7 th or 6 th cen. B.C.	E direction, from southern long side=114.21° ($\pm 0.2^\circ$) M.C.=3° 13'	-4° ($\pm 0.2^\circ$)	36° 12' 23.8" 27° 51' 52.4" error=3.4 m	-22° 29' ($\pm 0^\circ 7'$)	λ Sgr (-400) ι Cen (-500)	Dec.11, 13, 27 or Dec. 27, 30, 31
		W direction from southern long side=66.1° ($\pm 0.5^\circ$)	0° ($\pm 0.5^\circ$)		18° 23' ($\pm 0^\circ 30'$)	α Oph (-500)	Aug. 2, 3, Jul. 31 or May 9, 10, 12
		N direction, from eastern short side=23.1° ($\pm 0.2^\circ$)	0° ($\pm 0.2^\circ$)		47° 15' ($\pm 0^\circ 20'$)	γ Cas (-600) δ Cas (-500)	
Zeus Nemeius, Nemea, Peloponnesse	4 th cen. B.C. (the earlier temple dates c. 7 th cen. B.C.)	E-NE direction, from both N and S long sides=74° 24' ($\pm 0.5^\circ$)	12° ($\pm 0.5^\circ$)	37° 48' 37" 22° 42' 37" error=349 m	19° 07' ($\pm 0^\circ 18'$)	ζ Per (-600)	Jul. 27, 28, 29 or May 13, 14, 15, 16.
		SW direction, from both N and S long sides =252° 54' ($\pm 0.5^\circ$) M.C.= 2° 54' Penrose, 250° 39' 18" SW direction	12,5° ($\pm 0.5^\circ$)		-5° 28' ($\pm 0^\circ 18'$)	δ Ori (-400) ϵ Ori (-500)	Oct. 5, 6, 7 or Mar. 6, 7
Athena Alea Tegea, Peloponnesse	4 th cen. B.C. (the first temple dates c. 8 th cen. B.C.)	E direction, from N long side=89° 43' ($\pm 0.2^\circ$) M.C.=2° 43'	4° ($\pm 0.5^\circ$)	37° 27' 20" 22° 25' 14.7" error=5.2 m	2° 17' ($\pm 0^\circ 20'$)	α Ori (-800/-700) α Peg (-800/-700) α Lib (-500) α Vir (-400)	Sep.16, 17, 18 or Mar. 24, 25, 26.
		W direction, from S long side=269° 43' ($\pm 0.2^\circ$) Penrose, 267° 12' 30" Western direction	5.5° ($\pm 0.5^\circ$)		3° 07' ($\pm 0^\circ 19'$)	β Lib (-700) α Ori (-600) α Vir (-600) α Peg (-500)	Sep. 14, 15, 16 or Mar. 27, 28
		N direction, from E short side (principal entrance)=179° 43' ($\pm 1^\circ$)	6° ($\pm 0.5^\circ$)		-46° 41' ($\pm 0^\circ 30'$)	β Ara (-700) α Cen (-500) β Cen (-400)	
Apollo Erethymean Ialysos, Rhodes	5 th - 4 th cen. B.C.	E-NE direction, from N side =241.23° ($\pm 0.2^\circ$)	1.5° ($\pm 0.2^\circ$)	36° 22' 29.9" 28° 01' 50.3" error=4.5 m	-22° 12' ($\pm 0^\circ 9'$)	α Lep (-500) λ Sgr (-600) θ Cen (-600)	Dec. 2, 3, 4 or Jan. 8, 9, 10
		W-SW direction, from S side=61° 44' ($\pm 0.2^\circ$) M.C.= 3° 14'	3° ($\pm 0.2^\circ$)		24° 4' ($\pm 0^\circ 8'$)	ϵ Vir (-400)	

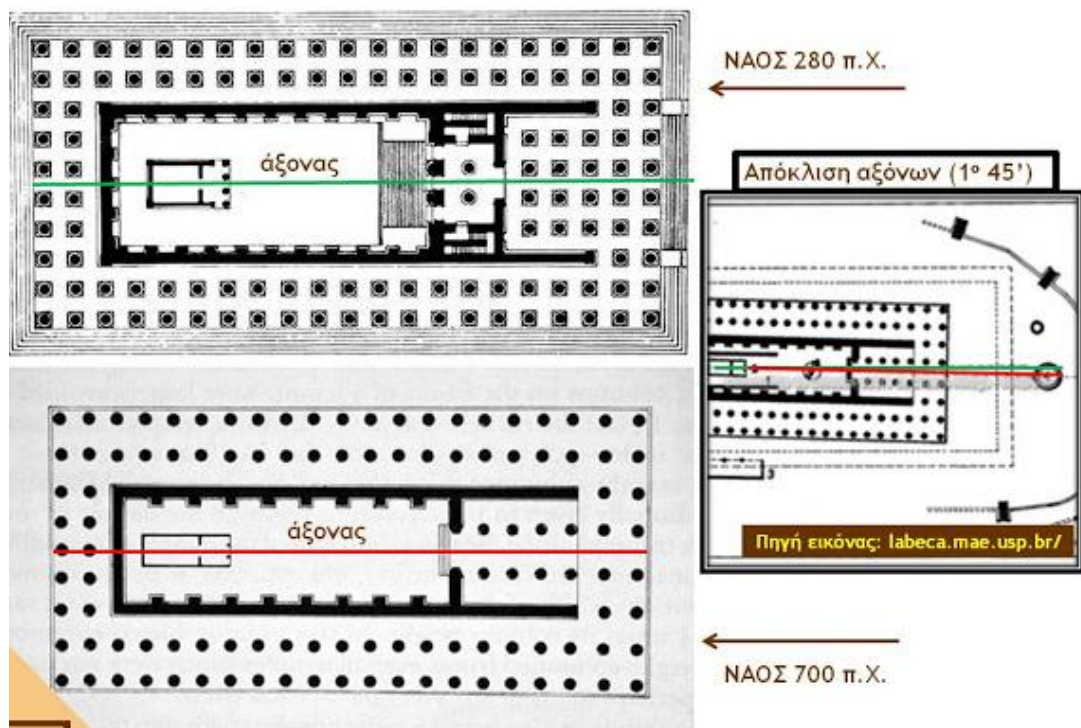
Εικόνα 4.4 : Οι ναοί με ημερομηνία κατασκευής, αζιμούθιο, γωνιακό ύψος του ορίζοντα, γεωγραφικές συντεταγμένες και κλίση (δ) σε μοίρες, πιθανή απόδοση αστέρα, ημέρες του έτους ανατολής/δύσης. Τα σφάλματα σε υψόμετρο και το αζιμούθιο, καθώς και το εύρος ηλικίας, παρέχουν μια πιθανή σειρά αποκλίσεων.

Οι τιμές που αναφέρονται αντιστοιχούν σε αποκλίσεις που οφείλονται σε εύρος σφαλμάτων. Οι ημερομηνίες Β.Χ. υποδεικνύουν εναλλακτικούς στόχους άστρων. Κάποιες μετρήσεις δίνονται από τον Penrose (1893, 1897). *Μ.Χ. = η τιμή μαγνητικής διόρθωσης.

Πηγή : Liritzis, Vassiliou, 2005

- Διδυμαίος Απόλλων, Μικρά Ασία

Ο ναός κτίστηκε περίπου το 700 π.Χ (αρχαϊκό Διδυμαίο), καταστράφηκε από τους Πέρσες στην επανάσταση της Ιωνίας το 494 π.Χ και ξανακτίστηκε το 280 π.Χ (ελληνιστικό Διδυμαίο). Και τις δύο φορές ο ναός κτίστηκε προσανατολισμένος στον αστερισμό των Διδύμων (Κάστορας και Πολυδεύκης). Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μια διαφορά στον προσανατολισμό των δύο ναών $1^{\circ} 45'$, όση ήταν και η διαφορά της θέσης των αστερών αυτών (α και β Gem), λόγω της μεταπτώσεως των ισημεριών σ' αυτό το χρονικό διάστημα(εικ.4.5).Ο ναός ήταν κατασκευασμένος έτσι ώστε μια συγκεκριμένη μέρα το φως που έμπαινε από την είσοδο του ναού να φωτίζει το βωμό με το άγαλμα του θεού και να φαίνονται και τα δύο αστέρια από το άδυτο .



Εικόνα 4.5 : Ναός Απόλλωνα, Διδυμίο, Μικρά Ασία

Πηγή : geomythiki.blogspot

- Παρθενώνας

Κατά τον αμερικανό αρχαιολόγο W.B. Dinsmoor, οι Ελληνικοί ναοί είναι προσανατολισμένοι προς την ανατολή του ήλιου, την ημέρα εορτασμού της θεότητας κατά το έτος της αφιέρωσης του ναού. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του, ο Παρθενώνας προσανατολίσθηκε, κατά το έτος της κατασκευής του, ακριβώς προς τον ανατέλλοντα ήλιο κατά τη γενέθλιο ημέρα της θεάς Αθηνάς, δηλαδή τη στιγμή κατά την οποία άρχιζε η πομπή των Παναθηναίων (εικ.4.6).(Ποταμιανός, 2000)



Εικόνα 4.6 : Ευθυγράμμιση ανατολής με τον άξονα του ναού

Πηγή : nationalvanguard.org

4.2 Ο ναός του Απόλλωνα στους Δελφούς

Οι μετρήσεις προσανατολισμού από το Ναό σε νοτιοανατολική κατεύθυνση δίνουν αζιμούθια μεταξύ 112° και 124° και υψόμετρα $3,5 \pm 2^\circ$, τα οποία μαζί με τις προσομοιώσεις του Google Earth δείχνουν ενδιαφέρουσες ανατολές κατά τη διάρκεια του έτους. Εμείς μπορούμε να τα συνδέσουμε με την αναχώρηση του Απόλλωνα για και την επιστροφή από τους Υπερβόρειους, με τη διεξαγωγή συναρτήσεων σχετικά με το αντικείμενο, και τον πρώτο φωτισμό του αγάλματος του Απόλλωνα στο οπισθόδομο του ναού κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο.

Χρησιμοποιώντας μία μαγνητική πυξίδα με κλινόμετρο και ένα GPS, υπολογίστηκαν τα αζιμούθια και το γωνιακό υψόμετρο του ορίζοντα ή της γραμμής του ορίζοντα (AAS). Ο ασβεστίτης στο περιβάλλον δεν επηρεάζει τις

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

τιμές του αζιμούθιου που λαμβάνονται με πυξίδα. Μετρήσεις ελήφθησαν συχνά μεταξύ 2004 και 2012 (Πίν.1).

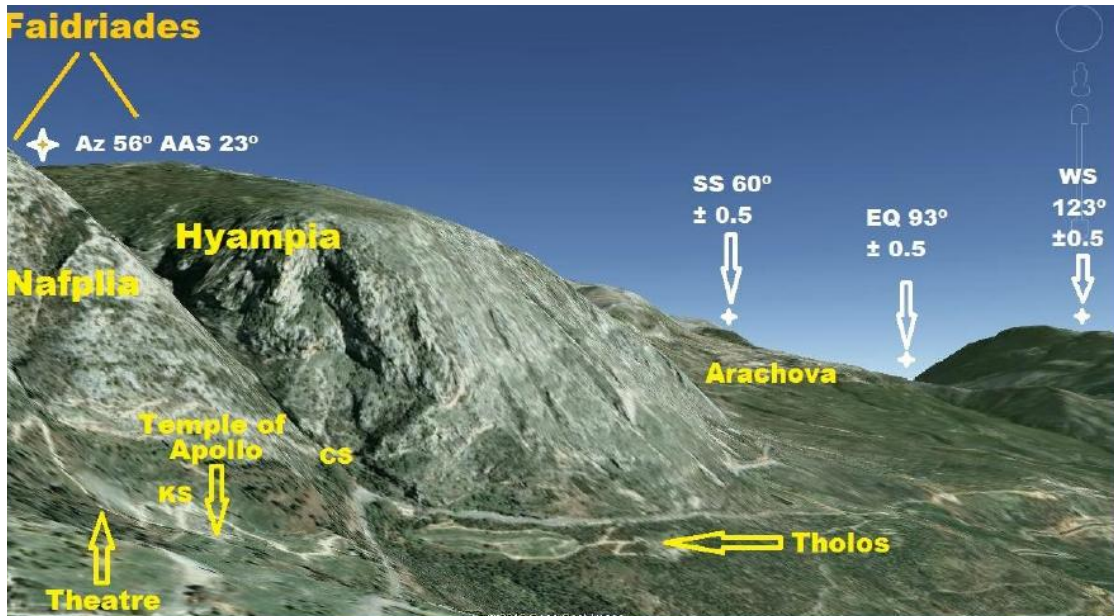
Τοποθεσία μέσα στον ναό	Γωνιακό υψόμετρο ορίζοντα	Αζιμούθιο (διόρθωση +/- 3,5°)
Από την πλαϊνή βορειοανατολική γραμμή έως την Υάμπεια	27 ± 1	56 ± 2
Από την είσοδο έως την Υάμπεια	35 ± 1	56 ± 2
Από τον οπισθόδομο προς το σημείο τομής των βραχών στις Φαιδριάδες	23 ± 1	56 ± 2
Προς την νοτιοδυτική πλευρά	4.5 ± 0.5	228 ± 2

Πίνακας 1 : Μετρήσεις προσανατολισμού του ναού, με βορειοανατολική και νοτιοδυτική κατεύθυνση από το πλάι και την είσοδο του.

Έχουν ληφθεί αζιμούθια κατά μήκος των παράλληλων θεμελίων, που έχουν παραμορφωθεί από την πτώση της περιοχής λόγω του σεισμοτεκτονικού περιβάλλοντος του ναού. Παρατηρείται επίσης μια καμπύλη άνοδος στη μέση του ναού, ενώ η προς τα κάτω μετατόπιση της νοτιοανατολικής βάσης, περίπου 10-15 εκατοστά, και ως εκ τούτου πραγματική θραύση, σημειώθηκε επίσης από τον De Boer (2007). Αυτά έκαναν τις μετρήσεις αζιμούθιου προβληματικές, οδηγώντας σε ένα μεγαλύτερο από το συνηθισμένο σφάλμα.

Στην πραγματικότητα, το φως από τον ανερχόμενο Ήλιο φωτίζει τον ναό του Απόλλωνα από τα νοτιοδυτικά (δηλ. το πίσω μέρος όπου βρίσκεται το χάσμα και

το χρυσό άγαλμα του Απόλλωνα) στα βορειοανατολικά (δηλ. στην είσοδο του Ναού), και αγγίζει την Υαμπεία, που είναι το δεξί από τους Φαιδριάδες βράχους, στην πηγή της Κασταλίας (εικ.4.7) (Liritzis, Castro, 2013)



Εικόνα 4.7 : Τοποθεσίες κοντά στον Ναό του Απόλλωνα στους Δελφούς, μαζί με το γωνιακό υψόμετρο του ορίζοντα (AAS) των Φαιδριάδων, τα αζιμούθια των ισημεριών(EQ) και τα καλοκαιρινά(SS) και χειμερινά(WS) ηλιοστάσια.). Το CS και το KS είναι η Καστάλια και η Κέρνα πηγή, αντίστοιχα, ενώ η πηγή των Φαιδριάδων, ανάμεσα στις Ναυπλία και Υαμπεία πέτρες, δεν είναι ορατή εδώ. Η κοιλάδα Λιβάδι είναι στα αριστερά και πέρα από την κορυφή αυτής της φωτογραφίας.

Πηγή : Liritzis, Castro, 2013

Θα πρέπει να σημειωθεί, επίσης, ότι το φως του ήλιου νωρίτερα φωτίζει την περιμετρική Θόλο, στην είσοδο του ιερού και σε κλίση 8° προς τα κάτω από το Ναό, κάτι που μπορεί να σχετίζεται στο Ναό. Αν και η ύπαρξη παραθύρων δεν υποστηρίζεται, ανοίγματα πόρτας και παραθύρων στους αρχαίους ελληνικούς ναούς ήταν συνδεδεμένα με ένα περβάζι, το οποίο σε ένα πέτρινο κτίριο, θα περιόριζε το πιθανό πλάτος του ανοίγματος. Η απόσταση μεταξύ των στηλών επηρεάστηκε ομοίως από το περβάζι, στήλες στο εξωτερικό των κτιρίων και τα

πέτρινα μεταλλικά αντικείμενα είναι πιο κοντά από εκείνους μέσα στους ναούς, που κρατούσαν τα ξύλινα περβάζια. Τα ανοίγματα των θυρών και των παραθύρων μειώθηκαν προς τα πάνω. Δεδομένης της απουσίας των παραθύρων, το κύριο φως σε ένα ναό θα εισερχόταν μέσω της πόρτας, αλλά έχει επίσης υποστηριχθεί ότι μερικοί ναοί φωτιζόνταν από ανοίγματα στην οροφή. Μια πόρτα της Ιωνικής Τάξης στο Ερέχθειο της Αθήνας είναι ύψους 17 ποδιών και έχει 7,5 πόδια πλάτος στην κορυφή, και διατηρεί πολλά από τα χαρακτηριστικά του άθικτα, συμπεριλαμβάνοντας τα καλούπια, και ένα θριγκό που στηρίζεται σε βραχιόνες κονσόλας.

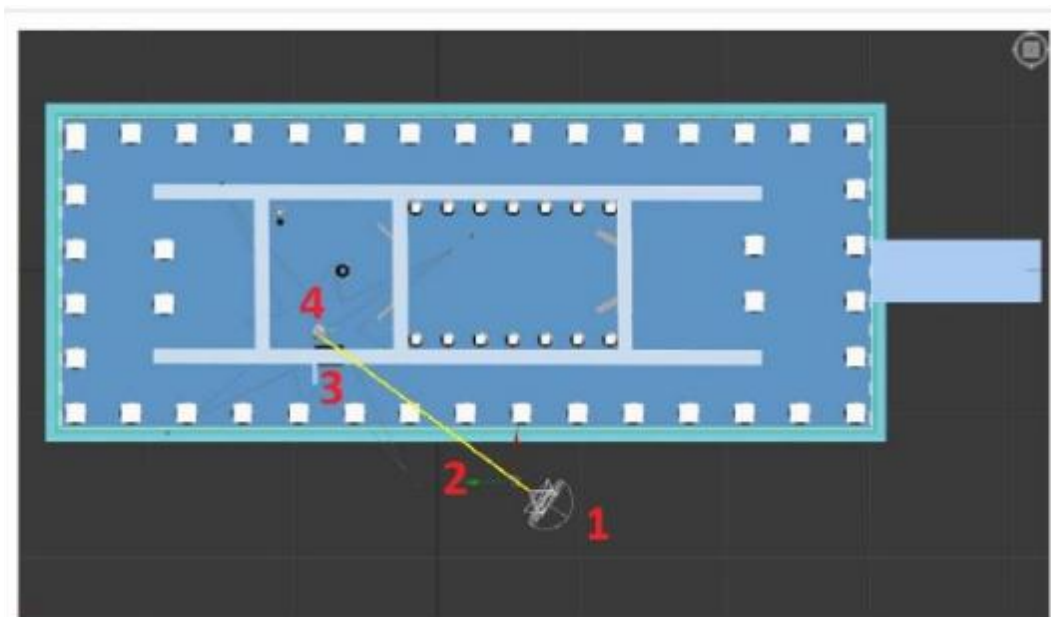
Η είσοδος του Ναού του Απόλλωνα στους Δελφούς είναι ευθυγραμμισμένη προς τα βορειοανατολικά και δείχνει προς τους δύο Φαιδριάδες βράχους (εικ.4.7). Λόγω της εγγύτητας του Ναού με τους Φαιδριάδες, το γωνιακό υψόμετρο του ορίζοντα (AAS) των Φαιδριάδων από το ναό του Απόλλωνα κυμαίνεται μεταξύ 23° και 35°, ανάλογα με το εάν κοιτούσε κανείς από την πλάτη ή από την μπροστινή είσοδο του Ναού, με διορθωμένη αζιμούθιο $56 \pm 2^\circ$, το οποίο είναι πολύ πέρα από το αζιμούθιο του ανερχόμενου Ήλιου (εικ.4.7). Το τοπίο των Δελφών περιορίζεται από τα βουνά και τα βράχια των Φαιδριάδων μπροστά από το ναό είναι σε μικρή απόσταση, επομένως, το AAS είναι σημαντικό για την άνοδο των αστεριών και των αστερισμών σε συγκεκριμένες ημερομηνίες και ώρες. Αυτός ο βορειοανατολικός προσανατολισμός δεν φαίνεται να είναι τυχαίος αλλά σχετίζεται με τους τρεις παρακείμενες αστερισμούς της Λύρας, του Κύκνου και του Δελφινίου, που υψώνονται πάνω από τους Φαιδριάδες με αυτή τη σειρά. Οι πρώτοι δύο αστερισμοί πάντα εμφανίζονται μπροστά από το Ναό με το ακριβές αζιμούθιο που δείχνει τη διασταύρωση της Υαμπεία και η Ναυπλία, ενώ ο Δελφίν είναι λίγο πιο μακριά προς τα ανατολικά. Το μονοπάτι στον ουρανό αυτών των αστερισμών είναι πάντα το ίδιο: εμφανίζονται σε ένα βορειοανατολικό αζιμούθιο $\sim 56^\circ$ και εξαφανίζονται σε ένα βορειοδυτικό αζιμούθιο 310° , που αντιστοιχεί σε απόκλιση $\delta = 40^\circ - 41^\circ$ και $24^\circ - 28^\circ$ για αυτούς τους δύο προσανατολισμούς, αντίστοιχα.

Ο συνδυασμός της εμφάνισης αυτών των αστερισμών κατά την ανατολή και των θέσεών τους στον Δελφικό ουρανό δημιούργησε την εντύπωση ότι αυτοί «έφυγαν» και «επέστρεψαν» με τον Θεό Απόλλωνα (ο οποίος σχετιζόταν μαζί τους).

(Liritzis, Castro, 2013)

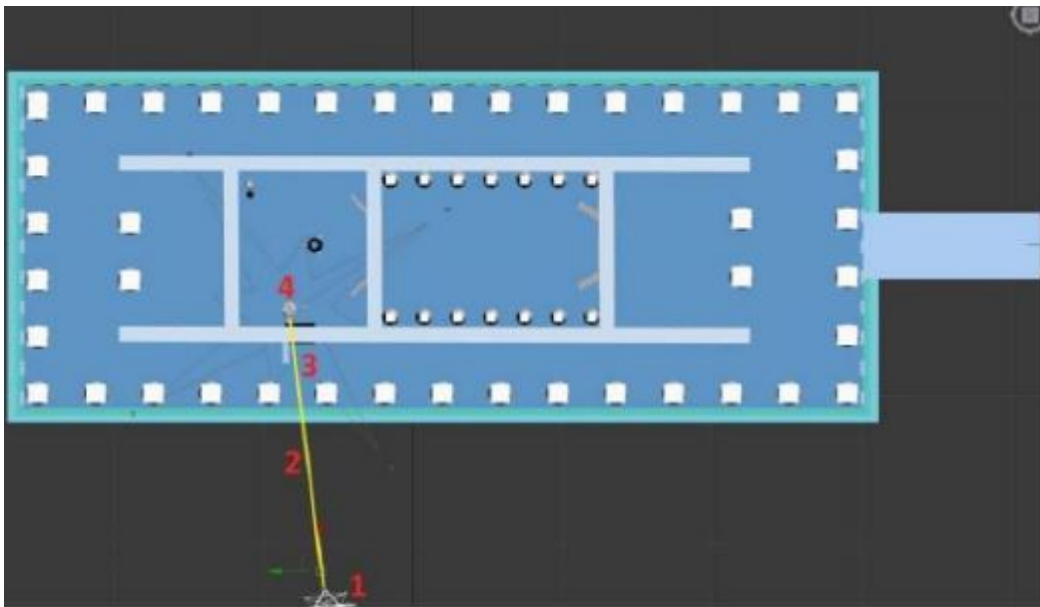
Για τους Έλληνες οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η Λύρα και ο Κύγνος βρίσκονταν σε ορισμένες θέσεις στο ουρανό λίγο πριν την ανατολή ή στο ηλιοβασίλεμα ήτα ιδιαίτερα σημαντικές. Αν και η ηλιακή ήανοδος ή η ρύθμιση κανονικά αναφέρεται στα αστέρια και τη Λύρα και ο Κύγνος είναι αστερισμοί με πολλά αστέρια που καταλαμβάνουν μεγάλες περιοχές του ουρανού, η άνοδος, η ρύθμιση ή το ζενίθ των θέσεων των πιο λαμπρών αστεριών τους χρησίμευαν ως δείκτες οπτικού ουρανού σε σχέση με τον προσανατολισμό του ναού των Δελφών.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι ο Ήλιος διαδραματίζει επίσης ένα βασικό ρόλο στον προσανατολισμό του Ναού, με το γεγονός η ανατολή του ηλίου φωτίζει άμεσα το πίσω μέρος (οπισθόδομο) του Ναού(εικ4.8) γύρω από το χειμερινό ηλιοστάσιο και επίσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού(4.9) αργά το πρωί (επειδή οι απότομες πλευρές της Υαμπείας, πίσω από την πόλη της Αράχοβα κρύβουν τον Ήλιο από την προβολή νωρίτερα).



Εικόνα 4.8 : Φωτισμός ναού του Απόλλωνα στους Δελφούς, κατά το θερινό ηλιοστάσιο. (1=ήλιος, 2=κατεύθυνση της ακτίνας, 3=παράθυρο, 4=άγαλμα ιερού)

Πηγή: Vlachos, Liritzis, Georgopoulos, 2018



Εικόνα 4.9 : Φωτισμός ναού του Απόλλωνα στους Δελφούς, κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο και στη δύση του ηλίου. (1=ήλιος, 2=κατεύθυνση της ακτίνας, 3=παράθυρο, 4=άγαλμα ιερού)

Πηγή: Vlachos, Liritzis, Georgopoulos, 2018

Όλοι οι προσανατολισμοί δείχνουν προς το οπισθόδομο, και η ύπαρξη ανοιγμάτων (παραθύρων) τουλάχιστον στη νοτιοανατολική πλευρά του Ναού είναι εύλογη, ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο που είναι γνωστό τουλάχιστον από τα αρχιτεκτονικά λείψανα των ελληνικών και αιγυπτιακών ναών της ίδιας εποχής, και ενδεχομένως υποδηλώνεται από επιγραφές στη Στήλη του Προυσία, η οποία βρίσκεται στα δεξιά της εισόδου στο ναό.

Σχετικά με τα ουράνια μονοπάτια της Λύρας και του Κύγνου, μόλις 15 λεπτά μετά τα μεσάνυχτα στο ωράριο της εαρινής ισημερίας, η Λύρα εμφανίζεται πάνω από τη διασταύρωση της Υαμπείας (του ανατολικού βράχου) και της Ναυπλίας, μπροστά από το ναό.

Για να συμπληρωθεί η εικόνα του Απόλλωνα ο οποίος, σύμφωνα με έναν μύθο, « ... ταξιδεύει με τη λύρα του στο άρμα που τραβούσαν πολλοί Κύκνοι...», θα πρέπει να προσδιοριστεί το πότε η Λύρα και ο Κύκνος εμφανίζονται μπροστά στην είσοδο στο ναό των Δελφών. Λόγω του βραχόδους περιβαλλόμενου τοπίου, η πιο ξεκάθαρη και προφανής θέση που τους είχε προβληθεί ήταν στο ζενίθ, όταν αυτοί οι αστερισμοί ήταν ακριβώς πάνω από τον ναό τα μεσάνυχτα.

(Liritzis, Castro, 2013)

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιρινού ηλιοστασίου η Λύρα και ο Κύκνος εμφανίζονται διαδοχικά ακριβώς μπροστά από την είσοδο του ναού του Απόλλωνα κατά το ηλιοβασίλεμα (22 Ιουνίου, στις 21.15 τοπική ώρα) με τον Δελφίνιο λίγο αργότερα, έτσι ώστε το φωτεινά αστέρια και στους τρεις αστερισμούς το ένα μετά το άλλο κυριαρχούν κατά τη διάρκεια της νύχτας καθώς διασχίζουν την ουράνια σφαίρα κατά μήκος μιας «ιδανικής» περιφερικής πορείας που ακολουθεί έναν κύκλο πάνω από το ναό. Στις 21.15 κατά το ηλιοβασίλεμα το καλοκαίρι, η Λύρα και ο Κύκνος βρίσκονται μπροστά από τον Ναό και κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών νυχτών οι αστερισμοί αυτοί παρατηρούνται σε μεγαλύτερα ύψη. Στις 01.05 η Λύρα φτάνει στο ζενίθ, ακριβώς πάνω από το ναό, στη συνέχεια δύο ώρες αργότερα (στις 03.05) ο Κύκνος βρίσκεται στο ζενίθ. Στο τέλος της νύχτας (στις 05.42) η θέα των δύο αυτών αστερισμών χάνεται στα βορειοδυτικά του ναού με τις πρώτες ακτίνες του Ήλιου να φαίνονται πίσω από την πόλη της Αράχοβας. Ο Ήλιος εμφανίζεται λίγες ώρες αργότερα, όταν και φωτίζει το πίσω μέρος του ναού. Ωστόσο, σε μια περίοδο πάνω από χίλια χρόνια, οι αστερισμοί που κυριαρχούσαν κατά τη διάρκεια του θερινού ηλιοστασίου έχουν αλλάξει. (Liritzis, Castro, 2013)

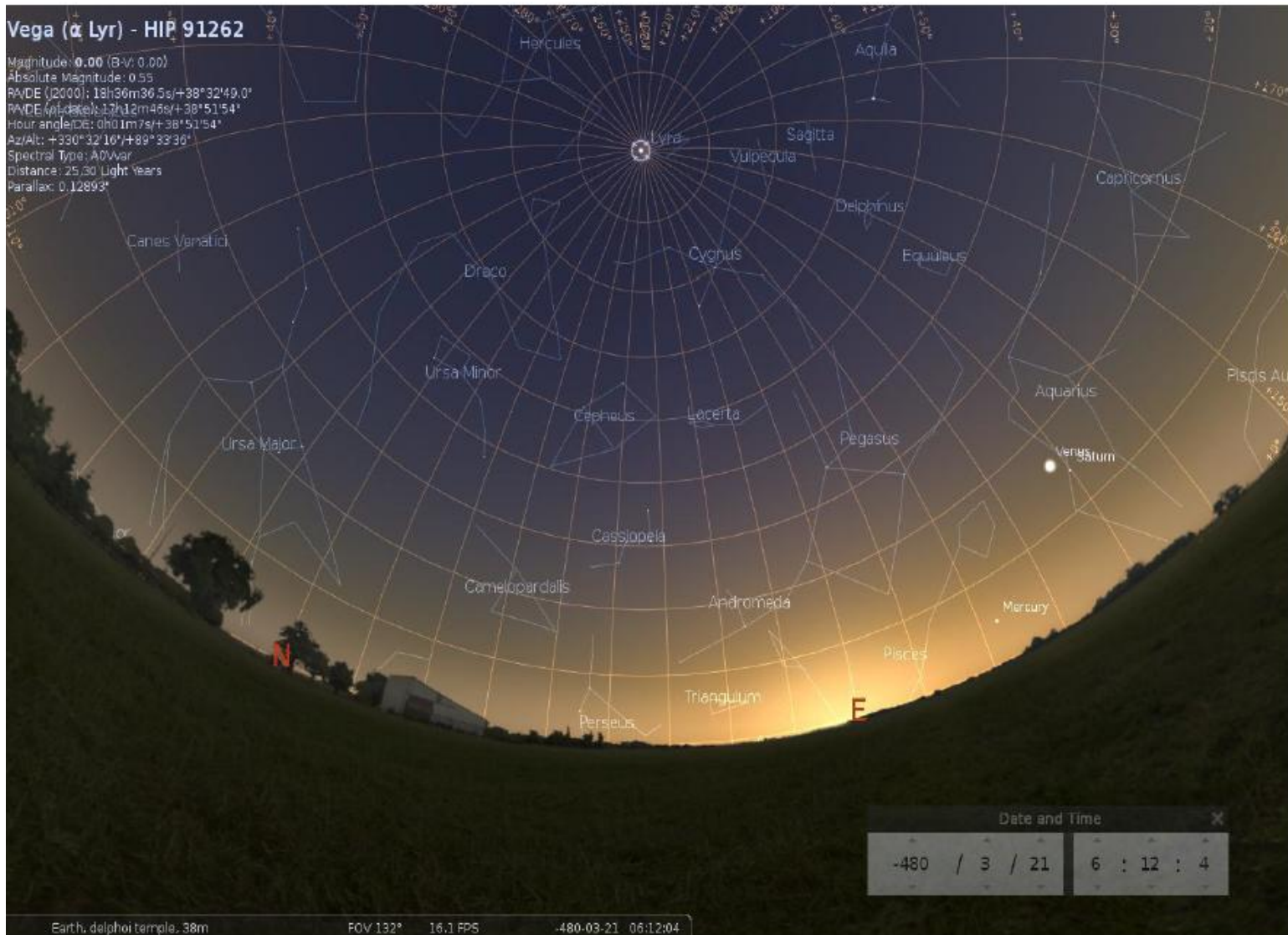
Στη συνέχεια, το φθινόπωρο (22 Σεπτεμβρίου, στο 19,55 τοπική ώρα), η Λύρα, ο Κύκνος και ο Δελφίνιος, βρίσκονται στο ζενίθ ή κοντά στο ζενίθ όταν ο ήλιος δύει και αρχίζουν την κάθοδό τους μέχρι να χαθούν από τον ορίζοντα πίσω από το Ναό. Από εκείνη την ημερομηνία και έπειτα δίνουν την εντύπωση ότι έχουν "αποχωρήσει" ή "φύγει", και γίνονται ορατοί για λιγότερες και λιγότερες ώρες μετά το ηλιοβασίλεμα και πάντα προς τα βορειοδυτικά του οπισθόδομου. Τις πρώτες ώρες μετά τα μεσάνυχτα, και σίγουρα πριν από την αυγή, χάνονται κάτω από το βορειοδυτικό ορίζοντα του ναού. Παρόλο που έχουν «φύγει», ο Ήλιος συνεχίζει να φωτίζει το άγαλμα του Απόλλωνα στο πίσω μέρος του ναού. Στο ηλιοβασίλεμα, στην φθινοπωρινή ισημερία, οι τελευταίες ακτίνες του καλοκαιρινού ήλιου φωτίζουν τον οπισθόδομο και το άγαλμα του Απόλλωνα. (Liritzis, Castro, 2013)

Προς τα τέλη Δεκεμβρίου (από τις 21 έως τις 26 Δεκεμβρίου, όταν ο Απόλλων πήγε στους Υπερβορείους) συμβαίνει το πιο ενδιαφέρον φαινόμενο: οι αστερισμοί του Κύκνου, της Λύρας και του Δελφινίου χάνονται πίσω από το ναό, λίγα λεπτά μετά το ηλιοβασίλεμα, έπειτα απουσιάζουν όλη τη νύχτα, για να επανεμφανιστούν πάνω από τους Φαιδριάδες και πάνω από το την είσοδο του ναού λίγα λεπτά πριν

το ηλιοβασίλεμα της επόμενης μέρας (στις 06.05 π.μ.). Αυτή τη στιγμή η Λύρα είναι ορατή μόνο για λίγα λεπτά μέχρι να «πνιγεί» από το φως του ήλιου. Έτσι, αυτοί οι αστερισμοί που συνδέονται στενά με τον Απόλλωνα έχουν εξαφανιστεί ή «αποχωρήσει» (και θα επανεμφανιστούν, ή «επιστρέψουν», μόνο όταν έρχεται ο Απόλλωνας πίσω από τη γη των Υπερβορείων). Ακόμη ο ανατέλων Ήλιος συνεχίζει να λάμπει στο πίσω μέρος του Ναού, όπου βρίσκεται το άγαλμα του Απόλλωνα, ενδεχομένως για να του υπενθυμίζει την απουσία τους. Ωστόσο, όσο αυτοί οι αστερισμοί είναι ορατοί για όλο και λιγότερες ώρες κάθε μέρα, από την είσοδο του Ναού, δεν θα ανέβουν ποτέ ψηλά στον ουρανό πριν εξαφανιστούν.

Κατά τη διάρκεια της πρώτης χιλιετίας π.Χ., η Λύρα και ο Κύκνος βρίσκονταν στο ζενίθ στους Δελφούς κάποια στιγμή πριν από την ανατολή, κατά την τρίτη εβδομάδα Μαρτίου και από τις 18 έως τις 21 Μαρτίου(εικ. 4.10), αυτοί οι αστερισμοί έφτασαν για πρώτη φορά τις υψηλότερες θέσεις τους στον ουρανό, ακριβώς πάνω το Ναό, για λίγο, πριν την ανατολή του ηλίου. Η διακύμανση στις μέρες αυτές θα είχε χρησιμοποιηθεί από τους ιερείς για να προσδιορίσουν επακριβώς το πότε ο Απόλλωνας θα επέστρεφε, κάπως παρόμοια με τον τρόπο με τον οποίο οι χριστιανοί επιλέγουν τις ημερομηνίες των Πασχαλινών εκδηλώσεων κάθε χρόνο. (Liritzis, Castro, 2013)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»



Εικόνα 4.10 : Η Λύρα και ο Κύκνος στο ζενίθ τους, πάνω από τους Δελφούς, λίγο πριν την ανατολή του ηλίου, κατά την 3^η εβδομάδα του Μαρτίου το 480 π.Χ

Πηγή : Liritzis, Castro, 2013

Η εικόνα 4.11 δείχνει την εμφάνιση των αστερισμών Λύρα και Κύκνος στον Δελφικό ουρανό για τις τέσσερις εποχές της χρονιάς. Η ορατότητα θα ήταν πάντα ένας σημαντικός παράγοντας, καθώς λόγω των καιρικών συνθηκών στα βουνά κατά τη διάρκεια του χειμώνα μερικές φορές θα ήταν δύσκολο - αν όχι αδύνατο - να παρατηρήσουμε αυτούς τους αστερισμούς. Ωστόσο, η απουσία τους από το ζενίθ των Δελφών τον Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο μπορεί να σηματοδότησε το διάστημα όταν ο Απόλλωνας υποτίθεται ότι ήταν στους Υπερβορείους. Προφανώς, η διαφορά στο AAS μεταξύ ενός χώρου σε ένα επίπεδο

τοπίο και σε ένα με ψηλό και βραχώδη ορίζοντα, όπως στους Δελφούς, σήμαινε ότι η ηλιακή ανατολή των κρίσιμων αστεριών και των αστερισμών καθυστερούσε στην τελευταία τοποθεσία. Έτσι, στο περίπτωση της Αθήνας το 480 π.Χ. και της Πέλλας (Μακεδονία) το 334 π.Χ., με την επίπεδη περιοχή τους, η Λύρα εμφανίστηκε 0-5 ° πάνω από τον ορίζοντα την αυγή στις 21 Νοεμβρίου, ένα μήνα νωρίτερα από όταν ανέβηκε πάνω από τους Φαίδριάδες στους Δελφούς. Ωστόσο, και οι τρεις πόλεις του Βέγα πέρασαν το ζενίθ ταυτόχρονα την αυγή την ίδια ημέρα (δηλαδή περίπου την εαρινή ισημερία). Σε άλλες περιοχές της Ελλάδας, η Λύρα πλησιάζει αλλά δεν φτάνει στην πραγματικότητα το ζενίθ. Για παράδειγμα, από το ναό του Απόλλωνα στη Ρόδο, που βλέπει προς τα ανατολικά, η Λύρα έχει τον ίδιο ρυθμό ηλιακής ανατολής, αλλά ο Ήλιος υπερισχύει αυτού του γεγονότος λόγω του προσανατολισμού του ναού προς τον ποιητικά προσδιορισμένο θεό Ήλιο με τον Απόλλωνα - ο οποίος λατρευόταν στη Ρόδο.

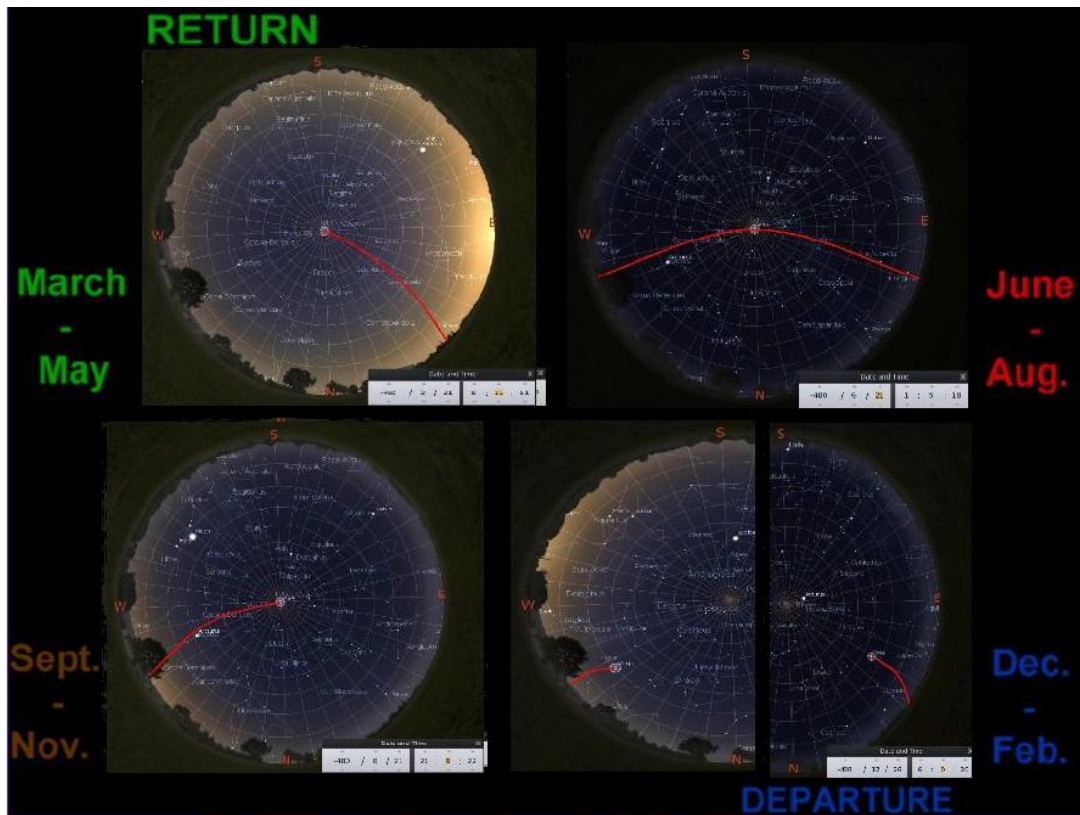
(Liritzis, Castro, 2013)

Έτσι, αυτή η προηγούμενη ηλιακή άνοδος της Λύρας, ακολουθούμενη διαδοχικά από τον Κύκνο και τον Δελφίνιο, θα μπορούσε να σημάνει το χρόνο για τους υποψήφιους επισκέπτες, ώστε να αναχωρήσουν για τους Δελφούς ένα μήνα νωρίτερα, αρχικά, κατά τη διάρκεια του Μαρτίου, την έβδομη ημέρα του Βυσίου και αργότερα κατά την έβδομη σεληνιακή ημέρα καθενός από τους εννέα μήνες. Αυτό είναι μία πολύ πιο λογική ερμηνεία από αυτή που πρότειναν ο Salt και Μπουτσίκας (2005), καθώς ο Βέγας (α Λύρα) και ακόμη και ο Deneb (α Κύκνος) ήταν πολύ φωτεινότερα αστέρια από ό, τι οποιοδήποτε αστέρι στον Δελφίνιο, και αυτοί οι δύο αστερισμοί σχετίζονταν περισσότερο με τον Απόλλων παρά ο Δελφίνιος. (Liritzis, Castro, 2013)

Οι ίδιες διαμορφώσεις αστεριών που φαίνονται πάνω από τον Ναό του Απόλλωνα στους Δελφούς, που συνορεύει με τα πετρώδη βράχια των Φαίδριάδων και με το ανοιχτό νότιο τμήμα αυτής της περιοχής, συνέχισαν καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου ~ 1000 π.Χ. έως ~ 300 μ.Χ., αν και υπήρξαν κάποιες μικρές αλλαγές στην αρχή και στο τέλος αυτής της μακράς περιόδου, λόγω της μετάπτωσης των ισημεριών. Η παλαιότερη ημερομηνία σηματοδοτεί τη δημιουργία του Δελφικού μαντείου (όπως αναφέρθηκε από τον Όμηρο στο δικό του Ύμνο στον Απόλλωνα - Chappell, 2006), και υπάρχουν αρχαιολογικές ενδείξεις ότι η λατρεία ήταν της Μυκηναϊκής εποχής (Nilsson, 1950), ενώ οι τελευταίες ημερομηνίες

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»

χρονολογούνται στο τελευταίο καταγεγραμμένο μαντείο, το οποίο παραδόθηκε στο Ρωμαίο Αυτοκράτορα Ιουλιανό το 361 μ.Χ. (Liritzis, Castro, 2013)



Εικόνα 4.11 : Η πορεία του Λύρα και του Κύκνου στους Δελφους, κατά τις 4 εποχές

Πηγή : Liritzis, Castro, 2013

5. Τα πυραμιδοειδή της Αργολίδας και οι πυραμίδες της Γκίζας

5.1 Προσανατολισμός των πυραμίδων της Αργολίδας

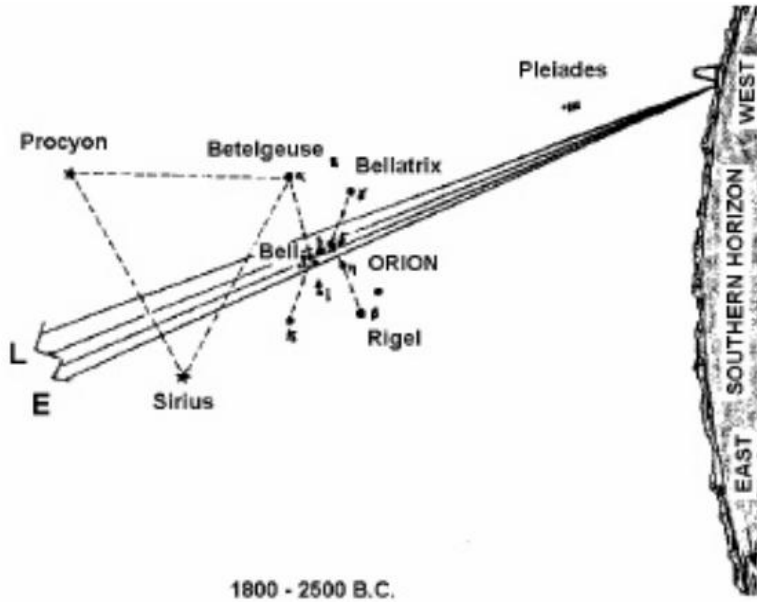
Σύμφωνα με μετρήσεις προσανατολισμού, οι δύο «πυραμίδες», στο Ελληνικό του Άργους και στο Λυγουριό της Επιδαύρου, είχαν τις προεκτάσεις των διαδρόμων των εισόδων τους, προσανατολισμένες στη ζώνη του Ωρίωνα, κατά την περίοδο 2000-2500 π.Χ. (εικ.5.1). Με δεδομένο ότι υπάρχει σχέση ανάμεσα στην ευθυγράμμιση του διαδρόμου της εισόδου τους και τον Ήλιο, λαμβάνεται ως πιθανή εποχή έναρξης της κατασκευής τους, το φθινόπωρο προς χειμώνα. Στα δύο μνημεία, οι αποκλίσεις πιθανών αστερών στον ορίζοντα της ανατολής, που τέμνεται από τον προεκτεινόμενο άξονα διαδρόμου εισόδου τους, ευθυγραμμίζονται με το μέσο του αστερισμού.

(Λυριτζής, 2007)

Με γυμνό μάτι φαίνονται αστέρια οπτικού μεγέθους λαμπρότητας μικρότερου από 6, από τα 38 αστέρια του Ωρίωνα που αναφέρει ο Πτολεμαίος με αυτό το μέγεθος, υπάρχουν 14, τα οποία σχηματίζουν τη μορφή του αστερισμού του Ωρίωνα στον ουρανό. Οι δύο προεκτεινόμενοι άξονες των διαδρόμων εισόδου, αντιστοιχούσαν σε αστρονομικές αποκλίσεις τέτοιες, ώστε να έχουν τα δύο αστέρια β και κ νοτιότερα και τα α και γ βορειότερα του ορίζοντα της εκλειπτικής που έχει απόκλιση 0. Ο προσανατολισμός των δύο πυραμίδων λοιπόν, στόχευε περί το μέσο ή τη ζώνη του Ωρίωνα, δηλαδή τα τρία αστέρια δ,ε,ζ (εικ.5.2), κάτι που δεν ήταν εφικτό σε νεότερες περιόδους (300-400 π.Χ.). Αν προσθέσουμε στη συνάρτηση την ανατολή του Ηλίου, από το φθινόπωρο προς το χειμώνα, παρατηρούμε ότι η ανατολή του Ωρίωνα που παρουσιαζόταν στον ορίζοντα απέναντι από το Ελληνικό και το Λυγουριό, ήταν περί τα τέλη του Οκτωβρίου του 2000 π.Χ. στις 7-9 το απόγευμα, τη στιγμή που ο Ήλιος έδυε στις 6-6.30. Από όλα τα παραπάνω, είναι ασφαλές να υποθέσουμε ότι το σύστημα αναφοράς του

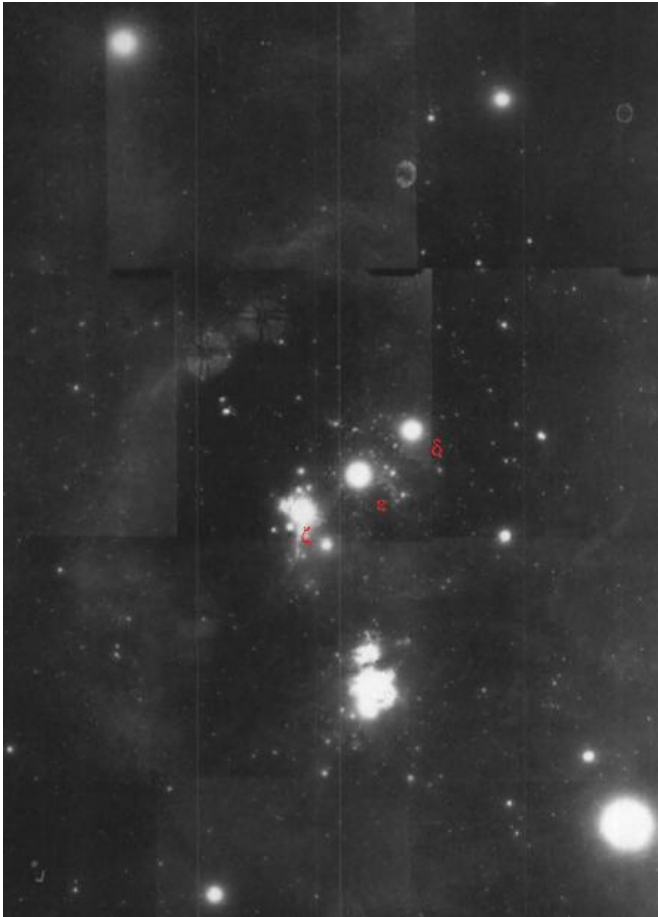
Ωρίωνα λήφθηκε υπόψη όσον αφορά τον προσανατολισμό των πυραμίδων, ανεξαρτήτως με την ανατολή του Ηλίου.

(Λυριτζής 2007).



Εικόνα 5.1 : Αναπαράσταση του προσανατολισμού των δύο πυραμιδοειδών, προς την ζώνη του Ωρίωνα, κατά την περίοδο 1800-2500 π.Χ. .

Πηγή : Liritzis 2001



Εικόνα 5.2: Ο αστερισμός του Ωρίωνα. Τα αστέρια ζ, ε, δ ονομάζονται και 3 μάγοι.

Πηγή : Robert Bauval, Adrian Gilbert, 1994

5.2 Προσανατολισμός των πυραμίδων της Γκίζας

Ξεκινώντας με τους 4 άξονες που διέρχονται τα δωμάτια του Βασιλιά και της Βασίλισσας στην Πυραμίδα του Χέοπα, παρατηρούμε πως δύο εξ αυτών είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένες προς το βορρά και οι άλλες δύο προς τον νότο(εικ 5.3). Κατά αυτό τον τρόπο, στοχεύουν, σε διάφορα μήκη, τον μεσημβρινό². Φαίνεται σαν να διασχίζουν την νοητή γραμμή του μεσημβρινού, προς την κορύφωση των αστεριών, φτάνοντας δηλαδή στο μέγιστο υψόμετρο, πάνω από τον ορίζοντα(εικ.5.4).

² Στην αστρονομία, ο μεσημβρινός είναι ο μεγάλος κύκλος που διέρχεται από τους ουράνιους πόλους, καθώς και το ζενίθ και το ναδίρ της θέσης ενός παρατηρητή. Συνεπώς, περιέχει επίσης τα βόρεια και νότια σημεία στον ορίζοντα και είναι κάθετος στον ουράνιο ισημερινό και ορίζοντα. Ένας ουράνιος μεσημβρινός είναι συνεπίπεδος με τον ανάλογο γήινο μεσημβρινό που προβάλλεται στην ουράνια σφαίρα. Ως εκ τούτου, ο αριθμός των ουράνιων μεσημβρινών είναι επίσης άπειρος.

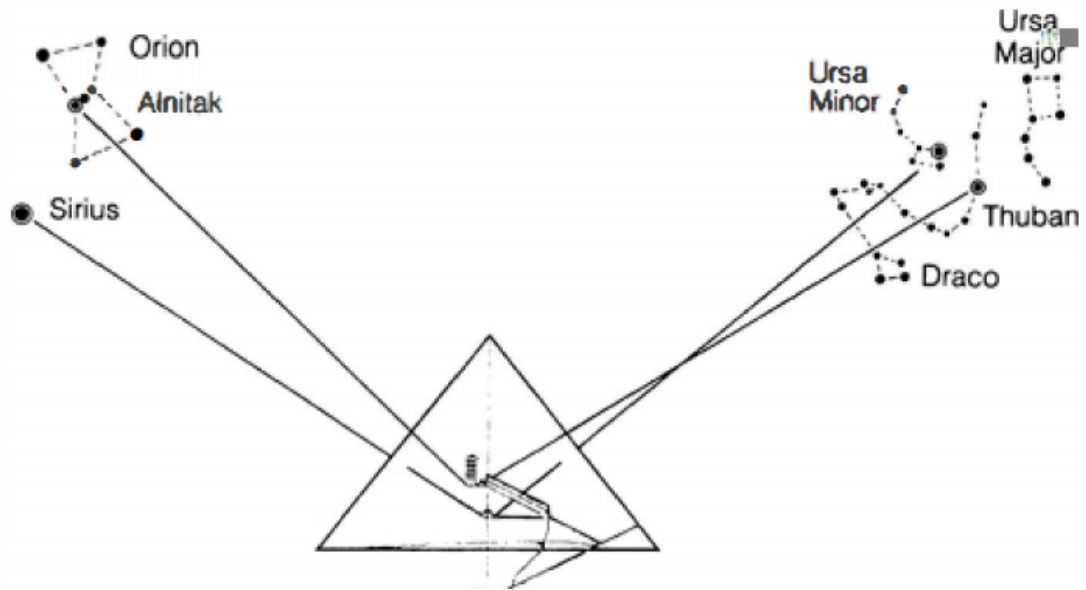
(Graham Hancock, Robert Bauval, 1996)

Η πυραμίδα του Χέοπα, έχει πολλά χαρακτηριστικά που μαρτυρούν την πρόθεση των αρχιτεκτόνων της, στο σχεδιασμό σύμφωνα με τους αστερισμούς και την πορεία τους στον μεσημβρινό. Ο αρχικός διάδρομος της εισόδου, είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένος με τον μεσημβρινό. Όλα τα εσωτερικά μονοπάτια, επίσης μαρτυρούν το ίδιο, λόγω του ότι προσανατολίζονται ακριβώς βορειοανατολικά, καθιστώντας έτσι ολόκληρο το μνημείο, ένα προφανές «όργανο για τον μεσημβρινό».

Στον σχεδιασμό του συμπλέγματος των τριών πυραμίδων της Γκίζας, παρατηρείται μεγάλη σύνδεση, με τα τρία αστέρια της ζώνης του Ωρίωνα.

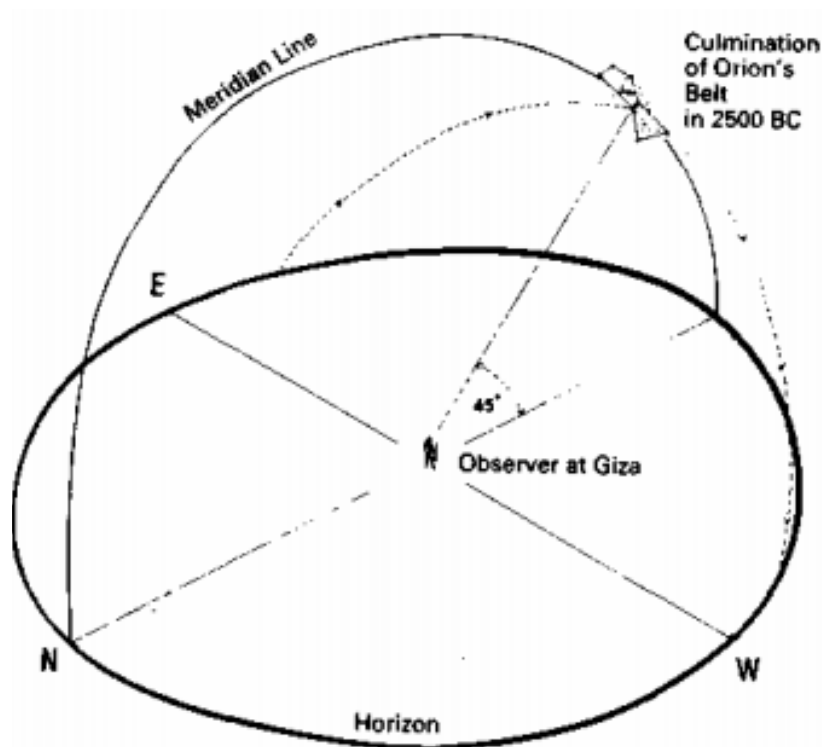
Κοιτώντας το σύμπλεγμα από ψηλά, παρατηρούμε ότι η πυραμίδα του Χέοπα και η δεύτερη πυραμίδα, εκτείνονται κατά μήκος μιας διαγωνίου που με τη σειρά της εκτείνεται 45 μοίρες προς τον νότο και δυτικά από την ανατολική πρόσοψη του πρώτου. Η τρίτη πυραμίδα όμως, είναι για κάποιο λόγο αντίθετα και προς την ανατολή αυτής της γραμμής. Το μοτίβο που προκύπτει, μιμείται τον ουράνιο θόλο, όπου τα τρία αστέρια της ζώνης του Ωρίωνα, επίσης εκτείνονται κατά μήκος μιας «λανθάνουσας» διαγωνίου. Τα δύο πρώτα αστέρια (Al Nitak και Al Nilam), είναι ευθυγραμμισμένα, όπως η πρώτη(εικ.5.5) και η δεύτερη πυραμίδα, ενώ το τρίτο αστέρι (Mintaka) βρίσκεται εκτός του άξονα που σχηματίζουν τα άλλα δύο και προς την ανατολή.

(Graham Hancock, Robert Bauval, 1996)



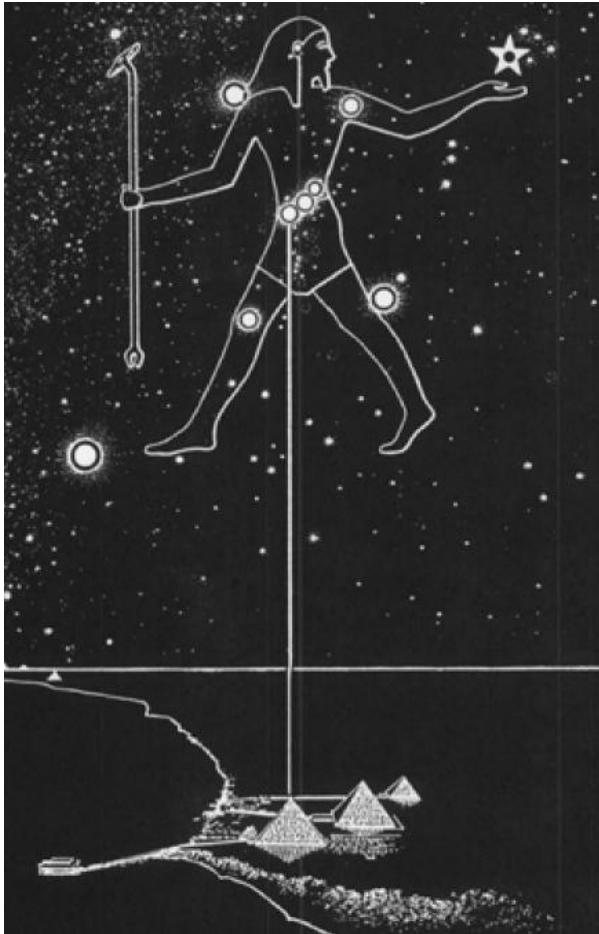
Εικόνα 5.3 : Οι αστρικές ευθυγραμμίσεις των τεσσάρων αξόνων της Πυραμίδας του Χέοπα, το 2500 π.Χ.

Πηγή : Graham Hancock, Robert Bauval, 1993



Εικόνα 5.4 : Η κορύφωση της ζώνης του Ωρίωνα, γύρω στο 2500 π.Χ. . Οι αστερισμοί ζώνης συνάντησαν τον μεσημβρινό στις 45°, από τον ανατολικότερο άξονα που ξεκινάει στα δωμάτια του Βασιλιά.

Πηγή : Graham Hancock, Robert Bauval, 1996



Εικόνα 5.5 : Ευθυγράμμιση της πυραμίδας του Χέοπα, με το αστέρι Al Nitak, στην ζώνη του Όσιρι (Ωρίων).

Πηγή : Graham Hancock, Robert Bauval, 1993

5.3 Σκέψεις

Παρατηρώντας τον προσανατολισμό και τα αστρονομικά δεδομένα, στις δύο πυραμίδες της Αργολίδας και στο σύμπλεγμα πυραμίδων της Γκίζας, μπορούμε με βεβαιότητα να συμπεράνουμε ότι, η ζώνη του Ωρίωνα, ήταν και στις δύο περιπτώσεις ο ουράνιος στόχος, με βάση τον οποίο χτίστηκαν. Πηγαίνοντας πίσω περίπου στο 2500 π.Χ. και στις δύο περιπτώσεις, συναντάμε σημαντικά σημεία και των πέντε συνολικά πυραμίδων, να στοχεύουν τα τρία αστέρια της ζώνης του Ωρίωνα.

Είναι λογική μια προσπάθεια ερμηνείας αυτού του κοινού σχεδιασμού, πέραν από το προφανές της εξέχουσας οπτικής θέσης της ζώνης του Ωρίωνα. Το αστρικό

σύμπλεγμα Ωρίωνος-Σειρίου, ήταν πολύ σπουδαίο στους αρχαίους Έλληνες και Αιγυπτίους. Λαμβάνοντας υπόψη την αυθαιρεσία μιας προσπάθειας επεξήγησης, με μυθολογική υπόσταση, μπορούμε να υπογραμμίσουμε κάποιες πιθανές εκδοχές-επεξηγήσεις.

Ο Σείριος, το αστέρι κύων για τους αρχαίους Αιγυπτίους. Στην προμυκηναϊκή Ελλάδα, ο κύων Όρθρος, ήταν ο αδελφός του Κέρβερου (φύλακας του κάτω κόσμου) που είχε πενήντα κεφάλια, αναγνωριζόταν από τους Έλληνες με το αστέρι του Σείριου, ιδιαίτερα με την ηλιακή ανατολή του, Όρθρος=ανατολή. Ο Κέρβερος, είχε αρχικά πενήντα κεφάλια και έπειτα γινόταν τρικέφαλος, όπως η ερωμένη του Εκάτη, ενώ ταυτίζεται με τον αιγυπτιακό κυνοκέφαλο θεό Ανούβη. Αυτές οι τρεις κεφαλές, μπορεί να αντιστοιχούν στα τρία αστέρια της ζώνης του Ωρίωνα, αλλά και στα τρία αστέρια του συστήματος του Σειρίου. (Λυριτζής 2007)

Ίσως, η μετάβαση του Κέρβερου από πενήντα σε τρία κεφάλια, έχει να κάνει με την σταδιακή υποβάθμιση της σημασίας του αστερισμού του Σείριου, προς το τέλος της 1^{ης} χιλιετηρίδας π.Χ., όταν απέκτησε δημόσια αποδοχή ο ηλιακός θεός Ρα. Οι αρχαίοι Έλληνες και Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν τα αστέρια ως ρολόγια στον σχηματισμό ημερολογίων, μετρώντας τον σεληνιακό ή τον ηλιακό κύκλο του έτους. Ίσως λοιπόν ο μετασχηματισμός του Κέρβερου από πενήντα κεφαλές (αντιστοιχεί στην περίοδο πενήντα ετών του συνοδού Σείριου Β γύρω από τον Σείριο Α, δηλαδή του Κέρβερου γύρω από τον Όρθρο) σε τρεις, υπονοεί μετατόπιση στο ημερολογιακό τους σύστημα (σε άλλο δείκτη), ώστε η στοχεύουσα έμφαση μετακινήθηκε από τον Σείριο (πενήντα κεφαλές), στα τρία ευθυγραμμισμένα αστέρια δ, ε, ζ της ζώνης του Ωρίωνα.

(Λυριτζής 2007)

6. Συμπεράσματα

Η αρχαιοαστρονομία είναι ένας κλάδος που θα συνεχίσει να εξελίσσεται, μαζί με την πρόοδο της τεχνολογίας. Το γεγονός ότι όσο προοδεύουν επιστήμες όπως η φυσική, η χημεία, η αστρονομία, η πληροφορική και η ρομποτική, η αρχαιοαστρονομία θα παρουσιάζεται όλο και πιο ενισχυμένη, την καθιστά ένα πολύ χρήσιμο πεδίο στη διάθεση των αρχαιολόγων. Ήδη απομυζήσαμε κάποια σημαντικά συμπεράσματα από τα αρχαιοαστρονομικά δεδομένα που παρουσιάστηκαν στην παρούσα εργασία. Αφενός, σίγουρα δικαιολογείται η περεταίρω έρευνα σε περισσότερα μνημεία σε όλη την Ελλάδα, λήψη περισσότερων μετρήσεων, με σκοπό την ενίσχυση του στατιστικού δείγματος που θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και επιπλέον επανεξέταση σημείων που ήδη παρουσιάζουν αστρονομικό ενδιαφέρον(ή και όχι), ώστε να επιβεβαιωθούν οι θεωρίες περί αυτών ή να αντικατασταθούν λόγω λανθασμένων μετρήσεων, απόψεων, τεχνολογικών και θεωρητικών περιορισμών των περασμένων ετών. Με δεδομένο ότι οι περισσότερες μετρήσεις και το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων, που αυτή τη στιγμή χρησιμοποιούμε ως βάση για την αρχαιολογική έρευνα, πραγματοποιήθηκαν περίπου μισό αιώνα πριν και αναλογιζόμενοι την ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη που βιώνουμε τα τελευταία χρόνια, είναι μόνο ωφέλιμη η επανάληψη διαδικασίας της εξαγωγής τους, με σύγχρονα πλέον μέσα.

Αφετέρου έχουμε να παρουσιάσουμε απτά συμπεράσματα, σχετικά με την αρχαιοαστρονομία στην Ελλάδα. Ο προσανατολισμός αρχαίων ναών στην ίδια θεότητα, ενδέχεται να μην είναι δεσμευτικός όσον αφορά τον ουράνιο στόχο. Αντιθέτως σχετίζεται με κάποιο ουράνιο σώμα, που συνδέεται με μια συγκεκριμένη ιδιότητα της θεότητας. Για παράδειγμα ο θεός Απόλλωνας, στον οποίο δίνονταν πολλές ιδιότητες και επίθετα εκτός από θεός του φωτός, πιο στοχευμένα, ανάλογα με τα τοπικά, κάθε φορά, ήθη και έθιμα, π.χ. Υπερβόρειος. Πύθιος, κ.ά.

Το μεγαλύτερο μέρος των αρχαίων ναών έχουν προσανατολισμό προς την ανατολή, κάτι που σχετίζεται κυρίως με τον Ήλιο. Οι προσανατολισμοί κατά προσέγγιση προς την κατεύθυνση των ηλιακών ηλιοστασίων και των ισημεριών, προσδίδουν μια ευρύτερη μεταβολή των αζιμουθίων κατά μήκος του ηλιακού

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

ορίζοντα, πράγμα που πιθανόν να αντανakλά την ύπαρξη ενός περίπλοκου ημερολογίου, με ιδιαίτερη σημασία σε συγκεκριμένες μέρες του χρόνου. Παρατηρείται επίσης, μια ενδεχόμενη σύνδεση μεταξύ θρησκευτικών και μυθολογικών στοιχείων με κάποια συγκεκριμένα ουράνια σώματα. (Λυριτζής 2007)

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Αυγολούπης, Σ., Σειραδάκης. Ι. (2004). *Παρατηρησιακή Αστρονομία*. Εκδόσεις Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Αυγολούπης, Σ. (2009). *Ιστορία Τεχνολογία και Επιστήμη της Αστρονομίας*. Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Ιωάννης Λυριτζής, (2007). *Φυσικές επιστήμες στην αρχαιολογία*, εκδόσεις "Τυπωθήτω", Αθήνα.
- Βαγγέλλης Δ. Πανταζής, (2018). *Χάρτες και ιδεολογίες: Οι προσανατολισμοί των χαρτών και οι τύχες των λαών*, εκδόσεις Στερέωμα, Αθήνα
- Λιβανίου-Ροβίθη, Ε. (2018) *Συστήματα Συντεταγμένων-Χρόνος* http://users.uoa.gr/~elivan/Kef2_ParatAstro.pdf (τελευταία πρόσβαση, 30.1.2019)
- Πάνου, Ε. (2012). *Αρχαίοι Έλληνες Αστρονόμοι και Όργανα Μέτρησης του Χρόνου*. Πρακτικά 14^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, Λαμία.
- Πάνου, Ε. (2013). *Η ιστορία του χρόνου: απαραίτητο στοιχείο για τον προσδιορισμό του*. Ηλεκτρονικό Περιοδικό Ι. Μ. Βατοπεδίου, Αθήνα.
- Πάνου, Ε. (2016). *Το κωνικό ηλιακό ρολόι του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά*. Ηλεκτρονικό Περιοδικό Archaeology & arts, Αθήνα.
- Δορμπαράκης, Π.Χ. (1998). *Επίτομον Λεξικόν της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας Ετυμολογικόν-Ερμηνευτικόν*. Εστία, Αθήνα.
- Κάλφας, Β. (2015). *Η φιλοσοφία του Αριστοτέλη*. ΣΕΑΒ, Αθήνα.
- Κάλφας, Β. (2005). *Φιλοσοφία και επιστήμη στην αρχαία Ελλάδα*. Πόλις, Αθήνα.
- Ντούνη, Χ., Δημαράκη, Α. (2005). *Αστρονομική Ναυτιλία*. Ανώτερες Δημόσιες Σχολές Εμπορικού Ναυτικού. Αθήνα.
- Russo, L. (2006). *Η λησμονημένη επανάσταση*. Μετ. Κ. Καφετζή, Δίαυλος, Αθήνα.
- Θεοδοσίου, Σ., Δανέζης, Μ. (1996). *Η Οδύσσεια των ημερολογίων, Αναζητώντας τις ρίζες της γνώση*. Δίαυλος, Αθήνα.

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ»**

- Θεοδοσίου, Σ., Μανιμάνης, Β. (2005). *Η μέτρηση διαστημάτων χρόνου από τους αρχαίους αστρονόμους και αρχαιοελληνικά αστρονομικά όργανα μέτρησης*. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Αστρονομικού Συνεδρίου, Κεφαλονιά.
- Θεοδοσίου, Σ. (2009). *Η Συνεισφορά των Αρχαίων Ελλήνων στην Αστρονομία*. Συμπόσιο για τη Σύγχρονη Αστρονομία, Κεντρικό Κτίριο Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
- Φωτίου, Α. (2007). *Γεωμετρική γεωδαισία : Θεωρία και πράξη*. 1^η έκδ., Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Μαρκάτος, Κ. (2001). *Τριγωνισμός του Ελληνικού Κόσμου*. Απογευματινή της Κυριακής, Αθήνα.
- Μανιάς, Θ. (1981). *Τα άγνωστα μεγαλουργήματα των Αρχαίων Ελλήνων*. Πύρινος Κόσμος, Αθήνα.
- Ποταμιανός, Ι. (2000). *Το φως στη Βυζαντινή εκκλησία*. University Studio Press, Θεσσαλονίκη

- Unsöld, A. & Baschek, B. (2001). *The New Cosmos: An Introduction to Astronomy and Astrophysics*. Springer Science & Business Media, Berlin.
- Berry, A. (1961). *A Short History of Astronomy from Earliest Times through the Nineteenth Century*. Dover Publication, USA.
- Northrup, C., Clark, B., Eckes, J., Alfred E. (2015). *Encyclopedia of World Trade: From Ancient Times to the Present*. Taylor and Francis, UK.
- Stephenson, B., Bolt, M., Friedman, A. (2000). *The Universe Unveiled: Instruments and Images through History*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Schmidt, O. (1942). *Studies on ancient sphaeric*. Brown University, Rhode Island.
- Hockey, T. (2009). *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. Springer Publishing, Berlin.
- Papamarinopoulos, P., Preka-Papadema, P., Antonopoulos, P., Mitropetrou, Tsironi, A., Mitropetros, P. (2012). *A new astronomical dating of Odysseus' return to Ithaca*. Mediterranean Archaeology and Archaeometry, Vol. 12, p. 117-128.
- Papamarinopoulos, P., Preka-Papadema, P., Antonopoulos, P., Mitropetrou, H., Tsironi, A., Mitropetros, P. (2013). *The Anatomy of a Complex Astronomical Phenomenon described in the Odyssey*. Mediterranean Archaeology and Archaeometry. Vol. 13, p. 69-82.
- Papamarinopoulos, P., Preka-Papadema, P., Mitropetros, P., Antonopoulos, P., Mitropetrou, E., Saranditis, G. (2014). *A new astronomical dating of the Trojan War's end*. Mediterranean Archaeology and Archaeometry. Vol. 14, p. 93-102.
- Tsikritsis, M., Moussas, X., Tsikritsis, D. (2014). *Astronomical and mathematical knowledge and calendars during the early helladic era in aegean "frying pan" vessels*, Mediterranean Archaeology and Archaeometry. Vol. 15, p. 135-149.
- Neugebauer, O. & Sachs, A. (1945). *Mathematical cuneiform texts*. American Oriental Series, New Haven.
- Neugebauer, O. (1975). *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Springer, Berlin.

- Liritzis, I., Preka-Papadema P., Antonopoulos P., Kalachanis, K., Tzanis, G., (2018). Does Astronomical and Geographical Information of Plutarch's De Facie Describe a Trip Beyond the North Atlantic Ocean?. *Journal of Coastal Research*, Volume 34, Issue 3, 651 – 674.
- Strabo. *The geography of Strabo*. trans. by H. C. Hamilton, W. Falconer. London and New York: G. Bell & sons. 1903-06.
- Liritzis, I. & Vassiliou H., (2006). Were Greek temples oriented towards aurorae?. *Astronomy & Geophysics*, Volume 47, Issue 1, 1.14–1.18.
- Liritzis I. & Vassiliou H. (2005), Astronomical orientation of seven significant ancient Hellenic temples. *Archaeoastronomy (USA)*, Vol. XVII, 94-100.
- Liritzis, I. & Castro B. (2013). DELPHI AND COSMOVISION: APOLLO'S ABSENCE AT THE LAND OF THE HYPERBOREANS AND THE TIME FOR CONSULTING THE ORACLE. *Journal of Astronomical History and Heritage*, Volume 16, Issue 2, 184-206.
- Vlachos, A. ,Liritzis, I., Georgopoulos, A. (2018). THE LIGHTING OF GOD'S FACE DURING SOLAR STANDS IN THE APOLLO TEMPLE DELPHI. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Volume 18, No 3, 225-246.
- Liritzis, I. (2001). Archaeoastronomical orientation errors: The case of the two Hellenic pyramidal. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. Volume 247, No.3, 723-725.
- Bauval, R. & Gilbert, A. (1993). *The Orion Mystery: Unlocking the Secrets of the Pyramids*, Crown, New York.
- Hancock, G. & Bauval, R. (1996). *THE MESSAGE OF THE SPHINX: A QUEST FOR THE HIDDEN LEGACY OF MANKIND*. Crown, New York.