



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

**Ο ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΝΑΩΝ
ΤΟΥ ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ
ΣΤΟ ΣΟΥΝΙΟ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Π. ΤΟΛΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Ε. ΛΑΜΠΡΟΥ
ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ ΜΑΡΤΙΟΣ 2008

Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

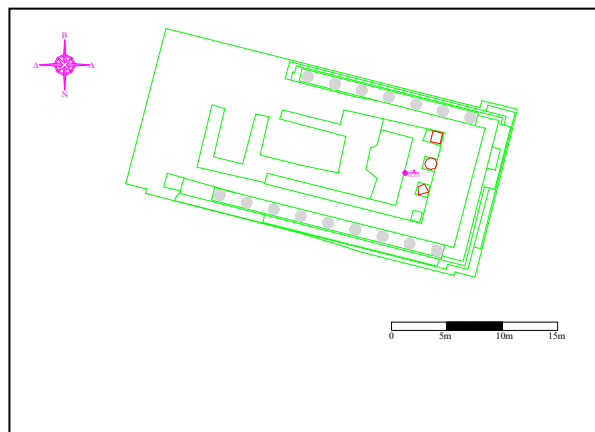
ΟΝΟΜΑΣΙΑ :ΝΑΟΣ ΤΟΥ ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

Νεολιθικό Αρχαίο Παλαιοχριστιανικό Βυζαντινό Μουσουλμανικό



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ



ΚΑΤΟΨΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΣΟΥΝΙΟ-ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

<i>ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ</i>	<i>ΚΑΡΤΕΣΙΑΝΕΣ</i>	<i>ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΟ</i>
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (WGS 84)	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ
$\varphi = 37^\circ 39' 0''.5$	$X = 502026.71 \text{ m}$	$H = 74.21\text{m}$
$\lambda = 24^\circ 01' 28''.8$	$Y = 4166712.23 \text{ m}$	
Οι συντεταγμένες αναφέρονται στη στάση Σ1, στο νοτιοανατολικό μέσο του ναού		

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΒΑΣΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ

115^g.7850

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

± 10^{cc}

ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ

ΕΤΟΣ: 433 π.Χ.

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

±14 ΕΤΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΟΡΤΗΣ:

ΑΦΙΕΡΩΣΗ :ΘΕΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΑΣ

Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

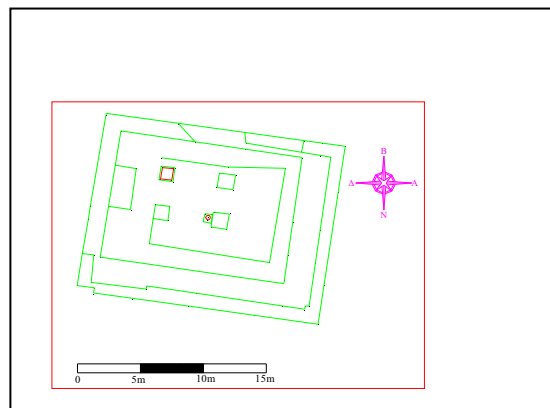
ΟΝΟΜΑΣΙΑ : ΝΑΟΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

Νεολιθικό Αρχαίο Παλαιοχριστιανικό Βυζαντινό Μουσουλμανικό



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ



ΚΑΤΟΨΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΣΟΥΝΙΟ- Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ
(WGS 84)**

$\varphi = 37^{\circ} 39' 10.''6$

$\lambda = 24^{\circ} 1' 54''1$

Οι συντεταγμένες αναφέρονται στη στάση Σ4, δίπλα στην ανατολική είσοδο του ναού

**ΚΑΡΤΕΣΙΑΝΕΣ
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ
(ΕΓΣΑ '87)**

$X = 502647.32 \text{ m}$

$Y = 4167021.22 \text{ m}$

**ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΟ
ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

$H = 38.42 \text{ m}$

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΞΟΝΩΝ

1^{ος} ΑΞΟΝΑΣ: 108^g.6331

2^{ος} ΑΞΟΝΑΣ: 109^g.5818

3^{ος} ΑΞΟΝΑΣ: 109^g.8355

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ

$\pm 5^{\circ}$

$\pm 6^{\circ}$

$\pm 5^{\circ}$

ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ

ΕΤΟΣ: 1^{ος}: 478 π.Χ., 2^{ος}: 483 π.Χ., 3^{ος}: 514 π.Χ **ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ : $\pm 1, 20, 29$ ΕΤΗ**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΟΡΤΗΣ:

ΑΦΙΕΡΩΣΗ : ΘΕΑ ΑΘΗΝΑ

Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

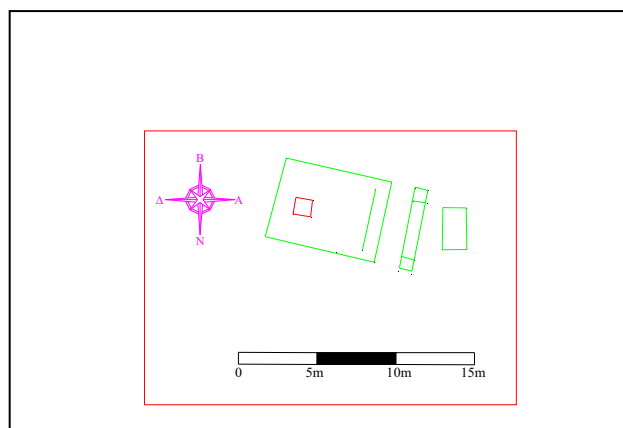
ΟΝΟΜΑΣΙΑ : ΗΡΩ ΤΟΥ ΦΡΟΝΤΙ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

Νεολιθικό Αρχαίο Παλαιοχριστιανικό Βυζαντινό Μουσουλμανικό



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ



ΚΑΤΟΨΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΣΟΥΝΙΟ-Ν.ΑΤΤΙΚΗΣ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

(WGS 84)

$\varphi = 37^{\circ} 39' 10.''6$

$\lambda = 24^{\circ} 1' 54''1$

Οι συντεταγμένες αναφέρονται στη στάση Σ4, δίπλα στην ανατολική είσοδο του ναού

ΚΑΡΤΕΣΙΑΝΕΣ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

(ΕΓΣΑ '87)

X = 502647.32 m

Y = 4167021.22 m

ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΟ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ

H = 38.42 m

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΒΑΣΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ

$114^{\text{g}}.4697$

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

$\pm 61^{\text{cc}}$

ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ

ΕΤΟΣ: 524

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

± 4 ΕΤΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΟΡΤΗΣ:

ΑΦΙΕΡΩΣΗ : ΦΡΟΝΤΙ (ΠΗΔΑΛΙΟΥΧΟΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΤΟΥ ΜΕΝΕΛΑΟΥ)

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Δρ. Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, Λέκτορα, Ε.Μ.Π., κα. Ευαγγελία Λάμπρου για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, και τον Δρ. Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, Λέκτορα, Ε.Μ.Π., κ. Γεώργιο Πανταζή. Χωρίς αυτούς η εκπόνηση αυτής της εργασίας θα ήταν αδύνατη. Τους ευχαριστώ πραγματικά τόσο για την βοήθειά τους κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, όσο και για την μετέπειτα καθοδήγησή τους. Κυρίως, όμως, τους ευχαριστώ για την υπομονή που επέδειξαν σε όλο το διάστημα της εργασίας.

Ευχαριστώ τη Β' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, για την παραχώρηση της σχετικής άδειας, για την εκτέλεση των απαραίτητων αστρογεωδαιτικών μετρήσεων.

Ευχαριστώ το φίλο και συμφοιτητή μου Βασίλη Ελευθερίου, που αν και στο δαιδαλώδες του αρχείο εξαφανίστηκαν οι φωτογραφίες του ορίζοντα, αποτέλεσε πραγματικά μεγάλη βοήθεια κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Τόσο με την συνεισφορά του αυτοκινήτου του όσο και με τις αλάνθαστες σκοπεύσεις του.

Επίσης ευχαριστώ την φίλη μου Μαζο που δέχθηκε να κάνει μια "εκδρομή" μέχρι το Σούνιο με σκοπό την φωτογράφιση των αισθητών οριζόντων των ναών, των οποίων οι φωτογραφίες όπως προαναφέρθηκε αγνοούνταν. Αν εξαιρεθεί ότι κατά την φωτογράφιση του αισθητού ορίζοντα του ναού της Αθηνάς φωτογράφιζε την "λάθος" πλευρά του ορίζοντα, βλέποντας τον ήλιο να δύει και όχι να ανατέλλει, οι φωτογραφίες του ορίζοντα του Ποσειδώνα ήταν εξαιρετικές.

Ακόμα, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Χρήστο Φαφούτη, που χωρίς να το ξέρει, η διπλωματική του με θέμα τη μελέτη του Παρθενώνα αποτέλεσε μεγάλη βοήθεια για την εκπόνηση της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που πάντα με στήριζε και με στηρίζει. Τον πατέρα μου, τον αδερφό μου Γιάννη, μα κυρίως τη μητέρα μου, στην οποία και αφιερώνω αυτή την εργασία, δίνοντας της κουράγιο στον αγώνα που κάνει. Είμαι σίγουρος πως στο τέλος θα νικήσει.

Πρόλογος

Επανακτώντας την γνώση που χάθηκε...

Από την αρχή της ύπαρξής του ο άνθρωπος, πάντα άφηνε ίχνη της παρουσίας του σε τούτη τη Γη. Ίχνη που επιδείκνυαν και επιδεικνύουν την απόλυτη κυριαρχία του στον πλανήτη. Ίχνη άλλοτε καταστροφικά και άλλοτε μεγαλειώδη.

Και αυτό ακριβώς αποτελούν τα μνημεία του κόσμου. Εκπληκτικά σημάδια της παρουσίας του ανθρώπου στον χώρο και το χρόνο. Μνημεία απaráμιλλης ομορφιάς, κιβωτοί πολιτισμού και τέχνης.

Διάσπαρτα σε όλα τα μήκη και τα πλάτη του πλανήτη, από τον Παρθενώνα της αρχαίας Αθήνας και τις πυραμίδες της Αιγύπτου, μέχρι τις χαμένες πόλεις των Ίνκας και των Μάγια, το Stonehenge της Αγγλίας και την αραβική Alhabra της Γρανάδας. Όλα τους έχουν πολλά να πουν, αποτελώντας πόλο έλξης για επιστήμονες κάθε είδους.

Αμέτρητες επιστημονικές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί με σκοπό να ανακαλυφθούν και να ερμηνευτούν οι ιδιαιτερότητες του κάθε μνημείου. Άλλες επικεντρώνονταν στην σύνδεση των μνημείων με τις λατρείες της κάθε εποχής και την προσπάθεια κατανόησης του πολιτισμού, τις παραδόσεις και τις πολιτισμικές συνήθειες των κατασκευαστών.

Οι περισσότερες όμως έχουν να κάνουν με την κατασκευή του κάθε μνημείου, την ερμηνεία της κτίσης του, τη γεωμετρία, την αρχιτεκτονική, την τοπογραφία και τον προσανατολισμό του. Το ενδιαφέρον της διερεύνησης του προσανατολισμού ειδικά, καταγράφεται αιώνες πριν, με έρευνες που αφορούσαν κυρίως τις επιστήμες της αρχαιοαστρονομίας και της αστρονομίας. Ο προσανατολισμός κάθε μνημείου αποτελούσε πάντα αντικείμενο έντονης μελέτης και έρευνας, ακόμα και διαφωνιών.

Σήμερα, η ραγδαία εξέλιξη των γεωδαιτικών οργάνων δίνει την δυνατότητα να παραχθεί η πλήρης και ορθή γεωμετρική απεικόνιση κάθε μνημείου και να προσδιοριστεί με ακρίβεια το αστρονομικό αξιμούθιο συγκεκριμένης διεύθυνσης. Έτσι ισχυροποιούνται, τόσο η ορθότητα και ακρίβεια της απόδοσης των γεωμετρικών στοιχείων του μνημείου, όσο και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη διερεύνηση του προσανατολισμού.

Με τη βοήθεια λοιπόν της επιστήμης της σύγχρονης γεωδαισίας, αλλά και των άλλων επιστημών γενικότερα, οι σημερινοί ερευνητές έχουν αρχίσει να παίρνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στα ερωτήματα που θέτουν με τις έρευνές τους. Ανακαλύπτουν τη σοφία των αρχαίων πολιτισμών και το μεγαλείο των μνημείων τους. Λαμβάνουν πιο ξεκάθαρα πια τα μηνύματα και την κληρονομιά που οι πρόγονοί μας προσπάθησαν να μας μεταδώσουν μέσω των κατασκευών τους.

επανακτώντας έτσι ένα μεγάλο μέρος της γνώσης που ήταν για πολύ καιρό χαμένη...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελίδα
Ταυτότητα του μνημείου: Ο ναός του Ποσειδώνα.....	I
Ταυτότητα του μνημείου: Ο ναός της Αθηνάς.....	II
Ταυτότητα του μνημείου: Το ηρώο του Φρόντι.....	III
Ευχαριστίες.....	IV
Πρόλογος.....	V
Περιεχόμενα.....	VII
Σχήματα.....	IX
Πίνακες.....	X
Φωτογραφίες.....	X
Χάρτης.....	XI
Περίληψη.....	XII

Εισαγωγή.....	1
----------------------	----------

Κεφάλαιο 1 : Ιστορικά Στοιχεία

1.1 Γενικά.....	2
1.2 Ο Δήμος του Σουνίου.....	4
1.3 Ιστορική Αναδρομή.....	8
1.4 Τα ιερά.....	11
1.4.1. Το ιερό του Ποσειδώνα.....	11
1.4.2. Το ιερό της Αθηνάς και το ηρώο του Φρόντι.....	15

Κεφάλαιο 2 : Προσδιορισμός Αστρονομικού Αζιμουθίου

2.1. Γενικά.....	18
2.2. Προσδιορισμός αστρονομικού αζιμουθίου με την μέθοδο της Ωριαίας γωνίας.....	18
2.3. Προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της διεύθυνσης T-Σ1.....	23

Κεφάλαιο 3 : Αποτύπωση των μνημείων – Γεωδαιτικές εργασίες

3.1. Αναγνώριση της περιοχής.....	28
3.2. Ένταξη των μνημείων.....	28
3.3. Πολυγωνομετρία.....	29
3.4. Αποτύπωση των μνημείων.....	33

Κεφάλαιο 4 : Υπολογισμός των βασικών κατά μήκος αξόνων

4.1. Γενικά.....	37
4.2. Προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα.....	37
4.3. Προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς.....	41
4.3.1. Προσδιορισμός του 1 ^{ου} βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς	43
4.3.2. Προσδιορισμός του 2 ^{ου} βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς	44
4.3.3. Προσδιορισμός του 3 ^{ου} βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς	45
4.4. Προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι.....	46
 Κεφάλαιο 5 : Προσδιορισμός του αισθητού ορίζοντα	
5.1. Γενικά.....	48
5.2. Μετρήσεις για τον προσδιορισμό της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα.....	49
5.3. Σφάλματα στον προσδιορισμό της οριογραμμής του ορίζοντα....	55
 Κεφάλαιο 6 : Διερεύνηση του προσανατολισμού των ναών του Ποσειδώνα, της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι	
6.1. Γενικά.....	57
6.2. Προσδιορισμός της πορείας του ήλιου.....	57
6.2.1. Ανάλυση εργασιών για τον προσδιορισμό της θέσης του Ήλιου.....	58
6.3. Αβεβαιότητα χρονολόγησης των ναών.....	72
6.4. Διερεύνηση αστέρων.....	73
6.4.1. Πλειάδες.....	73
6.4.2. Άλλοι αστέρες.....	75
 Κεφάλαιο 7 : Συμπεράσματα.....	78
 Βιβλιογραφία.....	81
 ABSTRACT.....	83
 Παράρτημα.....	84

Σχήμα 2.1: Αστρονομικό Αζιμούθιο.....	19
Σχήμα 2.2: Σχέση αστρικών χρόνων.....	20
Σχήμα 2.3: Τρίγωνο θέσης ενός αστέρα S.....	21
Σχήμα 2.4: Αναγνώριση πολικού αστέρα.....	22
Σχήμα 3.1: Σχηματική παράσταση της μεθόδου των τριών τριπόδων....	30
Σχήμα 3.2: Η μορφή του πολυγωνομετρικού δικτύου	31
Σχήμα 3.3: Διάγραμμα κάτοψης του ναού του Ποσειδώνα.....	35
Σχήμα 3.4: Διάγραμμα κάτοψης του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι	36
Σχήμα 4.1: Χαρακτηριστικά σημεία του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα.....	38
Σχήμα 4.2: Χαρακτηριστικά σημεία των βασικών κατά μήκος αξόνων του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.....	42
Σχήμα 5.1: Διάγραμμα της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα.....	50
Σχήμα 5.2: Διάγραμμα της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.....	53
Σχήμα 6.1: Πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες κατά το έτος 450 π.Χ. σε σχέση με τον ναό του Ποσειδώνα.....	63
Σχήμα 6.2: Πορείες του ήλιου στις 25/2 διαφόρων ετών σε σχέση με τον βασικό κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	64
Σχήμα 6.3: Πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες του 450 π.Χ σε σχέση με τους 3 άξονες του ναού (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	66
Σχήμα 6.4: Πορείες του ήλιου στις 12/3 διαφόρων ετών σε σχέση με τον 1 ^ο κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	67
Σχήμα 6.5: Πορείες του ήλιου στις 10/3 διαφόρων ετών σε σχέση με τον 2 ^ο κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	68
Σχήμα 6.6: Πορείες του ήλιου στις 16/3 διαφόρων ετών σε σχέση με τον 3 ^ο κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	69
Σχήμα 6.7: Πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες του 450 π.Χ σε σχέση με τον άξονα του ηρώου του Φρόντι. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	70
Σχήμα 6.8: Πορείες του ήλιου στις 24/10 διαφόρων ετών σε σχέση με τον κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).....	71

Πίνακες

Πίνακας 2.1: Υπολογισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της διεύθυνσης T-Σ1.....	25-26
Πίνακας 3.1: Συντεταγμένες κορυφών στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87).....	28
Πίνακας 3.2: Συντεταγμένες κορυφών στο WGS 84.....	28
Πίνακας 3.3: Καρτεσιανές συντεταγμένες στο τοπικό σύστημα αναφοράς και ορθομετρικά υψόμετρα των κορυφών του πολυγωνομετρικού δικτύου	32
Πίνακας 3.4: Σφάλματα πολυγωνομετρικού δικτύου.....	32
Πίνακας 4.1: Συντεταγμένες σημείων του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα.....	39
Πίνακας 4.2: Συντεταγμένες σημείων του 1 ^ο άξονα του ναού της Αθηνάς.....	43
Πίνακας 4.3: Συντεταγμένες σημείων του 2 ^ο άξονα του ναού της Αθηνάς.....	44
Πίνακας 4.4: Συντεταγμένες σημείων του 3 ^ο άξονα του ναού της Αθηνάς.....	45
Πίνακας 4.5: Συντεταγμένες σημείων του βασικού κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι.....	46
Πίνακας 6.1: Στοιχεία πορείας ήλιου (A_z , u), για τον τόπο με $\varphi = 37^\circ 39' 11''$ και $\lambda = 24^\circ 1' 54''$ για την 25/2/466 π.Χ..	60
Πίνακας 6.2: Μορφή εξαγόμενου αρχείου.....	61
Πίνακας 6.3: Χρονολόγηση των ναών.....	72
Πίνακας 6.4: Θέσεις του Άλφα του Ταύρου σε διαφορετικές μέρες και ώρα κατά το έτος 433 π.Χ.....	75
Πίνακας 6.5: Αζιμουθία και γωνίες ύψους των αξόνων των ναών σε μοίρες.....	76
Πίνακας 6.6: Θέσεις αστερών σε διάφορες ημερομηνίες σε σχέση με τους άξονες των ναών.....	77

Φωτογραφίες

σελ.

Φωτ. 1.1: Άποψη της ανατολικής πλευράς του ναού του Ποσειδώνα.....	2
Φωτ. 1.2: Άποψη του ναού του Ποσειδώνα.....	11
Φωτ. 1.3: Νοτιοανατολική όψη του ναού του Ποσειδώνα.....	12
Φωτ. 1.4: Άποψη του ναού του Ποσειδώνα.....	13
Φωτ. 1.5: Βορειοδυτική όψη του ναού.....	14
Φωτ. 1.6: Ερείπια του ναού της Αθηνάς.....	15
Φωτ. 1.7: Ερείπια του ηρώου του Φρόντι.....	17
Φωτ. 2.1: Ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός της Leica TCR 303, στο τριγωνομετρικό σημείο T.....	24

Φωτ. 5.1: Φωτογραφική τεκμηρίωση της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα.....	51
Φωτ. 5.2: Φωτογραφική τεκμηρίωση της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι....	54
Φωτ. 6.1: Οθόνη προγράμματος για εισαγωγή στοιχείων του τόπου.....	59
Φωτ. 6.2: Οθόνη προγράμματος για εισαγωγή στοιχείων της ημερομηνίας και της ώρας.....	59
Φωτ. 6.3: Οθόνη προγράμματος με τα στοιχεία της θέσης του άλφα του Ταύρου (Πλειάδες), για συγκεκριμένη ώρα και ημερομηνία.....	74

Χάρτες

Χάρτης 1.1: Το ακρωτήριο του Σουνίου και η ευρύτερη περιοχή.....	7
------------------------------------------------------------------	---

Περίληψη

Στην εργασία αυτή γίνεται εφαρμογή των γεωδαιτικών και αστρονομικών μεθόδων στη διερεύνηση του προσανατολισμού και της γεωμετρίας των ναών του Ποσειδώνα, της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι, στο ακρωτήριο του Σουνίου.

Η εργασία αυτή αποτελείται από επτά κεφάλαια τα οποία έχουν ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται ιστορικά στοιχεία για τον αρχαίο Δήμο του Σουνίου και ιστορικά και κατασκευαστικά στοιχεία για τους ναούς του Ποσειδώνα και της Αθηνάς, καθώς και για το ηρώο του Φρόντι.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι αστρονομικές παρατηρήσεις και αναλυτικά η διαδικασία προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου μιας διεύθυνσης του πολυγωνομετρικού δικτύου καθώς και της αβεβαιότητά της.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι γεωδαιτικές μετρήσεις, η ίδρυση του πολυγωνομετρικού δικτύου, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση του πολυγωνομετρικού δικτύου και οι μέθοδοι μέτρησης των γεωμετρικών στοιχείων των μνημείων. Επίσης, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων και των ακριβειών των μετρήσεων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση της γεωμετρικής διερεύνησης για τον προσδιορισμό των βασικών κατά μήκος αξόνων των μνημείων, των υπολογισμών και των αβεβαιοτήτων τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της διαδικασίας προσδιορισμού του αισθητού ορίζοντα που βρίσκεται μπροστά από κάθε μνημείο, καθώς και των υπολογισμών με τις αβεβαιότητες.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση της διαδικασίας ερμηνείας των προσανατολισμών των μνημείων, ακολουθεί η χρονολόγησή τους και οι τελικές αβεβαιότητες που επιτεύχθηκαν.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε αυτή η εργασία.

Εισαγωγή

Η κατασκευή και ο χώρος τοποθέτησης των ανθρώπινων μνημείων είναι καταγεγραμμένο ότι συνδέεται άμεσα με τη χρήση τους και την λειτουργικότητά τους. Η θέση και ο προσανατολισμός τους είναι συνδεδεμένα με τις τελετές λατρείας που εξυπηρετούν αλλά και την θεότητα στην οποία είναι αφιερωμένα. Κατά το πέρασμα των αιώνων έγιναν συστηματικές προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο και έχουν καταγραφεί σημαντικά αποτελέσματα του τρόπου προσανατολισμού μνημείων. Σπουδαίο παράδειγμα αποτελεί η μεγάλη Πυραμίδα του Χέοπα η οποία είναι προσανατολισμένη στην ιερή πόλη Κεμ (Λιθόπολη), που προστατεύονταν από τον θεό Χόρους [Πλατανιά Ε.,2001].

Στην χώρα μας έχει αποδειχθεί ότι ο προσανατολισμός των μνημείων δεν είναι τυχαίος αλλά έχει άμεση σχέση με τη λατρεία και τη χρήση τους.

Σήμερα είναι πλέον εφικτός ο προσδιορισμός των στοιχείων του προσανατολισμού οποιουδήποτε μνημείου, με την βοήθεια των γεωδαιτικών και αστρονομικών μεθόδων, και μάλιστα με ικανοποιητική ακρίβεια. Με γεωδαιτικές μεθόδους μπορεί να προσδιοριστεί η ορθή γεωμετρική απόδοση της μορφής του μνημείου και η οριογραμμή του αισθητού ορίζοντα, ενώ με αστρογεωδαιτικές μεθόδους το αστρονομικό αζιμούθιο των γραμμών που προαναφέρθηκαν.

Η εργασία αυτή ασχολείται με τον προσδιορισμό του προσανατολισμού του αρχαίου ναού του Ποσειδώνα, του ναού της Αθηνάς και του μικρού ηρώου του Φρόντι που βρίσκονται στο ακρωτήριο του Σουνίου στην Αττική. Ο ναός του Ποσειδώνα στο Σούνιο είναι ένας από τους καλύτερα διατηρημένους και πιο σημαντικούς ναούς στον ελλαδικό χώρο, και ο προσανατολισμός μαζί με την τοποθεσία κατασκευής του αποτελούν θέματα μεγάλης σημασίας για τους ειδικούς και όχι μόνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Γενικά

"Καβοκολόνες" συνηθίζουν ν' αποκαλούν οι ναυτικοί τους επιβλητικούς κίονες του ναού του Ποσειδώνα, κάθε φορά που αντικρίζουν από μακριά το αγέρωχο, μαγευτικό ακρωτήριο, έτσι όπως απότομα και κατακόρυφα σχεδόν βυθίζεται στη θάλασσα. Τι υπέροχη θέα θα πρέπει να είχαν οι αρχαίοι Έλληνες ναυτικοί, όταν τα μάτια τους αντίκριζαν τον μεγαλοπρεπή ναό του Ποσειδώνα στην άκρη του ακρωτηρίου του Σουνίου! Δεν πρέπει να υπήρχε καλύτερη ανταμοιβή για τους θαλασσοπόρους, που μετά από τις μάχες τους με τα κύματα του αιγαίου αρχιπελάγους, αγνάντευαν την όψη αυτή, των τακτικών μαρμάρινων κίωνων να υψώνονται πάνω στους τραχείς βράχους του ακρωτηρίου του Σουνίου.



Φωτογραφία 1.1: Άποψη της ανατολικής πλευράς του ναού του Ποσειδώνα

Ένα σημάδι ότι προσέγγιζαν ένα ασφαλές λιμάνι οι ναυτικοί που έπλεαν προς την Αθήνα, και ένα αντίο, σημάδι αποχωρισμού, για αυτούς που αναχωρούσαν, ο ναός του Ποσειδώνα έχει αντιπροσωπεύσει σιωπηλά χιλιάδες έτη την υπενθύμιση και το χρέος του σεβασμού στον δυνατό Ποσειδώνα και στον ιδιότροπο ωκεανό του.

Οι αναλογίες του ναού είναι ταπεινές και γαλήνιες, κι όμως η δομή του είναι ανυψωμένη μ' έναν τρόπο επιδεικτικό μέσω της ογκώδους θεμελίωσής του στον βράχο, που την αυξάνει και έτσι μπορεί εύκολα να επισημανθεί από μακριά από τους ναυτικούς. Ενώ οι περισσότερες από τις διακοσμήσεις του ναού έχουν αφαιρεθεί, οι δωρικές στήλες επιβάλλουν μία δήλωση δύναμης, διάρκειας και ηρεμίας σε ολόκληρο το τοπίο. Η αισθητική του ναού εκπέμπει ένα μήνυμα, το πιο κατάλληλο και ευπρόσδεκτο, σε όλους εκείνους που τα σκάφη τους βρίσκονταν στη θάλασσα, στο έλεος των επιθυμιών του Ποσειδώνα.

Το ακρωτήριο του Σουνίου έχει αναγνωριστεί από τους προϊστορικούς χρόνους ως ειδική θέση λατρείας, και ήταν ένα σημαντικό άδυτο κατά την διάρκεια των ελληνικών αρχαϊκών, κλασσικών και ελληνιστικών περιόδων.

Υπάρχουν δύο άδυτα παρόντα στο ακρωτήριο: το άδυτο του Ποσειδώνα και το άδυτο της Αθηνάς, δύο θεοί στους οποίους είχαν ιδιαίτερη εκτίμηση οι αρχαίοι Αθηναίοι.

Πραγματικά, δε θα μπορούσε να τιμηθεί πουθενά ιδανικότερα ο φοβερός θεός που διαφέντευε τις θάλασσες από τούτο τον ιερό βράχο, αγκαλιασμένο από το υγρό στοιχείο. Ο μύθος είναι ιδιαίτερα κατατοπιστικός για την επιλογή του χώρου:

Όταν ο Ποσειδώνας συγκρούστηκε με την Αθηνά για την κυριαρχία της Αττικής, ο Δίας ανέλαβε να λύσει τη διαμάχη. Η Αθηνά χρίστηκε προστάτιδα της πόλης, στην οποία έδωσε το όνομά της, προσφέροντάς της το πολυτιμότερο δώρο, την πρώτη ελιά, και λατρεύτηκε με περισσή μεγαλοπρέπεια στον Παρθενώνα, το αριστούργημα της κλασσικής τέχνης.

Οι Αθηναίοι, όμως δεν ήταν δυνατόν να παραμελήσουν τον Ποσειδώνα, γι' αυτό κι επέλεξαν να τον τιμούν σ' ένα χώρο που δεσπόζει από μόνος του στην περιοχή, στο νοτιότερο άκρο της Αττικής, και να του αφιερώσουν έναν λαμπρό ναό, αντάξιο της φήμης του και, οπωσδήποτε, ανάλογο των δικών τους λατρευτικών αντιλήψεων. Φοβούμενοι, ωστόσο, την οργή της Αθηνάς, έχτισαν και γι' αυτήν ένα μικρότερο ναό εδώ, 500 μέτρα από το ναό του Ποσειδώνα, που δυστυχώς όμως σήμερα σώζονται ελάχιστα ίχνη του.

Ο αρχαιολογικός χώρος όπως είναι σήμερα είναι το αποτέλεσμα των ανακαινίσεων που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του 5^{ου} αιώνα π.Χ., και αντικατέστησαν μια διαδοχή κτηρίων που χρονολογούνται από την αρχαϊκή περίοδο.

Η θέση του ακρωτηρίου του Σουνίου στην άκρη της Αττικής, του έδωσε στρατηγική και στρατιωτική σπουδαιότητα, και έτσι ενισχύθηκε με ένα δυνατό τείχος και φρουρήθηκε συνεχώς από μια φρουρά που εξασφάλιζε ότι οι πάροδοι προς την Αθήνα παρέμεναν ανοικτές. Πριν χτιστεί αυτός ο ναός για να τιμήσει το θεό της θάλασσας και των σεισμών, η περσική αυτοκρατορία είχε εισβάλει στην Ελλάδα δύο φορές σε δέκα χρόνια.

Ο ναός του Ποσειδώνα επομένως, ανήκει σε μία σειρά ναών που βρίσκονται περιμετρικά της Αθήνας, στις διαβάσεις από τις οποίες ένας εισβάλλον στρατός θα έπρεπε να περάσει. Είναι επίσης πιθανότατα η θέση που ο Αιγέας βυθίστηκε στον θάνατο βλέποντας τα μαύρα πανιά του σκάφους του Θησέα να πλησιάζει, ονομάζοντας έτσι την αιγαία θάλασσα μετά τον μύθο του.

Όταν λοιπόν κάποιος στέκεται πάνω σ' αυτό το ακρωτήριο, έχοντας δίπλα του μια σειρά κολώνων που τοποθετήθηκαν εκεί πολύ πιο πριν, με χαραγμένα πάνω τους ονόματα πολλών, μεταξύ των οποίων και αυτό του Λόρδου Βύρωνα, και αγναντεύει τον ορίζοντα, ο οποίος κατά $\frac{3}{4}$ καλύπτεται από θάλασσα, αισθάνεται σαν ολόκληρος ο βράχος να είναι μια πλατφόρμα που επιπλέει.

Ένα ογκώδες σύνολο που αποσυνδέθηκε από το έδαφος και την ιστορία, και επίπλευσε μαλακά κατά μήκος των κυμάτων προς την απεραντοσύνη της αιγαίας θάλασσας και τα βάθη της ιστορίας. [<http://greeklandscape.com/greece/sounio.html>],[http://faculty.goucher.edu/eng211/temple_of_poseidon_at_cape_sunio.html]

1.2 Ο Δήμος του Σουνίου

Ο αρχαίος δήμος του Σουνίου κατελάμβανε το νοτιότερο άκρο της νοτιοανατολικής Αττικής. Σύμφωνα με την Κλεισθένεια οργάνωση ανήκε στην Λεόντιδο φυλή και από το 200 π.Χ. στην Ατταλίδα φυλή.

Η θέση του αρχαίου δήμου δεν αμφισβητήθηκε ποτέ εξ αιτίας της παρουσίας των φημισμένων ιερών του Ποσειδώνα και της Αθηνάς στη Σουνιάδα άκρα. Πλήθος μαρτυριών στα κείμενα των αρχαίων

συγγραφέων επισημαίνουν την σπουδαιότητα του χώρου και την αρχαιότητα του ιερού χαρακτήρα του.

Οι φιλολογικές μαρτυρίες δεν αφήνουν αμφιβολίες ως προς την θέση και την έκταση του δήμου, ο οποίος, σύμφωνα με τον Ηρόδοτο, εκτείνεται από την Ανάφλυστο μέχρι τον Θορικό, ενώ ο Στράβων στην αναφορά του στους παραλιακούς δήμους τοποθετεί το Σούνιο αμέσως βορειοανατολικά του ακρωτηρίου και πριν από τον Θορικό.

Ο Θουκυδίδης σημειώνει, ότι οι εκπρόσωποι της τάξης των Παράλων, της συντηρητικής μεσαίας τάξης της εποχής του Σόλωνος, κατοικούσαν στη νοτιοανατολική Αττική που κατέληγε στο Σούνιο. Ο ίδιος αναφέρει την τείχιση του φρουρίου για την ασφάλεια των σιτοφόρων πλοίων κατά την διάρκεια του Πελοποννησιακού Πολέμου.

Μια προγενέστερη οχύρωση συνάγεται από την μαρτυρία του Ηροδότου για την εγκατάσταση των δημοκρατικών Αιγινήτων στο Σούνιο, το οποίο χρησιμοποιούσαν ως ορμητήριο εναντίων των αντιπάλων συμπατριωτών τους στην Αίγινα. Ο Ηρόδοτος επίσης διηγείται την τοποθέτηση ενός φοινικικού πλοίου στο Σούνιο, καθώς και για την τελούμενη εκεί εορτή, την *πεντετηρίδα επί Σουνίω*, στην οποία συμμετείχαν ως θεωροί επιφανείς Αθηναίοι.

Το ίδιο το όνομα, που υπήρχε πριν από την μεταρρύθμιση του Κλεισθένη, είναι πολύ σπάνιο και προέρχεται πιθανότατα από παλαιότερους τύπους του ρήματος σάω (σάω, σώω, σωννύω) με την έννοια του διατηρώ, φυλάσσω, διασφαλίζω, μια ιδιότητα που αποδίδεται σε μια θέση σημαντική για την ασφάλεια των θαλάσσιων μετακινήσεων, αλλά και για την προστασία της ενδοχώρας της μεταλλοφόρας Λαυρεωτικής και εκφράστηκε με την εγκαθίδρυση λατρείας στο χώρο αυτό από την αλώτερη αρχαιότητα.

Τέλος, σε ό,τι αφορά στην πολιτική και διοικητική διάρθρωση του δήμου, υπαγόταν και αυτός, όπως οι αττικοί δήμοι, σε ένα κοινό βασικό πλαίσιο που καθορίστηκε από τις μεταρρυθμίσεις του Κλεισθένη. Ο δήμος του Σουνίου, μαζί με τον Ραμνούντα και την Ελευσίνα, συγκαταλέγεται στους δήμους-φρούρια, αν και διαφοροποιείται από αυτούς επειδή το κέντρο του δεν βρισκόταν μέσα στο φρούριο. Η ύπαρξη στρατευμάτων είχε επίδραση στη ζωή και την λειτουργία του δήμου και κατά διαστήματα ανάμεσα στα δύο μέρη υπήρχε μια μορφή συμβίωσης. Η κύρια πάντως ιδιαιτερότητα του Σουνίου συνδέεται με τα μεταλλεία και τον βαθμό ελέγχου που είχε πάνω στην μεγάλη αυτή πλουτοπαραγωγική πηγή, η οποία υπήρξε βασικό στήριγμα της Αθηναϊκής Δημοκρατίας. [Μ. Σαλλιώρα - Οικονομάκου, 2004]

Ο δήμος του Σουνίου κατελάμβανε την Σουνιάδα Άκρα και μεγάλο τμήμα του Λαυρεωτικού ορεινού όγκου. Επικοινωνούσε με την υπόλοιπη Λαυρεωτική, τα Μεσόγεια και το Άστυ με πυκνό δίκτυο δρόμων, οι οποίοι εξυπηρετούσαν την διακίνηση ανθρώπων και προϊόντων, κυρίως των μεταλλείων και είχε δυνατότητες θαλάσσιας επικοινωνίας, όπως προκύπτει από τις λιμενικές εγκαταστάσεις στην περιοχή του. Οι φυσικοί ασφαλείς όρμοι στην Πουνταζέζα , το Λιμάνι Πασά και το Σούνιο αποτελούσαν καταφύγιο για τα πλοία και διευκόλυναν την ναυσιπλοΐα.

Όπως είναι γνωστό το τοπίο της Αττικής δεν έχει υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις από τους κλασσικούς χρόνους. Η σημερινή μορφή της Αττικής σχηματίστηκε πριν από 9000 χρόνια (Ολόκαινο) και παρέμεινε έκτοτε σταθερή με μικρή αυξομείωση της στάθμης της θάλασσας κατά 2-3 μέτρα, ώστε οι γεωμορφολογικές παρατηρήσεις που γίνονται σήμερα ισχύουν σε μεγάλο ποσοστό και για την αρχαιότητα. Ωστόσο, βυθισμένες απολιθωμένες ακτογραμμές στο Σούνιο και τα Λεγρενά δείχνουν μια άνοδο της στάθμης της θάλασσας τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να καλυφθούν παραλιακές εγκαταστάσεις όλων των περιόδων.

Τα φυσικά όρια του δήμου είναι και τα φυσικά σύνορα μιας μεγάλης περιοχής (Χάρτης 1.1) που εκτείνεται περίπου ανάμεσα στην χαράδρα, η οποία κατεβαίνει από την Καμάριζα στον Κυπριανό Λαυρείου στα βόρεια και την κοιλάδα των Λεγρενών στα δυτικά, περιλαμβάνοντας την Καμάριζα και το Λαύρειο. Το δυτικό όριο καθορίζεται σε συνδυασμό με την τοποθέτηση στον δυτικό κλάδο του ορεινού όγκου της Λαυρεωτικής των δήμων της Αναφλύστου και της Ατήνης. Τα όρια αυτά, τα οποία διαμορφώνονται με βάση τον φυσικό χώρο, το πλούσιο σε μολυβδούχο άργυρο υπέδαφος, τις σωζόμενες αρχαιότητες και τις φιλολογικές και επιγραφικές μαρτυρίες, γίνονται δεκτά με μικρές αποκλίσεις από τους μελετητές που έχουν ασχοληθεί με την Λαυρεωτική και τους δήμους της.



Χάρτης 1.1: Το ακρωτήριο του Σουνίου και η ευρύτερη περιοχή.

Στην περιφέρεια του δήμου του Σουνίου έχουν ως τώρα εντοπιστεί οκτώ μεγάλες οικιστικές ενότητες : το Σούνιο, το Λιμάνι Πασά, ο Πορθμός (Πουνταζέζα) – Πάνορμος (Γαΐδουρόμαντρα), το Λαύρειο - Εργαστήρια, η Καμάριζα, η Πουσιπέλια Καμάριζας – Μεγάλα Πεύκα, η Αγριλέζα και η κοιλάδα Μπότσαρη – Νόρια – Μαγγανοπήγαδο.[Μ. Σαλλιώρα - Οικονομάκου, 2004]

1.3 Ιστορική αναδρομή

Στην αρχαιότητα το Σούνιο ήταν η πρωτεύουσα της Λαυρεωτικής. Επιγραφές που βρέθηκαν στις ανασκαφές μαρτυρούν, ότι η ακρόπολή του ήταν αφιερωμένη στον Ποσειδώνα. Οι Σουνιείς ήταν εγκατεστημένοι στα υψώματα πάνω από το λιμάνι. Στην κορυφή του ακρωτηρίου υπήρχε ένας συνοικισμός, χαμηλότερα από το ιερό του Ποσειδώνα, αλλά μέσα στον οχυρωμένο χώρο. Ο δεύτερος μεγάλος συνοικισμός βρισκόταν κοντά στο λιμάνι. Ένας αρκετά πλατύς δρόμος, μήκους 90 μ. και πλάτους 4 μ., ανοιγόταν στη βορειοδυτική πλευρά του ιερού. Κατά μήκος του αρχαίου αυτού δρόμου βρέθηκαν πολλά οικοδομικά λείψανα, όπως άλλωστε και σε ολόκληρη την περιοχή που καταλάμβανε ο συνοικισμός των Σουνιέων εντός του φρουρίου.

Αρχικά, ο αρχαίος δήμος του Σουνίου ανήκε στη Λεοντίδα φυλή, αργότερα όμως από το 200 π.Χ. πέρασε στην Ατταλίδα φυλή. Τα παλαιότερα ευρήματα που υποδηλώνουν οικιστική εγκατάσταση στο χώρο είναι μερικοί τάφοι της προϊστορικής εποχής που ανάγονται στην 3η χιλιετία π.Χ. Ωστόσο, η πρώτη ιστορική αναφορά για το Σούνιο προέρχεται από την Οδύσσεια του Ομήρου. Στο "ιερόν Σούνιον ", όπως αναφέρει ο Όμηρος, πέθανε και θάφτηκε ο Φρόντις, ο κυβερνήτης του πλοίου του Μενελάου κατά το ταξίδι της επιστροφής των Αχαιών από την Τροία. Όπως προκύπτει τόσο από τα ανασκαφικά δεδομένα όσο και από τα ιστορικά και μυθολογικά στοιχεία ο χώρος ήταν σπουδαίο κέντρο υπαίθριας λατρείας τουλάχιστον κατά τον 8ο αιώνα π.Χ., πριν δηλαδή από την οικοδόμηση των δύο μεγάλων ναών, του Ποσειδώνα και της Αθηνάς Σουνιάδας. Έχει υποστηριχθεί, πως ένα αρχαιότερο ηρώο που βρέθηκε στη βόρεια πλευρά του ιερού της Αθηνάς, ήταν αφιερωμένο στη λατρεία του ήρωα Φρόντι.

Κατά τη διάρκεια του 6ου αιώνα π.Χ. , κυρίως τα χρόνια της τυραννίας του Πεισιστράτου, η Αθήνα αρχίζει να αποκτά ολοένα αυξανόμενη δύναμη και στην ευρύτερη περιοχή, εγκαινιάζοντας πολλά οικοδομικά έργα. Τα μεταλλεία αργύρου του γειτονικού Λαυρίου αποτέλεσαν μία από τις κυριότερες πηγές πλούτου της Αττικής. Στις αρχές του 5ου αιώνα

π.Χ. φαίνεται πως άρχισε να κτίζεται ο πρώτος πόρινος ναός του Ποσειδώνα, ο οποίος όμως δεν ολοκληρώθηκε ποτέ.

Η ναυμαχία της Σαλαμίνας το 480 π.Χ. αποδείχθηκε καθοριστική για την πλήρη απομάκρυνση των Περσών από τον ελληνικό χώρο. Οι Πέρσες έφυγαν ηττημένοι, αφήνοντας όμως πίσω τους πολλά ιερά κατεστραμμένα και μαζί τα δύο ιερά του Ποσειδώνα και της Αθηνάς στο Σούνιο. Μέχρι την εποχή της περσικής επιδρομής, στον πρώτο ναό του Ποσειδώνα είχαν ολοκληρωθεί ο σηκός και η κιονοστοιχία του περού. Ο ναός καταστράφηκε από τους Πέρσες προτού προλάβει να στεγαστεί. Σ' αυτό το σημείο κατασκευάστηκε πρόχειρα ένας μικρός σηκός από λογάδες λίθους και σφονδύλους κίωνων από το κατεστραμμένο κτίριο για να αντιμετωπιστούν οι πρώτες ανάγκες της λατρείας, πιθανότατα αμέσως μετά τον πόλεμο. Η πρωτοβουλία αυτή απηχούσε τη γενικότερη αρχή που υπήρχε εκείνη την εποχή και υπαγόρευε να παραμένουν από σεβασμό ανέπαφα τα ερείπια.

Ο δεύτερος ναός του Ποσειδώνα ανάγεται στα χρόνια 444-440 π.Χ. και πολλοί υποστηρίζουν πως αποτελούσε τμήμα του λαμπρού οικοδομικού προγράμματος του Περικλή. Κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού Πολέμου (το χειμώνα του 413-412 π.Χ.) Οι Αθηναίοι οχύρωσαν το ακρωτήριο του Σουνίου για να προστατεύσουν την ασφαλή διέλευση των σιταγωγών πλοίων τους. Εξάλλου, η εξαιρετικής σημασίας στρατηγική θέση του Σουνίου αποδεικνύει την υπόθεση ότι θα πρέπει να υπήρχε και παλαιότερη οχύρωση.

Κατά τη διάρκεια του Χρεμωνιδείου Πολέμου (267-261 π.Χ.) το Σούνιο καταλήφθηκε από τον Αντίγονο Γονατά. Την περίοδο της κατοχής του έγιναν σημαντικές προσθήκες στο οχυρωματικό τείχος. Στο τέλος του 2ου αιώνα π.Χ. , 1000 περίπου σκλάβοι από τα ορυχεία του Λαυρίου κατέλαβαν το φρούριο παρακινούμενοι από τις επαναστάσεις των δούλων στη Σικελία. Τα ορυχεία του Λαυρίου έκλεισαν στο τέλος του 2ου αιώνα π.Χ. . Τον 1ο αιώνα π.Χ. στο ακρωτήριο του Σουνίου σημειώνεται απότομη παρακμή και υποχώρηση της λατρευτικής σημασίας των δύο ιερών. Την εποχή αυτή μάλιστα και συγκεκριμένα στα χρόνια του Αυγούστου (31 π.Χ. -14 μ.Χ.), ο ναός της Αθηνάς μεταφέρθηκε στην αθηναϊκή Αγορά και χρησιμοποιήθηκε ως οικοδομικό υλικό για την ανέγερση άλλου ναού.

Κατά το 2ο αιώνα μ.Χ. ο περιηγητής Πausanias επισκέφτηκε διάφορες περιοχές καταγράφοντας σημαντικά στοιχεία για τα μνημεία τους. Οι πληροφορίες που μας έδωσε για το Σούνιο απέβησαν καθοριστικές.

Ο Πausανίας, ο οποίος δεν αποβιβάστηκε στο Σούνιο αλλά είδε το ακρωτήριο από το πέλαγος, ερχόμενος πιθανότατα από τη Μικρά Ασία, απέδωσε το ναό στην κορυφή του με βεβαιότητα στην Αθηνά Σουνιάδα. Το πιθανότερο είναι ότι γνώριζε από πριν για την ύπαρξη του ναού της Αθηνάς σ' αυτό το χώρο δεν είχε όμως πληροφορηθεί τη μεταφορά του στην Αγορά ενάμιση αιώνα πριν. Η ανακρίβεια αυτή στάθηκε μοιραία για την ταυτότητα του μνημείου, κι έτσι μέχρι το 1900 περίπου ο ναός του Ποσειδώνα θεωρούνταν ναός της Αθηνάς.

Κατά τους επόμενους αιώνες οι πληροφορίες για το Σούνιο είναι μηδαμινές. Το 14ο αιώνα, πάντως, ήταν ορμητήριο πειρατών. Από το 15ο μέχρι το 18ο αιώνα, αρκετοί περιηγητές πέρασαν από το Σούνιο και αναφέρθηκαν στους σωζόμενους κίονες ενός κατά τα άλλα ερειπωμένου μνημείου.

Ο Richard Chandler, μάλιστα, άγγλος αρχαιολόγος και επικεφαλής της εταιρείας DiPetanti, κατά το ταξίδι του στην Ελλάδα το 1764-1766, αναφέρει ότι τους κίονες του ναού γκρέμισε και θρυμματίσε ο Τζαφέρ Μπέης, καπετάνιος τούρκικης γαλέτας, για να αφαιρέσει το μέταλλο που ένωνε τους σπονδύλους των κιόνων. Αυτή ήταν και η χαριστική βολή, μια και οι πιστοί προσκυνητές είχαν πάψει από αιώνες να εναποθέτουν τη λατρεία τους στο μεγάλο θεό.

Η πρώτη ανασκαφική έρευνα στην περιοχή έγινε από την εταιρεία Dilletanti, στα τέλη του 18ου αιώνα και από τον Blouet που ήταν επικεφαλής μιας γαλλικής αποστολής το 1825. Η πρώτη όμως επιστημονική ανασκαφή έγινε από το Γερμανό αρχαιολόγο W. Dörpfeld το 1884, ο οποίος με ακριβείς μετρήσεις έδωσε το σχέδιο του ναού όπου είναι εμφανή και τα θεμέλια του αρχικού πώρινου ναού του Ποσειδώνα.

Η Ελληνική Αρχαιολογική Εταιρεία διενήργησε ανασκαφές στο χώρο υπό τον αρχαιολόγο Β. Στάη με τη βοήθεια του τότε νεαρού αρχιτέκτονα Α. Ορλάνδου από το 1897 μέχρι το 1915. Στις ανασκαφές αυτές αποκαλύφθηκε και ο μικρότερος ναός της Αθηνάς. Ανάμεσα στις επιγραφές που βρέθηκαν στο χώρο του ιερού, μία επιγραφή στάθηκε καθοριστική για τη σωστή ταύτιση του ναού.

Σήμερα, ο αρχαιολογικός χώρος είναι περιφραγμένος και με μια σειρά από κατάλληλες διαμορφώσεις που έχουν γίνει στο πλαίσιο της ανάδειξής του και μπορεί να φιλοξενήσει εκατοντάδες επισκέπτες. Για να προσεγγίσει κάποιος το ιερό στην αρχαιότητα έπρεπε ν' ανεβεί από τα δυτικά προς τα ανατολικά διασχίζοντας το συνοικισμό. Σήμερα, υπάρχει μια είσοδος στα ανατολικά που οδηγεί κατευθείαν στο ιερό του

Ποσειδώνα. [<http://1tee-lavriou.att.sch.gr/env-arxaia.htm>]

1.4 Τα ιερά

1.4.1 Το ιερό του Ποσειδώνα



Φωτογραφία 1.2: Άποψη του ναού του Ποσειδώνα

Το ιερό του Ποσειδώνα είχε δικό του Περίβολο, που αποτελούσε είδος διπλής οχύρωσης, ένα τμήμα του οποίου στην ανατολική πλευρά συμπίπτει με τμήμα του περιβόλου του φρουρίου. Το ιερό ήταν προσιτό από ένα επιβλητικό πρόπυλο στη βόρεια πλευρά, ιδιαίτερα επιμελημένης κατασκευής, το οποίο έμοιαζε με μικρό ναό. Στις δυο προσόψεις του πρόπυλου υπήρχαν ανά δύο δωρικοί κίονες μεταξύ παραστάδων που στήριζαν δωρικό θριγκό.

Στο εσωτερικό του ιερού και δεξιά από το πρόπυλο υπήρχε ένα μικρό δωμάτιο, με πρόσοψη στο εσωτερικό του ιερού που μάλλον χρησίμευε ως φυλάκιο της μόνιμης φρουράς. Κατά μήκος της βόρειας πλευράς, στη συνέχεια, υπήρχε μια μεγάλη στοά ολόκληρη χτισμένη από πορόλιθο

που προοριζόταν για τους πιστούς του ιερού και τους προστάτευε όταν υπήρχαν δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Αργότερα, κατά μήκος της δυτικής πλευράς του ιερού χτίστηκε μια δεύτερη στοά για τους ίδιους λειτουργικούς λόγους. Σήμερα από αυτά τα οικοδομήματα σώζονται μόνο κατάλοιπα. Στο ψηλότερο σημείο του ιερού, όμως, στέκεται μέχρι σήμερα εν μέρει, αναστηλωμένος ο ναός του Ποσειδώνα. Στη θέα του ο επισκέπτης κατακλύζεται από την μαγική αυτή αίσθηση της συνέχειας, πέρα από οποιαδήποτε λογική, ταυτόσημη με το αέναο, με το αδιάκοπο.



Φωτογραφία 1.3: Νοτιοανατολική όψη του ναού του Ποσειδώνα

Σ' αυτή την ίδια θέση είχε αρχίσει να χτίζεται ένας παλαιότερος ναός που αποτελούνταν εξ ολοκλήρου από πώρο, πριν από το 480 π.Χ. , οπότε η περσική επιδρομή συντέλεσε στην καταστροφή του. Ο νεότερος ναός του Ποσειδώνα οικοδομήθηκε, σύμφωνα με τον Dinsmoor, μεταξύ του 444-440 π.Χ. Η κρηπίδα του νεότερου ναού επένδυσε την κρηπίδα του παλαιότερου. Οι διαστάσεις στο στυλοβάτη ήταν 31.12x13.47 μ. και οι κίονες της περιστασης ήταν 6x13 στις στενές και στις μακριές πλευρές αντίστοιχα.

Αυτό που εντυπωσιάζει στο σωζόμενο μνημείο, κουβαλώντας διαμέσου των αιώνων κάτι από την αστραφτερή ομορφιά του, είναι η απροσδόκητη λευκότητα των μαρμάρων του. Κι αυτό, γιατί στο κτίριο

χρησιμοποιήθηκε ντόπιο μάρμαρο από το λατομείο της Αγριλέζας. Πρόκειται για μάρμαρο λευκό, λεπτόκοκκο, όπου απουσιάζουν προσμείξεις κι έτσι παραμένει τελείως λευκό. Μοιάζει με το πεντελικό μάρμαρο, με το οποίο κατασκευάστηκαν όλα τα αριστουργήματα των Αθηνών, μόνο που το τελευταίο εξαιτίας των ελάχιστων προσμείξεων σιδήρου που περιέχει αποκτά στην ατμόσφαιρα μια μικρή ερυθρωπή απόχρωση.



Φωτογραφία 1.4: Άποψη του ναού του Ποσειδώνα

Ο ναός ήταν αμφιπρόστυλος με δύο κίονες μεταξύ παραστάδων τόσο στον πρόναο όσο και στον οπισθόδομο χωρίς όμως εσωτερικές κιονοστοιχίες στο σηκό. Οι κίονές του παρουσιάζουν εξαιρετικά λεπτές αναλογίες, οι οποίες αντισταθμίζονταν με μικρότερο αριθμό ραβδώσεων (16 αντί για 20) κι έτσι προσδίδουν στο κτίριο έναν έντονο νησιωτικό χαρακτήρα. Ο πρόναος και ο οπισθόδομος είχαν τις ίδιες διαστάσεις, ενώ ο σηκός έφερε διαστάσεις 10.35 x 6.50 κι επικοινωνούσε μόνο με τον πρόναο μέσω μιας θύρας. Ο οπισθόδομος αντίθετα δεν επικοινωνούσε με το σηκό αλλά χωριζόταν από αυτόν με έναν τοίχο. Στον οπισθόδομο θα φυλάσσονταν τα πολύτιμα αναθήματα, αλλά και ο "θησαυρός" του ναού, το "Ποσειδώνιο χρήμα", δηλ. αυτό που προσφερόταν στο θεό από τα μεταλλεία του Λαυρίου. Στο βάθος του σηκού θα πρέπει να στεκόταν το άγαλμα του θεού από το οποίο όμως κανένα ίχνος δε σώζεται.

Ο επιβλητικός ναός πιστεύεται ότι ήταν έργο ενός άγνωστου αρχιτέκτονα, ο οποίος συμβατικά αποκαλείται "αρχιτέκτονας του Θησείου". Στον ίδιο αρχιτεκτονικό τύπο αποδίδονται τρία ακόμα δωρικά μνημεία στην Αττική, χτισμένα στο διάστημα 449-432 π.Χ., τα οποία παρουσιάζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά: το Θησείο (449-444 π.Χ.), που ταυτίζεται με το ναό του Ηφαίστου και της Αθηνάς στα δυτικά της αθηναϊκής Αγοράς, ο ναός του Άρεως (440-436 π.Χ.) και ο ναός της Νεμέσεως στο Ραμνούντα (436-432 π.Χ.).

Νεότεροι ερευνητές όμως, μετά από μελέτες υποστηρίζουν ότι, πέρα από τα κοινά χαρακτηριστικά, υπάρχουν στους ναούς αυτούς και

ουσιαστικές διαφορές, οι οποίες κλονίζουν την εικόνα του ομοιογενούς έργου ενός αρχιτέκτονα, του "αρχιτέκτονα του Θησείου", που αναπτύχθηκε παράλληλα με το Περίκλειο πρόγραμμα ανοικοδόμησης των ιερών. Έτσι, μένει ισχυρή η πιθανότητα να πρόκειται για ναούς που συγγενεύουν απλώς χρονικά και τεχνοτροπικά αλλά ανήκουν σε περισσότερους από έναν αρχιτέκτονες.

Η ζωφόρος του ναού απεικόνιζε κενταυρομαχία στα ανατολικά και τη θήρα του Καλυδωνίου Κάπρου στα δυτικά. Γενικά, η ζωφόρος είχε παραστάσεις κενταυρομαχίας, γιγαντομαχίας και τους άθλους του Θησέα. Λίγες πλάκες μπορεί να δει κανείς σήμερα τοποθετημένες πρόχειρα κοντά στο πρόπυλο του ιερού. Οι μετόπες του κτιρίου δεν είχαν γλυπτό διάκοσμο. Από τα αετώματα σώθηκε σε καλή κατάσταση μια καθιστή μορφή από το ανατολικό αέτωμα και από τα ακρωτήρια μόνο το κεντρικό φυτικό σύμπλεγμα. Και τα δύο εκτίθενται στην αίθουσα 17 του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου. Μπροστά από το ναό και σε μικρή απόσταση ανασκάφηκε αποθήκη, ο οποίος περιείχε πολλά γλυπτά προκλαστικών χρόνων, καθώς και τα κομμάτια από τους αρχαϊκούς κούρους που είχαν στηθεί στο ιερό του Ποσειδώνα πριν από τη δημιουργία του ναϊκού οικοδομήματος.

Σήμερα από τον επιβλητικό ναό του Ποσειδώνα σώζονται συνολικά 16 κίονες και οι δύο παραστάδες του πρόναου. Τον περασμένο αιώνα, δυστυχώς, πολλοί ναυτικοί άρπαζαν σφονδύλους κίωνων, τους μετέφεραν με τα πλοία τους και τους πουλούσαν σε αρχαιολάτρες. Ένας συναρμολογημένος κίονας μαζί με το κιονόκρανο σήμερα βρίσκεται στη Βενετία. Άλλοι σφόνδυλοι από τις Κολόνες του ναού έχουν τελευταία αναγνωρισθεί στην Αγγλία, αλλά και στο Ανάκτορο Klein Glienicke, στη συλλογή του Καρόλου της Πρωσίας. [<http://1tee-lavriou.att.sch.gr/env-arxaia.htm>][http://www.travellibrary.com/tours/Europe/Greece/sounio/capre_sounion_temple_of_poseidon]



Φωτογραφία 1.5: Βορειοδυτική όψη του ναού.

1.4.2 Το ιερό της Αθηνάς και το ηρώο του Φρόντι



Φωτογραφία 1.6: Ερείπια του ναού της Αθηνάς

Βόρεια του άκρου της χερσονήσου και του φρουρίου , σε χαμηλότερο λόφο, ιδρύθηκε το ιερό της Αθηνάς. Περιβάλλεται από πολυγωνικό τείχος ασβεστολιθικών ογκολίθων , το οποίο σώζεται σήμερα στη νότια και δυτική πλευρά. Στη βόρεια πλευρά του λόφου το τείχος ενώνεται με ακανόνιστο ελλειψοειδή περίβολο από ογκόλιθους τοποθετημένους αραιά. Θεωρείται το υπαίθριο τέμενος κάποιου ήρωα με ίχνη λατρείας ήδη από τον 7^ο αιώνα π. Χ.. Στην ανατολική πλευρά του λόφου σώζεται τμήμα πώρινου ισοδομικού τείχους, προφανώς μεταγενέστερου του πολυγωνικού. Στο τέμενος της Αθηνάς υπάρχουν δύο ναοί. Ο μικρότερος και αρχαιότερος στην βόρεια πλευρά είναι πρόστυλος δωρικός , ενώ ο νεώτερος και μεγαλύτερος είναι ιωνικός με κιονοστοιχίες μόνο στην ανατολική και νότια πλευρά. Οι δύο ναοί ιδρύθηκαν από τους κατοίκους της περιοχής , πιθανώς πλούσιους γαιοκτήμονες , σε αντίθεση με το ναό του Ποσειδώνα, ο οποίος κατασκευάστηκε με δαπάνη των Αθηναίων. Στον λόφο του ιερού της Αθηνάς και στις γύρω του χαμηλότερες βραχώδεις πλαγιές δεν εντοπίστηκαν ποτέ ίχνη οποιασδήποτε άλλης εγκατάστασης.

Τον 6^ο αιώνα π. Χ. οι κάτοικοι της περιοχής του Σουνίου ανήγειραν τον μικρό πρόστυλο ναό της Αθηνάς κοντά στο υπαίθριο τέμενος άγνωστου σε μας ήρωα.

Στον λόφο του ιερού της Αθηνάς ιδρύθηκε τον 7^ο αιώνα π.Χ. τέμενος με λίθινο ελλειψοειδή περίβολο, το οποίο ταυτίζεται με το ηρώο του

Φρόντι και θεωρείται έργο των Σουνιέων. Στον θάνατο του Φρόντι , πηδαλιούχου του πλοίου του Μενελάου, ο οποίος πέθανε στο ταξίδι της επιστροφής και τάφηκε στο ιερό του Σουνίου αναφέρεται ο Όμηρος στην Οδύσσεια. Ο αρχαϊκός γραπτός πήλινος πίνακας που βρέθηκε στον αποθέτη του ιερού της Αθηνάς με παράσταση πλοίου με τον κυβερνήτη και ασπιδοφόρους, απηχεί προφανώς αυτή την παράδοση. Τα ευρήματα από την τεχνητή επίχωση του τεμένους της Αθηνάς, πήλινοι γραπτοί πίνακες με οπές αναρτήσεως, χάλκινοι τρίποδες, κεφαλές και ειδώλια αλόγων, ειδώλιο πολεμιστή, ξίφη και αιχμές δοράτων, ασημένια προσωπίδα και μικροσκοπικός μολύβδινος κούρος, όλα του 7^{ου} και 6^{ου} αιώνα π.Χ. υποδεικνύουν ανδρική πολεμική λατρεία με ναυτικό χαρακτήρα.

Ο περίβολος του τεμένους της Αθηνάς, εκτάσεως 375 τ.μ., ο οποίος κατέλαβε τμήμα του ελλειψοειδούς περιβόλου του ηρώου, περικλείει δύο ναούς. Είναι πολυγωνικός από μεγάλους ασβεστολιθικούς ογκόλιθους και σώζεται στη νότια και δυτική πλευρά. Στην ανατολική πλευρά του ένας ισοδομικός τοίχος από πόρινους ογκόλιθους αντικατέστησε τον αρχαιότερο πολυγωνικό.

Ο ναός της Αθηνάς, ο μεγαλύτερος ναός (16.40 x 11.60) είναι ιωνικού ρυθμού με κιονοστοιχία μόνο στις δύο πλευρές. Ο σηκός χωριζόταν σε δύο μέρη με μεταλλικό κιγκλίδωμα και στο πίσω μέρος βρισκόταν το άγαλμα της θεάς. Μία από τις ιδιαιτερότητες του ναού που αναφέρεται και από τον Βιτρούβιο, είναι η ύπαρξη μιας εξωτερικής κιονοστοιχίας μόνο στην ανατολική και νότια πλευρά. Κάποιοι ερευνητές πιστεύουν ότι ο ναός της Αθηνάς ανακατασκευάστηκε μετά τα μισά του 5^{ου} αιώνα π.Χ., ενώ άλλοι πιστεύουν ότι ο σηκός κατασκευάστηκε κατά την διάρκεια της αρχαϊκής περιόδου, και επισκευάστηκε μετά τις περσικές καταστροφές, ενώ η κιονοστοιχία προστέθηκε στα μισά του 5^{ου} αιώνα π.Χ.. Μία δεύτερη ιδιαιτερότητα του ναού είναι η τοποθέτηση του βωμού στα νότια του ναού.

Ο μικρότερος ναός είναι απλός ορθογώνιος σηκός, πρόστυλος με δύο δωρικούς κίονες στην πίσω πλευρά της εισόδου και το βάθρο του λατρευτικού αγάλματος στην πίσω πλευρά. Μπροστά στο ναό υπήρχε μικρός βωμός. Χρονολογείται στο 600-550 π.Χ. και ήταν αφιερωμένος στην Αθηνά κατά τον Ν.Παπαχατζή ή την Άρτεμη κατά τον Κ.Δαβάρα. Η άποψη του Dinsmoor είναι ότι οι δύο ναοί είναι της Αθηνάς και κατασκευάστηκαν το δεύτερο μισό του 5^{ου} αιώνα π.Χ.



Φωτογραφία 1.7: Ερείπια του ηρώου του Φρόντι

[Μ. Σαλλιώρα - Οικονομάκου, 2004], [http://www.travel-library.com/tours/Europe/Greece/sounio/cape_sounion_temple_of_poseidon]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Προσδιορισμός αστρονομικού αζιμουθίου

2.1 Γενικά

Αστρονομικό αζιμούθιο A_{AB} μιας διεύθυνσης AB είναι το μέτρο της δίδερης γωνίας μεταξύ των επιπέδων που περιέχουν την κατακόρυφο στο σημείο A . Το ένα από αυτά τα επίπεδα είναι παράλληλο προς τον άξονα περιστροφής της Γης, ενώ το άλλο περιέχει το σημείο B . Είναι λοιπόν η γωνία μεταξύ του αστρονομικού μεσημβρινού που περιέχει το A και του κατακόρυφου επιπέδου στο A που περιέχει το B . Μετριέται στο οριζόντιο επίπεδο δεξιόστροφα από τη διεύθυνση του αστρονομικού βορρά. [Πανταζής Γ., 2002]

Αν ήταν υλοποιημένη η διεύθυνση του μεσημβρινού, το αζιμούθιο A_{Γ} θα μπορούσε να μετρηθεί απευθείας. Επειδή όμως αυτό δεν συμβαίνει συνήθως πρέπει είτε:

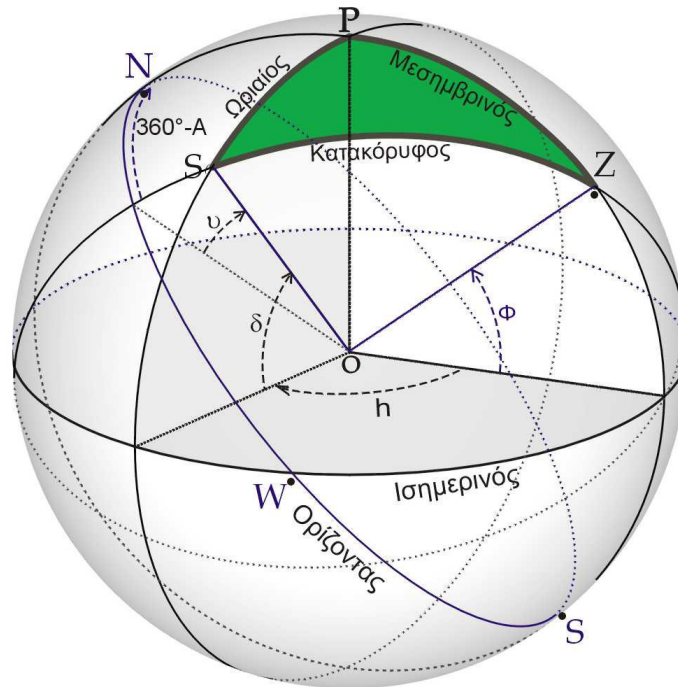
- να προσδιοριστεί η διεύθυνση του μεσημβρινού, είτε
- να μετρηθεί η γωνία x που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου κύκλου του AB και του κατακόρυφου κύκλου ενός ουράνιου σώματος (π.χ. ενός αστέρα) S κάποια χρονική στιγμή και ταυτόχρονα να προσδιοριστεί το αζιμούθιο A_S του ουράνιου σώματος για την ίδια χρονική στιγμή, οπότε: $A_A = A_S + x$ (με αυτό τον τρόπο προσδιορίζεται έμμεσα ο μεσημβρινός).

[Κορακίτης P., 2003]

2.2 Προσδιορισμός αστρονομικού αζιμουθίου με την μέθοδο της ωριαίας γωνίας

Η μέθοδος της ωριαίας γωνίας για τον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου μιας διεύθυνσης πραγματοποιείται με την παρατήρηση ενός αστέρα σε τυχαία θέση. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, απαιτείται να είναι γνωστά συγκεκριμένα μεγέθη:

- Οι αστρονομικές συντεταγμένες Φ, Λ του τόπου παρατήρησης (στην πράξη χρησιμοποιούνται, χωρίς μεγάλο σφάλμα στο προσδιοριζόμενο αζιμούθιο, οι γεωδαιτικές συντεταγμένες ϕ, λ του τόπου) .
- Οι ουρανογραφικές συντεταγμένες (ορθή αναφορά α και απόκλιση δ) του αστέρα που παρατηρείται.



Σχήμα 2.3: Τρίγωνο θέσης ενός αστέρα S

Κατά την διαδικασία προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου, μπορεί να υπάρχουν σφάλματα από διάφορες πηγές, οι οποίες μπορεί να είναι:

- Το σφάλμα στην εκτίμηση των αστρονομικών συντεταγμένων (Φ , Λ) του σημείου. Είναι στην ουσία η διαφορά μεταξύ γεωδαιτικών και αστρονομικών συντεταγμένων που χρησιμοποιούνται στην επίλυση.
- Η ακρίβεια των ουρανογραφικών συντεταγμένων (α , δ) του αστέρα
- Η ακρίβεια προσδιορισμού του χρόνου παρατήρησης. Το σφάλμα αυτό διαχωρίζεται σε σφάλμα συγχρονισμού του χρονομέτρου και σε σφάλμα στη λειτουργία του χρονομέτρου.

Λόγω του ότι τα μεγέθη Φ και h είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους το σφάλμα σ_A στην τιμή του αζιμουθίου, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\sigma_A = \pm \sqrt{\sigma_{A_\Phi}^2 + \sigma_{A_h}^2} \quad (2.5)$$

όπου τα σ_{A_Φ} και σ_{A_h} αντιστοιχούν στο σφάλμα του υπολογιζόμενου αζιμουθίου εξ αιτίας της εκτίμησης του πλάτους Φ και του μήκους Λ , αντίστοιχα. Έπειτα από τη επεξεργασία των κατάλληλων σχέσεων του

τριγώνου θέσης οδηγούμαστε στους ακόλουθους τύπους για τα σφάλματα.

$$\sigma_{A_\Phi} = \pm \sqrt{(\sin A \cdot \cot z)^2 \cdot \sigma_\Phi^2} \quad (2.6)$$

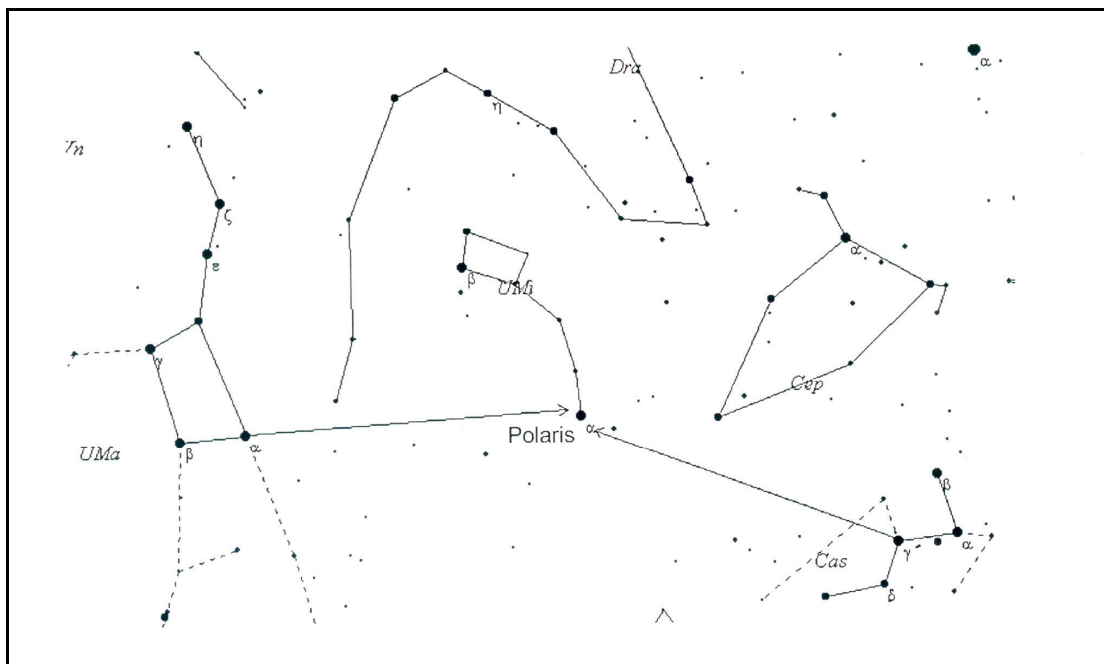
$$\sigma_{A_h} = \pm \sqrt{[\cos \Phi \cdot (\tan \Phi - \cos A \cdot \cot z)]^2 \cdot \sigma_h^2} \quad (2.7)$$

Το σφάλμα έχει άμεση σχέση με τον αστέρα που επιλέγεται να παρατηρηθεί. Καταλληλότερος αστέρας για την Ελλάδα και άλλες χώρες με μικρά ή μεσαία πλάτη του Βόρειου ημισφαιρίου, να είναι ο Πολικός Αστέρας (Polaris) που βρίσκεται πολύ κοντά στον Βόρειο Πόλο.

Επειδή ο Πολικός Αστέρας διαγράφει ένα μικρό κύκλο γύρω από τον Βόρειο ουράνιο πόλο, το αζιμούθιό του είναι πάντα κοντά στις 0° . Επομένως, όταν και η ζενίθια απόστασή του είναι μεγάλη, πράγμα που συμβαίνει σε τόπους με μικρά και μεσαία πλάτη, η επίδραση του σ_Φ στο σφάλμα του αζιμουθίου είναι αμελητέα.

Ο συγκεκριμένος αστέρας έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Απέχει από τον Βόρειο Αστρονομικό πόλο περίπου $45'$ και επομένως το αζιμούθιό του παίρνει τιμές από 359° έως 1° .
- Αναγνωρίζεται πολύ εύκολα
- Κινείται πολύ αργά σε σχέση με άλλα αστέρια με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η παρατήρησή του.
- Η λαμπρότητά του κρίνεται επαρκής, έχει μέγεθος περίπου 2, που βοηθά στην παρατήρηση. [Κορακίτης P. 2003]



Σχήμα 2.4: Αναγνώριση Πολικού Αστέρα

Για τον εντοπισμό του Πολικού Αστέρη μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αστερισμοί της Μεγάλης Άρκτου (UMa) ή της Κασσιόπης (Cas), που είναι αιφτανείς.

Η Μεγάλη Άρκτος αναγνωρίζεται αμέσως από το μεγάλο σχήμα "κατσαρόλας" που έχει. Στην προέκταση του ευθύγραμμου τμήματος που συνδέει τους λαμπρούς πλευρικούς αστέρες και σε πενταπλάσια περίπου απόσταση βρίσκεται ο Πολικός Αστέρης, που είναι ο πιο ευδιάκριτος αστέρας της περιοχής, και ορίζει το άκρο της "ουράς" της Μικρής Άρκτου (Ursa Minors).

Εύκολα αναγνωρίζεται και ο αστερισμός της Κασσιόπης, με το χαρακτηριστικό σχήμα ανοιχτού W. Η ευθεία που ξεκινά από το κεντρικό άστρο του W, περίπου κάθετα στο μικρότερο σκέλος του, οδηγεί στον Πολικό Αστέρη.

Επιπλέον, για την επαλήθευση της ορθής αναγνώρισης του αστέρα, γνωρίζοντας πως ο Πολικός Αστέρης βρίσκεται κοντά στο Βόρειο αστρονομικό πόλο και η απόκλιση δ του αστέρα είναι περίπου 90° , ($\Phi = \delta - z$), αν βρισκόμαστε σε τόπο με αστρονομικό πλάτος $\Phi = 37^\circ 38'$ τότε οι αναγνώσεις της ζενίθιας γωνίας (z) κατά την διάρκεια των μετρήσεων προς τον Πολικό Αστέρη πρέπει να είναι περίπου ίσες με $z = 90^\circ - 37^\circ 38' = 52^\circ 22' = 58^s.185$.

2.3 Προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της διεύθυνσης T – Σ1

Το αστρονομικό αζιμούθιο της διεύθυνσης που ορίζεται από τις στάσεις T και Σ1 προσδιορίστηκε με σκοπεύσεις στον Πολικό Αστέρη με την μέθοδο της ωριαίας γωνίας. Η στάση T, από την οποία έγιναν οι μετρήσεις βρίσκεται ανατολικά του ναού του Ποσειδώνα, ενώ η στάση Σ1 στο εσωτερικό του ναού, στην είσοδο της ανατολικής πλευράς του.

Για την πραγματοποίηση των αστρονομικών παρατηρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός TCR303 της Leica (Φωτογραφία 2.1), που έχει απόδοση $\pm 10''$ στη μέτρηση των γωνιακών μεγεθών και $\pm 3 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$ στη μέτρηση των μηκών. Το όργανο αυτό έχει επιπλέον τις εξής δυνατότητες οι οποίες ενίσχυσαν την επιλογή του, τόσο για τον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου, όσο και για την αποτύπωση των ναών:

1. Σύστημα κέντρωσης με δέσμη laser,
2. Έχει την δυνατότητα καταγραφής του χρόνου της κάθε μέτρησης, με ακρίβεια 1 sec.

3. Είναι ψηφιακό με δυνατότητα αυτόματης καταγραφής σε καταγραφική μονάδα, έτσι ώστε να αποφεύγονται σφάλματα ανάγνωσης και καταγραφής.
4. Το τηλεσκόπιό του έχει μεγέθυνση x30, που είναι ικανοποιητική για την σκόπευση αστέρων.



Φωτογραφία 2.1: Ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός της Leica TCR 303, στο τριγωνομετρικό σημείο T

Οι μετρήσεις περιελάμβαναν 39 σκοπεύσεις προς τον Πολικό Αστέρα. Το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν ο μέσος όρος των 39 σκοπεύσεων , και έτσι η τιμή του αστρονομικού αζιμουθίου υπολογίστηκε ίση με:

$$A_{T-S1} = 313^g.79121 \pm 1^c$$

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού του αστρονομικού αζιμουθίου.

Ημερομηνία Παρατήρησης	16/12/2005
Σημείο Παρατήρησης	T
Σημείο Μηδενισμού	S1
Γωνία Μηδενισμού (g)	,00013
Σφάλμα Μηδενισμού (cc)	,29
Γεωγραφικό Πλάτος Φ	37° 0' 9"
Γεωγραφικό Μήκος Λ	24° 0' 6"
(θ0hUT) 16/12/2005	5h 38min 56,558sec
Ορθές Αναφορές (α)	
15/12 2005	2h 39min 24.477sec
16/12 2005	2h 39min 23.658sec
17/12 2005	2h 39min 22.705sec
Αποκλίσεις (δ)	
16/12/2005	89° 17' 43.122"
17/12/2005	89° 17' 43.454"
Μέσος όρος Αστρον. Αζιμουθίου T-S1(g)	313.79121
Τελικό σφάλμα (cc)	0.974
Αριθμός σκοπεύσεων	39

ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

A/A	Αζιμούθιο διεύθυνσης(g)	Υπόλοιπα (cc)
1	313,7904	-8
2	313,7916	4
3	313,7922	10
4	313,7922	10
5	313,7911	-1
6	313,7914	2
7	313,7915	3
8	313,791	-2
9	313,7913	1
10	313,7919	7
11	313,7915	3
12	313,7917	5
13	313,7907	-5
14	313,7903	-9
15	313,791	-2
16	313,7904	-8
17	313,7915	3
18	313,7917	5
19	313,7902	-10
20	313,7915	3
21	313,7906	-6
22	313,7905	-7
23	313,7916	4
24	313,7908	-4
25	313,7903	-9
26	313,7902	-10
27	313,7908	-4
28	313,7916	4
29	313,7918	6
30	313,7915	3
31	313,7921	9
32	313,7915	3
33	313,7911	-1
34	313,7907	-5
35	313,792	8
36	313,7913	1
37	313,7909	-3
38	313,791	-2
39	313,7916	4

Πίνακας 2.1: Υπολογισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της διεύθυνσης
T-Σ1

Η αβεβαιότητα προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου επιβαρύνεται επιπλέον από:

1. Την επίδραση της διαφοράς δ_ϕ του αστρονομικού πλάτους από το γεωδαιτικό, που συνήθως χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό του αζιμουθίου και εξαρτάται από το ύψος στο οποίο παρατηρείται ο Πολικός Αστήρας. Έτσι όταν ο Πολικός Αστήρας παρατηρείται από μικρά ή μεσαία πλάτη, η ζενίθια απόσταση είναι μεγάλη και η επίδραση της δ_ϕ στο σφάλμα του αζιμουθίου αμελητέα. Για την Ελλάδα και για ϕ περίπου ίσο με 38° , ο Πολικός Αστήρας παρατηρείται σε ζενίθια απόσταση περίπου ίση με $z = 52^\circ$ και μέγιστο αζιμούθιο περίπου 1° (κατά απόλυτη τιμή). Αν θεωρηθεί ότι η διαφορά δ_ϕ είναι $\pm 10''$, τότε η επίδραση της διαφοράς δ_ϕ στον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου είναι περίπου ίση με $\pm 0.4^{cc}$.

2. Τη θέση του Πολικού Αστήρα, που έχει ως συνέπεια ο όρος $(\tan\Phi \cdot \cos A \cdot \cot z)$ να είναι πολύ μικρός, ίσος περίπου με $1 \cdot 10^{-4}$, επομένως και η επίδραση του σφάλματος σ_h (ουσιαστικά της διαφοράς δ_A του αστρονομικού μήκους από το γεωδαιτικό) στο σφάλμα του αζιμουθίου να είναι μικρή. Αν θεωρηθεί ότι η διαφορά δ_A είναι $\pm 20''$, επομένως $\sigma_h = \pm 20''$ τότε προκύπτει ότι η επίδραση του σφάλματος στο προσδιοριζόμενο αστρονομικό αζιμούθιο για τις αντίστοιχες τιμές Φ και z είναι ίσο με $\sigma_{Ah} = \pm 6^{cc} \cdot 10^{-3}$ [Λάμπρου Ε., 2003].

Το συνολικό σφάλμα στον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου είναι :

$$\sigma_{A_{T-\Sigma 1}} = \pm \sqrt{(1^{cc})^2 + (0.4^{cc})^2 + (6^{cc} \cdot 10^{-3})^2} = \pm 1.077^{cc} \quad (8)$$

Επομένως, η τελική τιμή του αστρονομικού αζιμουθίου της διεύθυνσης T-Σ1 είναι :

$$A_{T-\Sigma 1} = 313^g.79121 \pm 1^{cc}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αποτύπωση των μνημείων – Γεωδαιτικές εργασίες

3.1 Αναγνώριση της περιοχής

Σε κάθε τοπογραφική εργασία η καλή γνώση της περιοχής που πρόκειται να αποτυπωθεί βοηθά ώστε να γίνει η εγκατάσταση των οδεύσεων που είναι η βασική προϋπόθεση για την ορθή διεκπεραίωση της εργασίας.

3.2 Ένταξη των μνημείων

Κοντά στα μνημεία και σε απόσταση περίπου 260 μέτρων ανατολικά του ναού του Ποσειδώνα, υπάρχει βάθρο της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού με αριθμό 186002 και όνομα ‘‘Σούνιο’’ 3^{ης} τάξης.

Με εξάρτηση από το βάθρο αυτό έγινε η ένταξη των μνημείων στο Κρατικό Σύστημα αναφοράς, και προσδιορίστηκαν οι συντεταγμένες των στάσεων Σ1 και Σ4 στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87), αλλά και στο WGS 84. Αυτό έγινε ώστε να προσδιοριστεί η γενική θέση των μνημείων στον ελλαδικό και παγκόσμιο χώρο. Η αποτύπωση των μνημείων έγινε σε αυθαίρετο σύστημα αναφοράς με αστρονομικό προσανατολισμό. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες:

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΣΤΟ (Ε.Γ.Σ.Α.87')			
ΚΟΡΥΦΗ	X(m)	Y(m)	H(m)
Τ	502282.11	4166656.02	63.94
Σ1	502026.71	4166712.23	74.21
Σ4	502647.32	4167021.22	38.42

Πίνακας 3.1: Συντεταγμένες Κορυφών στο ΕΓΣΑ '87 και ορθομετρικά υψόμετρα

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΣΤΟ (WGS 84)		
ΚΟΡΥΦΗ	φ (°)	λ (°)
Τ	37° 38' 58.΄΄62	24° 01' 39.΄΄14
Σ1	37° 39' 0.΄΄54	24° 01' 28.΄΄78
Σ4	37° 39' 10.΄΄56	24° 01' 54.΄΄11

Πίνακας 3.2: Συντεταγμένες Κορυφών στο WGS 84

3.3 Πολυγωνομετρία

Ο κυριότερος λόγος για τον οποίο ιδρύεται μια όδευση είναι η πύκνωση ενός δικτύου με σημεία που θα αποτελέσουν το βασικό υπόβαθρο για την αποτύπωση της περιοχής. Η μορφή της εξαρτάται από το σχήμα της περιοχής που πρόκειται να αποτυπωθεί με δύο βασικές προϋποθέσεις στην επιλογή των σημείων:

- α) την ορατότητα μεταξύ των κορυφών ανά δύο
- β) την έκταση και τις λεπτομέρειες της περιοχής αποτύπωσης που φαίνονται από κάθε κορυφή.

Σύμφωνα με αυτές τις προϋποθέσεις ιδρύθηκε μια κλειστή εξαρτημένη όδευση, η οποία κάλυπτε τις ανάγκες της διαδικασίας.

Η όδευση αυτή αποτελείται από 3 κορυφές ($\Sigma 1, \Sigma 2, \Sigma 3$), από τις οποίες:

- η $\Sigma 1$ βρίσκεται στο εσωτερικό του ναού του Ποσειδώνα,
- η $\Sigma 2$ εξωτερικά και νότια αυτού και
- η $\Sigma 3$ έξω από την βόρεια πλευρά.

Για την αποτύπωση των ερειπίων του ναού της Αθηνάς καθώς και του ηρώου του Φρόντι, που βρίσκονται σ' έναν γειτονικό λόφο, βόρεια του ναού του Ποσειδώνα, εκτός του περιφραγμένου και επίσημου αρχαιολογικού χώρου του Σουνίου, ιδρύθηκε μία ακόμα στάση, η $\Sigma 4$, στο λόφο βόρεια του ναού του Ποσειδώνα. Η στάση αυτή συνδέθηκε με το τριγωνομετρικό σημείο T της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Σχήμα 3.2).

Το όργανο που επιλέχθηκε για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις ήταν ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός TCR303 της Leica, το οποίο χρησιμοποιήθηκε και για τον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου.

Τα στοιχεία που μετρήθηκαν συνολικά είναι:

1. 5 μήκη. Μετρήθηκαν τα κεκλιμένα μήκη που αντιστοιχούν στις πλευρές της όδευσης και από τα δύο άκρα (alle-retour).
2. 5 οριζόντιες γωνίες. Μετρήθηκαν οι γωνίες θλάσης της όδευσης σε δύο περιόδους.
3. 5 ζενίθιες γωνίες. Μετρήθηκαν σε δύο περιόδους για την αναγωγή των κεκλιμένων μηκών και την εύρεση υψομετρικών διαφορών με τη μέθοδο της Τριγωνομετρικής υψομετρίας, παράλληλα με τη μέτρηση των υψών οργάνων και στόχων.

4. Γωνία εξάρτησης, $\eta_{T_{\Sigma_1\Sigma_2}}$

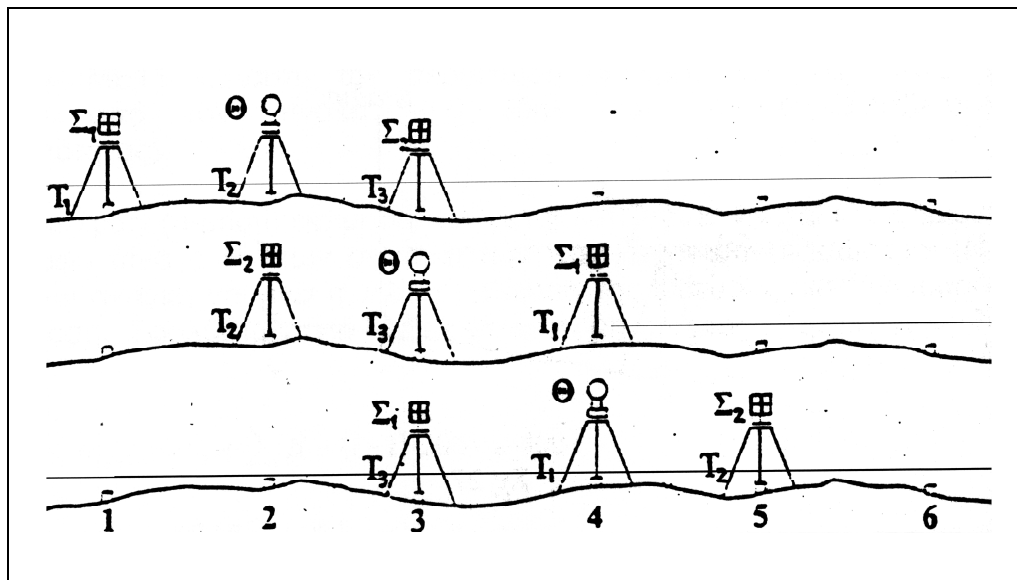
Για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων της κέντρωσης και οριζοντίωσης του οργάνου και του στόχου κατά την μέτρηση των στοιχείων της όδευσης, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των τριών τριπόδων.

Ο εξοπλισμός που επιπλέον απαιτήθηκε για την πραγματοποίηση της διαδικασίας ήταν:

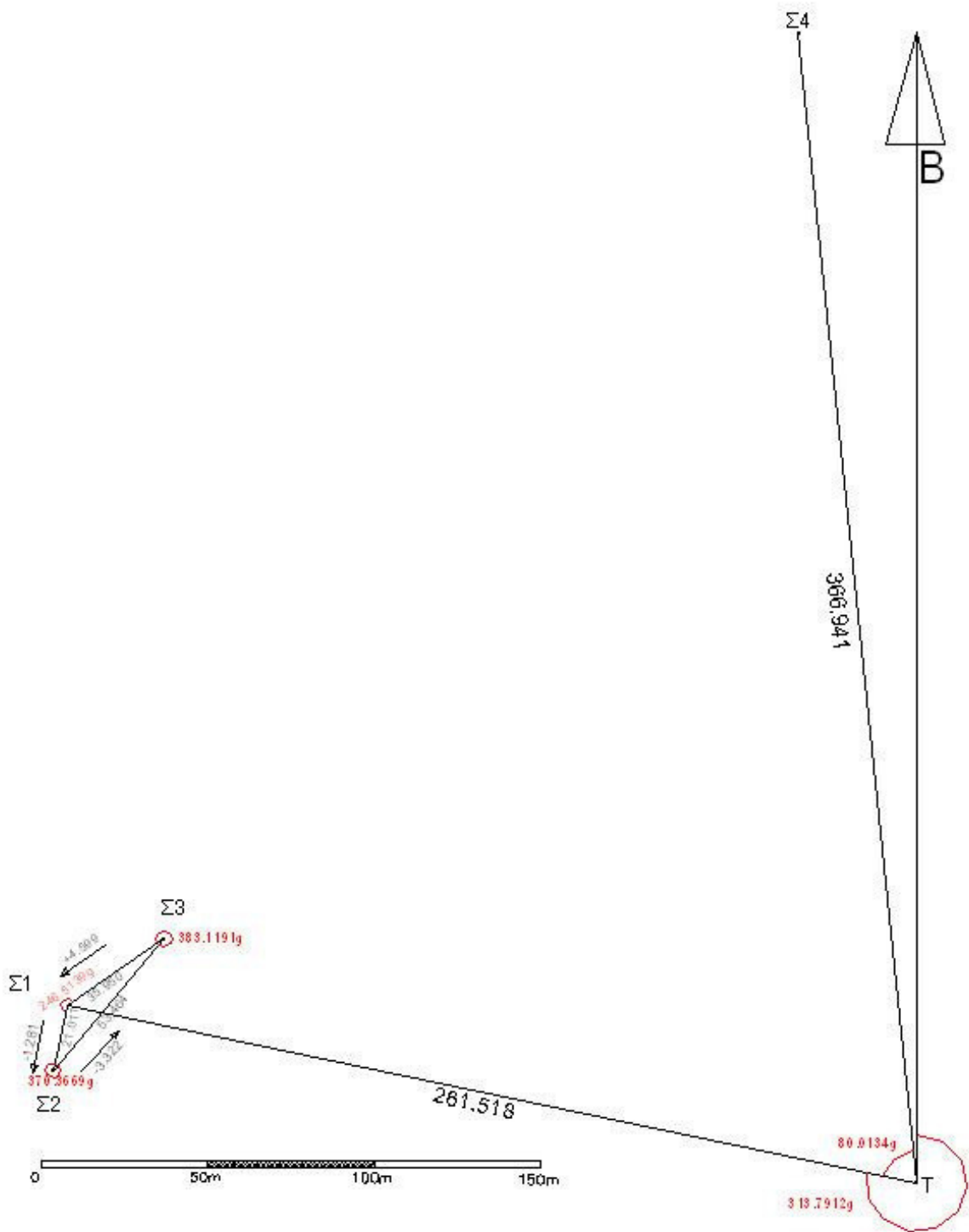
- Δύο κατάλληλοι στόχοι-ανακλαστήρες
- Δύο τρικόχλια
- Τρεις τρίποδες

Οι μετρήσεις καθώς και οι υπολογισμοί τους παρουσιάζονται αναλυτικά στα έντυπα επίλυσης της όδευσης που βρίσκονται στο παράρτημα του τεύχους.

Η βασική ιδέα για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων, που διεξάγονται ταυτόχρονα σε τρεις διαδοχικές κορυφές, πρέπει οι αντίστοιχοι τρίποδες να μην μετακινηθούν ώστε να παραμείνει σταθερή η κέντρωση και η οριζοντίωσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με την μόνιμη προσαρμογή πάνω στους τρίποδες, των τρικοχλίων που φέρουν ταυτόχρονα και οπτική κέντρωση. Έτσι είναι δυνατόν να εναλλάσσονται όργανα και στόχοι χωρίς να μετακινούνται οι τρίποδες. [Μπαλοδήμος,2000].



Σχήμα 3.1: Σχηματική παράσταση της μεθόδου των 3 τριπόδων



Σχήμα 3.2: Η μορφή του πολυγωνομετρικού δικτύου.

Το δίκτυο επιλύθηκε σε τοπικό σύστημα αναφοράς, θεωρώντας ως σταθερή την κορυφή T με καρτεσιανές συντεταγμένες $X_T=1000.00$ m, $Y_T=1000.00$ m και το πραγματικό ορθομετρικό υψόμετρο του βάθρου $H_T=63.942$ m και σταθερό το αστρονομικό αζιμούθιο της διεύθυνσης T-Σ1, ίσο με $A=313^{\circ}.7912$.

Έτσι προσδιορίστηκαν:

- Οι συντεταγμένες των κορυφών X, Y, σε τοπικό σύστημα αναφοράς, τα ορθομετρικά τους υψόμετρα H και
- Το γωνιακό αλλά και το γραμμικό σφάλμα της όδευσης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΟΔΕΥΣΗΣ			
ΚΟΡΥΦΗ	X(m)	Y(m)	H(m)
T	1000.00	1000.00	63.94
Σ1	744.59	1056.21	74.21
Σ2	740.26	1035.65	72.93
Σ3	773.60	1077.45	69.61
Σ4	964.35	1365.21	38.42

Πίνακας 3.3: Καρτεσιανές συντεταγμένες στο τοπικό σύστημα αναφοράς και ορθομετρικά υψόμετρα των κορυφών του πολυγωνομετρικού δικτύου.

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΟΔΕΥΣΗΣ	
ΓΩΝΙΑΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ	wb=-0.0028 grad
	wx=-0.01 m
ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	wy=0.005 m
	ws=0.011 m

Πίνακας 3.4: Σφάλματα πολυγωνομετρικού δικτύου

3.4 Αποτύπωση των μνημείων

Η αποτύπωση απέβλεπε στον προσδιορισμό του ορθού γεωμετρικού σχήματος των ναών και έγιναν οι κατάλληλες μετρήσεις με σκοπό την σύνταξη ενός τοπογραφικού διαγράμματος οριζόντιας τομής (κάτοψη).

Πριν την έναρξη της διαδικασίας των μετρήσεων της αποτύπωσης συντάχθηκε σχολαστικά το αυτοσχέδιο υπαίθρου (κροκί), στο οποίο σχεδιάστηκε με κάθε λεπτομέρεια η περιοχή που επρόκειτο να αποτυπωθεί. Τα αυτοσχέδια περιλάμβαναν τα εξής:

- Τον ναό του Ποσειδώνα, της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.
- Τις λεπτομέρειες που ανάλογα με την κλίμακα εκτύπωσης του σχεδίου θα είναι δυνατό να εμφανιστούν σε αυτό
- Όλα τα σημεία που έχουν σκοπευθεί με τον κωδικό τους
- Διάφορες ποιοτικές πληροφορίες με αντίστοιχους συμβολισμούς

Η κλίμακα εκτύπωσης του σχεδίου ορίστηκε, λόγω του μεγέθους του μνημείου, η 1/50

Κατά την αποτύπωση, για κάθε σημείο λεπτομέρειας μετρούνται η οριζόντια γωνία, η ζενίθια γωνία και το κεκλιμένο μήκος, για να προσδιοριστούν μετέπειτα οι ορθογώνιες συντεταγμένες (X, Y) και το υψόμετρο H κάθε σημείου. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση ήταν ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός TRC303 της Leica, που χρησιμοποιήθηκε και για τις μετρήσεις της όδευσης.

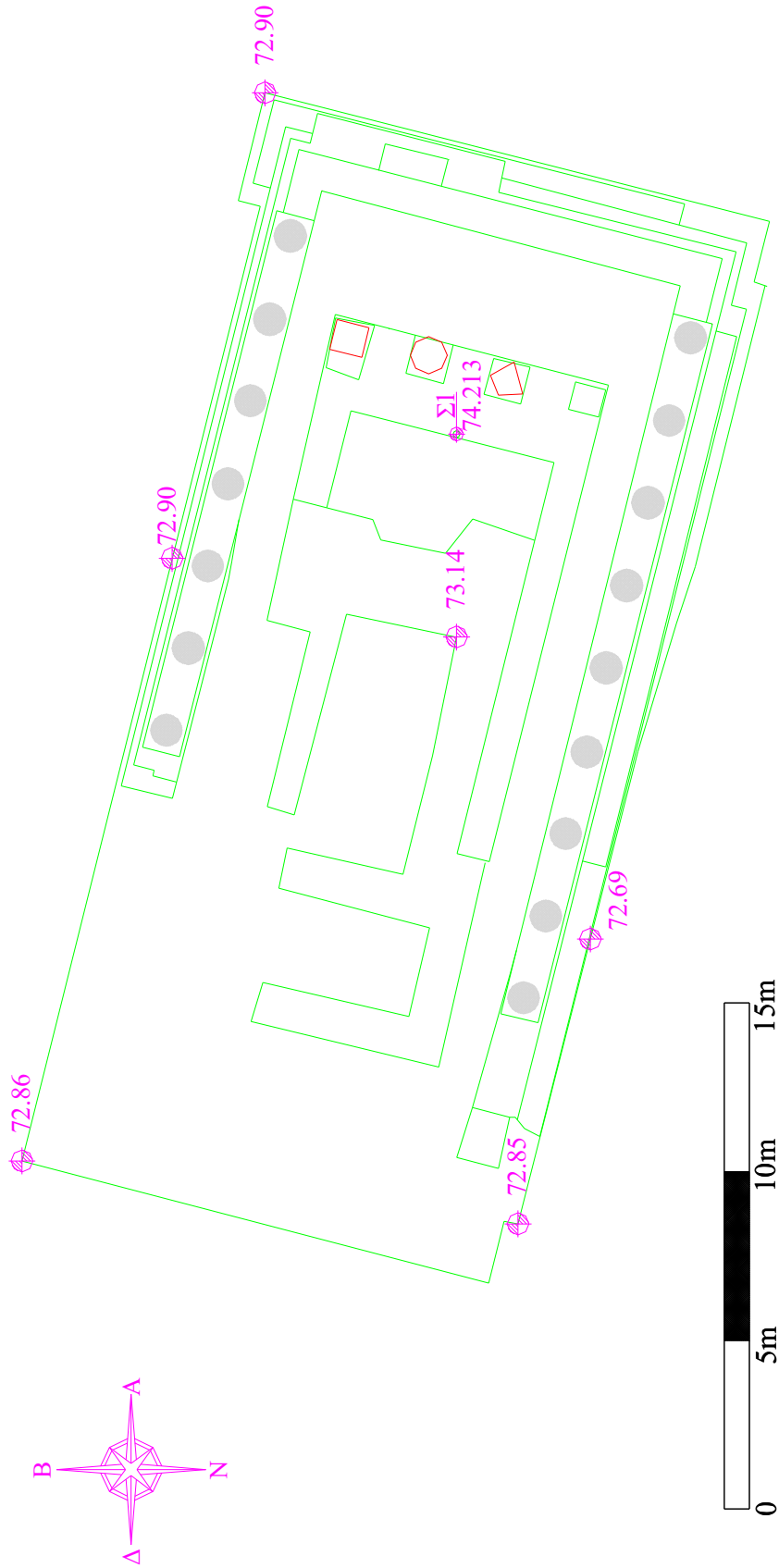
Για την αποτύπωση χρησιμοποιήθηκε κυρίως η ικανότητα του οργάνου να μετρά μήκη χωρίς κατάφωτο και σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε και το μικρό κατάφωτο (mini prism) που συνοδεύει το όργανο για αποτυπώσεις λεπτομερειών.

Επειδή τα μάρμαρα του ναού του Ποσειδώνα σε πολλά τους σημεία έχουν φθαρεί αρκετά, τόσο στα σκαλοπάτια όσο και στους πεσσούς, επιδιώχθηκε αυτά να σκοπεύονται στην "καθαρή" τους γραμμή. Σε ό,τι αφορά στα σκαλοπάτια, τα σημεία που σκοπεύθηκαν ήταν κοντά στη συμβολή τους ή σε άφθαρτες γωνίες, ενώ για κάθε πεσσό σκοπεύθηκαν τρία σημεία, με χρήση laser, προτιμώντας πάντα σημεία της επιφάνειάς τους άφθαρτα.

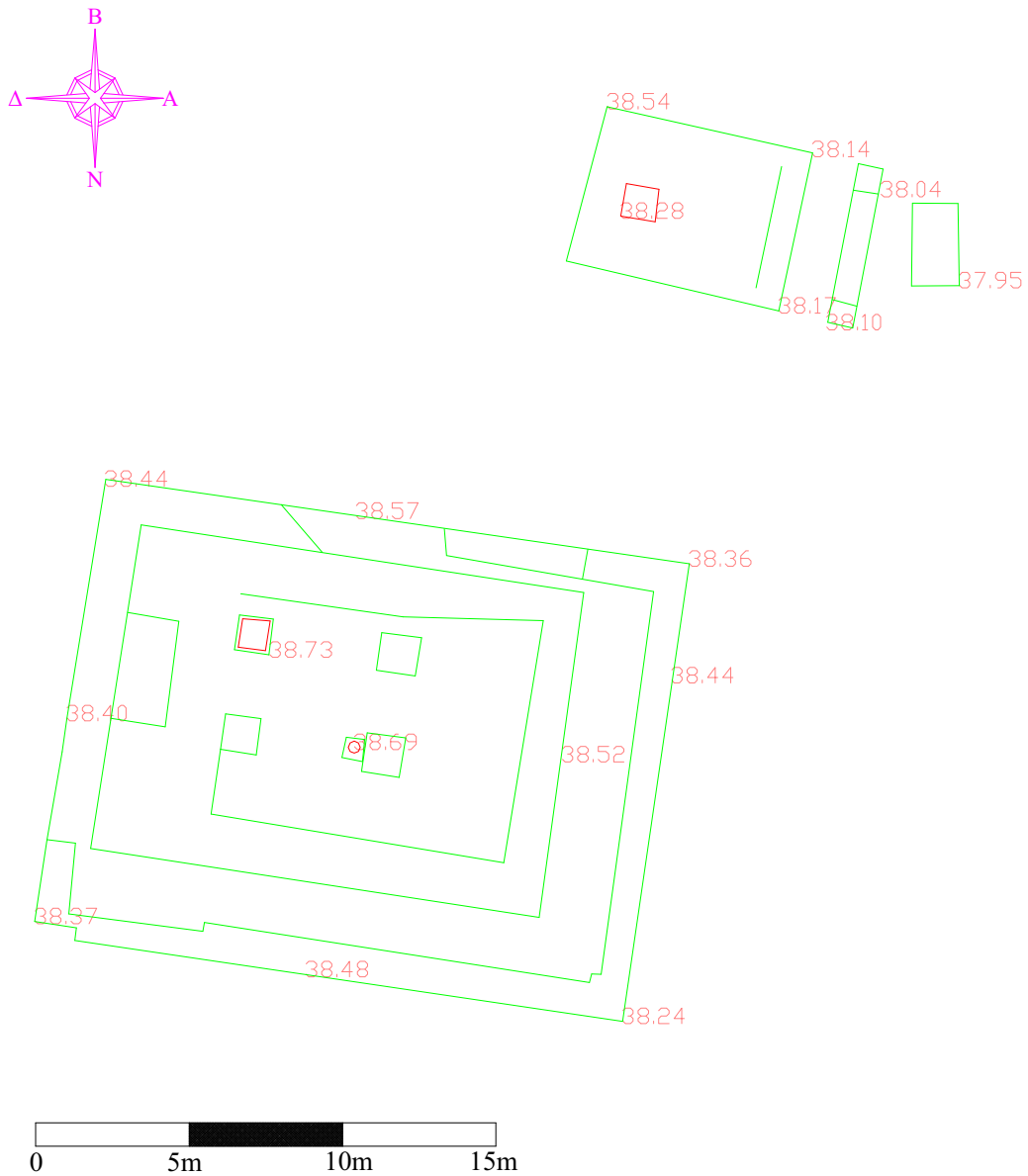
Σχετικά με τον ναό της Αθηνάς και το γειτονικό του ηρώο του Φρόντι, σκοπεύθηκαν σημάδια με την χρήση κυρίως του μικρού πρίσματος, αφού το μεγαλύτερο μέρος των ναών αυτών αποτελούνται από ερείπια μαρμάρων και πετρών στο έδαφος, σε όχι πάντα ευδιάκριτες και "σαφείς" ευθείες. Προτιμήθηκε και εκεί η σκόπευση σε όσο πιο καθαρές γραμμές ήταν δυνατόν, μιας και η κύρια γεωμετρία των ναών θα παίζει σοβαρό ρόλο στον υπολογισμό του βασικού κατά μήκος άξονα των ναών, όπως θα δούμε στα επόμενα κεφάλαια.

Για την διαδικασία της αποτύπωσης χρησιμοποιήθηκαν οι στάσεις Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4. Οι στάσεις Σ1 (εσωτερικό του ναού του Ποσειδώνα), Σ2 (νότια πλευρά) και Σ3 (βόρεια πλευρά) χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση του ναού του Ποσειδώνα, ενώ η Σ4 για την αποτύπωση του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι. Τέλος, από τις στάσεις Σ1 και Σ4 έγιναν μετρήσεις για τον προσδιορισμό του αισθητού ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα και της Αθηνάς αντίστοιχα, διαδικασία που θα αναλυθεί διεξοδικά στο κεφάλαιο 6 της εργασίας.

Στα σχήματα 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται τα διαγράμματα κάτοψης του ναού του Ποσειδώνα και του ναού της Αθηνάς με το ηρώο του Φρόντι αντίστοιχα.



Σχήμα 3.3: Διάγραμμα κάτοψης του ναού του Ποσειδώνα



Σχήμα 3.4: Διάγραμμα κάτοψης του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Υπολογισμός των βασικών κατά μήκος αξόνων

4.1 Γενικά

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη διαδικασία προσδιορισμού των βασικών αξόνων των ναών του Ποσειδώνα, της Αθηνάς καθώς και του ηρώου του Φρόντι. Συνεπώς θα ήταν χρήσιμος ο ορισμός του "βασικού κατά μήκος άξονα", αφού η ερμηνεία του προσανατολισμού ενός μνημείου έχει άμεση σχέση με την επιλογή του.

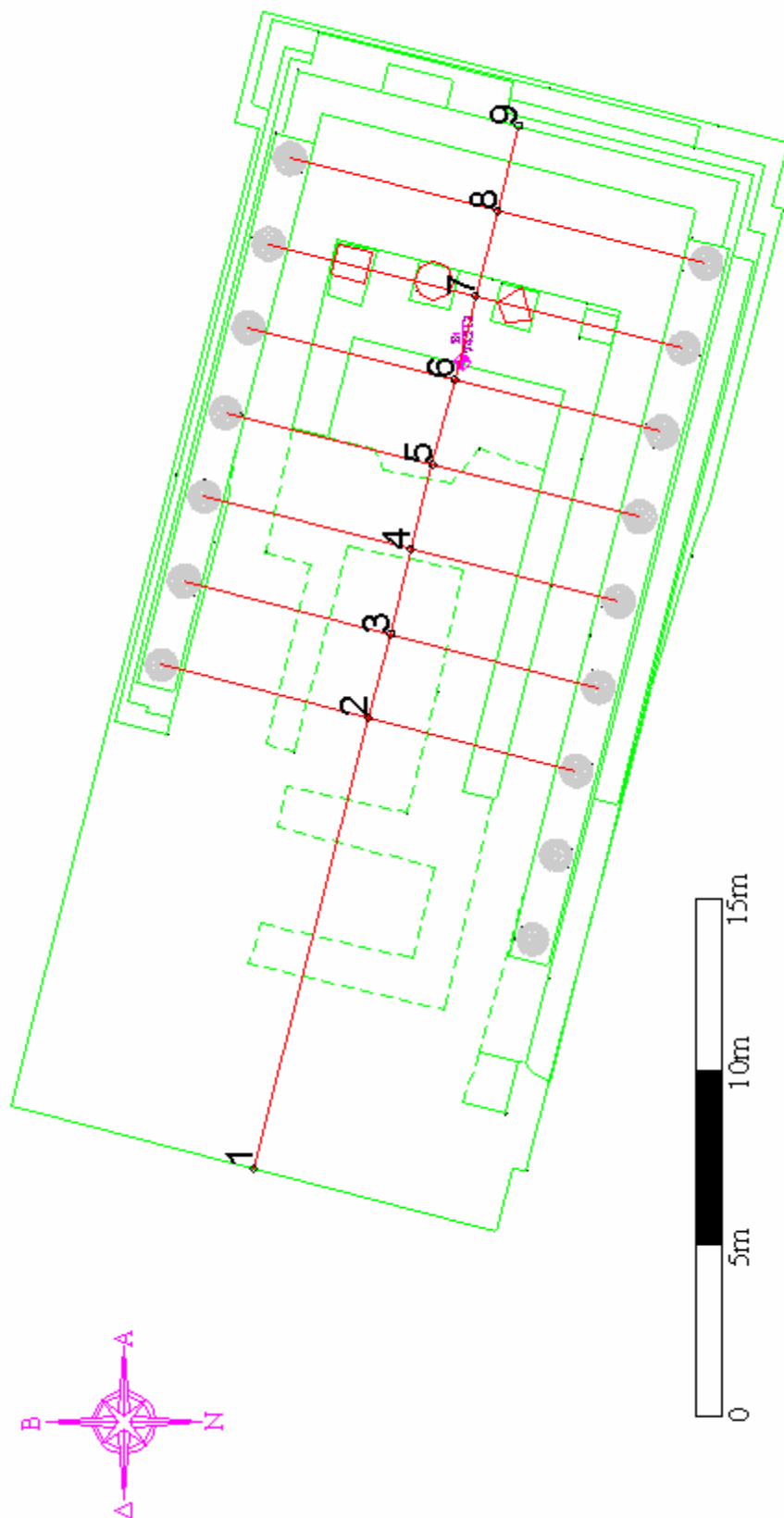
Ορίζεται ως "βασικός κατά μήκος άξονας" ενός μνημείου, ο κατά μήκος άξονας της συμμετρίας του μνημείου, ή η γραμμή που συνδέει τα μέσα χαρακτηριστικών ανοιγμάτων και χαρακτηριστικών σημείων του μνημείου (είσοδος, άγαλμα, έξοδος) ή ακόμα η καλύτερη ευθεία που διέρχεται από τα μέσα χαρακτηριστικών δομικών στοιχείων του μνημείου (κολόνες, ανοίγματα) τα οποία είναι συμμετρικά ως προς τον κατά μήκος άξονα.

4.2 Προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα

Ο ναός του Ποσειδώνα, όπως και τα περισσότερα αρχαία ελληνικά μνημεία είναι γνωστά για την συμμετρία τους και την "σωστή" κατασκευή τους. Είναι προφανές συνεπώς, ότι ο ναός του Ποσειδώνα είναι συμμετρικός ως προς το βασικό άξονά του. Μελετώντας το ψηφιακό τοπογραφικό διάγραμμα που προέκυψε από την αποτύπωση, και με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος στον Η/Υ (AutoCAD 2005) προσδιορίστηκαν τα σημεία που πιθανόν ανήκουν στο βασικό κατά μήκος άξονα του ναού (Σχήμα 4.1).

Αυτά ήταν:

- Το σημείο 1, ως το μέσο της δυτικής πλευράς του ναού
- Τα σημεία 2,3,4,5,6,7,8 ως το μέσο της απόστασης μεταξύ κάθε ζεύγους συμμετρικών κίωνων στο εσωτερικό του ναού, και
- Το σημείο 9 ως το μέσο της ανατολικής πλευράς του ναού.



Σχήμα 4.1 :Χαρακτηριστικά σημεία του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα

Οι συντεταγμένες των παραπάνω σημείων στο τοπικό σύστημα αναφοράς είναι:

ΣΗΜΕΙΟ	X (m)	Y (m)
1	721.232	1062.232
2	734.281	1058.919
3	736.710	1058.273
4	739.172	1057.694
5	741.610	1057.086
6	744.070	1056.432
7	746.496	1055.827
8	748.958	1055.196
9	751.415	1054.595

Πίνακας 4.1: Συντεταγμένες σημείων βασικού άξονα

Ως βασικός κατά μήκος άξονας του μνημείου θα προσδιοριστεί η γραμμή που θα προκύψει ως η καλύτερη ευθεία, με τύπο $Y = a X + b + u$, αυτή δηλαδή στην οποία προσαρμόζονται τα εννέα σημεία που προαναφέρθηκαν.

Για να υπολογιστεί η βέλτιστη γραμμή $Y = a X + b + u$, που προσαρμόζεται στα σημεία 1 έως 9, χρειάζονται οι συντεταγμένες των σημείων που προαναφέρθηκαν.

Από την σχέση αυτή θα υπολογιστούν με την βοήθεια της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων, οι παράμετροι a, b .

Ο αριθμός των γνωστών σημείων είναι $n = 9$, ο αριθμός των αγνώστων καθοριστικών παραμέτρων που μπορούν να υπολογιστούν από τα μετρημένα στοιχεία είναι $m = 2$, άρα ο βαθμός ελευθερίας είναι $r = n - m \Rightarrow r = 9 - 2 \Rightarrow r = 7$.

Ζητούνται επομένως οι συντελεστές a, b της ευθείας $Y = a X + b$.

Δημιουργούνται οι εξής πίνακες: A^2_9, X^1_2, L^1_9 , όπου:

$$A^2_9 = \begin{matrix} 721.232 & 1 \\ 734.281 & 1 \\ 736.710 & 1 \\ 751.415 & 1 \\ 741.610 & 1 \\ 744.070 & 1 \\ 746.496 & 1 \\ 748.958 & 1 \\ 739.172 & 1 \end{matrix}, \quad X^1_2 = \begin{matrix} a \\ b \end{matrix}, \quad L^1_9 = \begin{matrix} 1062.232 \\ 1058.919 \\ 1058.273 \\ 1057.694 \\ 1057.086 \\ 1056.432 \\ 1055.827 \\ 1055.196 \\ 1054.595 \end{matrix}$$

Η σχέση που συνδέει τους παραπάνω πίνακες είναι:

$$A^2_9, X^1_2 = L^1_9 \Rightarrow A^{2T}_9, A^2_9 X^1_2 = L^1_9, A^{2T}_9 \Rightarrow X^1_2 = (A^T A)^{-1} A^T L$$

$$\Rightarrow X = \begin{pmatrix} -0.2531 \\ 1244.8105 \end{pmatrix}$$

Έτσι προκύπτει : **a = -0.2531** και **b = 1244.8105**

Όλοι οι υπολογισμοί έγιναν με την βοήθεια του φύλλου εργασίας Excel.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων και βρέθηκε ίσο με $\Sigma[\mathbf{uu}] = 1.30302 \cdot 10^{-6}$

Επομένως το a posteriori σφάλμα της εφαρμογής είναι:

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{\Sigma[\mathbf{uu}]}{n-m}} = \pm \sqrt{\frac{1.30302 \cdot 10^{-6}}{9-2}} \Rightarrow \sigma_0 = \pm 0.00043m \quad (4.1)$$

Ισχύει πως:

$$V_x = \sigma_0^2 \cdot (A^T \cdot A)^{-1} \Rightarrow V_x = \begin{pmatrix} 2.79235 \cdot 10^{-10} & -2.06756 \cdot 10^{-7} \\ -2.06756 \cdot 10^{-7} & 0.000153111 \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

Και άρα:

$$\sigma_a = \pm 1.67103 \cdot 10^{-5} \quad \text{και} \quad \sigma_b = \pm 0.012373789$$

Ο υπολογισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της καλύτερης ευθείας ακολουθεί την εξής διαδικασία:

Υπολογίζεται η γωνία φ:

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right), \text{ σε μοίρες} \quad \text{και} \quad (4.3)$$

$$A = (|\varphi| + 90^\circ), \text{ σε μοίρες} \quad (4.4)$$

$$A = (|\varphi| + 90^\circ) = \{|\tan^{-1}(-0.25316045)| + 90^\circ\} = 14.20654498 + 90^\circ \rightarrow (*200^g/180^\circ) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = 115^g.7850$$

Ενώ το σφάλμα του αστρονομικού αζιμουθίου της διεύθυνσης είναι:

(4.5)

$$\sigma_A = \sqrt{\left(\frac{dA}{d\alpha}\right)^2} = \left|\frac{dA}{d\alpha}\right| * \sigma_\alpha = \left|\frac{1}{1+\alpha^2}\right| * \sigma_\alpha \Rightarrow \sigma_A = \pm 10^{cc}$$

Επομένως, η καλύτερη ευθεία που προσαρμόζεται στα 9 σημεία που προαναφέρθηκαν, έχει αστρονομικό αζιμούθιο:

$$A = 115^g.7850 \pm 10^{cc}$$

4.3 Προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς

Μετά τη μελέτη, ψηφιακά, του τοπογραφικού διαγράμματος του ναού της Αθηνάς, που προέκυψε από την αποτύπωση του ναού, παρατηρήθηκε ότι ο ναός δεν είναι συμμετρικός.

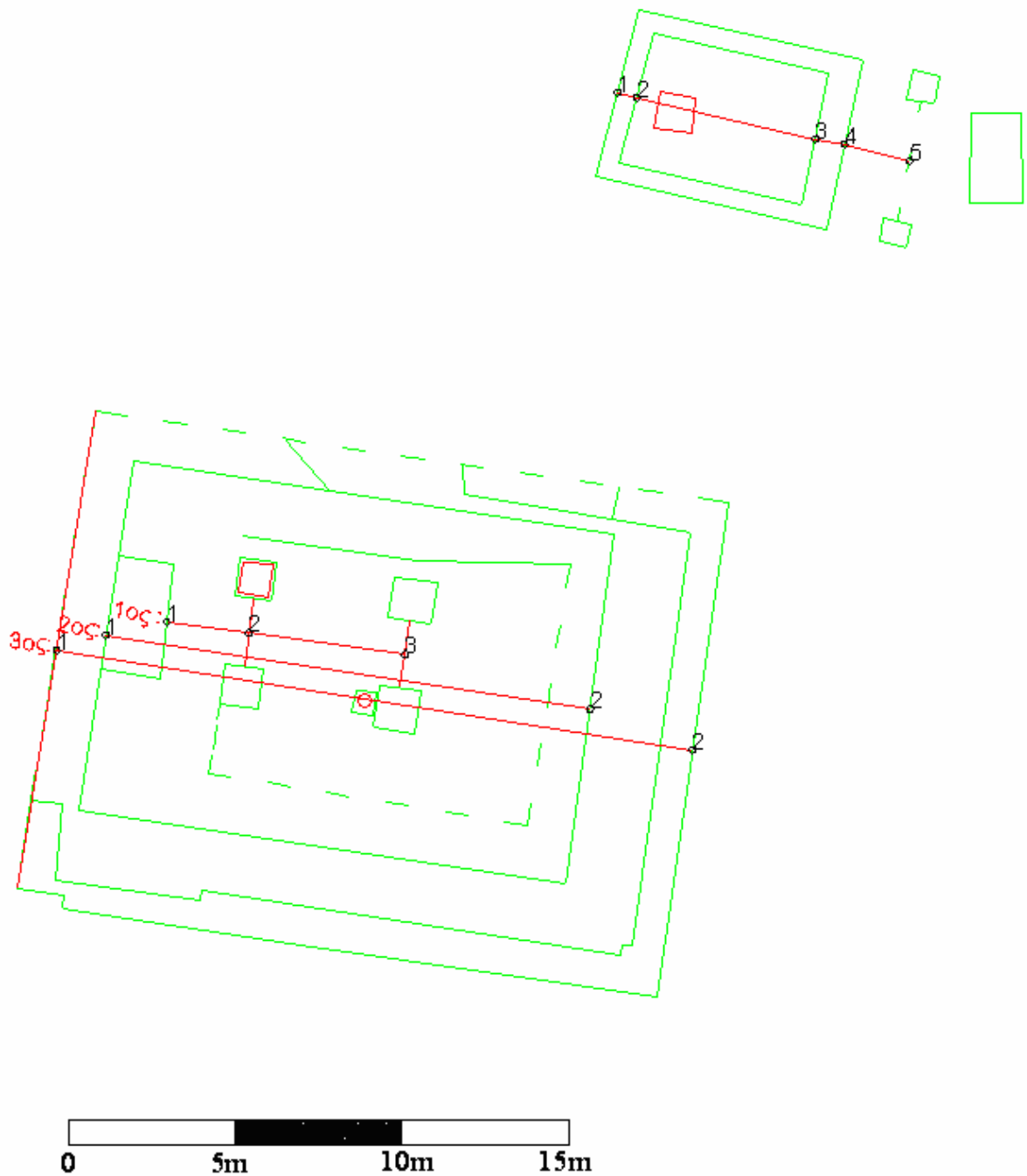
Ο ναός φαίνεται να απαρτιζόταν από δύο τοίχους. Έναν εξωτερικό και έναν εσωτερικό, διαφορετικής συμμετρίας, που και οι δύο μαζί περιέκλειαν στο εσωτερικό του ναού, το ιερό, που και αυτό με τη σειρά του έχει διαφορετική συμμετρία. Έτσι λοιπόν, θα πρέπει να προσδιοριστούν 3 κατά μήκος άξονες.

- Ένας που θα αναφέρεται στη συμμετρία του εσωτερικού του ναού (ιερό),

- Ένας για τον εσωτερικό τοίχο και

- Ένας για τον εξωτερικό τοίχο.

Για λόγους συντομίας θα καλούνται 1^{ος}, 2^{ος} και 3^{ος} άξονας αντίστοιχα (σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2: Χαρακτηριστικά σημεία των βασικών κατά μήκος αξόνων του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.

4.3.1 Προσδιορισμός του 1^{ου} βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς

Επιλέχθηκαν τα τρία σημεία που φαίνεται να ορίζουν τον άξονα αυτό. Το σημείο 1, ως το μέσο μιας μικρής βάσης στο εσωτερικό του ιερού, και τα 2,3, ως τα μέσα των αποστάσεων μεταξύ των 4 βάσεων (μάλλον κίωνων) στο εσωτερικό του ιερού (σχήμα 4.2).

Οι συντεταγμένες των σημείων αυτών στο τοπικό σύστημα αναφοράς είναι:

ΣΗΜΕΙΟ	X (m)	Y (m)
1	947.490	1367.050
2	949.950	1366.724
3	954.627	1366.078

Πίνακας 4.2 : Συντεταγμένες σημείων του 1^{ου} άξονα του ναού της Αθηνάς

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό του βασικού κατά μήκος άξονα είναι η ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα.

Οι συντελεστές a , β της ευθείας υπολογίστηκαν ίσοι με :

$$\mathbf{a} = -0.13644557 \text{ και } \mathbf{b} = 1496.334639$$

Το a posteriori σφάλμα είναι:

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum[uu]}{n-m}} = \pm \sqrt{\frac{1.38612 * 10^{-9}}{3-2}} \Rightarrow \sigma_0 = \pm 0.000037m$$

Ισχύει πως:

$$V_x = \sigma_0^2 * (A^T * A)^{-1} \Rightarrow V_x = \begin{pmatrix} 5.27292 * 10^{-11} & -5.0129 * 10^{-8} \\ -5.0129 * 10^{-8} & 4.76576 * 10^{-5} \end{pmatrix}$$

Και άρα:

$$\sigma_a = \pm 0.00000726148 \text{ και } \sigma_\beta = \pm 0.006903447$$

Υπολογίζεται η γωνία φ :

$$\varphi = \tan^{-1} (a), \text{ σε μοίρες} \quad \text{και} \quad A = (|\varphi| + 90^\circ), \text{ σε μοίρες}$$

$$A = (|\varphi| + 90^\circ) = \{|\tan^{-1}(-0.13644557)| + 90^\circ\} = 7.76977472 + 90^\circ \rightarrow (*200^g/180^\circ) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = 108^g.6331$$

Ενώ το σφάλμα του αστρονομικού αζιμουθίου της ευθείας είναι:

$$\sigma_A = \sqrt{\left(\frac{dA}{d\alpha}\right)^2} = \left|\frac{dA}{d\alpha}\right| * \sigma_\alpha = \left|\frac{1}{1+\alpha^2}\right| * \sigma_\alpha \Rightarrow \sigma_A = \pm 5^{cc} \quad (4.6)$$

Επομένως, το αποτέλεσμα όλων των παραπάνω εξισώσεων είναι το αστρονομικό αζιμούθιο της καλύτερης ευθείας που περνάει από τα 3 σημεία που προαναφέρθηκαν, και μαζί με το σφάλμα της είναι:

$$A = 108^g.6331 \pm 5^{cc}$$

4.3.2 Προσδιορισμός του 2^{ου} βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς

Τα σημεία που καθορίζουν την ευθεία του άξονα του εσωτερικού τοίχου είναι τα σημεία 1 και 2, ως τα μέσα της δυτικής και ανατολικής πλευράς του τοίχου αντίστοιχα, με συντεταγμένες στο τοπικό σύστημα αναφοράς:

ΣΗΜΕΙΟ	X (m)	Y (m)
1	945.665	1366.645
2	960.178	1364.444

Πίνακας 4.3: Συντεταγμένες σημείων του 2^{ου} άξονα του ναού της Αθηνάς

Σε αυτή την περίπτωση, επειδή τα μετρημένα στοιχεία είναι μόνο 2, το αστρονομικό αζιμούθιο της καλύτερης ευθείας υπολογίζεται απευθείας από τον τύπο:

$$\alpha_{12} = \arctan(\Delta X/\Delta Y) = 309^g.5818 \text{ και επομένως :}$$

$$\alpha_{21} = 109^g.5818$$

Ενώ για το σφάλμα του αστρονομικού αζιμουθίου A ισχύει:

$$\sigma_A = \pm \sigma_z \frac{\sqrt{2}}{S_{12}} \cdot \rho^{cc} = 613^{cc} \quad (4.7)$$

Επομένως, το αστρονομικό αζιμούθιο της ευθείας που περνά από τα δύο αυτά σημεία είναι:

$$A = 109^g.5818 \pm 6^c$$

4.3.3 Προσδιορισμός του 3^{ου} βασικού κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς

Τα σημεία που καθορίζουν την ευθεία του άξονα του εξωτερικού τοίχου είναι τα σημεία 1 και 2, ως τα μέσα της δυτικής και ανατολικής πλευράς του τοίχου αντίστοιχα, με συντεταγμένες στο τοπικό σύστημα αναφοράς:

ΣΗΜΕΙΟ	X (m)	Y (m)
1	944.178	1366.196
2	963.255	1363.225

Πίνακας 4.4: Συντεταγμένες σημείων του 3^{ου} άξονα του ναού της Αθηνάς

Και σε αυτή την περίπτωση, επειδή τα μετρημένα στοιχεία είναι μόνο 2, ο προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου γίνεται απευθείας από τον τύπο:

$$\alpha_{12} = \arctan(\Delta X / \Delta Y) = 109^g.8355$$

Ενώ για το σφάλμα του αστρονομικού αζιμουθίου A, σύμφωνα με τη σχέση (4.7) ισχύει:

$$\sigma_A = 466^{cc} \sim 4^c.6$$

Επομένως, το αστρονομικό αζιμούθιο της ευθείας που περνά από τα δύο αυτά σημεία, μαζί με το σφάλμα του είναι:

$$A = 109^g.8355 \pm 4^c.6$$

4.4 Προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι

Επιλέχθηκαν πέντε σημεία που φαίνεται ότι ορίζουν τον άξονα του ηρώου του Φρόντι.

- τα σημεία 1 και 2, ως τα μέσα της δυτικής πλευράς του βωμού,
- τα σημεία 3 και 4 ως τα μέσα της ανατολικής πλευράς, και
- το σημείο 5, ως το μέσο της απόστασης μεταξύ των δύο κιόνων που βρίσκονται στο εξωτερικό της ανατολικής πλευράς.(σχήμα 4.2)

Οι συντεταγμένες των σημείων αυτών στο τοπικό σύστημα αναφοράς είναι:

ΣΗΜΕΙΟ	X (m)	Y (m)
1	961.005	1382.850
2	961.584	1382.692
3	966.935	1381.455
4	967.810	1381.302
5	969.750	1380.800

Πίνακας 4.5 : Συντεταγμένες σημείων του βασικού κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό του βασικού κατά μήκος άξονα είναι η ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα.

Τελικά προέκυψε ότι : **a = -0.231286896** και **b = 1605.107348**

Το a posteriori σφάλμα της εφαρμογής είναι:

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum[uu]}{n-m}} \Rightarrow \sigma_0 = \sqrt{\frac{1.91541 * 10^{-6}}{5-2}} \Rightarrow \sigma_0 = \pm 0.000799m$$

Ισχύει πως:

$$V_x = \sigma_0^2 * (A^T * A)^{-1} \Rightarrow V_x = \begin{pmatrix} 1.0473 * 10^{-8} & -1.01108 * 10^{-5} \\ -1.01108 * 10^{-5} & 0.009761258 \end{pmatrix}$$

Και άρα:

$$\sigma_{\alpha} = \pm 0.000102338 \quad \text{και} \quad \sigma_{\beta} = \pm 0.098799078$$

Ο υπολογισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της καλύτερης ευθείας ακολουθεί την εξής διαδικασία:

Υπολογίζεται η γωνία φ :

$$\varphi = \tan^{-1}(\alpha), \text{ σε μοίρες} \quad \text{και} \quad A = (|\varphi| + 90^{\circ}), \text{ σε μοίρες}$$

$$A = (|\varphi| + 90^{\circ}) = \{|\tan^{-1}(-0.231286896)| + 90^{\circ}\} = 13.0227720 + 90^{\circ} \\ \rightarrow (*200^{\text{s}}/180^{\circ}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = 114^{\text{s}}.4697$$

Ενώ το σφάλμα του αστρονομικού αζιμουθίου A είναι:

$$\sigma_A = \sqrt{\left(\frac{dA}{d\alpha}\right)^2} = \left|\frac{dA}{d\alpha}\right| * \sigma_{\alpha} = \left|\frac{1}{1+\alpha^2}\right| * \sigma_{\alpha} \Rightarrow \sigma_A = \pm 61^{\text{cc}}$$

Επομένως, το αστρονομικό αζιμούθιο της καλύτερης ευθείας που διέρχεται από τα 5 σημεία που προαναφέρθηκαν, είναι:

$$\mathbf{A = 114^{\text{s}}.4697 \pm 61^{\text{cc}}}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Προσδιορισμός του αισθητού ορίζοντα

5.1 Γενικά

Σημαντικό στοιχείο της διερεύνησης του προσανατολισμού μνημείων είναι ο αισθητός ορίζοντας που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή του μνημείου και στη διεύθυνση των χαρακτηριστικών γραμμών του, όπως ο βασικός άξονας. Αυτό συμβαίνει διότι η φαινόμενη θέση των ουράνιων σωμάτων την ώρα που ανατέλλουν ή δύουν από το χώρο του μνημείου εξαρτάται άμεσα από την μορφολογία και τη θέση του ορίζοντα.

Ως **αισθητός ορίζοντας** από κάποια θέση (σημείο) ορίζεται η προβολή στην ουράνια σφαίρα του συνόλου των ορεινών όγκων ή των κτισμάτων που βρίσκονται στην διεύθυνση των χαρακτηριστικών γραμμών του μνημείου και εμποδίζουν την ορατότητα του παρατηρητή, που βρίσκεται στη θέση αυτή, προς την ουράνια σφαίρα και τα ουράνια σώματα (ήλιος, αστέρια κ. α.) [Πανταζής Γ., 2002].

Ο προσδιορισμός της γραμμής που ορίζει τον αισθητό ορίζοντα μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε σημείο με γνωστές συντεταγμένες. Αν είναι γνωστή μια συγκεκριμένη διεύθυνση και γίνουν μετρήσεις οριζόντιας γωνίας και ζενίθιας (ή γωνίας ύψους) προς τα σημεία που ορίζουν την γραμμή του αισθητού ορίζοντα, τότε αυτή προκύπτει από την γραφική παράσταση αζιμουθίου (A_z) και γωνίας ύψους (υ) για κάθε σημείο της. Η εφαρμογή της διαδικασίας αυτής είναι πάντα η ίδια και δεν εξαρτάται από την απόσταση στην οποία βρίσκεται ο ορίζοντας.

Σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή της θέσης από την οποία θα γίνουν οι μετρήσεις. Και αυτό γιατί αν οι μετρήσεις γίνουν σε διαφορετική από την επιθυμητή θέση τότε ο ορίζοντας που θα προκύψει θα χρειάζεται αναγωγή (οριζοντιογραφική και υψομετρική), ώστε να αναφέρεται στο σωστό σημείο (φαινόμενη θέση).

Στην περίπτωση του προσδιορισμού του αισθητού ορίζοντα των ναών του Ποσειδώνα, της Αθηνάς καθώς και του μικρότερου ναού, ο ορίζοντας που προκύπτει δεν χρειάζεται αναγωγή.

Αυτό συμβαίνει διότι, στην περίπτωση του ναού του Ποσειδώνα, η μέτρηση του ορίζοντα πραγματοποιήθηκε από την στάση Σ1, στο εσωτερικό του ναού, περίπου στο κέντρο της ανατολικής εισόδου, ενώ για τον ναό της Αθηνάς και του μικρότερου βωμού, η μέτρηση έγινε από την στάση Σ4, έξω ακριβώς από την ανατολική πλευρά του ναού της Αθηνάς (σε απόσταση περίπου 80 cm), σε θέση τέτοια που η ορατότητα

προς τον ορίζοντα, τόσο από τον ναό της Αθηνάς όσο και από τον βωμό, δεν αλλάζει.

5.2 Μετρήσεις για τον προσδιορισμό της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα

- Για τον ναό του Ποσειδώνα

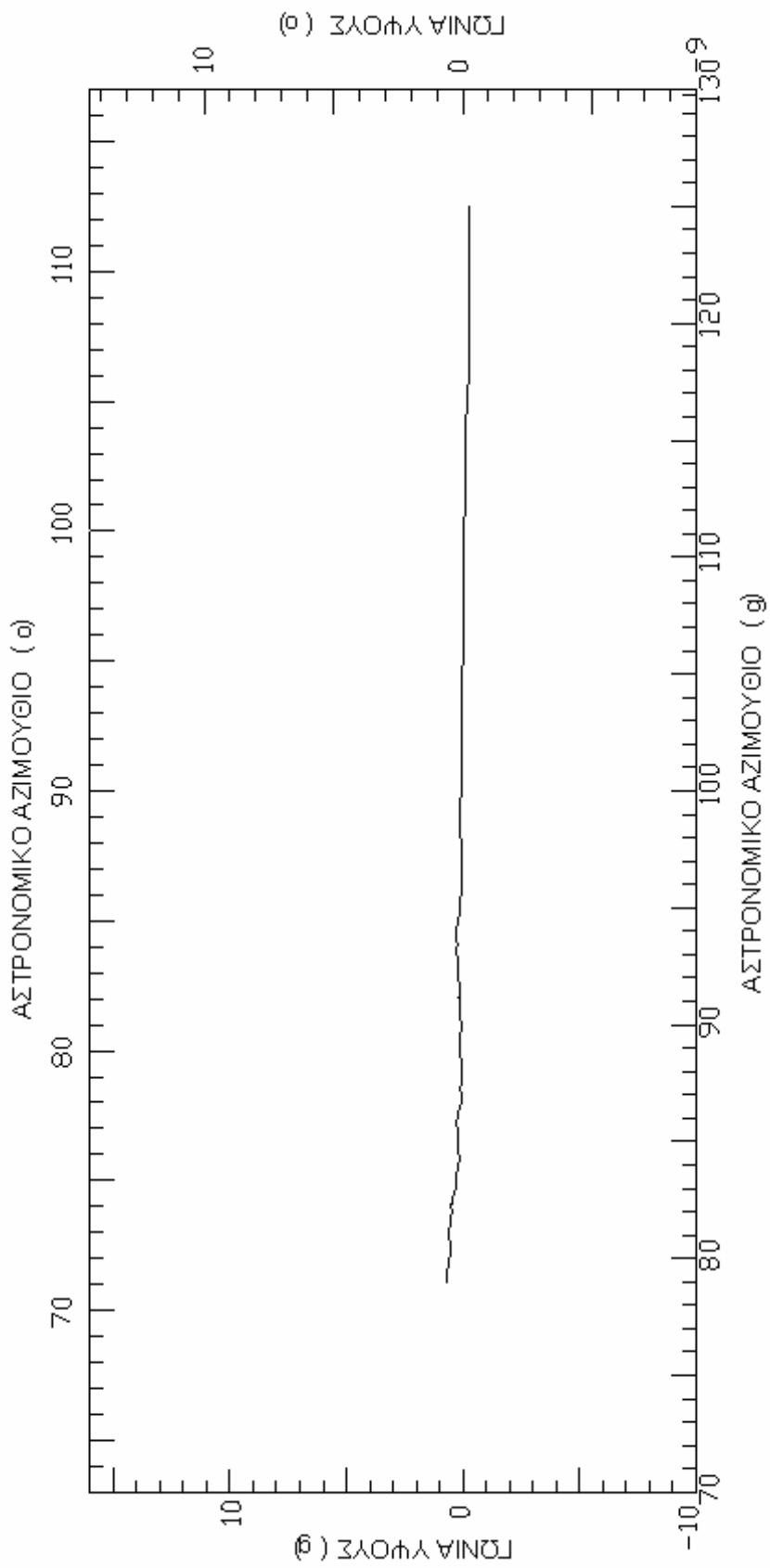
Η μέτρηση για τον προσδιορισμό του αισθητού ορίζοντα έγινε, όπως αναφέρθηκε, από την στάση Σ1, με τον ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό TCR 303 της Leica.

Έγινε ο μηδενισμός στη στάση Σ3, οπότε ως διεύθυνση αναφοράς ορίστηκε η Σ1-Σ3. Στη συνέχεια αποτυπώθηκε ο αισθητός ορίζοντας .

Το διάγραμμα του αισθητού ορίζοντα είναι της μορφής: Αζιμούθιο (A_z) – Γωνία ύψους (ν).

Το $A_{\Sigma 3-\Sigma 1}$ υπολογίστηκε ίσο με $A_{\Sigma 3-\Sigma 1} = 13^g.2459$, ενώ κατά την αποτύπωση στοπεύθηκαν 101 σημεία και ο υπολογισμός της γωνίας ύψους για κάθε σημείο έγινε στο Excel.

Ακολουθούν το διάγραμμα του αισθητού ορίζοντα,(σχήμα 5.1), όπως κατασκευάστηκε με την βοήθεια του AutoCAD, καθώς και η φωτογραφική τεκμηρίωση (φωτογραφία 5.1) του ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα.



Σχήμα 5.1: Διάγραμμα οριογραμμής του αισθητού οριζοντα του ναού του Ποσειδώνα.

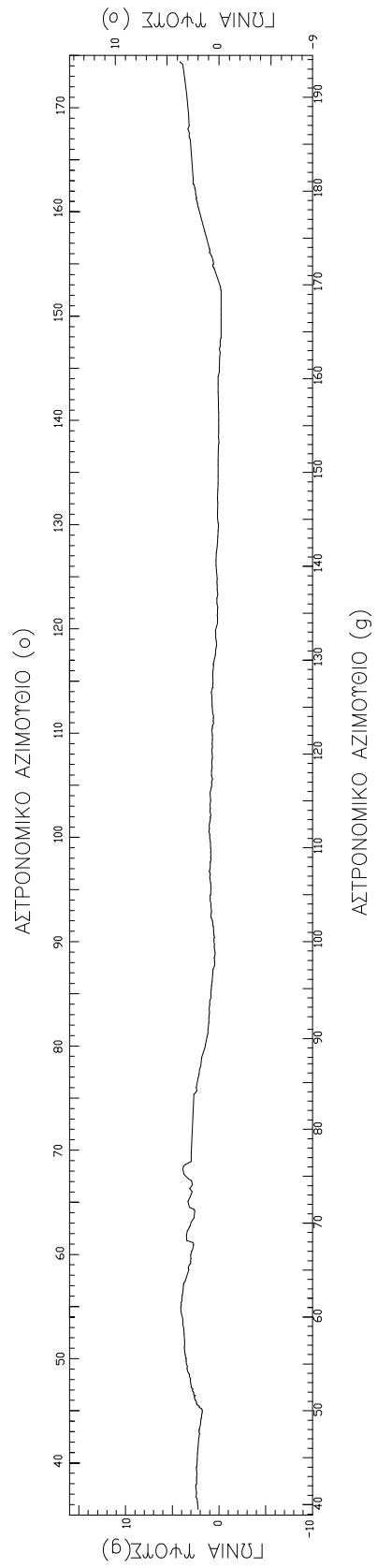


Φωτογραφία 5.1: Φωτογραφική τεκμηρίωση της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα.

- Για τον ναό της Αθηνάς και το ηρώο του Φρόντι

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η ίδια όπως παραπάνω. Η μέτρηση του αισθητού ορίζοντα έγινε από την στάση Σ4, και ο μηδενισμός στην στάση T. Το αζιμούθιο της διεύθυνσης αναφοράς υπολογίστηκε ίσο με $A_{T-\Sigma 4} = 393.8043$. Σκοπεύθηκαν 384 σημεία, και για κάθε σημείο υπολογίστηκε στο Excel το αζιμούθιο A_Z και η γωνία ύψους υ .

Ακολουθούν το διάγραμμα του αισθητού ορίζοντα, (σχήμα 5.2), όπως κατασκευάστηκε με την βοήθεια του AutoCAD, καθώς και η φωτογραφική τεκμηρίωση (φωτογραφία 5.2) του ορίζοντα του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.



Σχήμα 5.2: Διάγραμμα της οριογραμμής του αισθητού οριζοντα του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.



Φωτογραφία 5.2: Φωτογραφική τεκμηρίωση της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι.

5.3 Σφάλματα στον προσδιορισμό της οριογραμμής του ορίζοντα

Το σφάλμα προσδιορισμού κάθε σημείου της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα είναι το μέτρο του διανύσματος του αθροίσματος των δύο σφαλμάτων κατά την οριζόντια (σ_{Δ}) και κατακόρυφη (σ_{κ}) διεύθυνση, δηλαδή:

$$\sigma_{op} = \pm \sqrt{\sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\kappa}^2} \quad (5.1)$$

Το σφάλμα στην οριζόντια διεύθυνση σ_{Δ} προκύπτει από τη σχέση $A_Z = A_0 + b$, η οποία δίνει το αζιμούθιο κάθε σημείου της οριογραμμής. Άρα το σφάλμα στην οριζόντια διεύθυνση δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma_{\Delta} = \pm \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_{A_0}^2} \quad (5.2)$$

Όπου σ_b το σφάλμα μέτρησης της οριζόντιας γωνίας b
Και σ_{A_0} το σφάλμα της αρχικής γωνίας διεύθυνσης

Το όργανο με το οποίο έγιναν οι μετρήσεις έχει ακρίβεια μέτρησης γωνιών ίση με $\pm 3'' \sim \pm 9^{cc}$.

Το σφάλμα σ_{A_0} δίνεται από τον τύπο:

$$\sigma_{A_0} = \pm \sigma_{\chi} \frac{\sqrt{2}}{S} \cdot \rho^{cc}$$

(5.3)

Για τον ναό του Ποσειδώνα ισχύει $S_{31} = 35.950$ m και για την Αθηνά $S_{TS4} = 366.941$ m, και θεωρώντας ως σφάλμα προσδιορισμού των συντεταγμένων X και Y ίσο με $\sigma_X = \sigma_Y = \pm 1$ cm, προκύπτει:

Για τον ναό του Ποσειδώνα προκύπτει:

$$\sigma_{A_0\text{Ποσ}} = \pm 250^{cc}$$

Για τον ναό της Αθηνάς, προκύπτει τελικά:

$$\sigma_{A_0\text{Αθην}} = \pm 25^{cc}$$

Το σφάλμα στην κατακόρυφη διεύθυνση σ_{ν} είναι ίδιο με το σφάλμα μέτρησης της γωνίας ύψους (ζενίθιας γωνίας). Επομένως:

$$\sigma_{\kappa} = \pm 9^{cc}$$

Επομένως, το τελικό σφάλμα προσδιορισμού κάθε σημείου της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα είναι:

Για τον ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα:

$$\sigma_{\sigma\rho\Pi\sigma\sigma} = \pm\sqrt{\sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\text{K}}^2} = \sqrt{250^2 + 9^2} = 250.16^{cc} = 250^{cc} \square 2^c.5$$

Και για τον ορίζοντα του ναού της Αθηνάς και του μικρότερου βωμού:

$$\sigma_{\sigma\rho\Delta\theta\eta} = \pm\sqrt{\sigma_{\Delta}^2 + \sigma_{\text{K}}^2} = \sqrt{25^2 + 9^2} = 26.57^{cc} = 27^{cc}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Διερεύνηση του προσανατολισμού των ναών

6.1 Γενικά

Για την διερεύνηση του προσανατολισμού των ναών του Ποσειδώνα , της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι εξετάστηκε ο προσανατολισμός των βασικών κατά μήκος αξόνων των ναών ως προς τη θέση του ήλιου σε συγκεκριμένες ημερομηνίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι με τον προσανατολισμό των αρχαίων μνημείων είχαν ασχοληθεί πολλοί μελετητές στο παρελθόν.

Ο Heinrich Nissen στο έργο του "Orientation studien zur geschichte der religion", αναφέρει σχετικά με τον ναό του Ποσειδώνα στο Σούνιο ότι ο Schone είχε υπολογίσει τον προσανατολισμό του ναού στις 284° , ο Dorpfeld στις $282^{\circ} 45'$ και ο Penrose στις $284^{\circ} 9' 45''$. Επιπλέον, ο Penrose, σχετικά με τον προσανατολισμό του ναού της Αθηνάς, αναφέρει ότι ο ναός είναι προσανατολισμένος στον αστερισμό των Πλειάδων, την 20^η Οκτωβρίου, με έτος θεμελίωσης το 1125 π.Χ..

6.2 Προσδιορισμός της πορείας του ήλιου

Ο ήλιος είναι ο πλησιέστερος απλανής αστέρας προς τη Γη και το κέντρο του ηλιακού μας συστήματος. Η ετήσια περιφορά της Γης γύρω από αυτόν ολοκληρώνεται σε περίπου 365.25 ημέρες και επομένως η ημερήσια φαινόμενη κίνησή του είναι περίπου 1° . Βρίσκεται σε μία μέση απόσταση 1.495979×10^8 km από τη Γη και έχει ακτίνα 6.9599×10^5 km. Γίνεται ορατός από την επιφάνεια της Γης ως κυκλικός δίσκος στον ουρανό, με μια φαινόμενη διάμετρο $32'$.

Ως χρόνος ανατολής ή δύσης του ηλίου, τοπικά, ορίζεται η στιγμή κατά την οποία το ανώτατο σημείο του δίσκου του βρίσκεται στον ορίζοντα του τόπου. [Πανταζής Γ., 2002]

Ο προσδιορισμός της φαινόμενης πορείας του ήλιου έχει το δικό του σφάλμα, σ_H , το οποίο εξαρτάται:

➤ Από την ακρίβεια γνώσης των αστρονομικών συντεταγμένων του τόπου στον οποίο βρίσκεται το μνημείο. Στην πράξη χρησιμοποιούνται οι γεωδαιτικές συντεταγμένες του τόπου χωρίς να επιφέρεται μεγάλο σφάλμα, λόγω των μερικών δευτερολέπτων τόξου της διαφοράς τους.

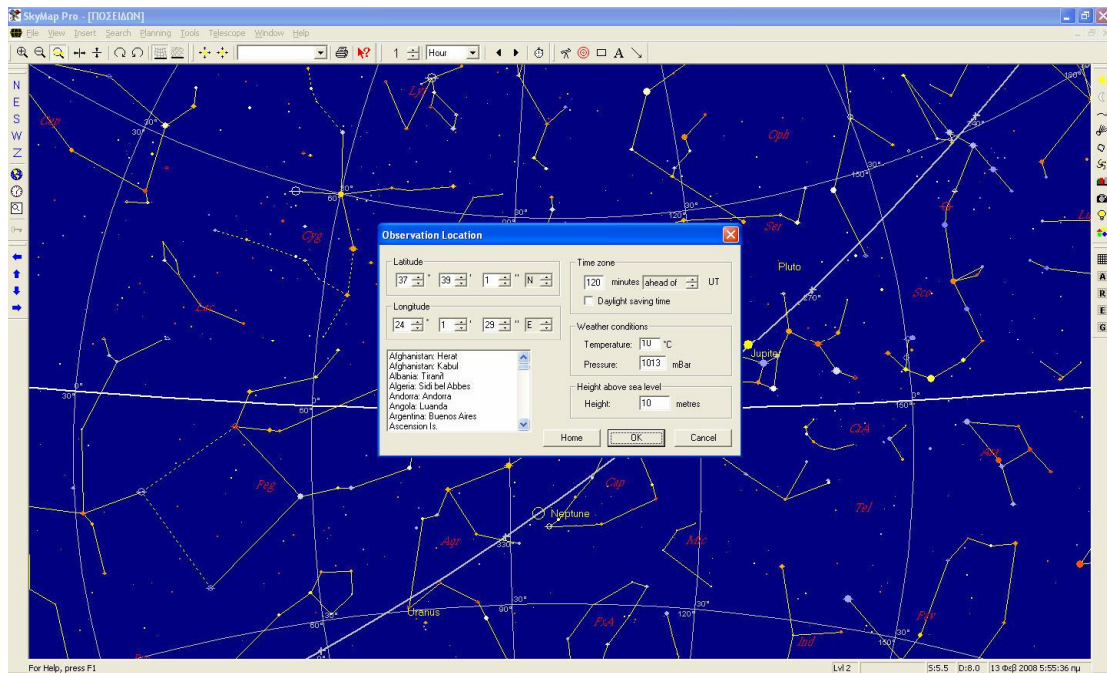
➤ Από την ακρίβεια με την οποία είναι γνωστές οι ουρανογραφικές συντεταγμένες α , δ του αστέρα που παρατηρήθηκε, οι οποίες είναι γνωστές από αστρονομικές εφημερίδες με σφάλμα $\sigma_\alpha = \pm 0.001 \text{ sec}$ και $\sigma_\delta = \pm 0''.01 = \pm 0.03^{\text{cc}}$.

Αν η αβεβαιότητα με την οποία είναι γνωστές οι γεωδαιτικές συντεταγμένες (φ , λ) είναι $\sigma_\varphi = \sigma_\lambda = 10'' = \pm 30^{\text{cc}}$, τότε το σφάλμα της φαινόμενης πορείας του ήλιου ή άλλου ουράνιου σώματος όπως υπολογίζεται είναι της τάξης των $\pm 6^{\text{cc}}$. [Meeus Jean, 1991]

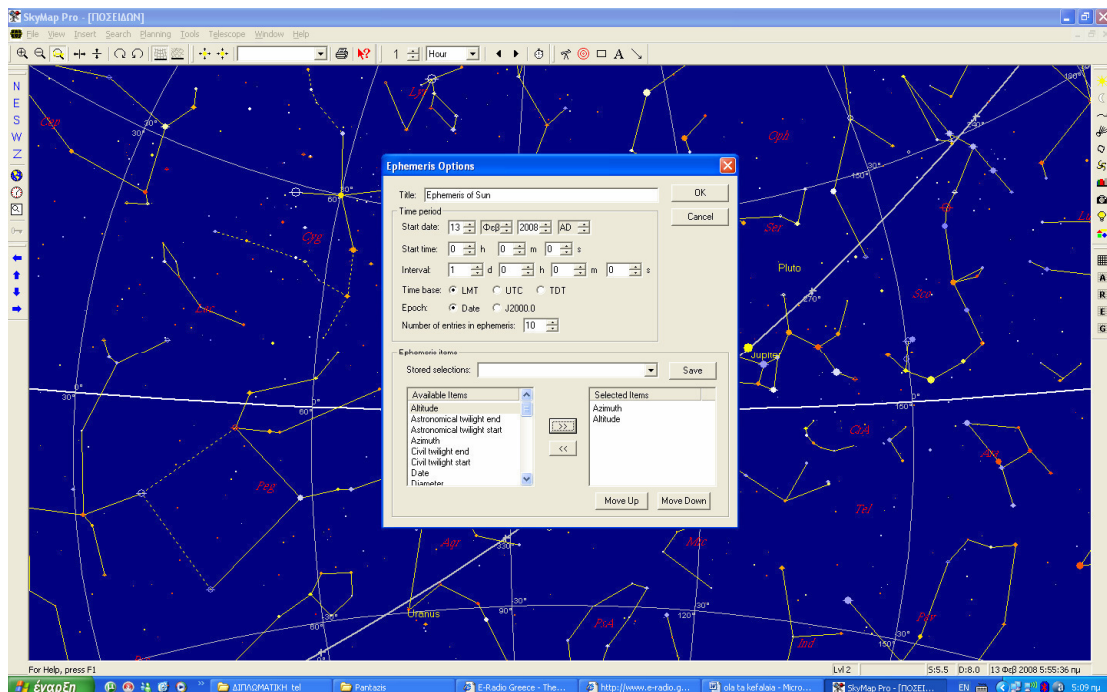
6.2.1 Ανάλυση εργασιών για τον προσδιορισμό της θέσης του ήλιου

Ο προσδιορισμός της φαινόμενης πορείας κάποιου ουράνιου σώματος για συγκεκριμένη ημερομηνία, από κάποιο συγκεκριμένο σημείο της επιφάνειας της Γης, μπορεί να γίνει ηλεκτρονικά με την βοήθεια του προγράμματος SkyMap Pro 10. Τα στοιχεία εισόδου που χρειάζεται το πρόγραμμα είναι:

- Η επιλογή του ουράνιου σώματος του οποίου θα προσδιοριστεί η πορεία.
- Οι αστρονομικές συντεταγμένες (Φ , Λ) του τόπου που βρίσκεται το μνημείο. Στην πράξη χρησιμοποιούνται οι γεωδαιτικές συντεταγμένες του τόπου αφού η διαφορά τους είναι μερικά δευτερόλεπτα τόξου.
- Η θερμοκρασία και η πίεση στον τόπο του μνημείου.
- Το υψόμετρο του τόπου από την μέση στάθμη της θάλασσας.
- Η ημερομηνία για την οποία θέλουμε να υπολογίσουμε την φαινόμενη πορεία του ήλιου.
- Η ώρα έναρξης της πορείας του ήλιου.
- Ανά πόσο χρονικό διάστημα θα υπολογίζονται τα στοιχεία της πορείας.
- Ποια στοιχεία θα εξαγάγει το πρόγραμμα (αζιμούθιο και γωνία ύψους).
- Ο αριθμός των τελικών ζευγών στοιχείων.



Φωτογραφία 6.1 : Οθόνη προγράμματος για εισαγωγή στοιχείων του τόπου



Φωτογραφία 6.2 : Οθόνη προγράμματος για εισαγωγή στοιχείων της ημερομηνίας και της ώρας.

Τα στοιχεία του παραγόμενου αρχείου είναι το Αζιμούθιο (Azimuth) και η γωνία ύψους (Altitude). Το αρχείο που παράγεται είναι σε μορφή .txt και έχει την μορφή που παρουσιάζεται παρακάτω.

Ephemeris of Sun

Azimuth	Altitude
103° 32' 59"	-00° 50' 04"
105° 04' 35"	+01° 26' 26"
106° 37' 16"	+03° 13' 12"
108° 11' 15"	+05° 02' 47"
109° 46' 43"	+06° 52' 58"
111° 23' 53"	+08° 42' 49"
113° 02' 58"	+10° 31' 52"
114° 44' 10"	+12° 19' 51"
116° 27' 42"	+14° 06' 31"
118° 13' 46"	+15° 51' 41"
120° 02' 38"	+17° 35' 12"
121° 54' 30"	+19° 16' 51"
123° 49' 35"	+20° 56' 30"
125° 48' 08"	+22° 33' 55"
127° 50' 22"	+24° 08' 57"
129° 56' 30"	+25° 41' 22"
132° 06' 46"	+27° 10' 58"
134° 21' 21"	+28° 37' 31"
136° 40' 27"	+30° 00' 46"
139° 04' 12"	+31° 20' 29"
141° 32' 46"	+32° 36' 24"
144° 06' 13"	+33° 48' 14"
146° 44' 37"	+34° 55' 44"
149° 27' 56"	+35° 58' 34"
152° 16' 07"	+36° 56' 30"
155° 09' 01"	+37° 49' 12"
158° 06' 23"	+38° 36' 26"
161° 07' 57"	+39° 17' 55"
164° 13' 17"	+39° 53' 25"
167° 21' 55"	+40° 22' 42"

Πίνακας 6.1: Στοιχεία πορείας ήλιου (A_z, u), για τον τόπο με $\varphi = 37^\circ 39' 11''$ για την 25/2/466 π. Χ.

Τα στοιχεία αυτά δίδονται σε εξηκονταδική μορφή μοιρών. Για να είναι αξιοποιήσιμα απαιτείται η μετατροπή των στοιχείων σε βαθμούς (grad) καθώς και η μετατροπή του αρχείου σε μορφή αναγνώσιμη από

κατάλληλο λογισμικό. [Αθανασόπουλος Δ., 2003]. Η τελική μορφή του εξαγόμενου αρχείου παρουσιάζεται παρακάτω.

1,115,0552,-0,9272,0
2,116,7515,1,6006,0
3,118,4679,3,5778,0
4,120,2083,5,6071,0
5,121,9762,7,6475,0
6,123,7756,9,6818,0
7,125,6105,11,7012,0
8,127,4846,13,7009,0
9,129,4019,15,6762,0
10,131,3660,17,6238,0
11,133,3821,19,5407,0
12,135,4537,21,4231,0
13,137,5849,23,2685,0
14,139,7802,25,0725,0
15,142,0438,26,8324,0
16,144,3796,28,5438,0
17,146,7920,30,2031,0
18,149,2843,31,8059,0
19,151,8602,33,3475,0
20,154,5222,34,8238,0
21,157,2735,36,2296,0
22,160,1151,37,5599,0
23,163,0485,38,8099,0
24,166,0728,39,9735,0
25,169,1873,41,0463,0
26,172,3892,42,0222,0
27,175,6738,42,8969,0
28,179,0361,43,6651,0
29,182,4682,44,3225,0
30,185,9614,44,8648,0

Πίνακας 6.2: Μορφή εξαγόμενου αρχείου

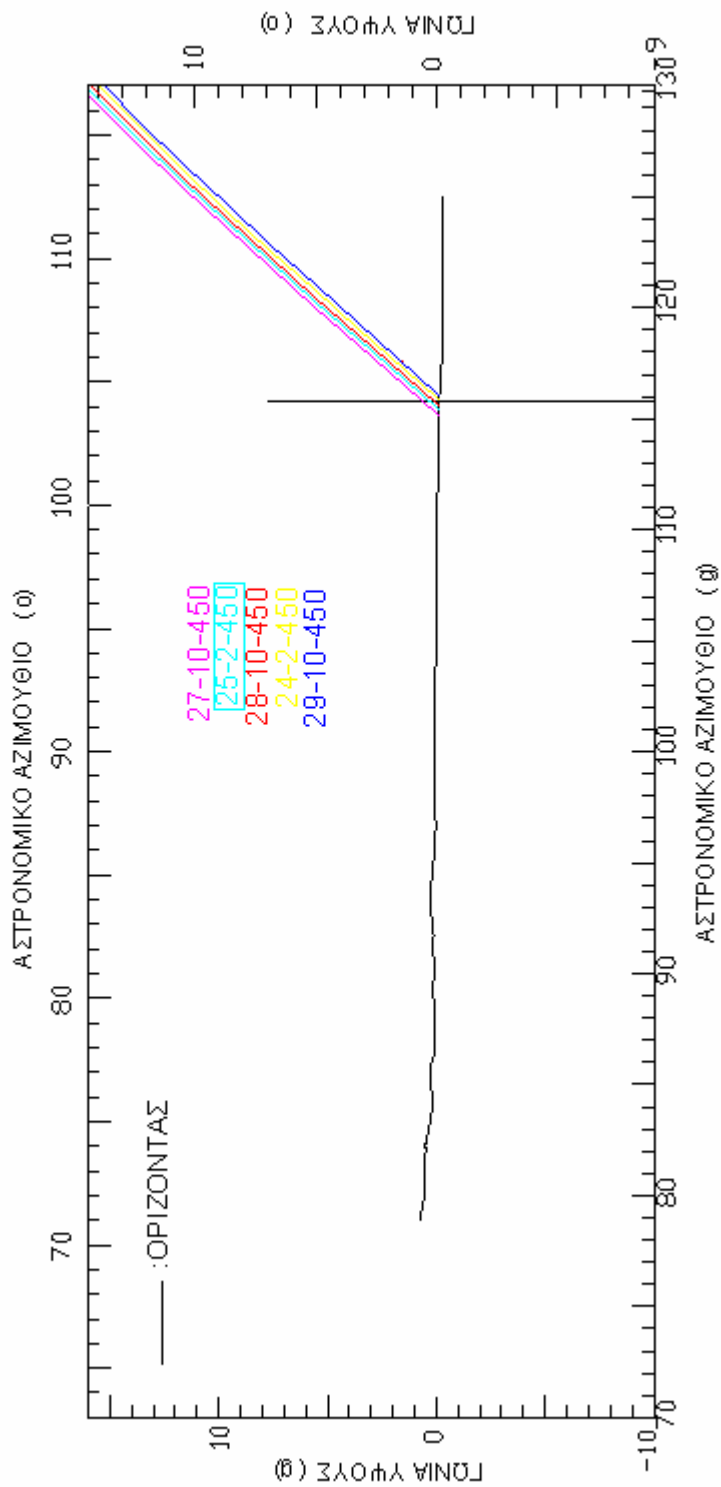
Οι εργασίες που αναφέρθηκαν παραπάνω εφαρμόστηκαν στο εξαγόμενο αρχείο έτσι ώστε να είναι αναγνώσιμο από το σχεδιαστικό πακέτο Report 4, με τη βοήθεια του οποίου σχεδιάζεται ψηφιακά η φαινόμενη πορεία του ήλιου από τον συγκεκριμένο τόπο.

Έτσι, με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος Sky Map Pro 10, υπολογίστηκαν οι πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες με σκοπό τον προσδιορισμό της ημερομηνίας εκείνης κατά την οποία η πορεία του ήλιου θα προσέγγιζε καλύτερα το αζιμούθιο του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού στο νοητό σημείο της τομής του με τον αισθητό

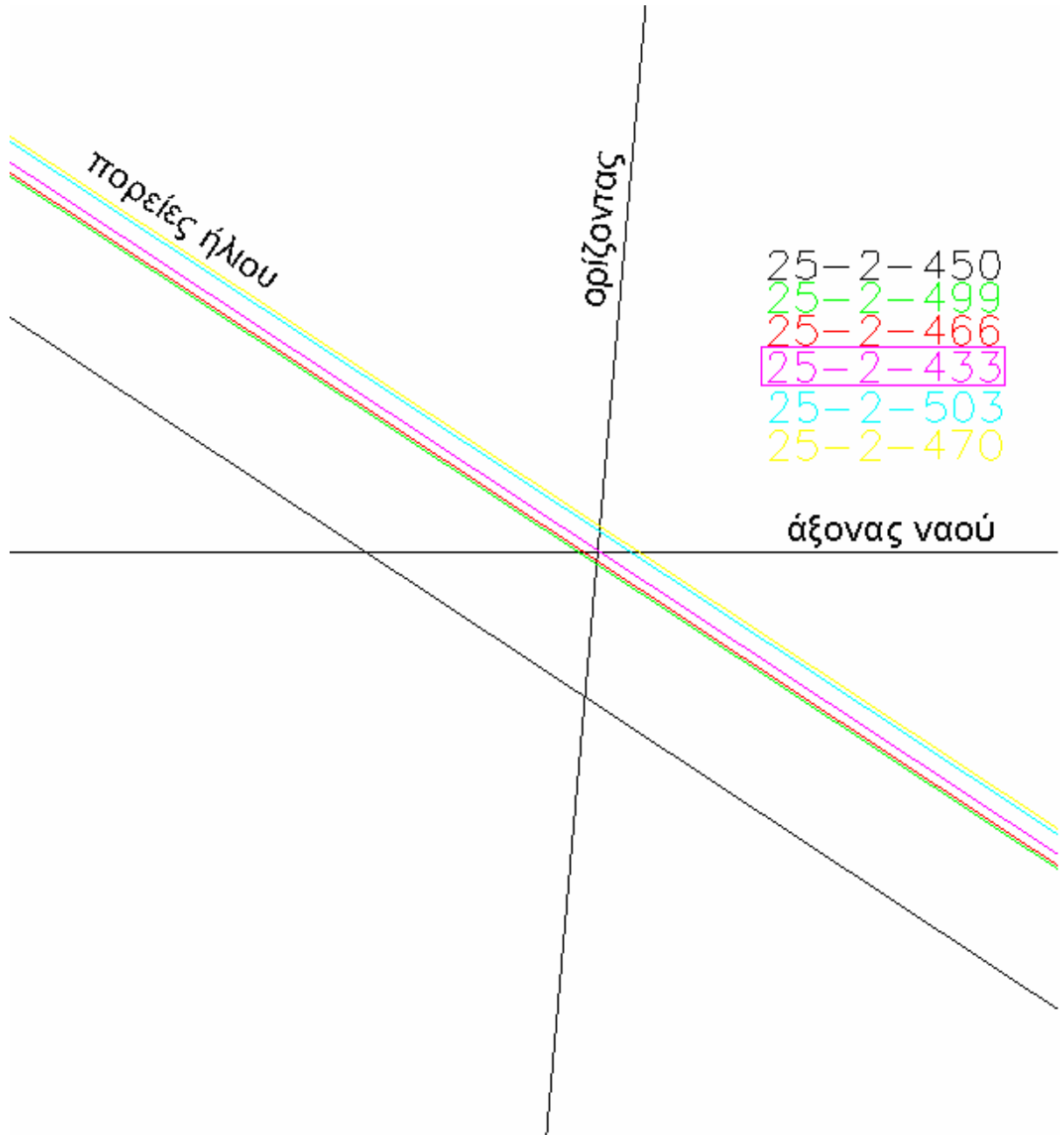
ορίζοντα του τόπου. Με πιο απλά λόγια , αναζητήθηκε η ημερομηνία που ο ήλιος ανέτειλε από τον αισθητό ορίζοντα του τόπου, πιο κοντά στο σημείο που αυτός τέμνεται από το άξονα του ναού.

Το σημείο τομής της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα και του βασικού άξονα του ναού του Ποσειδώνα βρίσκεται σε αζιμούθιο $115^{\circ}.7850$ και γωνία ύψους $-0^{\circ}.113$. Αρχικά υπολογίστηκε η ημέρα ενός τυχαίου έτους που ο ήλιος βρισκόταν περίπου σε αυτό το σημείο, και έπειτα κρατώντας την ημέρα αυτή σταθερή, προσεγγίστηκε το έτος κατά το οποίο ο ήλιος ανέτειλε από αυτό το σημείο.

Εξετάστηκαν διάφορες ημερομηνίες κατά το έτος 450 π.Χ. (Σχήμα 6.1), και τελικά διαπιστώθηκε ότι η 25 Φεβρουαρίου είναι η ημερομηνία κατά την οποία η ανατολή του ήλιου στον αισθητό ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα βρίσκεται πιο κοντά στο αζιμούθιο του ναού. Έπειτα εξετάστηκαν οι πορείες του ήλιου στις 25/2 διάφορων ετών, και τελικά η ημερομηνία 25 / 2 / 433 π.Χ. είναι αυτή που προσεγγίζει καλύτερα τις απαιτήσεις της έρευνας (Σχήμα 6.2).

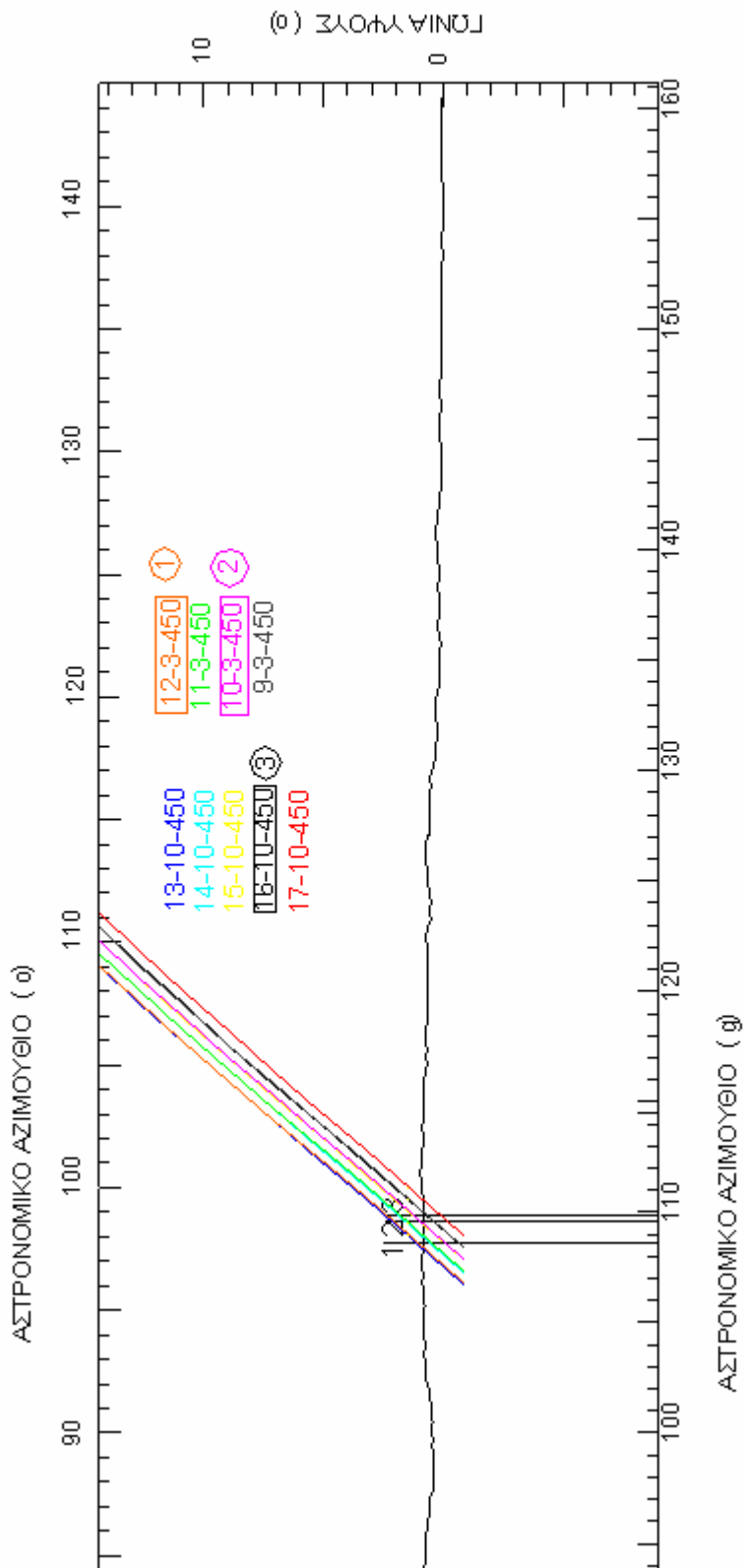


Σχήμα 6.1: Πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες κατά το έτος 450 π.Χ. σε σχέση με τον ναό του Ποσειδώνα.

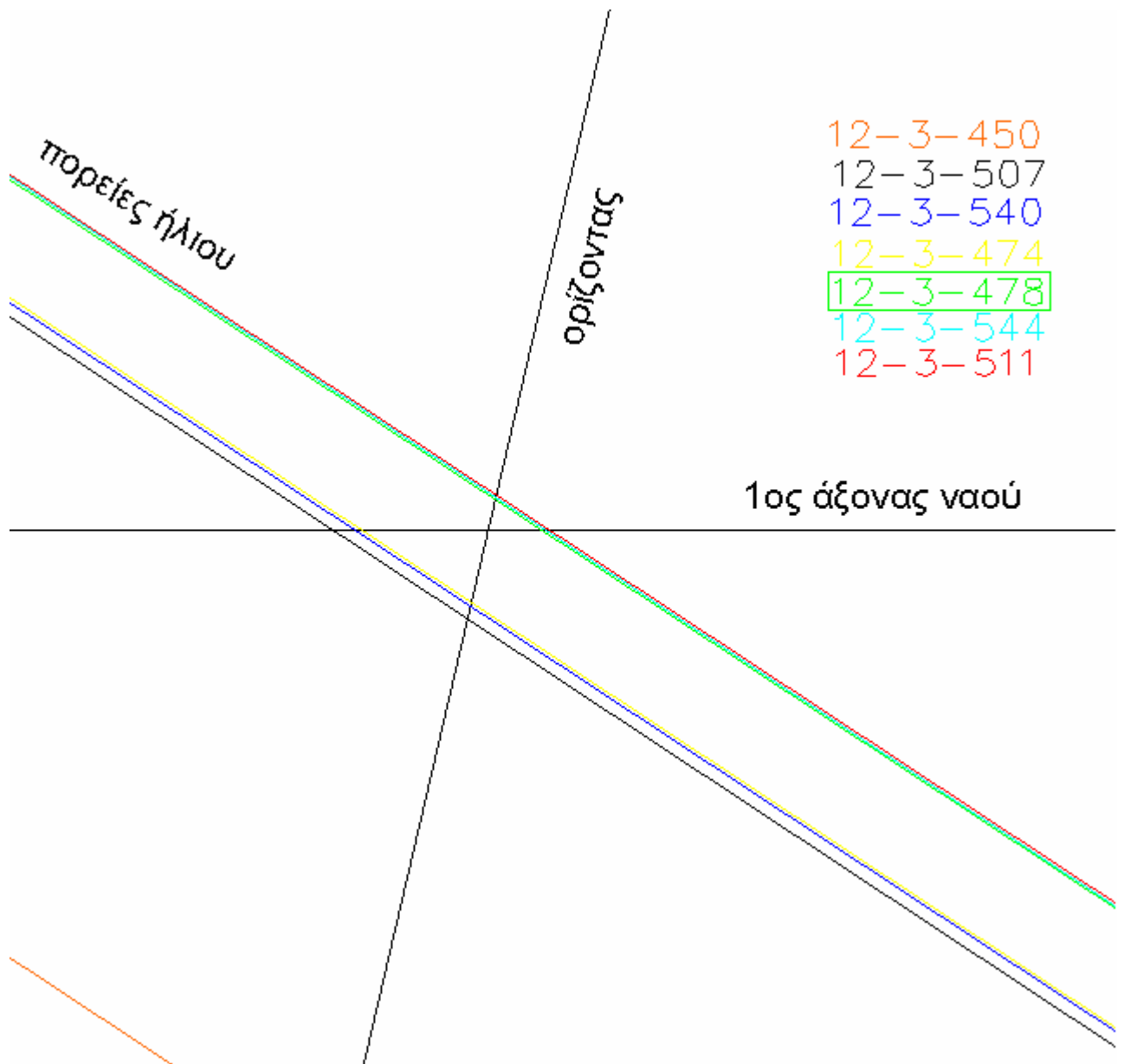


Σχήμα6.2: Πορείες του ήλιου στις 25/2 διαφόρων ετών σε σχέση με τον βασικό κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα)

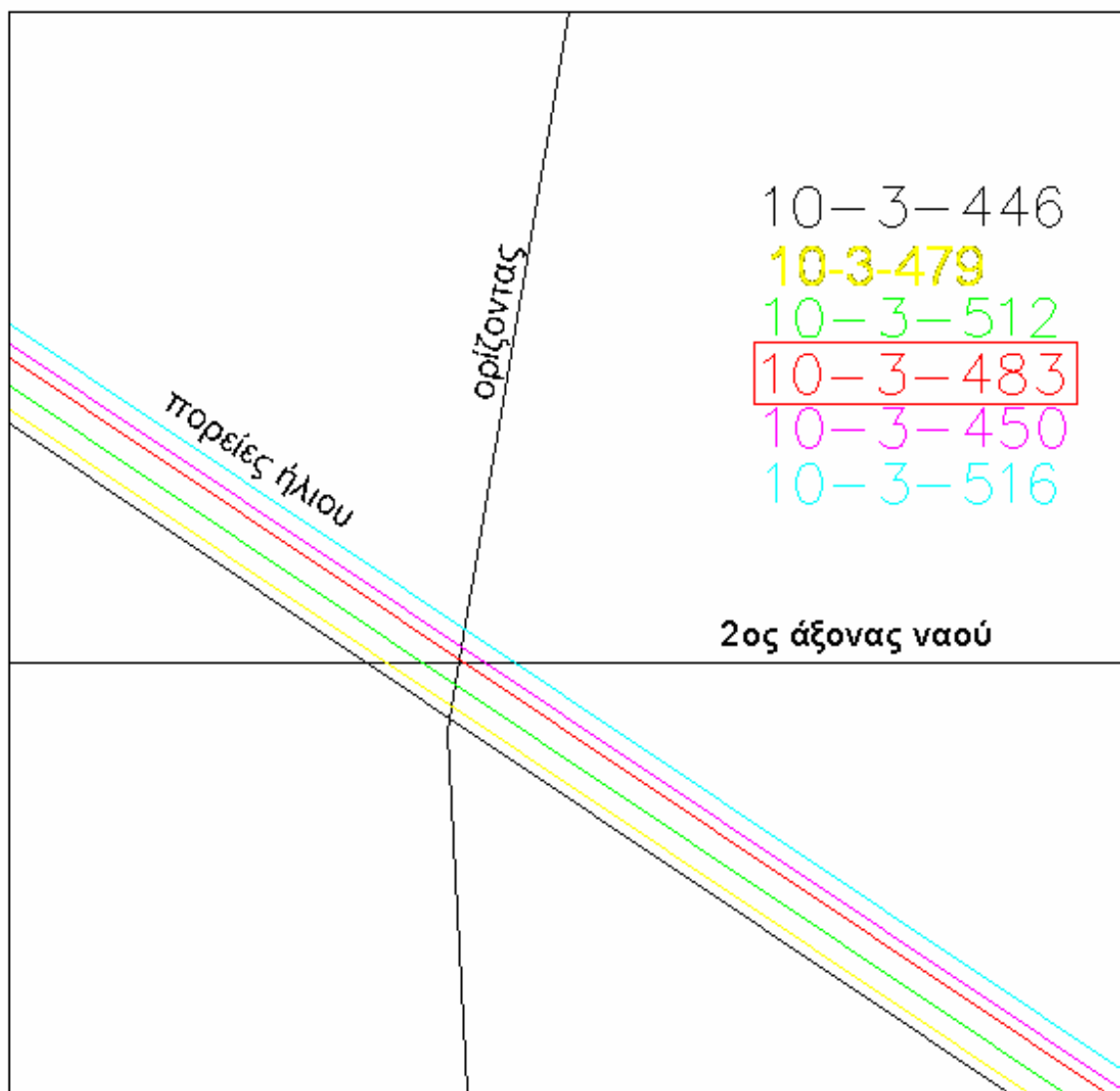
Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τον ναό της Αθηνάς αλλά και το ηρώο του Φρόντι. Για τον ναό της Αθηνάς εξετάστηκαν οι πορείες του ήλιου και για τους τρεις άξονες του ναού. Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι διάφορες πορείες του ήλιου που εξετάστηκαν σε σχέση με τους 3 άξονες του ναού της Αθηνάς και με αυτόν του ηρώου του Φρόντι.



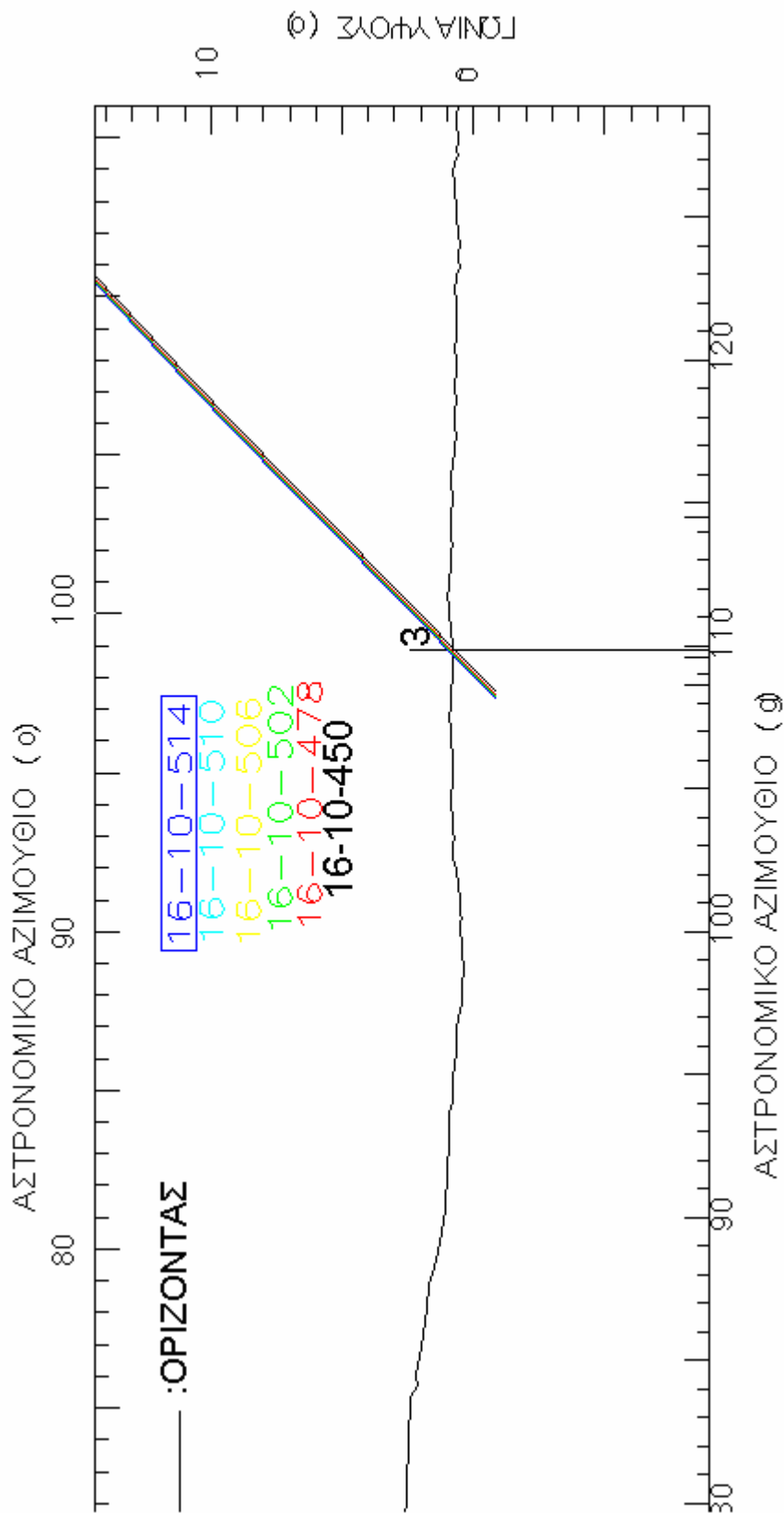
Σχήμα 6.3: Πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες του 450 π.Χ. σε σχέση με τους 3 άξονες του ναού. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).



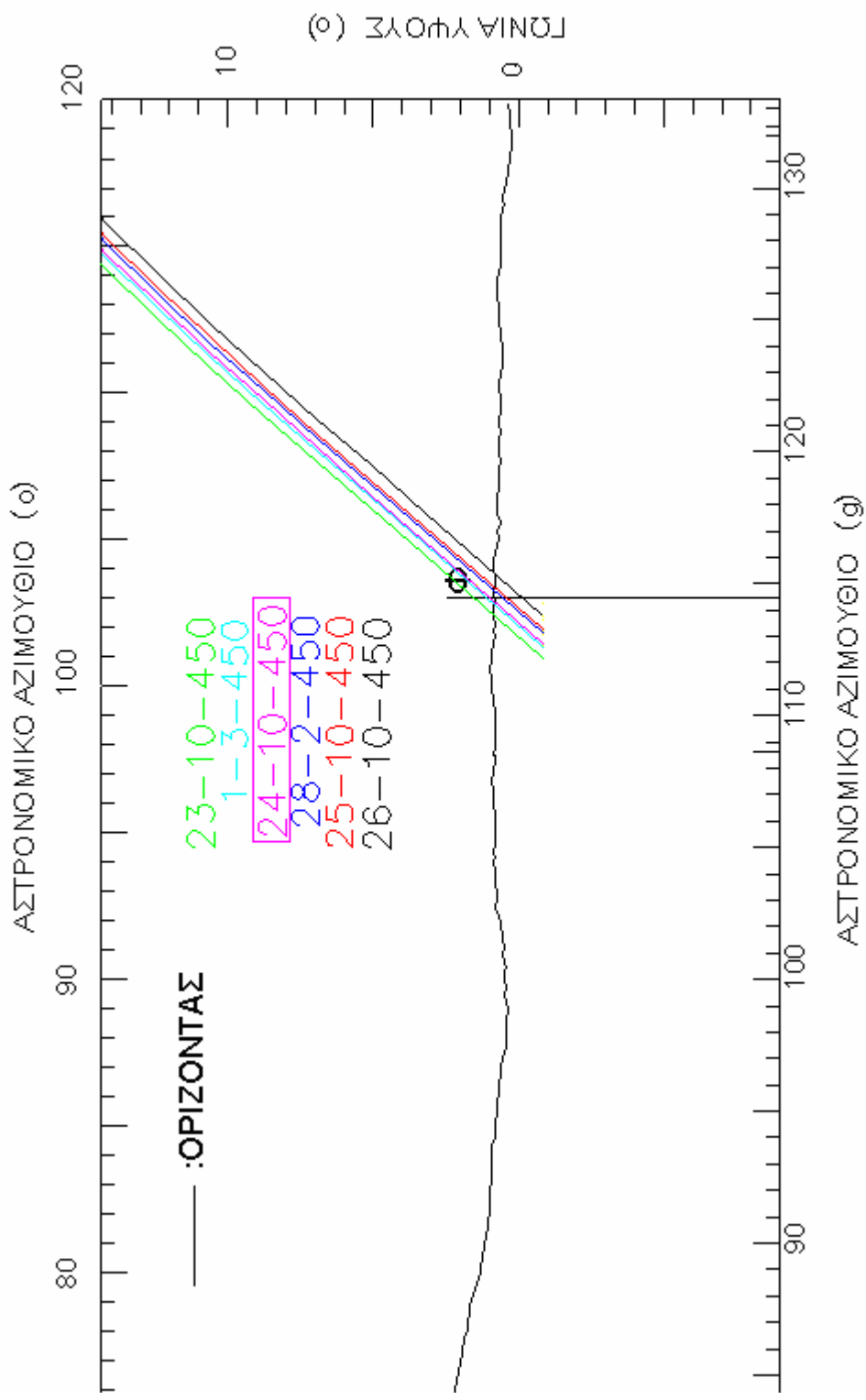
Σχήμα 6.4: Πορείες του ήλιου στις 12/3 διαφόρων ετών σε σχέση με τον 1^ο κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα)



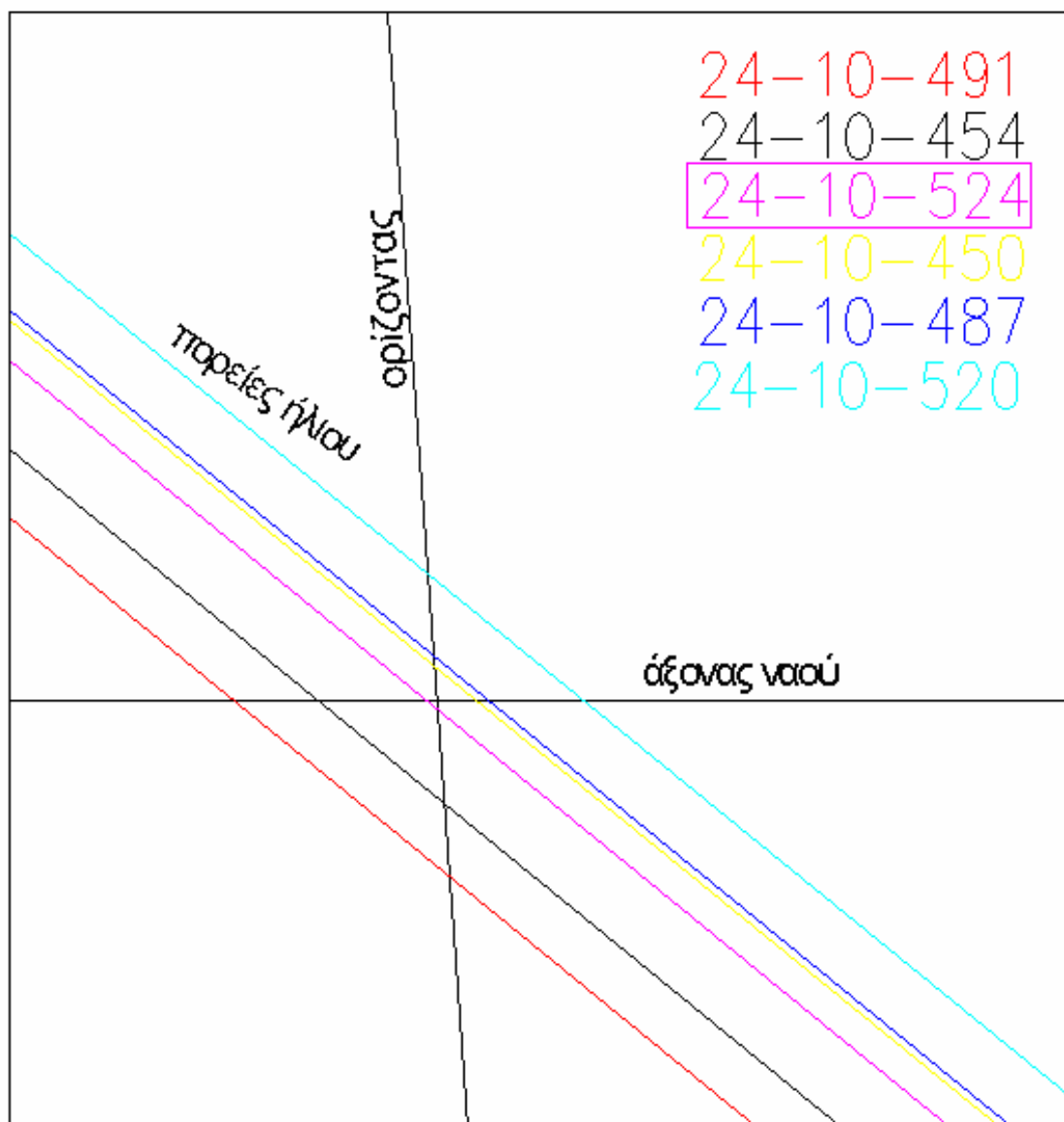
Σχήμα 6.5: Πορείες του ήλιου στις 10/3 διαφόρων ετών σε σχέση με τον 2^ο κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα)



Σχήμα 6.6: Πορείες του ήλιου στις 16/10 διαφόρων ετών σε σχέση με τον 3° κατά μήκος άξονα του ναού της Αθηνάς. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα)



Σχήμα 6.7: Πορείες του ήλιου σε διάφορες ημερομηνίες του 450 π.Χ. σε σχέση με τον άξονα του ηρώου του Φρόντι. (τμήμα του συνολικού ορίζοντα).



Σχήμα 6.8: Πορείες του ήλιου στις 24/10 διαφόρων ετών σε σχέση με τον κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι.(τμήμα του συνολικού ορίζοντα).

Οι ημερομηνίες που τελικά προέκυψαν μετά την παραπάνω έρευνα, κατά τις οποίες η θέση του ήλιου βρίσκεται πλησιέστερα στο σημείο της τομής του ορίζοντα και άξονα του κάθε ναού, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΝΑΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
Ποσειδώνα	25-2-433 π.Χ.
1 ^{ος} Άξονας Αθηνάς	12-3-478 π.Χ.
2 ^{ος} Άξονας Αθηνάς	10-3-483 π.Χ.
3 ^{ος} Άξονας Αθηνάς	16-10-514 π.Χ.
Ηρώο Φρόντι	24-10-524 π.Χ.

Πίνακας 6.3: Χρονολόγηση των ναών

6.3 Αβεβαιότητα χρονολόγησης των ναών

Η χρονολόγηση ενός μνημείου βασίζεται σε γεωμετρικές ενέργειες και υπολογισμούς. Η αβεβαιότητα στη μεθοδολογία χρονολόγησης των μνημείων σε σχέση με τον προσανατολισμό τους προκύπτει από:

- Το σφάλμα προσδιορισμού του προσανατολισμού του μνημείου
- Την τιμή της μεταβολής της πορείας του ήλιου για την συγκεκριμένη ημερομηνία που εξετάζεται. Η τιμή αυτή υπολογίστηκε περίπου ίση με:
 - 18^{cc} για τον άξονα του ναού του Ποσειδώνα
 - 30^{cc} για τον 1^ο άξονα του ναού της Αθηνάς
 - 30^{cc} για τον 2^ο άξονα του ναού της Αθηνάς
 - 17^{cc} για τον 3^ο άξονα του ναού της Αθηνάς
 - 18^{cc} για τον άξονα του ηρώου του Φρόντι

Το σφάλμα προσδιορισμού του προσανατολισμού προκύπτει από την σχέση:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_{op}^2 + \sigma_s^2} \quad (6.1)$$

- όπου σ_A : το σφάλμα του αστρονομικού αζιμουθίου του βασικού κατά μήκος άξονα
 σ_{op} : το σφάλμα προσδιορισμού της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα
 σ_s : το σφάλμα της φαινόμενης πορείας του ήλιου (6^{cc})

Η αβεβαιότητα της χρονολόγησης κάθε μνημείου προκύπτει ως το πηλίκο του σφάλματος προσδιορισμού του προσανατολισμού του προς την τιμή της μεταβολής της πορείας του ήλιου.

Άρα η αβεβαιότητα χρονολόγησης για τον κάθε ναό είναι:

- Για τον ναό του Ποσειδώνα : $\sigma_{\Pi} / 18^{\text{cc}} = 250^{\text{cc}} / 18^{\text{cc}} = \pm 14 \text{ χρόνια}$
- Για τον 1^ο άξονα του ναού της Αθηνάς : $\sigma_{A1} / 30^{\text{cc}} = 29^{\text{cc}} / 30^{\text{cc}} = \pm 1 \text{ χρόνο}$
- Για τον 2^ο άξονα του ναού της Αθηνάς : $\sigma_{A2} / 30^{\text{cc}} = 601^{\text{cc}} / 30^{\text{cc}} = \pm 20 \text{ χρόνια}$
- Για τον 3^ο άξονα του ναού της Αθηνάς : $\sigma_{A3} / 17^{\text{cc}} = 501^{\text{cc}} / 17^{\text{cc}} = \pm 29 \text{ χρόνια}$
- Για το ηρώο του Φρόντι: $\sigma_{\Phi} / 18^{\text{cc}} = 67^{\text{cc}} / 18^{\text{cc}} = \pm 4 \text{ χρόνια}$

6.4 Διερεύνηση αστέρων

Η έρευνα αφορά στην ύπαρξη αστέρα στον ορίζοντα του τόπου του κάθε ναού, στο αζιμούθιο του άξονά του, σε ώρες που να είναι ορατός.

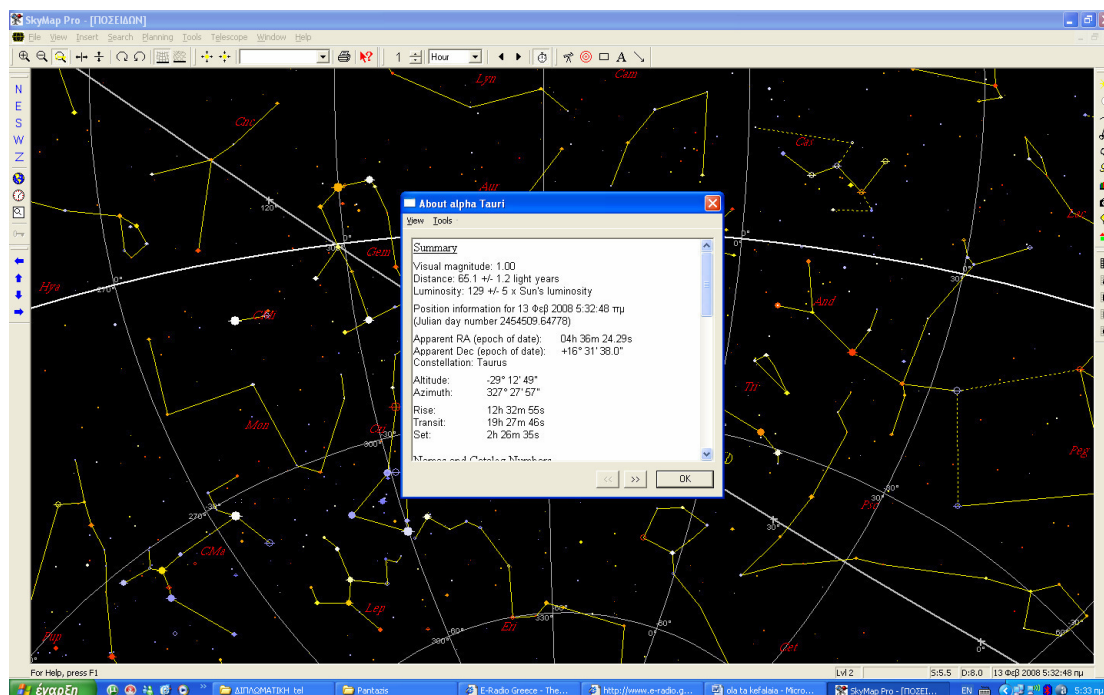
Αξίζει εδώ να αναφερθούν ορισμένες παρατηρήσεις σχετικά με τους αστέρες:

- Κάθε αστέρας περνά κάθε μέρα (νύχτα) από το ίδιο σημείο ως προς την γη 4 λεπτά νωρίτερα.
- Κάθε χρόνο την ίδια μέρα, στο εύρος μιας τετραετίας, ένας αστέρας περνά από το συγκεκριμένο σημείο, αλλάζει η ώρα ανατολής του περίπου 1 λεπτό και το αζιμούθιό του μερικά δευτερόλεπτα της μοίρας.
- Τα παραπάνω μεγέθη της μεταβολής της ώρας ανατολής και του αζιμουθίου εξαρτώνται και από τη θέση του αστέρα σε σχέση με τη γη και σε σχέση με τον τόπο παρατήρησης.

6.4.1 Πλειάδες

Η διαδικασία για τον προσδιορισμό της θέσης των Πλειάδων είναι ανάλογη με αυτή του προσδιορισμού της πορείας του ήλιου. Η εισαγωγή των στοιχείων είναι η ίδια, αλλά το μόνο που διαφοροποιείται είναι ότι δεν εξάγονται αυτόματα ανάλογα αρχεία για την πορεία των Πλειάδων,

αλλά ο προσδιορισμός γίνεται “χειροκίνητα”, επεμβαίνοντας κάθε φορά στο μενού «Observation Time», αλλάζοντας τον χρόνο και την ώρα παρατήρησης. Έτσι για κάθε χρονική στιγμή δίνεται και η αντίστοιχη θέση του αστερισμού που έχουμε επιλέξει, με γωνία ύψους και αζιμούθιο, αλλά και μια σειρά άλλων στοιχείων. (φώτ. 6.3).



Φωτογραφία 6.3: Οθόνη προγράμματος με τα στοιχεία της θέσης του άλφα του ταύρου (Πλειάδες), για συγκεκριμένη ώρα και ημερομηνία.

Εξετάστηκαν οι θέσεις του άλφα του Ταύρου σε σχέση με τον άξονα και τον αισθητό ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα, για διάφορες ημερομηνίες του έτους 433 π.Χ., και τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (6.4):

Το αζιμούθιο και η γωνία ύψους του άξονα του ναού του Ποσειδώνα σε μοίρες είναι $104^{\circ} 12' 23''.4$ και $-0^{\circ} 6' 6''.12$ αντίστοιχα. Έτσι, από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι ο Άλφα του Ταύρου κατά την κίνησή του περνάει από το αζιμούθιο του άξονα του ναού αλλά όχι στο σημείο τομής του άξονα με τον αισθητό ορίζοντα, μα ψηλότερα στην ουράνια σφαίρα, σε ύψος γύρω στις 30° . Η κίνηση δηλαδή των Πλειάδων συμπίπτει με το αζιμούθιο του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού, αλλά απέχει πολύ από την τιμή της γωνίας ύψους.

ΗΜΕΡΑ	ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ	ΩΡΑ (h-m-s)	ΓΩΝΙΑ ΥΨΟΥΣ
25-12	104° 12' 22''	17-01-36	+30° 48' 7''
10-12	104° 12' 24''	18-00-35	+30° 48' 11''
25-11	104° 12' 27''	18-59-34	+30° 48' 14''
10-11	104° 12' 20''	19-58-32	+30° 48' 7''
25-10	104° 12' 27''	21-00-07	+30° 48' 14''
10-10	104° 12' 23''	22-00-25	+30° 48' 9''
25-9	104° 12' 20''	22-59-23	+30° 48' 5''
11-9	104° 12' 28''	23-58-21	+30° 48' 11''
26-8	104° 12' 19''	01-01-15	+30° 48' 59''
11-8	104° 12' 20''	02-00-13	+30° 48' 55''
27-7	104° 12' 20''	02-59-11	+30° 48' 51''
12-7	104° 12' 20''	03-58-09	+30° 48' 47''
26-6	104° 12' 22''	05-01-03	+30° 48' 44''
11-6	104° 12' 21''	06-00-01	+30° 48' 39''

Πίνακας 6.4: Θέσεις του Άλφα του Ταύρου σε διαφορετικές μέρες και ώρα κατά το έτος 433 π.Χ.

Το ίδιο συμβαίνει και για τον ναό της Αθηνάς αλλά και για το ηρώο του Φρόντι. Η θέση των Πλειάδων για συγκεκριμένες ημερομηνίες συμπίπτει με τα αζιμούθια των 3 αξόνων του ναού της Αθήνας και του άξονα του Φρόντι, αλλά απέχει πολύ από τις τιμές των γωνιών ύψους για κάθε άξονα.

6.4.2 Άλλοι αστέρες

Εκτός της έρευνας που αφορά στον Ήλιο και τις Πλειάδες, εξετάστηκε επίσης και η πορεία άλλων αστερών σε αζιμούθιο και γωνία ύψους πολύ κοντά στις τιμές των στοιχείων αυτών για τον βασικό κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα, των 3 αξόνων του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι. Η έρευνα αυτή έγινε για να διαπιστωθεί αν υπάρχει κάποιος αστέρας ο οποίος ανατέλλει στον αισθητό ορίζοντα του κάθε ναού, στο σημείο τομής του ορίζοντα με τον άξονα του αντίστοιχου ναού, σε ώρα που να είναι ορατός, δηλαδή μετά την δύση του ήλιου ή πριν την ανατολή του. Για να ισχύει αυτό, θα πρέπει να συμπίπτει όχι μόνο το αζιμούθιο, αλλά και η γωνία ύψους της πορείας τους με αυτά των αξόνων των ναών.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται το αζιμούθιο και η γωνία ύψους των αξόνων των ναών σε μοίρες:

ΑΞΟΝΑΣ	AZIMΟΥΘΙΟ	ΓΩΝΙΑ ΥΨΟΥΣ
Ναού Ποσειδώνα	104° 12' 23''.4	-0° 6' 6''.1
1 ^{ος} ναού Αθηνάς	97° 46' 11''.2	0° 49' 18''.1
2 ^{ος} ναού Αθηνάς	98° 37' 25''.0	0° 48' 32''.7
3 ^{ος} ναού Αθηνάς	98° 51' 07''.0	0° 47' 15''
Ηρώου Φρόντι	103° 01' 21''.8	0° 50' 32''.6

Πίνακας 6.5: Αζιμούθια και γωνίες ύψους των αξόνων των ναών σε μοίρες

Οι αστέρες των οποίων οι πορείες ερευνήθηκαν ήταν οι εξής:

- Για τον άξονα του ναού του Ποσειδώνα οι:

beta Eridani και iota Orionis.

- Για τον 1^ο άξονα του ναού της Αθηνάς οι:

nu Ophiuchi, alpha Crateris, phi Hydrae, mu Hydrae, epsilon Orionis, delta Orionis, ο πλανήτης Κρόνος (Saturn), epsilon Piscium και ο delta Piscium.

- Για τον 2^ο άξονα του ναού της Αθηνάς οι:

zeta Orionis, theta Librae, 6 Hydrae, TYC 4786-2368-1, 31 Orionis, 71 Aquilae, και ο nu Serpentis.

- Για τον 3^ο άξονα του ναού της Αθηνάς οι:

TYC 4786-2368-1, zeta Orionis και ο epsilon Scuti

- Για τον άξονα του ηρώου του Φρόντι οι:

iota Orionis, xi Piscium, alpha Aquarii, xi Serpentis, beta Corri, beta Crateris, 42 Orionis και ο 10 Tauri.

Οι αστέρες και οι πορείες των οποίων βρίσκονται πιο κοντά στα αζιμούθια και τις γωνίες ύψους των αξόνων των ναών, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

ΑΞΟΝΑΣ	ΑΣΤΕΡΑΣ	ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ	ΓΩΝΙΑ ΥΨΟΥΣ	ΗΜ/ ΝΙΑ	ΩΡΑ h-min- sec	ΜΕΓΕΘΟ Σ ΑΣΤΕΡΑ
Ναού του Ποσειδώνα	Beta Eridani	104° 12' 24''	0° 15' 51''	29/8/433 π.Χ.	23-57-50	2.76
1 ^{ος} του ναού της Αθηνάς	SATURN	97° 46' 13''	0° 53' 54''	30/6/478 π.Χ.	00-10-01	0.1
2 ^{ος} του ναού της Αθηνάς	6 Hydrae	98° 37' 24''	0° 46' 05''	19/10/ 483 π.Χ.	00-03-20	4.98
3 ^{ος} του ναού της Αθηνάς	Epsilon Scuti	98° 51' 05''	0° 47' 21''	16/3/514 π.Χ.	00-7-18	4.90
Ηρώου του Φρόντι	42 Orionis	103° 1' 28''	0° 55' 38''	20/7/524 π.Χ.	3-4-51	4.63

Πίνακας 6.6: Θέσεις αστέρων σε διάφορες ημερομηνίες σε σχέση με τους άξονες των ναών.

Έπειτα από την εξέταση των παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει αστέρας ή πλανήτης που να έχει αζιμούθιο και ταυτόχρονα γωνία ύψους που να είναι συμβατά με τις επιθυμίες, δηλαδή να ανατέλλει στον ορίζοντα και στο αζιμούθιο κάποιου από τους άξονες των ναών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας προσδιορίστηκαν σειρά στοιχείων που αφορούν στη γεωμετρία του ναού του Ποσειδώνα, της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι, με την βοήθεια σύγχρονων γεωδαιτικών σταθμών. Τα στοιχεία αυτά είναι :

- η ορθή γεωμετρική αποτύπωση των ναών
- ο προσδιορισμός των βασικών κατά μήκος αξόνων
- η ορθή γεωμετρική απεικόνιση των αισθητών οριζόντων που βρίσκονται στο χώρο των μνημείων
- η ψηφιακή σχεδίαση της φαινόμενης πορείας του ήλιου
- ο προσδιορισμός θέσεων διάφορων αστερών από τους τόπους των μνημείων για διάφορες ημερομηνίες
- ο προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου της αρχικής διεύθυνσης του δικτύου.
- το γεωδαιτικό πλάτος (φ) και το γεωδαιτικό μήκος (λ) της θέσης των ναών.

Επίσης, για την διερεύνηση της χρονολόγησης των ναών χρησιμοποιήθηκαν τα εξής στοιχεία :

- ο γεωμετρικός προσδιορισμός της οριογραμμής του αισθητού ορίζοντα, ο οποίος βρίσκεται μπροστά από τον κάθε ναό.
- ο γεωμετρικός προσδιορισμός της φαινόμενης πορείας του ήλιου από τον χώρο του κάθε ναού, σε κάποια ημερομηνία.
- ο προσδιορισμός των θέσεων διάφορων αστερών από τον χώρο του κάθε ναού σε κάποια ημερομηνία.

Με την επεξεργασία όλων των παραπάνω στοιχείων, εφαρμόζοντας γεωδαιτικές και αστρονομικές μεθόδους εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

Για τον ναό του Ποσειδώνα

- Ο αρχαίος ναός του Ποσειδώνα έχει **προσανατολισμό νοτιοανατολικό**

- Η διεύθυνση του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα έχει τιμή **115^g.7850** με αβεβαιότητα $\pm 10^{\text{cc}}$
- Όσον αφορά τον ήλιο, ο ναός του Ποσειδώνα είναι προσανατολισμένος στην ανατολή του ήλιου κατά την **25ⁿ Φεβρουαρίου 433 π.Χ.**, με αβεβαιότητα ± 14 έτη.
- Όσον αφορά τον προσανατολισμό του ναού του Ποσειδώνα σε σχέση με τον αστερισμό των Πλειάδων, εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει μόνο στην περίπτωση κατά την οποία στην διαδικασία του προσανατολισμού του ναού, δεν λαμβάνεται υπόψη ο αισθητός ορίζοντας (δηλαδή η γωνία ύψους) εμπρός αυτού.
- Ο προσανατολισμός του ναού του Ποσειδώνα δεν συνδέεται με άλλους αστέρες ή πλανήτες διότι δεν επαληθεύουν τις τιμές του αζιμουθίου και της γωνίας ύψους που είναι συμβατές με αυτές του ναού. Δηλαδή, δεν υπάρχουν άλλα ουράνια σώματα που να ανατέλλουν στον ορίζοντα και στο αζιμούθιο του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Ποσειδώνα.

Για τον ναό της Αθηνάς

- Ο αρχαίος ναός της Αθηνάς έχει **προσανατολισμό νοτιοανατολικό**
- Ο ναός της Αθηνάς είναι μη συμμετρικός. Υπολογίστηκαν 3 κατά μήκος άξονες με τιμές:
 - α) **108^g.6331** με αβεβαιότητα $\pm 5^{\text{cc}}$
 - β) **109^g.5818** με αβεβαιότητα $\pm 6^{\text{c}}$
 - γ) **109^g.8355** με αβεβαιότητα $\pm 5^{\text{c}}$
- Όσον αφορά τον ήλιο:
 - α) ο 1^{ος} άξονας του ναού της Αθηνάς είναι προσανατολισμένος στην ανατολή του ηλίου κατά την **12ⁿ Μαρτίου του 478 π.Χ.**, με αβεβαιότητα ± 1 έτος.
 - β) ο 2^{ος} άξονας του ναού της Αθηνάς είναι προσανατολισμένος στην ανατολή του ηλίου κατά την **10ⁿ Μαρτίου του 483 π.Χ.**, με αβεβαιότητα ± 20 έτη.
 - γ) ο 3^{ος} άξονας του ναού της Αθηνάς είναι προσανατολισμένος στην ανατολή του ηλίου κατά την **16ⁿ Οκτωβρίου του 514 π.Χ.**, με αβεβαιότητα ± 29 έτη.

- Όσον αφορά τον προσανατολισμό του ναού της Αθηνάς σε σχέση με τον αστερισμό των Πλειάδων, εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει μόνο στην περίπτωση κατά την οποία στην διαδικασία του προσανατολισμού του ναού, δεν λαμβάνεται υπόψη ο αισθητός ορίζοντας (δηλαδή η γωνία ύψους) εμπρός αυτού.
- Ο προσανατολισμός του ναού της Αθηνάς δεν συνδέεται με άλλους αστέρες ή πλανήτες διότι δεν επαληθεύουν τις τιμές του αζιμουθίου και της γωνίας ύψους που είναι συμβατές με αυτές των αξόνων του ναού. Δηλαδή, δεν υπάρχουν άλλα ουράνια σώματα που να ανατέλλουν στον ορίζοντα και στο αζιμούθιο των αξόνων του ναού της Αθηνάς.

Για το ηρώο του Φρόντι

- Το αρχαίο ηρώο του Φρόντι έχει **προσανατολισμό νοτιοανατολικό**
- Η διεύθυνση του βασικού κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι έχει τιμή **114^g.4697** με αβεβαιότητα **± 61^{cc}**
- Όσον αφορά τον ήλιο, το ηρώο του Φρόντι είναι προσανατολισμένο στην ανατολή του ήλιου κατά την **24ⁿ Μαρτίου 524 Π.Χ.**, με αβεβαιότητα **± 4 έτη.**
- Όσον αφορά τον προσανατολισμό του ηρώου του Φρόντι σε σχέση με τον αστερισμό των Πλειάδων, εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει μόνο στην περίπτωση κατά την οποία στην διαδικασία του προσανατολισμού του ηρώου, δεν λαμβάνεται υπόψη ο αισθητός ορίζοντας (δηλαδή η γωνία ύψους) εμπρός αυτού.
- Ο προσανατολισμός του ηρώου του Φρόντι δεν συνδέεται με άλλους αστέρες ή πλανήτες διότι δεν επαληθεύουν τις τιμές του αζιμουθίου και της γωνίας ύψους που είναι συμβατές με αυτές του ναού. Δηλαδή, δεν υπάρχουν άλλα ουράνια σώματα που να ανατέλλουν στον ορίζοντα και στο αζιμούθιο του βασικού κατά μήκος άξονα του ηρώου του Φρόντι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αγάτζα - Μπαλοδήμου Α.Μ., *Θεωρία σφαλμάτων και συννορθώσεις Ι*, Ε.Μ.Π, Σ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 2000.
2. Κορακίτης Ρωμύλος, *Σημειώσεις Γεωδαιτικής Αστρονομίας*, Ε.Μ.Π, ΚΕΔ, Φεβρουάριος 2000.
3. Lockyer J. Norman, *The Dawn of Astronomy*, The M.L.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Massachusetts 1964
4. Marriott Chris, *Sky Map Pro9*, 1992 - 2002.
5. Meeus Jean, *Astronomical Algorithms*, William Bell, inc 1991.
6. Μπαλοδήμος Δ-Δ., *Ειδικές Γεωδαιτικές Αποτυπώσεις*, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα 2000.
7. Μπαλοδήμος Δ-Δ., Σταθάς Δ., *Γεωδαιτικά Όργανα και μέθοδοι μέτρησης γωνιών και μηκών*, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα 2000.
8. Πανταζής Γ., *Διερεύνηση του Προσανατολισμού Μνημείων με Γεωδαιτικές και Αστρονομικές Μεθόδους*, Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 2002 .
9. Πλατανιά Ε., *Πώς χτίστηκαν οι πυραμίδες*, Focus τ. 12, 2001.
10. Penrose F.C., *"Temple orientation and Heliacal stars"*, Verbatim statement from Mr. F.C.Penrose, F.R.S.C, from F.C. Penrose article in Nature February 25 1892.
11. Penrose F. C, *On the Results of an Examination of the Orientations of a Number of Greek Temples*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1894, τ. 184, σ. 805-34 .
12. Nissen Heinrich, *Orientation, Studien zur Geschichte der Religion*, σελ.181, 64 .

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.[<http://greeklandscape.com/greece/sounio.html>]
- 2.[http://faculty.goucher.edu/eng211/temple_of_poseidon_at_cape_sounio.html]
- 3.[<http://1tee-lavriou.att.sch.gr/env-arxaia.htm>]
- 4.[http://www.travellibrary.com/tours/Europe/Greece/sounio/cape_sounion_temple_of_poseidon]

ABSTRACT

The purpose of this project is the application of geodetic and astronomical methods in the investigation of the orientation and geometry of the ancient temples of Poseidon, Minerva and the small temple (memorial) of Fronti, in the cape of Sounio in Attica.

The project consists of seven chapters :

In the first chapter are presented historical evidences about the ancient municipal of Sounio, and historical and constructive information about the ancient temples of Poseidon, Minerva and the small temple of Fronti.

In the second chapter follow the astronomical observations and, analytical, the process of determination of the astronomical azimuth of a direction of the polygonometrical red with its uncertainty (error).

In the third chapter are presented the geodetic measurements, the foundation of the polygonometrical red, the methods used for the measurement of the red and the methods of the measurement of the geometrical elements of the temples. There is also contained analytic presentation of the results and precisions of the measurements.

In the fourth chapter there is an analytical presentation of the geometric investigation for the determination of the basic linear axis of each temple, the calculations and its precisions.

In the fifth chapter it is described the process of determination of the line of the horizon that it is viewed from the area of every monument, the calculations and its precisions.

In the sixth chapter it is analytical presented the process of the interpretation of the orientations of the three temples, and it is given the chronology of each one with the final precisions achieved.

In the seventh chapter there are presented the final results of the measurements and the conclusions achieved from this project.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΔΕΥΣΗΣ

ΑΠΟ ΠΡΟΣ	Z (Κατακόρυφη γωνία)	D Κεκλιμμένο Μήκος	Υψος Οργάν.	Υψος Σκόπευσης	S Οριζόντιο Μήκος	ΔΗ	S μέσο	ΔΗ μέσο	H
----------	-------------------------	-----------------------	-------------	----------------	----------------------	----	--------	---------	---

Σ1	103.9994	21.036	1.537	1.500	20.9945	-1.2837	21.011	- 1.28085	74.213
Σ2	95.8186	21.072	1.465	1.570	21.0266	+1.2780			72.932

Σ2	103.8830	53.578	1.465	1.520	53.4784	-3.3209	53.464	-3.3222	72.936
Σ3	95.7596	53.568	1.482	1.724	53.4492	+3.3234			69.614

Σ3	91.7526	36.2545	1.482	1.570	35.9507	+4.5956	35.950	+4.5989	69.614
Σ1	108.1374	36.244	1.613	1.595	35.9483	-4.6022			74.213

Σ1	102.7856	261.767	1.537	0.378	261.5165	-10.2912	261.518	-10.2711	74.213
T	97.1729	261.774	0.366	1.654	261.5196	+10.2509			63.942

T	104.1995	367.741	0.366	1.675	366.9412	-25.5497	366.941	-25.5242	63.942
Σ4	95.8027	367.739	1.638	0.367	366.9400	+25.4986			38.418

Μετρήσεις Ταχυμετρικών Σημείων

Αριθμός Σημείου	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένη Απόσταση	Ύψος Στόχου
1	186.1319	113.6339	0012.7568	0.000
2	177.8700	113.3728	0008.4952	0.000
3	168.8413	114.8816	0006.2998	0.000
4	145.6862	126.1626	0004.2751	0.000
5	181.9012	110.3868	0012.9109	0.700
6	171.8459	110.0775	0008.8919	0.700
7	162.6352	107.0078	0007.0380	0.700
8	150.1692	111.8991	0005.6646	0.700
9	129.8954	112.9522	0004.5448	0.700
10	103.8200	113.2010	0004.1447	0.700
11	078.6931	098.0698	0004.2871	0.700
12	060.6297	107.2523	0003.9450	0.700
13	058.1011	116.7513	0004.1196	0.700
14	008.4482	124.7921	0002.7582	0.700
15	349.6375	118.4555	0003.8944	0.700
16	344.8650	112.4798	0004.1216	0.700
17	318.0651	115.1017	0003.4327	0.700
18	315.9151	117.0234	0004.5249	0.700
19	323.9310	110.8081	0004.5182	0.700
20	329.2945	107.8451	0003.6597	0.700
21	341.9845	107.2275	0004.1156	0.700
22	324.2212	115.4700	0004.7886	0.700
23	294.5562	116.1289	0004.4266	0.700
24	262.2042	114.1374	0005.3749	0.700
25	235.9739	119.9329	0003.7529	0.700
26	226.0689	118.2056	0004.0444	0.700
27	192.1794	119.8811	0003.7298	0.700
28	174.1608	127.0017	0002.8221	0.700
29	073.3808	109.3015	0003.4674	0.700
30	039.5323	112.1622	0003.0163	0.700
31	015.4786	118.7446	0002.6110	0.700
32	024.5583	131.1873	0001.6640	0.700
33	058.3294	123.1867	0002.2654	0.700
34	369.9276	122.9414	0001.6629	0.700
35	341.5370	120.1868	0002.4773	0.700
36	186.1939	107.2412	0021.5805	0.700

37	184.7001	104.9887	0020.0317	0.700
38	181.2297	104.8683	0017.3010	0.700
39	182.5750	106.7240	0021.9281	0.700
40	181.2274	106.7817	0020.4297	0.700
41	180.6832	105.4045	0020.4096	0.700
42	183.7790	105.4579	0025.2864	0.700
43	182.3323	105.8511	0023.4814	0.700
44	181.2162	105.9438	0023.5925	0.700
45	188.0252	107.8265	0018.9128	0.700
46	207.8229	108.3047	0018.6265	0.700
47	208.0335	108.6121	0017.4256	0.700
48	191.4723	107.9551	0017.4621	0.700
49	189.7121	109.4348	0014.8226	0.700
50	210.1622	110.2056	0014.6661	0.700
51	211.1187	111.0708	0013.4843	0.700
52	194.0297	110.4931	0013.3325	0.700
53	190.9744	114.2609	0009.8090	0.700
54	212.0669	111.6668	0012.5081	0.700
55	216.3637	111.8402	0012.6323	0.700
56	226.9976	117.8854	0007.6199	0.700
57	237.0290	114.1071	0008.1098	0.700
58	221.3664	119.4271	0006.5799	0.700
59	186.2242	119.5402	0006.3212	0.700
60	179.8556	104.1149	0016.0991	0.700
61	174.5535	104.1238	0013.1560	0.700
62	169.1167	104.8136	0011.0666	0.700
63	158.7321	106.0821	0008.7656	0.700
64	141.6506	108.0446	0006.7592	0.700
65	121.5984	109.4353	0005.7697	0.700
66	061.0456	110.0239	0006.9290	0.700
67	054.7413	110.5779	0007.6364	0.700
68	053.6473	111.1641	0007.5612	0.700
69	048.7901	110.4987	0008.0737	0.700
70	004.9742	113.1264	0006.0778	0.700
71	348.4971	108.4008	0007.6953	0.700
72	307.6923	109.3395	0005.7738	0.700
73	262.5405	108.1088	0007.0406	0.700
74	253.6835	112.4108	0007.8684	0.700
75	250.4277	111.8547	0008.2060	0.700
76	246.1329	105.9563	0008.9018	0.700
77	231.6921	106.1319	0012.7055	0.700
78	229.6420	108.7534	0013.4093	0.700
79	228.6188	108.4984	0013.8699	0.700

80	232.7661	107.1117	0013.6999	0.700
81	233.1423	107.2306	0013.5518	0.700
82	221.0023	105.5142	0025.2937	0.700
83	204.1000	105.7600	0024.2820	0.700
84	049.2735	110.5191	0009.6353	0.700
85	395.2567	114.0343	0007.2300	0.700
86	382.3649	113.3519	0007.5322	0.700
87	384.2770	112.1226	0008.2926	0.700
88	049.6194	111.8776	0010.1155	0.700
89	397.2510	116.5055	0007.5285	0.700
90	397.5645	114.7034	0008.4426	0.700
91	038.5258	114.0112	0009.3205	0.700
92	036.2365	112.6567	0009.8320	0.700
93	005.6352	116.2930	0008.5664	0.700
94	399.2883	117.2244	0008.7334	0.700
95	038.8038	113.9719	0010.2861	0.700
96	233.2254	107.4522	0012.4889	0.000
97	234.6967	107.1578	0012.0026	0.000
98	236.7538	107.1706	0011.9757	0.000
99	240.5956	105.7636	0010.3096	0.000
100	242.7421	105.7452	0009.8400	0.000
101	245.2608	105.5833	0009.8736	0.000
102	251.8516	097.3378	0008.3264	0.000
103	253.4477	097.7337	0008.0140	0.000
104	258.6175	097.7903	0008.1888	0.000
105	268.3213	096.8093	0006.9683	0.000
106	271.4481	096.2215	0006.5491	0.000
107	276.2468	096.6615	0006.7234	0.000
108	292.5931	115.5157	0006.1058	0.000
109	298.7089	115.2516	0006.0352	0.000
110	301.1499	114.8790	0006.3687	0.000
111	316.2345	114.1135	0006.6919	0.000
112	317.7647	114.4711	0006.3668	0.000
113	323.5677	114.7956	0006.2964	0.000
114	341.4491	107.2896	0007.2471	0.000
115	344.5239	108.9243	0007.4395	0.000
116	345.5309	108.6484	0007.7980	0.000
117	350.1448	129.1521	0002.7071	0.000
118	357.0126	072.7382	0002.1893	0.000
119	374.0033	125.2593	0002.2102	0.000
120	029.3972	116.8223	0002.8455	0.000
121	019.6851	123.1064	0002.1448	0.000
122	038.8321	129.2211	0001.9004	0.000

123	051.7436	120.7275	0002.4362	0.000
124	180.4578	105.5398	0016.8239	0.000
125	179.7024	105.7289	0016.5131	0.000
126	177.5381	104.8365	0016.4987	0.000
127	176.4813	097.7231	0014.4476	0.000
128	175.6888	097.7231	0014.1589	0.000
129	173.3509	097.7223	0014.1678	0.000
130	171.5496	097.3383	0012.3200	0.000
131	169.3540	097.2970	0011.8311	0.000
132	166.9535	097.1062	0012.0830	0.000
133	164.1984	098.7685	0010.1292	0.000
134	161.1544	099.2349	0009.6871	0.000
135	158.4913	098.2573	0010.0219	0.000
136	153.4166	108.1731	0008.2277	0.000
137	150.2886	107.4204	0007.8365	0.000
138	145.9322	108.4884	0008.2713	0.000
139	136.8489	111.3957	0006.8719	0.000
140	133.5225	112.5907	0006.4478	0.000
141	127.6998	109.6206	0006.7584	0.000
142	113.1686	106.1450	0006.0837	0.000
143	107.4637	111.0104	0005.6785	0.000
144	103.0229	110.0483	0006.0245	0.000
145	086.8530	093.0735	0006.3324	0.000
146	083.5168	094.7769	0005.9277	0.000
147	078.6552	095.4500	0006.1004	0.000
148	057.5446	104.7613	0007.5832	0.000
149	059.7992	104.2116	0007.1376	0.000
0150	339.6788	102.0846	0024.4703	0.700
0151	340.9371	102.0495	0024.6539	0.700
0152	346.8662	098.7816	0022.3674	0.700
0153	345.8965	100.6537	0022.5651	0.700
0154	357.4013	100.8441	0018.7785	0.700
0155	381.6761	101.0091	0015.0483	0.700
0156	010.5425	101.1944	0014.3596	0.700
0157	021.2674	102.4957	0014.8614	0.700
0158	355.1543	098.3153	0019.4992	0.700
0159	369.0085	098.0904	0016.6157	0.700
0160	393.5838	098.6465	0014.5191	0.700
0161	019.4270	101.0326	0014.8956	0.700
0161	020.5984	100.9473	0015.0019	0.700
0162	020.5364	100.9472	0015.1621	0.700
0163	031.3251	103.2911	0015.5455	0.700
0164	023.9557	103.4687	0014.8088	0.700

0165	024.6208	103.5230	0014.3712	0.700
0166	020.8285	102.6370	0014.1700	0.700
0167	019.8967	102.4291	0014.7685	0.700
0168	004.3145	102.7246	0013.5636	0.700
0169	383.7412	102.5580	0014.1862	0.700
0170	368.5692	102.3179	0015.7517	0.700
0171	355.8354	101.9805	0018.2112	0.700
0172	351.9252	102.6611	0019.2275	0.700
0173	359.9478	102.9570	0017.1833	0.700
0174	394.3331	103.8595	0013.6400	0.700
0175	034.8195	104.0862	0015.4302	0.700
0176	028.0835	104.2887	0014.6596	0.700
0177	028.6714	103.4802	0014.2604	0.700
0178	022.0815	104.3233	0013.7868	0.700
0179	388.7335	104.2175	0013.4534	0.700
0180	380.9276	104.0070	0014.0577	0.700
0181	366.1863	103.5647	0015.9782	0.700
0182	351.5938	103.3387	0019.2387	0.700
0183	019.7657	098.5720	0015.3450	0.000
0184	017.8077	098.5711	0014.8641	0.000
0185	009.2214	098.5709	0014.8461	0.000
0186	007.0738	098.2411	0014.4974	0.000
0187	398.5577	098.2412	0014.8540	0.000
0188	396.0547	098.2408	0014.5293	0.000
0189	388.0596	098.4416	0015.3675	0.000
0190	385.2060	098.4411	0014.9999	0.000
0191	378.3864	098.5755	0016.1519	0.000
0192	376.0201	094.8135	0015.7740	0.000
0193	369.6568	094.8089	0017.4334	0.000
0194	367.3897	094.3431	0017.0210	0.000
0195	360.5583	093.6982	0018.4339	0.000
0196	359.0759	093.6983	0018.9559	0.000
0197	354.1784	093.8949	0020.0841	0.000
0198	353.0086	093.9973	0020.4224	0.000
0199	348.8955	094.0022	0021.9434	0.000
0200	347.9923	094.1355	0022.3004	0.000
0201	213.3674	306.5094	0024.5669	0.700
0202	213.2622	306.9777	0024.9448	0.700
0203	207.5424	305.6129	0028.3919	0.700
0204	211.3411	306.7055	0026.0700	0.700
0205	213.0737	306.5716	0026.5639	0.700
0206	210.7365	306.8906	0028.5700	0.700
0207	214.0639	307.4329	0026.5643	0.700

0208	217.6102	307.1660	0027.7683	0.700
0209	217.8965	307.1687	0027.6083	0.700
0210	213.9959	306.6702	0026.1161	0.700
0211	210.1886	306.9196	0028.3730	0.700
0212	213.1214	306.5446	0026.5845	0.700
0213	218.1404	306.0422	0026.4743	0.700
0214	219.7239	305.1836	0026.6281	0.700
0215	218.5888	305.8675	0027.1263	0.700
0216	234.0803	304.4561	0035.6993	0.700
0217	240.2189	303.8103	0041.5525	0.700
0218	239.4492	303.8689	0041.0121	0.700
0219	238.6118	304.4345	0040.5373	0.700
0220	238.0217	304.9361	0040.2015	0.700
0221	232.2520	305.6304	0035.0959	0.700
0222	232.3471	305.1142	0035.0190	0.700
0223	232.7671	304.5661	0034.8875	0.700
0224	233.0800	304.5679	0034.8608	0.700
0225	217.3386	305.9348	0026.8922	0.700
0226	213.7733	306.7418	0025.7445	0.700
0227	214.1614	308.1785	0042.7511	0.000
0228	214.7920	308.1184	0032.1032	0.000
0229	217.1756	308.1179	0028.2940	0.000
0230	218.3055	307.8341	0028.0002	0.000
0231	222.7944	307.5856	0029.8122	0.000
0232	225.3154	307.2220	0031.5763	0.000
0233	228.6063	309.7583	0033.6923	0.000
0234	232.1800	309.6247	0035.7154	0.000
0235	234.7252	309.7222	0037.7359	0.000
0236	236.7437	306.6289	0039.5504	0.000
0237	237.4163	306.3495	0039.8486	0.000
300	206.1675	111.5679	0005.4891	0.700
301	186.2126	109.6762	0006.0096	0.700
302	173.1765	108.3035	0006.7355	0.700
303	167.2615	109.2195	0006.1136	0.700
304	180.5104	110.7329	0005.1020	0.700
305	190.1281	111.7652	0004.7293	0.700
306	064.7069	120.7733	0002.6359	0.700
307	038.8524	110.8694	0004.9947	0.700
308	028.5670	106.8706	0008.3933	0.700
309	030.7852	106.4821	0008.4929	0.700
310	030.4019	106.56 10	0008.8784	0.700
311	020.7195	107.3470	0009.6656	0.700
312	023.2199	110.8251	0006.3773	0.700

313	184.1462	131.0337	0001.9621	0.700
314	042.3855	105.7639	0009.3310	0.700
315	073.2544	103.8335	0013.6860	0.700
316	082.4926	103.1265	0016.9812	0.700
317	081.6136	103.0971	0017.1262	0.700
318	088.1444	102.6985	0021.0703	0.700
319	085.1994	103.0272	0021.2001	0.700
320	086.6241	102.7376	0020.9684	0.700
321	088.3508	102.8380	0022.2177	0.700
322	095.6723	102.9437	0021.2361	0.700
323	094.8380	102.8078	0020.3349	0.700
324	104.1307	103.0803	0020.4732	0.700
325	107.4969	102.9971	0020.3100	0.700
326	131.4383	102.8367	0020.6559	0.700
327	134.0490	103.0794	0018.3796	0.700
328	138.0462	103.4678	0015.1293	0.700
329	142.4008	103.9027	0012.9097	0.700
330	150.0008	104.7060	0010.3693	0.700
331	142.8150	105.0708	0009.5011	0.700
332	163.7566	109.8542	0005.6613	0.700
333	145.7519	104.8317	0009.7592	0.700
334	134.7159	103.7185	0013.2733	0.700
335	128.9033	103.0638	0019.0775	0.700
336	119.3313	102.6850	0018.6688	0.700
337	119.5630	102.0949	0017.0230	0.700
338	106.7341	102.2284	0017.0817	0.700
339	107.5547	102.8711	0018.7899	0.700
340	094.0314	102.8967	0019.8915	0.700
341	084.4224	103.6196	0014.0983	0.700
342	050.9726	107.1910	0007.5538	0.700
343	063.3655	109.0575	0005.9228	0.700
344	092.2967	112.3573	0004.3278	0.700
345	067.2764	107.4799	0007.4309	0.700
346	147.0896	108.8289	0006.0138	0.700
347	130.1258	104.1517	0010.0563	0.700
348	095.3929	103.0125	0015.8324	0.700
349	124.9583	102.4468	0015.2875	0.700
350	122.1639	102.4170	0015.1365	0.700
351	122.6001	102.7791	0014.0363	0.700
352	117.4781	102.8904	0013.9125	0.700
353	117.3758	102.4337	0015.0404	0.700
354	117.7864	102.3118	0014.9513	0.700
355	118.0268	102.5015	0014.0676	0.700

356	122.3957	102.4648	0014.1166	0.700
357	121.7469	102.3111	0015.0104	0.700
358	108.5727	102.5185	0015.1320	0.700
359	103.7694	102.5642	0015.2942	0.700
360	102.8453	102.7290	0014.1377	0.700
361	108.1809	102.7760	0014.0068	0.700
362	098.3910	104.2748	0010.7938	0.700
363	096.3326	104.8726	0009.6258	0.700
364	105.1832	104.7715	0009.1846	0.700
365	105.8429	104.0400	0010.4597	0.700
366	104.5767	104.0730	0010.6016	0.700
367	105.1022	103.9200	0011.1997	0.700
368	101.4617	103.9585	0011.3677	0.700
369	100.3818	104.2036	0010.7272	0.700
370	103.1673	103.8700	0010.9476	0.700
371	102.1213	103.8697	0010.9860	0.700
372	080.5134	103.2013	0018.4593	0.700
373	070.4790	103.7910	0014.7795	0.700
374	050.7989	105.1395	0011.2902	0.700
375	118.1734	103.9871	0010.4473	0.700
376	118.7655	104.6963	0009.1244	0.700
377	127.4966	104.6007	0009.2652	0.700
378	125.7320	103.8705	0010.5414	0.700
379	241.1885	105.2870	0016.9023	0.700
380	235.9445	105.4277	0016.1373	0.700
381	231.9192	104.7342	0018.5637	0.700
382	236.4523	104.6919	0019.1838	0.700
383	227.5377	104.2832	0019.2410	0.700
384	224.8293	104.3042	0019.1110	0.700
385	225.1641	104.5323	0018.2936	0.700
386	228.2457	104.5527	0018.4452	0.700
387	230.2511	105.6142	0014.7985	0.700
388	226.7695	105.5296	0014.7267	0.700
389	227.2445	105.8030	0013.8156	0.700
390	231.0975	105.9692	0013.9163	0.700
391	219.6767	105.4360	0013.9114	0.700
392	219.6868	104.0799	0019.0622	0.700
393	197.8017	102.5624	0020.3318	0.700
394	189.7340	102.7781	0015.6870	0.700
395	208.3088	103.8813	0014.1924	0.700
396	215.7865	104.8773	0014.4999	0.700
397	216.5968	103.8748	0018.4873	0.700
398	201.8886	104.2935	0016.5021	0.700

399	197.6886	104.0680	0016.7898	0.700
400	198.8131	103.8711	0017.8081	0.700
401	202.5721	103.9716	0017.5411	0.700
402	206.9943	103.1086	0019.5451	0.700

Συντεταγμένες Σημείων Αποτύπωσης

Αριθμός Σημείου	X	Y	H
1	732.129	1056.195	73.039
2	736.357	1055.125	73.979
3	738.692	1054.559	74.291
4	741.442	1053.880	74.042
5	731.884	1055.348	72.953
6	736.036	1054.246	73.648
7	738.073	1053.678	74.277
8	739.896	1053.225	73.997
9	741.774	1052.766	74.132
10	743.486	1052.308	74.197
11	745.099	1051.955	75.180
12	746.127	1052.603	74.602
13	746.294	1052.614	73.978
14	746.992	1055.337	74.003
15	747.727	1058.238	73.937
16	747.814	1058.655	74.247
17	746.195	1059.138	74.243
18	746.557	1060.108	73.854
19	747.081	1059.904	74.287
20	746.869	1059.041	74.600
21	747.735	1058.828	74.584
22	747.207	1060.054	73.898
23	745.154	1060.459	73.940
24	742.663	1061.085	73.866
25	742.060	1058.725	73.894
26	741.450	1058.484	73.909
27	741.060	1056.542	73.904
28	742.068	1055.726	73.889
29	745.281	1052.849	74.545
30	746.576	1054.010	74.477
31	746.833	1055.101	74.292
32	745.804	1055.378	74.267

33	745.492	1054.293	74.243
34	746.099	1056.604	74.464
35	746.392	1057.729	74.278
36	723.153	1056.204	72.601
37	724.629	1055.736	73.482
38	727.396	1054.862	73.728
39	722.824	1054.965	72.738
40	724.342	1054.622	72.878
41	724.335	1054.447	73.319
42	719.419	1055.248	72.885
43	721.255	1054.786	72.895
44	721.176	1054.369	72.850
45	725.832	1056.745	72.731
46	727.180	1062.360	72.627
47	728.332	1062.014	72.700
48	727.327	1057.640	72.874
49	729.956	1057.016	72.861
50	731.129	1061.530	72.709
51	732.317	1061.275	72.717
52	731.541	1057.821	72.862
53	735.057	1056.925	72.871
54	733.296	1061.069	72.771
55	733.546	1061.873	72.714
56	738.725	1060.586	72.937
57	739.072	1061.876	73.268
58	739.251	1059.502	73.073
59	738.568	1056.211	73.140
60	728.608	1054.609	74.010
61	731.685	1053.820	74.198
62	733.954	1053.282	74.214
63	736.669	1052.560	74.214
64	739.465	1051.891	74.198
65	741.583	1051.363	74.198
66	747.229	1049.894	73.963
67	748.167	1049.580	73.787
68	748.238	1049.718	73.731
69	749.010	1049.583	73.725
70	750.287	1054.482	73.806
71	750.923	1060.469	74.037
72	746.485	1061.600	74.206
73	742.057	1062.716	74.156
74	740.819	1062.944	73.526
75	740.296	1063.033	73.531

76	739.376	1063.374	74.218
77	735.040	1064.496	73.828
78	734.284	1064.585	73.212
79	733.786	1064.705	73.204
80	734.461	1065.302	73.523
81	734.626	1065.261	73.514
82	723.065	1069.306	72.862
83	721.360	1062.916	72.856
84	749.804	1048.261	73.465
85	751.578	1055.211	73.469
86	751.948	1056.655	73.482
87	752.733	1056.457	73.480
88	749.998	1047.867	73.174
89	751.762	1054.954	73.120
90	752.682	1054.752	73.117
91	750.787	1049.549	73.015
92	751.407	1049.392	73.108
93	752.499	1053.720	72.881
94	752.833	1054.493	72.716
95	751.398	1048.828	72.811
96	735.422	1064.560	74.291
97	735.962	1064.441	74.403
98	736.252	1064.696	74.404
99	737.851	1063.953	74.818
100	738.411	1063.813	74.863
101	738.695	1064.080	74.885
102	740.319	1063.347	76.098
103	740.652	1063.182	76.035
104	741.157	1063.637	76.034
105	742.664	1062.897	76.099
106	743.092	1062.573	76.138
107	743.547	1062.842	76.102
108	745.187	1062.106	74.277
109	745.738	1061.960	74.318
110	746.035	1062.236	74.275
111	747.560	1062.025	74.279
112	747.544	1061.667	74.315
113	747.987	1061.312	74.300
114	750.086	1060.865	74.922
115	750.437	1060.696	74.711
116	750.796	1060.818	74.694
117	746.643	1057.513	74.553
118	746.380	1057.092	76.659

119	746.595	1056.598	74.896
120	746.733	1054.486	75.007
121	746.328	1055.204	74.989
122	745.748	1054.957	74.908
123	745.784	1054.232	74.971
124	727.902	1054.698	74.288
125	728.234	1054.532	74.266
126	728.295	1053.976	74.498
127	730.324	1054.012	76.267
128	730.637	1053.882	76.256
129	730.723	1053.369	76.257
130	732.610	1053.400	76.265
131	733.186	1053.117	76.252
132	733.072	1052.614	76.299
133	735.066	1052.778	75.946
134	735.648	1052.495	75.866
135	735.511	1051.985	76.024
136	737.493	1052.190	74.697
137	738.017	1052.048	74.839
138	737.983	1051.362	74.650
139	739.765	1051.477	74.526
140	740.316	1051.555	74.483
141	740.541	1050.898	74.733
142	742.106	1050.689	75.164
143	742.761	1050.925	74.773
144	743.041	1050.467	74.803
145	744.530	1049.915	76.438
146	744.844	1050.308	76.236
147	745.314	1050.168	76.186
148	747.885	1049.402	75.183
149	747.465	1049.692	75.278
0150	723.773	1053.723	72.898
0151	724.012	1054.183	72.905
0152	727.141	1053.769	74.127
0153	726.747	1053.728	73.467
0154	731.900	1052.470	73.450
0155	739.055	1050.653	73.460
0156	745.495	1049.021	73.435
0157	747.916	1048.375	73.117
0158	730.971	1052.793	74.215
0159	735.684	1051.621	74.197
0160	741.808	1050.086	74.008
0161	747.567	1048.629	73.457

0161	747.858	1048.584	73.476
0162	747.927	1048.730	73.473
0163	750.257	1047.527	72.896
0164	748.412	1047.988	72.893
0165	748.295	1047.539	72.904
0166	747.475	1047.832	73.112
0167	747.595	1048.457	73.136
0168	743.945	1048.693	73.119
0169	739.584	1049.813	73.129
0170	735.819	1050.757	73.126
0171	731.757	1051.751	73.133
0172	730.261	1052.060	72.896
0173	733.238	1051.319	72.901
0174	741.871	1049.173	72.873
0175	750.807	1046.869	72.709
0176	749.097	1047.305	72.712
0177	748.967	1046.917	72.920
0178	747.502	1047.345	72.763
0179	740.672	1049.071	72.808
0180	738.972	1049.625	72.815
0181	735.189	1050.781	72.805
0182	730.174	1052.009	72.691
0183	747.858	1048.979	74.743
0184	747.219	1048.782	74.733
0185	745.384	1049.582	74.732
0186	744.802	1049.414	74.799
0187	742.991	1050.248	74.809
0188	742.368	1050.023	74.800
0189	740.569	1051.014	74.775
0190	739.890	1050.645	74.766
0191	738.138	1051.662	74.760
0192	737.616	1051.153	75.683
0193	735.644	1052.406	75.819
0194	735.176	1051.829	75.909
0195	732.917	1052.466	76.221
0196	732.309	1052.762	76.272
0197	730.465	1053.085	76.322
0198	729.974	1053.195	76.322
0199	728.015	1053.749	76.463
0200	727.554	1053.869	76.450
0201	754.710	1061.942	72.904
0202	754.461	1061.684	73.125
0203	753.471	1057.581	72.896

0204	754.095	1060.369	73.137
0205	753.255	1060.589	73.133
0206	752.410	1058.535	73.482
0207	753.025	1060.932	73.490
0208	751.154	1061.400	73.515
0209	751.212	1061.593	73.498
0210	753.363	1061.167	73.127
0211	752.719	1058.486	73.474
0212	753.225	1060.590	73.124
0213	752.034	1062.298	72.905
0214	751.510	1062.737	72.562
0215	751.388	1062.077	72.893
0216	740.295	1064.835	72.893
0217	733.575	1066.560	72.882
0218	734.231	1066.225	72.887
0219	734.858	1065.851	73.217
0220	735.310	1065.598	73.510
0221	741.275	1064.133	73.496
0222	741.304	1064.201	73.206
0223	741.318	1064.455	72.896
0224	741.279	1064.623	72.895
0225	751.885	1061.782	72.899
0226	753.709	1061.331	73.117
0227	740.497	1050.956	76.573
0228	748.542	1057.799	75.179
0229	750.882	1060.970	74.694
0230	750.819	1061.533	74.533
0231	748.200	1062.247	74.640
0232	746.062	1062.415	74.670
0233	743.588	1063.024	76.240
0234	740.968	1063.963	76.475
0235	738.588	1064.592	76.836
0236	736.262	1065.066	75.207
0237	735.834	1065.366	75.064
300	964.343	1370.604	38.364
301	962.511	1370.855	38.446
302	961.034	1371.005	38.480
303	960.872	1370.158	38.474
304	962.370	1369.831	38.500
305	963.184	1369.706	38.487
306	962.360	1363.691	38.511
307	961.929	1360.916	38.507
308	961.473	1357.370	38.452

309	961.162	1357.379	38.493
310	961.067	1357.004	38.443
311	962.174	1355.852	38.243
312	962.684	1359.143	38.277
313	963.757	1366.836	38.437
314	959.342	1357.374	38.512
315	952.472	1358.447	38.532
316	948.546	1359.035	38.522
317	948.499	1358.763	38.523
318	944.134	1359.316	38.463
319	944.310	1358.347	38.348
320	944.378	1358.866	38.455
321	943.016	1359.065	38.366
322	943.421	1361.714	38.374
323	944.352	1361.600	38.459
324	943.907	1364.542	38.366
325	944.062	1365.620	38.400
326	945.311	1373.174	38.436
327	947.716	1372.983	38.467
328	951.090	1372.452	38.532
329	953.488	1372.144	38.565
330	956.357	1371.772	38.590
331	956.398	1370.357	38.600
332	960.886	1369.601	38.483
333	956.433	1370.870	38.616
334	952.402	1370.945	38.581
335	946.489	1371.859	38.438
336	946.088	1369.026	38.569
337	947.705	1368.751	38.796
338	947.274	1365.349	38.758
339	945.578	1365.606	38.509
340	944.836	1361.431	38.451
341	951.085	1360.484	38.555
342	959.490	1359.481	38.505
343	959.760	1361.551	38.516
344	960.199	1364.285	38.521
345	958.302	1360.969	38.485
346	959.576	1368.773	38.525
347	955.011	1368.889	38.701
348	948.757	1362.534	38.607
349	949.727	1369.642	38.769
350	949.693	1368.959	38.781
351	950.785	1368.779	38.743

352	950.665	1367.655	38.725
353	949.547	1367.831	38.781
354	949.651	1367.910	38.813
355	950.530	1367.802	38.803
356	950.693	1368.756	38.810
357	949.790	1368.833	38.811
358	949.235	1365.769	38.758
359	949.074	1364.623	38.740
360	950.240	1364.462	38.750
361	950.358	1365.641	38.745
362	953.656	1363.888	38.632
363	954.862	1363.724	38.620
364	955.187	1365.059	38.668
365	953.907	1365.147	38.693
366	953.769	1364.936	38.678
367	953.168	1365.013	38.667
368	953.031	1364.362	38.650
369	953.686	1364.229	38.648
370	953.430	1364.685	38.691
371	953.402	1364.504	38.689
372	947.389	1357.968	38.428
373	951.853	1357.355	38.476
374	957.090	1356.602	38.446
375	954.102	1367.155	38.702
376	955.422	1366.990	38.684
377	955.616	1368.240	38.687
378	954.315	1368.383	38.716
379	973.144	1379.568	37.954
380	971.588	1379.560	37.982
381	971.623	1382.227	37.977
382	973.099	1382.216	37.943
383	970.661	1383.334	38.062
384	969.847	1383.461	38.065
385	969.702	1382.648	38.055
386	970.591	1382.510	38.038
387	969.783	1378.906	38.053
388	969.004	1379.117	38.078
389	968.812	1378.218	38.098
390	969.627	1378.014	38.053
391	967.258	1378.756	38.170
392	968.346	1383.803	38.135
393	961.674	1385.344	38.538
394	960.338	1380.356	38.672

395	964.815	1379.363	38.491
396	966.515	1379.499	38.246
397	967.347	1383.412	38.231
398	963.232	1381.632	38.244
399	962.113	1381.811	38.284
400	962.288	1382.861	38.274
401	963.349	1382.684	38.262
402	964.590	1384.725	38.402

Μετρήσεις του αισθητού ορίζοντα

Αριθμός Σημείου	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία
--------------------	--------------------	---------------------

500	245.6915	097.7585
501	246.0207	097.7267
502	246.4177	097.6903
503	246.7980	097.6603
504	246.9962	097.5250
505	247.4469	097.5970
506	247.8975	097.5477
507	248.2261	097.5011
508	248.3913	097.6012
509	248.7600	097.6134
510	249.0399	097.5977
511	249.4504	097.6167
512	249.9202	097.5896
513	250.1858	097.5613
514	250.2387	097.6411
515	251.0059	097.6555
516	251.6407	097.7071
517	252.3843	097.7601
518	253.2205	097.8342
519	253.7574	097.9008
520	253.9525	097.8662
521	254.1083	097.8849
522	254.1954	097.8700
523	254.3105	097.9122
524	254.7714	098.0150
525	255.3562	098.0712
526	255.4398	098.1130
527	255.7297	098.1513
528	256.0628	098.2009

529	256.2641	098.2014
530	256.4408	098.1132
531	256.5542	097.8828
532	256.6809	097.8803
533	256.7660	097.7312
534	256.9190	097.6102
535	257.0743	097.6056
536	257.3064	097.4973
537	257.4296	097.4256
538	257.6080	097.3637
539	257.8313	097.3757
540	399.9969	095.8046
541	399.9982	095.8066
542	257.7066	097.3609
543	257.8192	097.3857
544	258.0063	097.2880
545	258.1473	097.2633
546	258.2096	097.2580
547	258.3561	097.1584
548	258.5333	097.1875
549	258.6277	097.0627
550	259.2139	096.9555
551	259.3984	096.9184
552	259.5963	096.9501
553	259.8348	096.8210
554	260.0929	096.8301
555	260.1167	096.7923
556	260.2180	096.7315
557	260.4131	096.6331
558	260.7001	096.5866
559	260.9392	096.5987
560	261.1731	096.5288
561	261.5272	096.4810
562	261.7122	096.4649
563	261.7935	096.4910
564	261.8730	096.4534
565	262.1244	096.3762
566	262.3542	096.3637
567	262.5719	096.3309
568	262.9062	096.2944
569	263.2221	096.3386
570	263.5930	096.3272
571	264.4663	096.2417

572	264.9936	096.2219
573	265.3970	096.1329
574	265.9226	096.1239
575	266.7420	095.9381
576	267.1901	095.8941
577	267.4656	095.9510
578	267.7513	095.9187
579	267.8796	096.0119
580	268.1728	096.0303
581	268.5159	096.0690
582	268.8368	096.1263
583	269.1537	096.1421
584	269.6037	096.1840
585	269.8477	096.2632
586	269.9424	096.3651
587	271.2235	096.7695
588	271.4617	096.7162
589	271.7807	096.8149
590	271.9042	096.9640
591	272.1216	096.9624
592	272.4223	096.9915
593	272.7858	096.9616
594	273.1687	097.0416
595	273.3248	097.1538
596	273.7449	097.2483
597	273.9530	097.2816
598	274.1168	097.2260
599	273.9467	096.6783
600	274.3573	096.5428
601	274.6048	096.4186
602	274.8971	096.5088
603	275.3800	096.6215
604	275.6762	096.8035
605	275.8649	096.9082
606	276.3313	097.0272
607	276.7315	097.3135
608	277.4955	097.3995
609	277.6619	097.3492
610	277.8752	096.8218
611	278.4978	096.6798
612	279.0268	096.9415
613	279.5623	097.1205
614	279.8959	096.8799

615	280.2828	097.1502
616	280.7407	097.0571
617	280.9253	096.7429
618	281.3950	096.2467
619	281.9319	096.1349
620	282.2476	096.1865
621	282.4606	096.3996
622	282.5989	096.7106
623	282.7793	097.0186
624	283.6277	097.0185
625	289.9315	097.3316
626	290.1296	097.4987
627	290.3100	097.6429
628	290.6596	097.5752
629	290.9902	097.6378
630	291.6619	097.7757
631	292.0600	097.8543
632	292.5765	097.9258
633	292.9637	098.0581
634	293.8503	098.1331
635	294.4339	098.3271
636	295.0529	098.5169
637	295.2922	098.5618
638	296.0478	098.7153
639	296.4459	098.7987
640	296.8296	098.8202
641	297.5681	098.9050
642	298.0676	098.9189
643	298.0692	098.9182
644	298.6484	098.9702
645	299.0971	098.9390
646	299.4730	099.0101
647	299.8715	099.0105
648	300.2424	099.1462
649	300.5285	099.1336
650	300.7592	099.1389
651	301.1238	099.1690
652	301.4759	099.2087
653	301.9897	099.2725
654	302.7740	099.3218
655	303.2332	099.3674
656	303.6480	099.5180
657	303.8887	099.5525

658	304.0588	099.5319
659	304.2521	099.5182
660	304.4704	099.5002
661	304.6955	099.5627
662	305.0290	099.5822
663	305.3353	099.5122
664	305.6468	099.4802
665	305.8766	099.5199
666	306.2381	099.4482
667	306.5244	099.4514
668	306.6507	099.5119
669	306.9044	099.4645
670	307.1652	099.4240
671	307.3946	099.4343
672	307.8099	099.4016
673	307.9649	099.3621
674	308.2297	099.3276
675	308.3783	099.3073
676	308.7595	099.1627
677	308.9184	099.1435
678	309.2613	099.1625
679	309.4372	099.1933
680	309.8111	099.1317
681	309.9564	099.1456
682	310.2766	099.1423
683	310.6272	099.0456
684	310.7942	099.0816
685	311.0550	099.0464
686	311.1372	099.0669
687	311.2229	099.1039
688	311.8465	099.1187
689	311.9774	099.1448
690	312.0960	099.1271
691	312.4417	099.1062
692	312.8465	099.0501
693	313.0512	099.0125
694	313.2811	099.0479
695	313.4136	099.0611
696	313.6659	098.9739
697	313.7834	098.9945
698	313.9210	099.0269
699	314.6532	099.0794
700	314.7148	099.0600

701	314.9702	099.1194
702	315.2109	099.0948
703	315.4591	099.1148
704	315.7618	099.0983
705	315.9611	099.1324
706	316.1411	099.1125
707	316.8860	099.0724
708	317.1857	099.0084
709	317.6363	098.9990
710	317.9308	098.9216
711	318.2415	098.9831
712	318.5765	098.9571
713	318.9081	099.0161
714	319.2528	099.0847
715	319.3843	099.0587
716	319.5400	099.0827
717	319.6853	099.1150
718	320.0009	099.0355
719	320.2954	099.0518
720	320.4240	099.0850
721	320.8093	099.0518
722	321.2338	099.1100
723	322.0373	099.0485
724	322.5947	099.1660
725	322.9735	099.2274
726	323.1723	099.2028
727	323.5280	099.2978
728	323.8777	099.2118
729	324.4675	099.1932
730	324.7796	099.2721
731	325.1924	099.2394
732	325.4431	099.2272
733	325.5929	099.2608
734	325.7836	099.3011
735	326.2541	099.2582
736	326.6195	099.2419
737	326.9103	099.2874
738	327.2943	099.2789
739	327.8095	099.3029
740	328.1737	099.2993
741	328.7376	099.2233
742	328.8608	099.2503
743	329.0233	099.3088

744	329.1628	099.3094
745	329.4608	099.4108
746	329.6816	099.3818
747	329.9926	099.4000
748	330.1804	099.4141
749	330.5989	099.3283
750	331.2971	099.2528
751	332.4672	099.2218
752	332.7685	099.1579
753	333.2576	099.2891
754	333.5728	099.3269
755	333.7086	099.3506
756	334.3108	099.3461
757	334.7885	099.3235
758	335.1120	099.3480
759	335.6158	099.4377
760	335.7028	099.3890
761	335.8167	099.3913
762	336.0622	099.4520
763	336.3895	099.5052
764	336.7826	099.6184
765	337.3138	099.6650
766	337.7536	099.7406
767	338.2417	099.7101
768	338.5968	099.6530
769	339.0884	099.6525
770	339.3378	099.6109
771	340.1610	099.8253
772	340.8371	099.8558
773	340.9835	099.8145
774	341.2092	099.8233
775	341.2809	099.8529
776	341.6388	099.8310
777	341.7950	099.8716
778	342.2552	099.7870
779	342.7938	099.7654
780	343.1957	099.8605
781	343.4013	099.8270
782	343.7117	099.8140
783	344.1575	099.8026
784	344.4830	099.7679
785	344.8613	099.8154
786	346.3147	099.6894

787	346.8820	099.6744
788	347.6248	099.7169
789	348.3060	099.8223
790	349.3538	099.8885
791	349.9600	099.9055
792	350.4784	099.9386
793	350.6341	099.9411
794	350.8632	099.9162
795	351.3046	099.8361
796	351.8767	099.8360
797	352.9275	099.8690
798	353.2658	099.8439
799	353.3636	099.8289
800	353.4890	099.8555
801	354.3079	099.8856
802	355.0168	099.9061
803	355.8220	099.9056
804	356.9956	099.9079
805	357.5072	099.9123
806	359.0240	099.9445
807	359.4243	099.9908
808	359.8022	099.9752
809	359.9183	099.9420
810	360.4406	099.9527
811	360.7451	099.9760
812	361.1805	099.9580
813	361.8237	099.9876
814	362.6264	099.9795
815	363.0792	099.9441
816	363.8339	099.9294
817	364.7677	099.9069
818	365.6491	099.9089
819	366.4432	099.9075
820	366.8951	100.0127
821	368.4668	100.0758
822	368.9949	100.1298
823	369.3775	100.0238
824	369.6325	100.1245
825	370.2420	100.1368
826	370.4590	100.1931
827	370.6247	100.2154
828	370.8483	100.2158
829	372.1630	100.2165

830	372.4642	100.2166
831	373.1229	100.2158
832	373.6394	100.2160
833	374.6885	100.2156
834	375.1514	100.2158
835	375.5641	100.2164
836	375.7038	100.1907
837	375.9507	100.1640
838	376.0907	100.1235
839	377.9325	099.5471
840	378.0020	099.4564
841	378.1086	099.3987
842	378.2210	099.3359
843	378.3339	099.3349
844	378.3819	099.3772
845	378.4704	099.4269
846	378.7499	099.3439
847	378.8151	099.3418
848	379.2861	099.2080
849	379.3978	099.1153
850	379.6862	098.9941
851	379.7840	099.0204
852	379.8544	099.0023
853	379.9312	099.0103
854	380.0753	098.9699
855	380.5261	098.8508
856	381.2329	098.6662
857	381.9004	098.4598
858	382.5338	098.2932
859	383.3549	098.1486
860	384.2024	097.8668
861	384.4719	097.7843
862	384.5442	097.7194
863	384.8589	097.6879
864	385.1678	097.6382
865	385.3072	097.5677
866	385.4970	097.5675
867	385.5084	097.6155
868	385.8262	097.5142
869	386.3053	097.4830
870	386.4595	097.4011
871	386.5627	097.4043
872	386.9127	097.3054

873	386.9631	097.2166
874	387.2799	097.2522
875	391.6612	096.9153
876	391.9897	096.7951
877	392.3718	096.8233
878	392.8017	096.6789
879	393.1271	096.8110
880	394.3912	096.7438
881	396.4451	096.5362
882	398.0010	096.3457
883	399.6734	096.1291
1000	345.8857	099.4148
1001	346.0657	099.4161
1002	346.1896	099.4032
1003	346.3697	099.3769
1004	346.5992	099.3566
1005	346.9006	099.3359
1006	347.1695	099.2799
1007	347.3881	099.2190
1008	347.4839	099.2025
1009	347.7217	099.2116
1010	347.9189	099.2234
1011	348.0834	099.2509
1012	348.2474	099.2808
1013	348.3962	099.3177
1014	348.5222	099.3705
1015	348.7311	099.3095
1016	348.8866	099.2600
1017	348.9940	099.2521
1018	349.2284	099.3133
1019	349.4305	099.3692
1020	349.6119	099.3941
1021	349.8715	099.4282
1022	350.1992	099.4476
1023	350.5292	099.4560
1024	350.8016	099.4903
1025	350.9681	099.5118
1026	351.0937	099.5275
1027	351.1639	099.5052
1028	351.3302	099.4534
1029	351.5547	099.4046
1030	351.6131	099.3779
1031	376.0654	099.4849

1032	376.2501	099.4997
1033	376.4422	099.5160
1034	376.6398	099.5374
1035	376.9090	099.5259
1036	377.2303	099.5287
1037	377.6173	099.5195
1038	377.9476	099.4869
1039	378.2192	099.4733
1040	378.5582	099.4860
1041	378.7439	099.5033
1042	379.0306	099.5383
1043	379.2801	099.5765
1044	379.3851	099.6005
1045	379.5905	099.6173
1046	379.8490	099.6421
1047	380.0807	099.6469
1048	380.3098	099.6361
1049	380.5890	099.6579
1050	380.7228	099.6730
1051	380.8290	099.6903
1052	380.9233	099.7380
1053	381.0745	099.8152
1054	381.1801	099.8442
1055	381.2801	099.8666
1056	381.4409	099.8318
1057	381.5492	099.7926
1058	381.7153	099.7935
1059	381.8841	099.7457
1060	382.0155	099.7180
1061	382.1539	099.7169
1062	382.2818	099.7386
1063	382.4860	099.7387
1064	382.6273	099.7188
1065	382.8542	099.6835
1066	383.1211	099.6458
1067	383.2944	099.6459
1068	383.4909	099.6235
1069	383.6790	099.6003
1070	383.8103	099.5934
1071	383.9933	099.5794
1072	384.2155	099.6659
1073	384.4333	099.6728
1074	384.6214	099.6254

1075	384.8487	099.5991
1076	385.0701	099.5780
1077	385.2345	099.5838
1078	385.3554	099.6094
1079	385.5366	099.5705
1080	385.7006	099.5325
1081	385.9030	099.5236
1082	386.0821	099.5992
1083	386.2671	099.5796
1084	386.4655	099.5264
1085	386.6406	099.5191
1086	386.7278	099.5242
1087	387.1761	099.5004
1088	387.4353	099.4490
1089	387.7540	099.4109
1090	388.2208	099.2450
1091	388.3344	099.2342
1092	388.5739	099.2651
1093	388.8607	099.2791
1094	389.2075	099.2205
1095	389.3701	099.2409
1096	389.6040	099.2419
1097	389.7497	099.2170
1098	389.9851	099.1430
1099	390.1575	099.1865
1100	390.4102	099.1468
1101	390.5115	099.1570
1102	390.5838	099.1977
1103	390.8380	099.2120
1104	391.1337	099.1988
1105	391.3589	099.2302
1106	391.5146	099.2141
1107	391.6710	099.2351
1108	391.8143	099.2010
1109	391.9767	099.1609
1110	392.2555	099.1246
1111	392.4182	099.1076
1112	392.5478	099.1205
1113	392.6383	099.1454
1114	392.8029	099.1438
1115	393.0218	099.0779
1116	393.1250	099.0782
1117	393.2582	099.1208

1118	394.0020	099.1681
1119	394.1124	099.1499
1120	394.3282	099.2180
1121	395.3380	099.2169
1122	395.6765	099.1993
1123	396.2631	099.1693
1124	396.5329	099.0950
1125	396.9313	099.0948
1126	397.2383	099.0129
1127	397.5342	099.0750
1128	398.0830	099.0756
1129	398.2826	099.1429
1130	398.5547	099.1769
1131	398.7233	099.1508
1132	399.0095	099.2067
1133	399.3427	099.1314
1134	399.7258	099.1682
1135	399.9432	099.1687
1136	000.1194	099.1368
1137	000.5472	099.1964
1138	001.3646	099.1465
1139	002.2535	099.3181
1140	002.4088	099.2984
1141	002.8098	099.3790
1142	003.1351	099.3060
1143	003.3423	099.3235
1144	003.7616	099.2864
1145	004.0291	099.3610
1146	004.6640	099.3178
1147	004.9837	099.4015
1148	005.3791	099.3484
1149	005.8212	099.3432
1150	006.1599	099.3857
1151	007.3787	099.3981
1152	007.6970	099.3315
1153	007.9837	099.3187
1154	008.2528	099.4008
1155	008.3946	099.4164
1156	008.6848	099.5042
1157	008.9260	099.4740
1158	009.4036	099.5122
1159	009.8591	099.4188
1160	010.2095	099.3919

1161	010.5468	099.3339
1162	011.5896	099.3184
1163	011.6846	099.3115
1164	011.8850	099.2783
1165	012.3458	099.3671
1166	012.7628	099.4145
1167	012.9247	099.4501
1168	013.4158	099.4422
1169	013.9477	099.4123
1170	014.2200	099.4233
1171	014.8275	099.5299
1172	014.9090	099.4952
1173	014.9278	099.4773
1174	014.9733	099.4630
1175	015.0110	099.4854
1176	015.0440	099.4756
1177	015.0943	099.4754
1178	015.1174	099.5001
1179	015.2000	099.5158
1180	015.6184	099.6037
1181	016.0311	099.7157
1182	016.5273	099.7623
1183	016.9458	099.8244
1184	017.2058	099.7962
1185	017.3585	099.8098
1186	017.8426	099.7347
1187	018.2539	099.7470
1188	018.5317	099.7005
1189	019.0890	099.8237
1190	019.3535	099.9057
1191	019.7864	099.9247
1192	020.0177	099.8888
1193	020.1368	099.9196
1194	020.4155	099.9218
1195	020.4885	099.9429
1196	020.7485	099.9039
1197	020.8958	099.8923
1198	021.0191	099.9071
1199	021.1013	099.9468
1200	021.2663	099.9426
1201	021.2660	099.9419
1202	021.4824	099.8802
1203	021.6393	099.8543

1204	021.9350	099.8394
1205	022.2298	099.8282
1206	022.4569	099.8504
1207	022.6431	099.9143
1208	022.8274	099.9058
1209	022.9075	099.8915
1210	023.0740	099.9002
1211	023.1779	099.8872
1212	023.3514	099.8757
1213	023.5240	099.8751
1214	023.6620	099.8511
1215	023.7225	099.8541
1216	023.9389	099.8258
1217	024.1241	099.8368
1218	024.3294	099.8717
1219	024.5238	099.8523
1220	024.6263	099.8201
1221	024.7708	099.8178
1222	024.8617	099.7952
1223	025.1557	099.7672
1224	025.5010	099.7540
1225	025.8599	099.7399
1226	026.1497	099.7640
1227	026.3103	099.7416
1228	026.5374	099.7286
1229	026.8382	099.7378
1230	027.0646	099.7648
1231	027.2750	099.7979
1232	027.4924	099.8273
1233	027.7663	099.8744
1234	028.0213	099.8669
1235	028.3042	099.8901
1236	028.5780	099.9174
1237	028.8167	099.9465
1238	029.1413	099.9575
1239	029.5194	099.9675
1240	029.8132	099.9381
1241	030.0740	099.9834
1242	030.3954	099.9612
1243	030.7280	099.9042
1244	031.0037	099.8957
1245	031.2713	099.8985
1246	031.5748	099.8866

1247	032.0047	099.9106
1248	032.4309	099.8977
1249	032.7446	099.9126
1250	033.0265	099.8907
1251	033.3319	099.9227
1252	033.7616	099.9440
1253	034.1662	099.9323
1254	034.5002	099.9494
1255	035.5073	100.0099
1256	036.5641	100.0645
1257	037.3862	100.0967
1258	038.0621	100.1698
1259	038.6606	100.1790
1260	039.1841	100.2543
1261	040.1070	100.1034
1262	040.4109	100.1398
1263	040.8136	100.2025
1264	041.1238	100.2240
1265	041.5297	100.1615
1266	041.7697	100.1211
1267	042.0341	100.1093
1268	042.3655	100.0975
1269	042.7313	100.0879
1270	042.7334	100.0877
1271	042.7330	100.0876
1272	043.2389	099.9108
1273	044.2293	099.8810
1274	045.3152	099.8796
1275	046.2548	099.9420
1276	046.8781	099.9310
1277	047.5231	100.1270
1278	048.0357	100.1336
1279	048.5497	100.0612
1280	049.4452	100.1968
1281	050.0044	100.3419
1282	050.5577	100.3704
1283	051.6498	100.3705
1284	052.1954	100.3712
1285	053.1541	100.3714
1286	053.8611	100.3718
1287	054.7420	100.3720
1288	055.9506	100.3728
1289	057.1532	100.3720

1290	057.3119	100.3721
2000	111.7311	100.2937
2001	110.9658	100.2946
2002	107.3803	100.2949
2003	106.4517	100.2951
2004	104.8339	100.2955
2005	102.1862	100.0687
2006	094.7107	100.0074
2007	094.1565	100.0164
2008	093.8742	100.0020
2009	093.4757	099.9983
2010	093.2469	100.0309
2011	092.7145	100.0108
2012	092.2522	099.9850
2013	091.9006	099.9766
2014	091.3393	099.9633
2015	090.8055	099.9618
2016	090.2364	099.9535
2017	089.1793	099.9490
2018	088.3594	099.9392
2019	087.8244	099.9340
2020	087.2169	099.9041
2021	086.6770	099.9116
2022	086.1816	099.8934
2023	085.5424	099.8860
2024	084.9803	099.8914
2025	084.3954	099.9523
2026	083.9017	099.9477
2027	083.4011	099.9626
2028	082.9244	099.9460
2029	082.9240	099.9462
2030	082.4899	099.9024
2031	081.9289	099.8596
2032	081.5618	099.8366
2033	081.1250	099.7769
2034	080.7253	099.7305
2035	080.3465	099.7212
2036	080.1807	099.7562
2037	079.8718	099.7406
2038	079.4979	099.7474
2039	079.0496	099.7730
2040	078.6570	099.8070
2041	078.4274	099.8634

2042	078.2632	099.8509
2043	077.8824	099.8166
2044	077.6496	099.8462
2045	077.3584	099.8743
2046	077.0590	099.8944
2047	076.8021	099.8988
2048	076.5741	099.9021
2049	076.3021	099.8254
2050	076.0612	099.8295
2051	075.8282	099.8270
2052	075.4741	099.8756
2053	075.1420	099.9470
2054	074.9951	099.9018
2055	074.7897	099.9063
2056	074.5584	099.9293
2057	074.3984	099.9259
2058	074.2215	099.9065
2059	074.1177	099.9122
2060	073.9855	099.8822
2061	073.8240	099.9094
2062	073.7296	099.9285
2063	073.3625	099.9144
2064	073.1645	099.8614
2065	072.8644	099.7787
2066	072.4988	099.7002
2067	072.2354	099.7443
2068	071.9341	099.7442
2069	071.6581	099.7483
2070	071.3548	099.8026
2071	070.9553	099.8211
2072	070.6584	099.7902
2073	070.1824	099.7322
2074	069.9605	099.7116
2075	069.7868	099.6647
2076	069.5724	099.6019
2077	069.2268	099.5366
2078	069.1717	099.5137
2079	069.0880	099.5023
2080	069.0669	099.4803
2081	069.0087	099.4803
2082	068.9740	099.4818
2083	068.9331	099.4677
2084	068.9149	099.4732

2085	068.8892	099.4732
2086	068.8838	099.4962
2087	068.7945	099.5310
2088	068.4555	099.4658
2089	068.2112	099.4226
2090	067.8310	099.4093
2091	067.6635	099.4183
2092	067.3852	099.4527
2093	067.0075	099.4525
2094	066.8980	099.4461
2095	066.6591	099.4025
2096	066.3256	099.3720
2097	066.1615	099.3317
2098	065.8456	099.2825
2099	065.7288	099.2952
2100	065.6811	099.3076

**Υπολογισμοί στοιχείων επεξεργασίας (Az, U) των σημείων του
αισθητού ορίζοντα του ναού του Ποσειδώνα**

Αριθμός Σημείου	Αζιμούθιο (Az)	Γωνία Ύψους (U)
1	124,9770196	-0,2937
2	124,2117196	-0,2946
3	120,6262196	-0,2949
4	119,6976196	-0,2951
5	118,0798196	-0,2955
6	115,4321196	-0,0687
7	107,9566196	-0,0074
8	107,4024196	-0,0164
9	107,1201196	-0,002
10	106,7216196	0,0017
11	106,4928196	-0,0309
12	105,9604196	-0,0108
13	105,4981196	0,015
14	105,1465196	0,0234
15	104,5852196	0,0367
16	104,0514196	0,0382
17	103,4823196	0,0465
18	102,4252196	0,051
19	101,6053196	0,0608

20	101,0703196	0,066
21	100,4628196	0,0959
22	99,92291962	0,0884
23	99,42751962	0,1066
24	98,78831962	0,114
25	98,22621962	0,1086
26	97,64131962	0,0477
27	97,14761962	0,0523
28	96,64701962	0,0374
29	96,17031962	0,054
30	96,16991962	0,0538
31	95,73581962	0,0976
32	95,17481962	0,1404
33	94,80771962	0,1634
34	94,37091962	0,2231
35	93,97121962	0,2695
36	93,59241962	0,2788
37	93,42661962	0,2438
38	93,11771962	0,2594
39	92,74381962	0,2526
40	92,29551962	0,227
41	91,90291962	0,193
42	91,67331962	0,1366
43	91,50911962	0,1491
44	91,12831962	0,1834
45	90,89551962	0,1538
46	90,60431962	0,1257
47	90,30491962	0,1056
48	90,04801962	0,1012
49	89,82001962	0,0979
50	89,54801962	0,1746
51	89,30711962	0,1705
52	89,07411962	0,173
53	88,72001962	0,1244
54	88,38791962	0,053
55	88,24101962	0,0982
56	88,03561962	0,0937
57	87,80431962	0,0707
58	87,64431962	0,0741
59	87,46741962	0,0935
60	87,36361962	0,0878
61	87,23141962	0,1178
62	87,06991962	0,0906

63	86,97551962	0,0715
64	86,60841962	0,0856
65	86,41041962	0,1386
66	86,11031962	0,2213
67	85,74471962	0,2998
68	85,48131962	0,2557
69	85,18001962	0,2558
70	84,90401962	0,2517
71	84,60071962	0,1974
72	84,20121962	0,1789
73	83,90431962	0,2098
74	83,42831962	0,2678
75	83,20641962	0,2884
76	83,03271962	0,3353
77	82,81831962	0,3981
78	82,47271962	0,4634
79	82,41761962	0,4863
80	82,33391962	0,4977
81	82,31281962	0,5197
82	82,25461962	0,5197
83	82,21991962	0,5182
84	82,17901962	0,5323
85	82,16081962	0,5268
86	82,13511962	0,5268
87	82,12971962	0,5038
88	82,04041962	0,469
89	81,70141962	0,5342
90	81,45711962	0,5774
91	81,07691962	0,5907
92	80,90941962	0,5817
93	80,63111962	0,5473
94	80,25341962	0,5475
95	80,14391962	0,5539
96	79,90501962	0,5975
97	79,57151962	0,628
98	79,40741962	0,6683
99	79,09151962	0,7175
100	78,97471962	0,7048
101	78,92701962	0,6924

**Υπολογισμοί στοιχείων επεξεργασίας (Az, U) των σημείων του
αισθητού ορίζοντα του ναού της Αθηνάς και του ηρώου του Φρόντι**

Αριθμός Σημείου	Αζιμούθιο (Az)	Γωνία Ύψους (U)
1	39.4958	2.2415
2	39.8250	2.2733
3	40.2220	2.3097
4	40.6023	2.3397
5	40.8005	2.4750
6	41.2512	2.4030
7	41.7018	2.4523
8	42.0304	2.4989
9	42.1956	2.3988
10	42.5643	2.3866
11	42.8442	2.4023
12	43.2547	2.3833
13	43.7245	2.4104
14	43.9901	2.4387
15	44.0430	2.3589
16	44.8102	2.3445
17	45.4450	2.2929
18	46.1886	2.2399
19	47.0248	2.1658
20	47.5617	2.0992
21	47.7568	2.1338
22	47.9126	2.1151
23	47.9997	2.1300
24	48.1148	2.0878
25	48.5757	1.9850
26	49.1605	1.9288
27	49.2441	1.8870
28	49.5340	1.8487
29	49.8671	1.7991
30	50.0684	1.7986
31	50.2451	1.8868
32	50.3585	2.1172
33	50.4852	2.1197
34	50.5703	2.2688
35	50.7233	2.3898

36	50.8786	2.3944
37	51.1107	2.5027
38	51.2339	2.5744
39	51.4123	2.6363
40	51.6356	2.6243
41	193.8012	4.1954
42	193.8025	4.1934
43	51.5109	2.6391
44	51.6235	2.6143
45	51.8106	2.7120
46	51.9516	2.7367
47	52.0139	2.7420
48	52.1604	2.8416
49	52.3376	2.8125
50	52.4320	2.9373
51	53.0182	3.0445
52	53.2027	3.0816
53	53.4006	3.0499
54	53.6391	3.1790
55	53.8972	3.1699
56	53.9210	3.2077
57	54.0223	3.2685
58	54.2174	3.3669
59	54.5044	3.4134
60	54.7435	3.4013
61	54.9774	3.4712
62	55.3315	3.5190
63	55.5165	3.5351
64	55.5978	3.5090
65	55.6773	3.5466
66	55.9287	3.6238
67	56.1585	3.6363
68	56.3762	3.6691
69	56.7105	3.7056
70	57.0264	3.6614
71	57.3973	3.6728
72	58.2706	3.7583
73	58.7979	3.7781
74	59.2013	3.8671
75	59.7269	3.8761
76	60.5463	4.0619
77	60.9944	4.1059
78	61.2699	4.0400

79	61.5556	4.0813
80	61.6839	3.9881
81	61.9771	3.9697
82	62.3202	3.9310
83	62.6411	3.8737
84	62.9580	3.8579
85	63.4080	3.8160
86	63.6520	3.7368
87	63.7467	3.6349
88	65.0278	3.2305
89	65.2660	3.2838
90	65.5850	3.1851
91	65.7085	3.0360
92	65.9259	3.0376
93	66.2266	3.0085
94	66.5901	3.0384
95	66.9730	2.9584
96	67.1291	2.8462
98	67.7573	2.7184
97	67.5492	2.7517
99	67.9211	2.7740
100	67.7510	3.3217
101	68.1616	3.4572
103	68.7014	3.4912
104	69.1843	3.3785
105	69.4805	3.1965
106	69.6692	3.0918
107	70.1356	2.9728
108	70.5358	2.6865
109	71.2998	2.6005
110	71.4662	2.6508
111	71.6795	3.1782
112	72.3021	3.3202
113	72.8311	3.0585
114	73.3666	2.8795
115	73.7002	3.1201
116	74.0871	2.8498
117	74.5450	2.9429
118	74.7296	3.2571
119	75.1993	3.7533
120	75.7362	3.8651
121	76.0519	3.8135
122	76.2649	3.6004

123	76.4032	3.2894
124	76.5836	2.9814
125	77.4320	2.9815
126	83.7358	2.6684
127	83.9339	2.5013
128	84.1143	2.3571
129	84.4639	2.4248
130	84.7945	2.3622
131	85.4662	2.2243
132	85.8643	2.1457
133	86.3808	2.0742
134	86.7680	1.9419
135	87.6546	1.8669
136	88.2382	1.6729
137	88.8572	1.4831
138	89.0965	1.4382
139	89.8521	1.2847
140	90.2502	1.2013
141	90.6339	1.1798
142	91.3724	1.0950
143	91.8719	1.0811
144	91.8735	1.0818
145	92.4527	1.0298
146	92.9014	1.0610
147	93.2773	0.9899
148	93.6758	0.9895
149	94.0467	0.8538
150	94.3328	0.8664
151	94.5635	0.8611
152	94.9281	0.8310
153	95.2802	0.7913
154	95.7940	0.7275
155	96.5783	0.6782
156	97.0375	0.6326
157	97.4523	0.4840
158	97.6930	0.4475
159	97.8631	0.4681
160	98.0564	0.4818
161	98.2747	0.4998
162	98.4998	0.4373
163	98.8333	0.4178
164	99.1396	0.4878
165	99.4511	0.5198

166	99.6809	0.4801
167	100.0424	0.5518
168	100.3287	0.5486
169	100.4550	0.4881
170	100.7087	0.5355
171	100.9695	0.5760
172	101.1989	0.5657
173	101.6142	0.5984
174	101.7692	0.6379
175	102.0340	0.6724
176	102.1826	0.6927
177	102.5638	0.8373
178	102.7227	0.8565
179	103.0656	0.8375
180	103.2415	0.8067
181	103.6154	0.8683
182	103.7607	0.8544
183	104.0809	0.8577
184	104.4315	0.9544
185	104.5985	0.9184
186	104.8593	0.9536
187	104.9415	0.9331
188	105.0272	0.8961
189	105.6508	0.8813
190	105.7817	0.8552
191	105.9003	0.8729
192	106.2460	0.8938
193	106.6508	0.9499
194	106.8555	0.9875
195	107.0854	0.9521
196	107.2179	0.9389
197	107.4702	1.0261
198	107.5877	1.0055
199	107.7253	0.9731
200	108.4575	0.9206
201	108.5191	0.9400
202	108.7745	0.8806
203	109.0152	0.9052
204	109.2634	0.8852
205	109.5661	0.9017
206	109.7654	0.8676
207	109.9454	0.8875
208	110.6903	0.9276

209	110.9900	0.9916
210	111.4406	1.0010
211	111.7351	1.0784
212	112.0458	1.0169
213	112.3808	1.0429
214	112.7124	0.9839
215	113.0571	0.9153
216	113.1886	0.9413
217	113.3443	0.9173
218	113.4896	0.8850
219	113.8052	0.9645
220	114.0997	0.9482
221	114.2283	0.9150
222	114.6136	0.9482
223	115.0381	0.8900
224	115.8416	0.9515
225	116.3990	0.8340
226	116.7778	0.7726
227	116.9766	0.7972
228	117.3323	0.7022
229	117.6820	0.7882
230	118.2718	0.8068
231	118.5839	0.7279
232	118.9967	0.7606
233	119.2474	0.7728
234	119.3972	0.7392
235	119.5879	0.6989
236	120.0584	0.7418
237	120.4238	0.7581
238	120.7146	0.7126
239	121.0986	0.7211
240	121.6138	0.6971
241	121.9780	0.7007
242	122.5419	0.7767
243	122.6651	0.7497
244	122.8276	0.6912
245	122.9671	0.6906
246	123.2651	0.5892
247	123.4859	0.6182
248	123.7969	0.6000
249	123.9847	0.5859
250	124.4032	0.6717
251	125.1014	0.7472

252	126.2715	0.7782
253	126.5728	0.8421
254	127.0619	0.7109
255	127.3771	0.6731
256	127.5129	0.6494
257	127.1151	0.6539
258	128.5928	0.6765
259	128.9163	0.6520
260	129.4201	0.5623
261	129.5071	0.6110
262	129.6210	0.6087
263	129.8665	0.5480
264	130.1938	0.4948
265	130.5869	0.3816
266	131.1181	0.3350
267	131.5579	0.2594
268	132.0460	0.2899
269	132.4011	0.3470
270	132.8927	0.3475
271	133.1421	0.3891
272	133.9653	0.1747
273	134.6414	0.1442
274	134.7878	0.1855
275	135.0135	0.1767
276	135.0852	0.1471
277	135.4431	0.1690
278	135.5993	0.1284
279	136.0595	0.2130
280	136.5981	0.2346
281	137.0000	0.1395
282	137.2056	0.1730
283	137.5160	0.1860
284	137.9618	0.1974
285	138.2873	0.2321
286	138.6656	0.1846
287	140.1190	0.3106
288	140.6863	0.3256
289	141.4291	0.2831
290	142.1103	0.1777
291	143.1581	0.1115
292	143.7643	0.0945
293	144.2827	0.0614
294	144.4384	0.0589

295	144.6675	0.0838
296	145.1089	0.1639
297	145.6810	0.1640
298	146.7318	0.1310
299	147.0701	0.1561
300	147.1679	0.1711
301	147.2933	0.1445
302	148.1122	0.1144
303	148.8211	0.0939
304	149.6263	0.0944
305	150.7999	0.0921
306	151.3115	0.0877
307	152.8283	0.0555
308	153.2286	0.0092
309	153.6065	0.0248
310	153.7226	0.0580
311	154.2449	0.0473
312	154.5494	0.0240
313	154.9848	0.0420
314	155.6280	0.0124
315	156.4307	0.0205
316	156.8835	0.0559
317	157.6382	0.0706
318	158.5720	0.0931
319	159.4534	0.0911
320	160.2475	0.0925
321	160.6994	-0.0127
322	162.2711	-0.0758
323	162.7992	-0.1298
324	163.1818	-0.0238
325	163.4368	-0.1245
326	164.0463	-0.1368
327	164.2633	-0.1931
328	164.4290	-0.2154
329	164.6526	-0.2158
330	165.9673	-0.2165
331	166.2685	-0.2166
332	166.9272	-0.2158
333	167.4437	-0.2160
334	168.4928	-0.2156
335	168.9557	-0.2158
336	169.3684	-0.2164
337	169.5081	-0.1907

338	169.7550	-0.1640
339	169.8950	-0.1235
340	171.7368	0.5290
341	171.8063	0.5436
342	171.9129	0.6013
343	172.0253	0.6641
344	172.1382	0.6651
345	172.1862	0.6228
346	172.2747	0.5731
347	172.5542	0.6561
348	172.6194	0.6582
349	173.0904	0.7920
350	173.2021	0.8847
351	173.4905	1.0059
352	173.5883	0.9796
353	173.6587	0.9977
354	173.7355	0.9897
355	173.8796	1.0301
356	174.3304	1.1492
357	175.0372	1.3338
358	175.7047	1.5402
359	176.3381	1.0680
360	177.1592	1.8514
361	178.0067	2.1332
362	178.2762	2.2157
363	178.3485	2.2806
364	178.6632	2.3121
365	178.9721	2.3618
366	179.1115	2.4323
367	179.3013	2.4325
368	179.3127	2.3845
369	179.6305	2.4858
370	180.1096	2.5170
371	180.2638	2.5989
372	180.3670	2.5957
373	180.7170	2.6946
374	180.7674	2.7834
375	181.0842	2.7478
376	185.4655	3.0847
377	185.7940	3.2049
378	186.1761	3.1767
379	186.6060	3.3211
380	186.9314	3.1890

381	188.1955	3.2562
382	190.2494	3.4638
383	191.8053	3.6543
384	193.4777	3.8709