



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

## **Ο ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΟΥΣΟΥΛΜΑΝΙΚΩΝ ΤΕΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΑΡΓΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΝΑΥΠΛΙΟ**



Διπλωματική Εργασία

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΞΗΝΤΑΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Γ. ΠΑΝΤΑΖΗΣ ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.  
Κ. ΝΙΚΟΛΙΤΣΑΣ Υ.Δ. Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008



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

**Ο ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΟΥΣΟΥΛΜΑΝΙΚΩΝ  
ΤΕΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΑΡΓΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΝΑΥΠΛΙΟ**

Διπλωματική Εργασία

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΞΗΝΤΑΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Γ. ΠΑΝΤΑΖΗΣ ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.  
Κ. ΝΙΚΟΛΙΤΣΑΣ Υ.Δ. Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008

# Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

**ΟΝΟΜΑΣΙΑ : ΙΕΡΟΣ ΝΑΟΣ ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ**

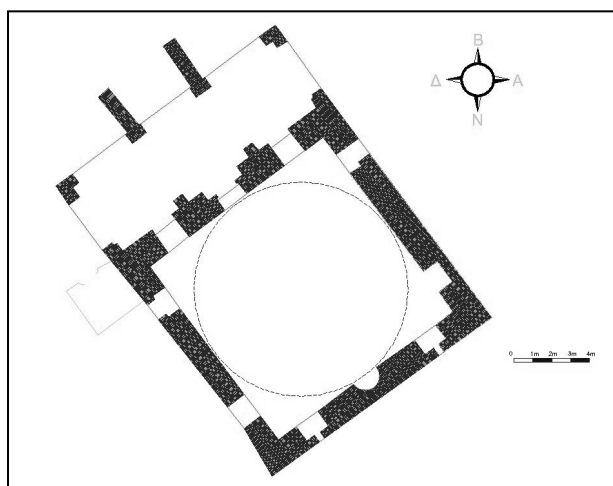
## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

Νεολιθικό  Αρχαίο  Παλαιοχριστιανικό  Βυζαντινό  Μουσουλμανικό

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ



ΚΑΤΟΨΗ



## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

**ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΑΡΓΟΣ**

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ  
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ  
(WGS 84)**

$\varphi = 37^{\circ} 37' 44''$   
 $\lambda = 22^{\circ} 43' 41''.3$

**ΚΑΡΤΕΣΙΑΝΕΣ  
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ  
(ΕΓΣΑ '87)**

$X = 387621.92 \text{ m}$   
 $Y = 4165113.58 \text{ m}$

**ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΟ  
ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

$H = 13.180 \text{ m}$

**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΒΑΣΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ**

$159.07^{\circ}$

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**

$\pm 6.7^{\circ}$

**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΛΛΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ**

-----<sup>g</sup>

(Ποια είναι)

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**

$\pm^{\circ}$

# Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

**ΟΝΟΜΑΣΙΑ : ΒΟΥΛΕΥΤΙΚΟ**

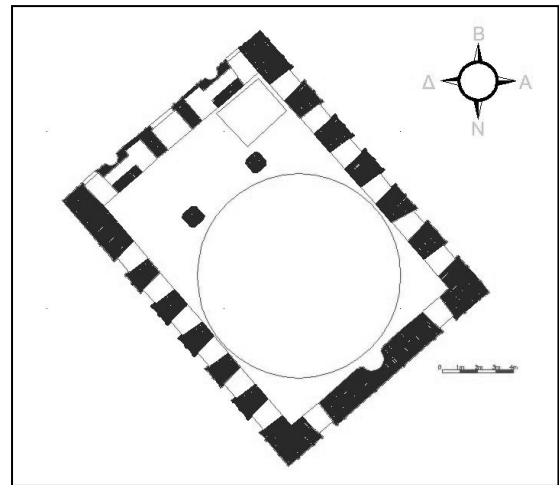
## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

Νεολιθικό  Αρχαίο  Παλαιοχριστιανικό  Βυζαντινό  Μουσουλμανικό

### ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ



### ΚΑΤΟΨΗ



## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

**ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΝΑΥΠΛΙΟ**

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ  
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ  
(WGS 84)**

$\varphi = 37^{\circ} 33' 59.4''$   
 $\lambda = 22^{\circ} 47' 46.5''$

**ΚΑΡΤΕΣΙΑΝΕΣ  
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ  
(ΕΓΣΑ '87)**

$X = 393543.56 \text{ m}$   
 $Y = 4158112.16 \text{ m}$

**ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΟ  
ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

$H = 9.435 \text{ m}$

**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΒΑΣΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ**

$154.11^{\circ}$

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**

$\pm 6.1^{\circ}$

**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΛΛΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ**

-----<sup>g</sup>

(Ποια είναι)

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**

$\pm^{\circ}$



# Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

**ΟΝΟΜΑΣΙΑ : ΤΡΙΑΝΟΝ**

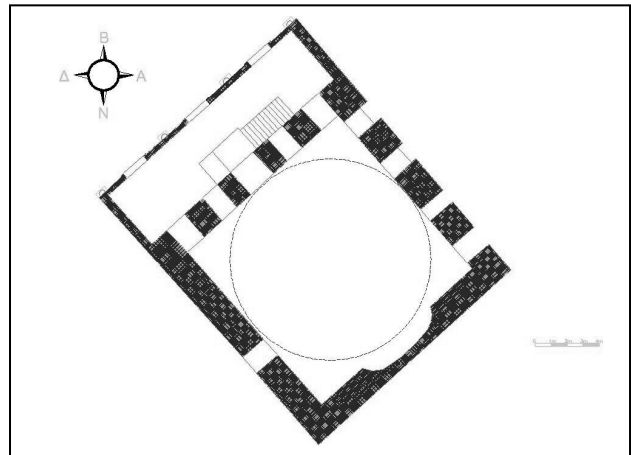
## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

Νεολιθικό  Αρχαίο  Παλαιοχριστιανικό  Βυζαντινό  Μουσουλμανικό

*ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ*



*ΚΑΤΟΨΗ*



## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

**ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΝΑΥΠΛΙΟ**

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ  
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ**

**(WGS 84)**

$\varphi = 37^\circ 33' 59.4''$

$\lambda = 22^\circ 47' 46.5''$

**ΚΑΡΤΕΣΙΑΝΕΣ  
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ**

**(ΕΓΣΑ '87)**

$X = 393543.56 \text{ m}$

$Y = 4158112.16 \text{ m}$

**ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΟ  
ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

$H = 3.611 \text{ m}$

**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΒΑΣΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ**

$153.64^\circ$

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**

$\pm 4.9^\circ$

**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΛΛΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ**

-----<sup>g</sup>

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**

$\pm^\circ$

(Ποια είναι)

## Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Δρ. Αγρονόμο και Τοπογράφο Μηχανικό, Λέκτορα του Ε.Μ.Π κ. **Γεώργιο Πανταζή** για την καθοριστική του συμβολή στην διεκπεραίωση και ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας τόσο στο πεδίο των μετρήσεων όσο και στην επεξεργασία και συγγραφή αυτού του τεύχους.

Ευχαριστώ θερμά την Δρ. Αγρονόμο και Τοπογράφο Μηχανικό επίσης Λέκτορα του Ε.Μ.Π κα **Ευαγγελία Λάμπρου** η οποία συνέβαλλε τα μέγιστα ώστε να ολοκληρωθεί η διπλωματική εργασία αυτή.

Ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα Αγρονόμο και Τοπογράφο Μηχανικό του Ε.Μ.Π. **Κωνσταντίνο Νικολίτσα** γιατί είναι σίγουρο ότι χωρίς την βοήθειά του θα ήταν κατά πολύ δυσκολότερο να ολοκληρώσω την εργασία αλλά και τις σπουδές μου.

Ευχαριστώ επίσης την 25<sup>η</sup> εφορία Βυζαντινών αρχαιοτήτων στην πόλη του Άργους καθώς και το δήμο του Ναυπλίου για την σχετική άδεια που μου παρείχαν για την είσοδο στα μνημεία και την ολοκλήρωση των απαραίτητων μετρήσεων. Χωρίς τις διευκολύνσεις και τη συνεργασία τους θα ήταν αδύνατη η αποπεράτωση αυτής της εργασίας.

Δεν θα μπορούσα να ξεχάσω τους φίλους μου **Προύτσο Θεοδόσιο** και **Μαυράκη Στέλιο** που βοήθησαν με κάθε δυνατό τρόπο στο να φτάσω και να εκπονήσω αυτή τη διπλωματική εργασία. Είναι σίγουρο ότι χωρίς αυτά τα φιλαράκια τα φοιτητικά μου χρόνια δεν θα ήταν τόσο απίθανα.

Ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στους **γονείς μου** που με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της εργασίας, όπως επίσης και στα **αδέρφια μου** μόνο και μόνο γιατί φρόντισαν να μη μου λείψει τίποτα κατά την διάρκεια της φοίτησής μου στην σχολή.

Ακόμη, ιδιαίτερα ευχαριστώ την αρραβωνιαστικιά μου **Κωνσταντίνα Καραμούντζου** για όλη την ψυχολογική υποστήριξη αλλά και την παρότρυνση ώστε να ολοκληρώσω την συγγραφή αυτού του τεύχους.

Σίγουρα δεν μπορώ να αναφέρω όλους όσους θα ήθελα σ' αυτό το κεφάλαιο των ευχαριστιών αλλά είμαι σίγουρος ότι δεν θα μου κρατήσουν κακία.

## Πρόλογος

Τα μνημεία, με την ευρύτερη έννοια του όρου, αποτελούν συνδυαστικό κρίκο μεταξύ των γενεών και στοιχειοθετούν την ιστορική και πολιτισμική τους κληρονομιά.

Πολλά μνημεία στο πέρασμα των αιώνων αλλά και στην σύγχρονη εποχή έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων, είτε για να καταγράψουν τις ιδιαιτερότητες που αυτά εμφανίζουν είτε για να διερευνήσουν και να ερμηνεύσουν την σχέση τους με την ύπαρξη και τη δραστηριότητα του ανθρώπου.

Η αρχαιοαστρονομία είναι μία από τις επιστήμες που έχουν ασχοληθεί διεξοδικά με τη διερεύνηση του προσανατολισμού των μνημείων. Σκοπός της έρευνας είναι να βγουν ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά τη συσχέτιση του προσανατολισμού ενός μνημείου με τα ήθη, τα έθιμα και τις λατρευτικές παραδόσεις κάθε λαού. Η ενασχόλησή της στο πέρασμα των αιώνων απλώνεται σε όλο το φάσμα των μνημείων (παλαιολιθικά, νεολιθικά, παλαιοχριστιανικά, βυζαντινά, μουσουλμανικά)

Το σημερινό έντονο ενδιαφέρον της παγκόσμιας κοινότητας για τα μνημεία έρχονται να βοηθήσουν με τα όργανα και τις μεθοδολογίες τους οι επιστήμες της *Γεωδαισίας* και της *Γεωδαιτικής Αστρονομίας*. Η ραγδαία εξελισσόμενη τεχνολογία έχει δώσει στις επιστήμες όργανα με τα οποία είναι δυνατό να παραχθεί η πλήρης και ορθή γεωμετρική απεικόνιση του μνημείου αλλά και να προσδιοριστεί με ακρίβεια το αστρονομικό αξιμούθιο συγκεκριμένης διεύθυνσης. Η δημιουργία σχεδίων τεκμηρίωσης ενός μνημείου (κατόψεις, τομές-όψεις) τα οποία αποδίδουν με πληρότητα και ακρίβεια το σχήμα, το μέγεθος και όλα τα άλλα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του, βοηθά σημαντικά στην μελέτη του και στην διεπιστημονική συνεργασία με άλλες επιστήμες, οδηγώντας σε πιο ασφαλή και ορθά συμπεράσματα που αφορούν σε αυτό.

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να αναδείξει την συμβολή των μεθόδων αυτών στον προσανατολισμό των μνημείων και ειδικότερα στην μελέτη του προσανατολισμού μουσουλμανικών τεμενών. Χρησιμοποιώντας κατάλληλες μεθόδους μέτρησης και επεξεργασίας στον χώρο των μνημείων, δημιουργώντας τοπογραφικά διαγράμματα των κατόψεών τους, αποδίδει σωστά και με ακρίβεια τα γεωμετρικά στοιχεία του μνημείου και ενδυναμώνει γεωμετρικά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την διερεύνηση του προσανατολισμού. Χρησιμοποιώντας την σύγχρονη τεχνολογία, που αφορά σε μετρήσεις και υπολογισμούς μπορεί γρήγορα και με ακρίβεια να πραγματοποιηθεί η μελέτη του προσανατολισμού μνημείων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ταυτότητες	
Ευχαριστίες.....	I
Πρόλογος.....	II
Περιεχόμενα.....	III
Περίληψη.....	V
Σχήματα – Διαγράμματα	
Πίνακες – Φωτογραφίες	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΠΕΡΙ ΜΟΥΣΟΥΛΜΑΝΙΚΩΝ ΤΕΜΕΝΩΝ.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Χωροταξία.....	2
1.3 Αρχιτεκτονική.....	2
1.4 Ο προσανατολισμός των τεμενών.....	5
1.4.1 Τρόποι υπολογισμού της Qiblah.....	10
1.5 Τα τεμένη στο Άργος και το Ναύπλιο.....	17
1.5.1 Ιερός Ναός Αγίου Κωνσταντίνου.....	17
1.5.2 Το Βουλευτικό.....	19
1.5.3 Το Τριανόν.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	26
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	26
2.1 Γενικά.....	26
2.2 Ένταξη.....	26
2.2.1 Οριζοντιογραφικά.....	26
2.2.2 Υψομετρικά.....	27
2.3 Αποτύπωση.....	33
2.3.1 Αναγνώριση.....	33
2.3.2 Οδεύσεις.....	33
2.3.3 Αποτύπωση Λεπτομερειών.....	43
2.4. Απόδοση σχεδίων.....	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	52
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟΥ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟΥ.....	52
3.1 Γενικά.....	52
3.2 Μέθοδος Προσδιορισμού αστρονομικού αζιμουθίου.....	53
3.2.1 Η μέθοδος της ωριαίας γωνίας.....	54
3.3 Όργανα.....	59
3.4 Προσδιορισμός Αστρονομικού Αζιμουθίου στο Άργος.....	61
3.5 Προσδιορισμός Αστρονομικού Αζιμουθίου στο Ναύπλιο.....	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	63
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΑΞΟΝΑ.....	63
4.1 Γενικά.....	63
4.2 Προσδιορισμός βασικού άξονα του Ιερού ναού Αγίου Κωνσταντίνου.....	65
4.3 Προσδιορισμός βασικού άξονα του ‘Τριανόν’.....	67
4.4 Προσδιορισμός του βασικού άξονα του ‘Βουλευτικού’.....	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	71
ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΕΜΕΝΩΝ.....	71
5.1 Υπολογισμός αζιμουθίου Άργους – Μέκκας και Ναυπλίου – Μέκκας.....	71
5.2 Σύγκριση.....	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	77
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	77
6.1 Συμπεράσματα.....	77
6.2 Προτάσεις.....	79

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ABSTRACT

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



<b>Σχήματα – Διαγράμματα</b>	<b>σελ</b>
Σχήμα 1.1: Βασικά λειτουργικά μέρη τζαμιού	4
Σχήμα 1.2: Πραγματικός προσανατολισμός του Kaabah	6
Σχήμα 1.3: Αστρονομικός προσανατολισμός του Kaabah για το γεωγραφικό πλάτος της Μέκκας	6
Σχήμα 1.4: Προσανατολισμός στην Μέκκα μέσω της σφαίρας	9
Σχήμα 1.5: Σφαιρικό τρίγωνο για τον καθορισμό της qiblah	11
Σχήμα 1.6: Μερκατορική προβολή με κέντρο την Μέκκα	14
Σχήμα 1.7: Αζιμουθιακή προβολή με κέντρο τον βόρειο πόλο	15
Σχήμα 1.8: Αζιμουθιακή προβολή με κέντρο την Μέκκα	16
Σχήμα 2.1: Σχηματική παράσταση μιας στάσης της ΤΡ.Υ.Α.	28
Σχήμα 2.2: Σχηματική παράσταση της ΤΡ.Υ.Α με δύο ενδιάμεσες στάσεις.	29
Σχήμα 2.3: Σκαρίφημα θέσεων γεωδαιτικού σταθμού κατά την εφαρμογή της ΤΡ.Υ.Α.	31
Σχήμα 2.4: Σκαρίφημα όδευσης Αγίου Κωνσταντίνου	35
Σχήμα 2.5: Σκαρίφημα όδευσης Βουλευτικού	38
Σχήμα 2.6: Σκαρίφημα όδευσης Τριανόν	41
Σχήμα 2.7 : Διάγραμμα κάτοψης Αγίου Κωνσταντίνο	47
Σχήμα 2.8 : Διάγραμμα κάτοψης Βουλευτικού	48
Σχήμα 2.9 : Διάγραμμα κάτοψης Τριανό	49
Σχήμα 2.10: Περιβάλλον χώρος στον Άγιο Κωνσταντίνο στο Άργος	50
Σχήμα 2.11: Περιβάλλον χώρος των μνημείων στο Ναύπλιο	51
Σχήμα 3.1 : Αστρονομικό αζιμούθιο	52
Σχήμα 3.2 : Ωριαία γωνία $h$ ενός αστέρα	55
Σχήμα 3.3 : Τρίγωνο θέσης ενός αστέρα $S$ ,	55
Σχήμα 3.4 : Υπολογισμός αστρονομικού αζιμουθίου με τη μέθοδο της ωριαίας γωνίας. [Κορακίτης Ρ., 2003]	57
Σχήμα 3.5 : Αναγνώριση Πολικού Αστέρα	58
Σχήμα 4.1 : Πιθανά σημεία του άξονα του Αγίου Κωνσταντίνου	66
Σχήμα 4.2 : Πιθανά σημεία του άξονα του Τριανόν	68
Σχήμα 4.3 : Πιθανά σημεία του άξονα του Βουλευτικού	70

## Πίνακες

σελ

Πίνακας 2.1 : Συντεταγμένες φ, λ κορυφών στο WGS '84 και x, y στο ΕΓΣΑ '87	27
Πίνακας 2.2 : Μετρήσεις μεθόδου TP.Y.A.	31
Πίνακας 2.3 : Υψομετρική επίλυση όδευσης στον Άγιο Κωνσταντίνο	36
Πίνακας 2.4: Τελικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) και ορθομετρικά υψόμετρα H της όδευσης στον Άγιο Κωνσταντίνο.	37
Πίνακας 2.5: Επιτρεπόμενα και τελικά σφάλματα όδευσης	37
Πίνακας 2.6: Υψομετρική επίλυση όδευσης Βουλευτικού	39
Πίνακας 2.7: Τελικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) και ορθομετρικά υψόμετρα H της όδευσης στο Βουλευτικό.	40
Πίνακας 2.8: Επιτρεπόμενα και τελικά σφάλματα όδευσης	40
Πίνακας 2.9: Υψομετρική επίλυση όδευσης Τριανόν	42
Πίνακας 2.10: Τελικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) και ορθομετρικά υψόμετρα H της όδευσης στο Τριανόν.	43
Πίνακας 2.11: Επιτρεπόμενα και τελικά σφάλματα όδευσης	43
Πίνακας 3.1 : Στοιχεία επίλυσης Πολικού Αστέρα στο Άργος	61
Πίνακας 3.2 : Στοιχεία επίλυσης Πολικού Αστέρα στο Ναύπλιο	62
Πίνακας 4.1 : Συντεταγμένες αρχικών σημείων Αγίου Κωνσταντίνου	65
Πίνακας 4.2 : Συντεταγμένες αρχικών σημείων Τριανόν	67
Πίνακας 4.3 : Συντεταγμένες αρχικών σημείων Βουλευτικού	69
Πίνακας 5.1 : Γεωδαιτικά αζιμούθια	75
Πίνακας 5.2 : Σύγκριση αστρονομικών για τον Άγιο Κωνσταντίνο	75
Πίνακας 5.3 : Σύγκριση αστρονομικών αζιμουθίων για το Τριανόν και το Βουλευτικό	76

## Φωτογραφίες

σελ

Φωτ. 1.3: Το κτίσμα του Kaabah	5
Φωτ. 1.4: Ιερός Ναός Αγίου Κωνσταντίνου	17
Φωτ. 1.5: Νοτιοδυτική άποψη του Ιερού Ναού του Αγίου Κωνσταντίνου	18
Φωτ. 1.6 : Άποψη του Βουλευτικού από την Πλατεία Συντάγματος	19
Φωτ. 1.7 : Νότια όψη του Βουλευτικού	20
Φωτ. 1.8 : Νοτιοδυτική όψη του Βουλευτικού	21
Φωτ. 1.9 : Άποψη του Τριανόν από την Πλατεία Συντάγματος	22
Φωτ. 1.10 : Νοτιοδυτική όψη του Τριανόν	24
Φωτ. 2.1: Ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός Leica TCR 303	30
Φωτ. 2.2: Ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός GPT-3003LN	45

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΠΕΡΙ ΜΟΥΣΟΥΛΜΑΝΙΚΩΝ ΤΕΜΕΝΩΝ

### 1.1 Γενικά

Με τον όρο "τζαμί" συνηθίζεται να αποκαλείται κάθε μουσουλμανικό τέμενος, ανεξαρτήτου μεγέθους, αλλά αρχιτεκτονικά κατάλληλο για την άρτια εξυπηρέτηση των θρησκευτικών αναγκών των μωαμεθανών. Ετυμολογικά στα αραβικά η λέξη σημαίνει τόπος συναθροίσεως και ειδικότερα τόπος ομαδικής προσευχής γι' αυτό και η σύνδεσή του με το αντίστοιχο κτήριο. Η πλήρης ονομασία του είναι **Μεστζίτ – ουλ – τζαμί (mescit – ul – d'jami)** από την οποία προέρχονται οι ονομασίες **μετζίτ** και **τζαμί**. Ωστόσο έχει επικρατήσει με τον όρο τζαμί να αποκαλούνται μόνο τα μεγάλα τεμένη τα οποία διαθέτουν και μιναρέ ενώ τα αντίστοιχα μικρότερα είναι πιο γνωστά ως **μετζίτ**. [Κωνσταντινίδης Δ.Η]

Η λέξη μετζίτ είναι αραβική και σημαίνει τόπος λατρείας. Αποτελεί μουσουλμανικό λατρευτικό χώρο, ο οποίος διαφοροποιείται από το τζαμί λόγω της μη ύπαρξης μιναρέ. Στα πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου Ιστορίας (1985) αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι τα μετζίτ κτίζονταν κυρίως με πέτρα και τούβλα ψημένα, δηλαδή σύμφωνα με τη βυζαντινή θρησκευτική αρχιτεκτονική και μόνο αργότερα απλά από πέτρα.

Τα τζαμιά παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία δομών και διατάξεων, γεγονός που οφείλεται στην μεγάλη εξάπλωση του μωαμεθανισμού και στη κατασκευή τζαμιών σε τόπους με τελείως διαφορετικά δεδομένα και διαφορετικές αρχιτεκτονικές και καλλιτεχνικές παραδόσεις. Πιο συγκεκριμένα δέχονται επιδράσεις όχι μόνο από το κλίμα ή τα τοπικά υλικά αλλά και από την τοπική αρχιτεκτονική. Επιπλέον, η ορθόδοξη εκκλησία έχει δώσει στο οθωμανικό τζαμί μερικά από τα στοιχεία που συνθέτουν την κατασκευή της, όπως είναι οι κίονες.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το μέγεθος του τζαμιού και επιπλέον τα προκτίσματα που συχνά το συνοδεύουν και συμβάλλουν στην διαμόρφωση του συνόλου. Στην όλη σύνθεση κυρίαρχο στοιχείο αποτελεί η μεγάλη ανοιχτή αυλή που περιβάλλεται από τα διάφορα κτήρια με το τζαμί στο βάθος.

Τα τζαμιά κτίζονταν πάντα κοντά σε νερό γιατί πριν από κάθε προσευχή οι πιστοί έκαναν τα λεγόμενα **αμπντέσια**, δηλαδή συμβολικούς εξαγνισμούς με νερό. Επομένως δεν κρίνεται τυχαία η ύπαρξη πλατανιών γύρω από τα τεμένη. Συχνά συναντώνται και κυπαρίσσια γεγονός, που οφείλεται στην πιθανή προϋπαρξη εκκλησιών ή μονών.

Τα τζαμιά ήταν **βακούφια**, δηλαδή αφιερώματα πιστών σε ιερούς σκοπούς που ορισμένες φορές συνοδεύονταν και με ακίνητη περιουσία. Κάθε βακούφι είχε το βακφναμέ του, δηλαδή το αφιερωτήριο έγγραφο με το οποίο ορίζονταν τα εισοδήματα και ο τρόπος διαχείρισης της περιουσίας του.

## 1.2 Χωροταξία

Στην αρχή της εγκατάστασης των Τούρκων στην Ελλάδα οι τόποι που προορίζονταν για προσκύνημα μπορεί να ήταν υπαίθριοι ή εντελώς πρόχειρα κτίσματα, ούτε καν λιθόκτιστα. Αργότερα η βασική λατρευτική λειτουργία διεξαγόταν στα μετζίτ ή στα τζαμιά, που κατά παράδοση κτίζονταν σε θέσεις όπου προϋπήρχαν χριστιανικοί ναοί ή μονές. Η ίδρυση ενός τζαμιού είναι εστία ανάπτυξης για την γύρω περιοχή γιατί εκεί εκτελείται η θρησκευτική και πολιτική αλλά και πολιτιστική δραστηριότητα του μαχαλά, δηλαδή των συνοικιών. Δεν αποτελεί μόνο τόπο άσκησης των θρησκευτικών καθηκόντων των ισλαμιστών αλλά και χώρο παιδείας και το σημείο όπου οι άνθρωποι μπορούν να συναναστρέφονται και να συζητούν. Τα περισσότερα από τα τζαμιά είχαν την μορφή θρησκευτικού ιδρύματος, δηλαδή περιελάμβαναν εκτός από το κυρίως τέμενος, σχολεία κάθε κατηγορίας, αναγνωστήρια, χώρους προσευχής που ήταν υπαίθριοι καθώς και χώρους παραδόσεων, απαραίτητο συμπλήρωμα της μουσουλμανικής διδασκαλίας.

Επομένως, λόγω της σημασίας τους τα τζαμιά χωροθετούνταν σε κεντρικά σημεία της πόλης όπως σε διασταυρώσεις δρόμων ή σε ανοικτούς χώρους στον οικιστικό ιστό.

Το μεγάλο τζαμί στην μουσουλμανική πόλη, κατά το κοράνι, πρέπει να χτίζεται πάνω σε σπουδαίους κόμβους κυκλοφορίας. Αντίθετα, στην οθωμανική πόλη δεν υπάρχει τέτοια υποχρέωση. Το πιο σπουδαίο τζαμί μπορεί να βρίσκεται στο κέντρο ή την περιφέρεια της πόλης. Οι μεγάλες πόλεις μπορούν να έχουν περισσότερα από ένα κύρια τζαμιά. Πολλές φορές τα τζαμιά κτίζονταν λίγο πιο μακριά από τα όρια της πόλης οπότε οι καινούργιες συνοικίες που σχηματίζονταν έπαιρναν την ονομασία τους από αυτά. [Κανετάκης Γ., 1991], [Κουρμαντζής Γ., 1987]

## 1.3 Αρχιτεκτονική

Τα κύρια στοιχεία κάθε τζαμιού είναι ο **κυρίως ναός**, το **μεχράπ** (ιερό) και ο **μιναρές** (σχήμα 1.1). Ο μιναρές είναι ένας ψηλός πύργος με στενό περιμετρικό εξώστη στο πάνω μέρος και κωνική απόληξη. Από τη

θέση του εξώστη ο μουεζίνης καλούσε τους πιστούς σε προσευχή σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας.

Κάθε τζαμί ακολουθεί κάποια γενικά αρχιτεκτονικά στοιχεία. Τα λειτουργικά μέρη του τζαμιού είναι η στεγασμένη κυρίως αίθουσα (**haram**) , που είναι και ο χώρος προσευχής και ο ανοικτός χώρος (**sahm**). [Σμύρης Γ., 2000]

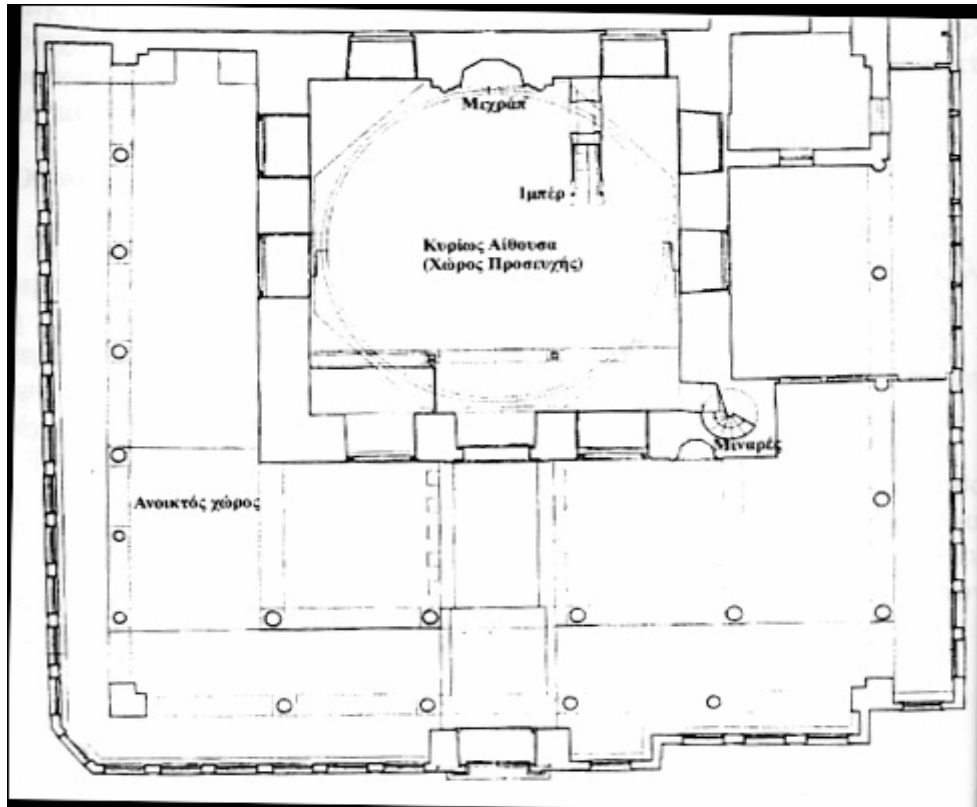
Ο χώρος προσευχής είναι μια τετράγωνη, θολοσκέπαστη αίθουσα, σπανίως ξυλόστεγη. Ανατολικός τοίχος της αίθουσας θεωρείται ο τοίχος που είναι κάθετος στον θεωρητικό άξονα που ενώνει το τέμενος με την Μέκκα. Στον τοίχο αυτό βρίσκεται το μεχράπ το οποίο, είναι μια εσοχή στον τοίχο πολύχρωμα διακοσμημένη.

Δεξιά από το μεχράπ βρίσκεται το **μπέρ**, ο άμβωνας. Αποτελείται από μια σκάλα που οδηγεί σε μια εξέδρα. Από εκεί ο ιερούργος διδάσκει την προσευχή στους πιστούς κατά τις μεγάλες γιορτές των Οθωμανών.

Στο δυτικό τοίχο της αίθουσας υπάρχει ο **εξώστης ή γυναικοστάσης**. Είναι ένα ξύλινο πατάρι και η σκάλα ανόδου του είναι ενιαία με τη σκάλα που οδηγεί στον εξώστη του μιναρέ. Απέναντι από το μεχράπ βρίσκεται το **kursi**, ένα αναλόγιο όπου τοποθετούνται τα βιβλία.

Στην νοτιοδυτική γωνία της αίθουσας βρίσκεται ο **μιναρές**. Έχει ορθογώνια κάτοψη στην οποία είναι ενσωματωμένη λίθινη, περιστροφική σκάλα η οποία οδηγεί στον γυναικοστάση και συνεχίζει μέχρι τον εξώστη του μιναρέ, ο οποίος βρίσκεται στα 2/3 του συνολικού ύψους του. Ο μιναρές έχει συμβολικό χαρακτήρα για τους Οθωμανούς: πρέπει και συνήθως μπορεί να είναι ορατός από οποιοδήποτε σημείο της πόλης λόγω του μεγάλου ύψους του και αυτό υποδηλώνει την κυριαρχία του μουσουλμανικού στοιχείου.





Σχήμα 1.1: βασικά λειτουργικά μέρη τζαμιού.

Σε χώρες με ήπια κλίματα ο ανοιχτός χώρος οριοθετείται από χώρο περιφράξης κατά μήκος τριών πλευρών (βόρεια, δυτική και νότια) της κύριας αίθουσας. Στην περίπτωση των Ιωαννίνων ο ανοιχτός χώρος μετατρέπεται σε κλειστό, στεγασμένο χώρο στην μία πλευρά ( Βελή Πασά), σε δύο πλευρές ( Φετιγιέ και Καλούτσιανης ), ή και στις τρεις πλευρές του (Ασλάν Πασά). Οι κλειστοί αυτοί χώροι χρησιμοποιούνται για διάφορες δραστηριότητες του τεμένους.

Ο παραπάνω τύπος τζαμιού χαρακτηρίζεται ως "τύπος της οργανικής μονάδας" και είναι η απλούστερη μορφή τεμένους. Επικράτησε στην περιοχή των Ιωαννίνων λόγω της οικονομίας, της τεχνογνωσίας και προφανώς της παράδοσης που είχε δημιουργηθεί μετά τα πρώιμα θρησκευτικά απλά κτίσματα, όπως για παράδειγμα τα μετζίτ. [Σμύρης Γ.,2000 ]

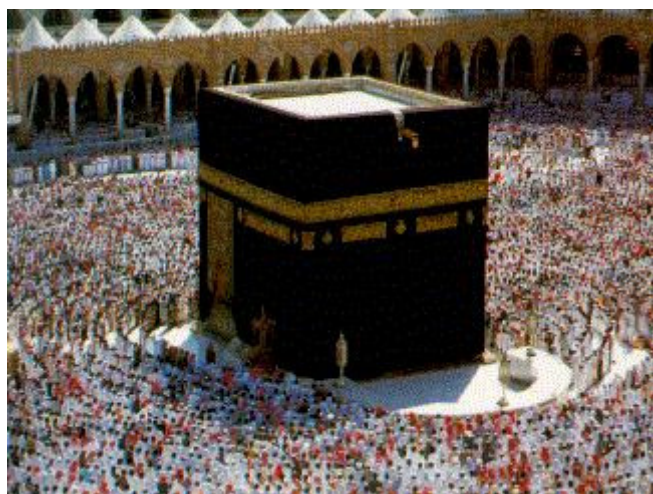
Επίσης, συνηθισμένη είναι η τοποθέτηση Οθωμανικών νεκροταφείων δίπλα από τα τζαμιά. Καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση καθώς δεν επιτρέπεται για θρησκευτικούς λόγους η επαφή με τους νεκρούς. Ο κήπος είναι ο παράδεισος που υπόσχεται το κοράνι, η καλή ταφή περιλαμβάνει ένα όμορφο τάφο και ένα πράσινο περιβάλλοντα χώρο. Η αντίληψη ότι η ζωή συνεχίζεται μετά το θάνατο, μέσω της αθανασίας και της καλής ταφής έχει τις ρίζες της στην κεντρική Ασία.

## 1.4 Ο προσανατολισμός των τεμενών

Το **Kaabah** είναι ένα ορθογώνιο κτίσμα (Φωτ. 1.1) (ιερό) που βρίσκεται στον ιερό χώρο των μουσουλμάνων στη Μέκκα και περιβάλλει την ιερή μαύρη πέτρα. Το κτίσμα αυτό είναι το σημείο όπου πρέπει να εστιάζεται η προσευχή κάθε μουσουλμάνου σύμφωνα με τη θρησκεία. Αυτό σημαίνει ότι κάθε μουσουλμάνος όπου και αν βρίσκεται πάνω στη γη πρέπει όταν προσεύχεται να είναι στραμμένος προς το Kaabah. Άρα από κάθε τόπο πρέπει να οριστεί η διεύθυνση που ορίζεται από το σημείο που βρίσκεται ο προσευχόμενος και το σημείο που βρίσκεται το Kaabah στη Μέκκα. Η ιερή αυτή διεύθυνση ονομάζεται qiblah.

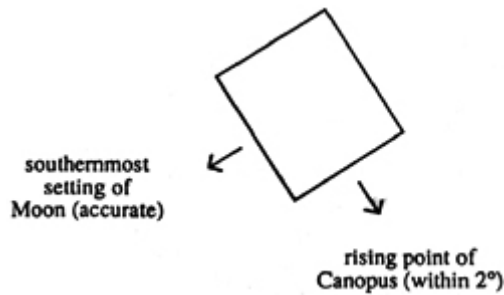
**Ως qiblah ορίζεται η μία και μοναδική κατεύθυνση στην οποία πρέπει κάθε μουσουλμάνος να προσεύχεται** (κάποιες χρονικές περιόδους ορίστηκε ως τέτοια και η διεύθυνση από τον τόπο προσευχής προς την Ιερουσαλήμ - Dome of the Rock).

Ο προσανατολισμός του κτίσματος αυτού, του **Kaabah**, που περιβάλλει τον ιερό βράχο των Μουσουλμάνων δεν είναι τυχαίος. Χαρακτηριστικές είναι οι διευθύνσεις που δόθηκαν στους τοίχους του Kaabah της Μέκκας με στόχο τον καλύτερο δυνατό προσδιορισμό της qiblah.



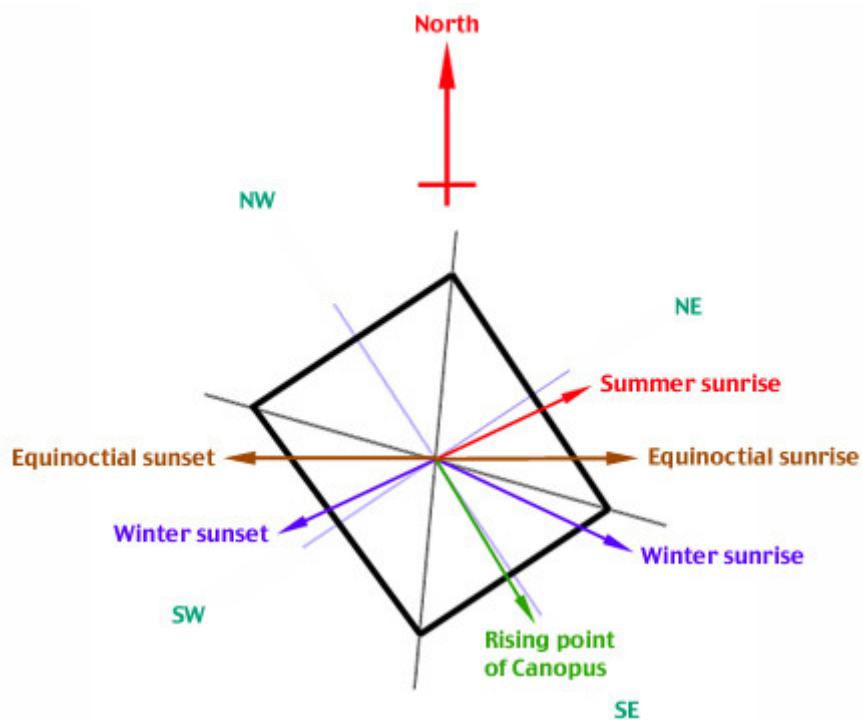
*Φωτ. 1.1: Το κτίσμα του Kaabah.*

Συγκεκριμένα, ο προσανατολισμός του Kaabah είναι τέτοιος ώστε ο νοτιοανατολικός τοίχος να είναι κάθετος στη διεύθυνση ανατολής του αστέρα Canopus (a carina) (με ακρίβεια 2<sup>ο</sup>) ενώ ο νοτιοδυτικός τοίχος του είναι κάθετος στη διεύθυνση της μέγιστης νότιας δύσης της σελήνης στο τόπο αυτό (Σχήμα 1.2).



Σχήμα 1.2: Πραγματικός προσανατολισμός του Kaabah

Έτσι λοιπόν με γνωστές και σταθερές αυτές τις διευθύνσεις σε σχέση και με άλλα φαινόμενα όπως τα ηλιοστάσια και οι ισημερίες (Σχήμα 1.3) είναι δυνατόν από κάθε τόπο να οριστούν αυτές οι διευθύνσεις με αστρονομικές παρατηρήσεις με ακρίβεια, ώστε κάθε τέμενος να χτίζεται έχοντας οι τοίχοι του αυτόν τον προσανατολισμό παράλληλα με αυτούς του **Kaabah**.



Σχήμα 1.3: Αστρονομικός προσανατολισμός του Kaabah για το γεωγραφικό πλάτος της Μέκκας

Δύο πιθανές μεθοδολογίες χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό της παραπάνω διεύθυνσης, αυτές ήταν του μέγιστου κύκλου και της λοξοδρομίας από κάποιο τόπο προς τη Μέκκα.

Ένας ορισμός που αναφέρεται για τη διεύθυνση αυτή είναι, ότι qiblah είναι η διεύθυνση που ορίζεται από την οπτική ακτίνα του προσευχόμενου σ' ένα σημείο, η οποία περνά από το σημείο το οποίο βρίσκεται πάνω στην κατακόρυφο που περνά από το Kaabah. Αυτή η διεύθυνση μπορεί να είναι μόνο η κατεύθυνση του μέγιστου κύκλου, όχι της λοξοδρομίας.

Οι λοξοδρομίες είναι γραμμές στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς ή της σφαίρας που έχουν σε κάθε σημείο σταθερό αζιμούθιο και η κατεύθυνσή τους δεν είναι μοναδική, κάτι που είναι άσχετο με την qiblah.

Χαρακτηριστικό είναι το ρητό που επικρατεί ότι είπε ο ίδιος ο προφήτης Μωάμεθ και αναφέρει ότι "η qiblah βρίσκεται οπουδήποτε ανάμεσα στην ανατολή και την δύση". Το παραπάνω συντέλεσε στο γεγονός πολλοί να ακολουθούν τη γενική μέθοδο προσδιορισμού της qiblah αφήνοντας τη δύση στη δεξιά πλευρά του σώματος, την ανατολή στην αριστερή και τοποθετώντας το πρόσωπο ανάμεσα στις δύο αυτές κατευθύνσεις με μεγαλύτερο βάρος κοντά στο κέντρο.

Την άποψη ότι τα πρώτα τεμένη δεν ήταν προσανατολισμένα στην Μέκκα αλλά στην Βορειανατολική Αραβία ή στην Ιερουσαλήμ συμμαρτίζεται και μία ομάδα Ασινολόγων. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι η επιλογή του Kaabah ως qiblah πραγματοποιήθηκε πολύ αργότερα αφού έχουν βρεθεί πάρα πολλά τεμένη με προσανατολισμό προς την βορειοδυτική Αραβία, ενώ επιπλέον το ιρακινό qiblah προσανατολίζεται στη δύση, άρα όχι στην Μέκκα.

Η επιλογή του Dome Of The Rock στα Ιεροσόλυμα ως το κέντρο προσανατολισμού της μουσουλμανικής θρησκείας διήρκτησε 15 χρόνια. Εκείνη την περίοδο λέγεται ότι ο προφήτης Μωάμεθ, ο πρώτος οπαδός και μαθητής του Αλλάχ, με νέο όραμα μετά από συνομιλία με τον ίδιο τον Αλλάχ αποφάσισε την αλλαγή της qiblah, δηλαδή του προσανατολισμού, προς την Μέκκα όπου και παρέμεινε από τότε.

Σύγχρονες μελέτες έχουν δείξει ότι στα πρώτα μουσουλμανικά τεμένη χρησιμοποιήθηκαν αστρονομικές παρατηρήσεις για τον ορισμό της qiblah. Το φαινόμενο της ανατολής ή του ηλιοβασιλέματος κατά την διάρκεια ισημεριών ή ηλιοστασιών ή ακόμη και παρατηρήσεις αστέρων όπως του canopus (a carina) και του Πολικού Αστέρα (aursa minoru) είναι μερικές από τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν κατά καιρούς προκειμένου να ορίζεται σωστά η διεύθυνση προς το Kaabah. Χαρακτηριστικές είναι οι κατευθύνσεις που δόθηκαν στο ίδιο το Kaabah της Μέκκας με στόχο τον καλύτερο δυνατό προσδιορισμό της qiblah (σχήμα 1.2, 1.3). [King D.A.]

Αναφορικά με τα πρώτα μουσουλμανικά τεμένη της Αιγύπτου, το πρώτο που κτίστηκε εκεί προσανατολίστηκε στην ανατολή κατά την φθινοπωρινή ισημερία και στην συνέχεια η μέθοδος αυτή παρέμεινε ως η

δημοφιλέστερη καθ' όλη την διάρκεια της Μεσαιωνικής περιόδου μεταξύ των θρησκευτικών αρχών. Επίσης μερικά από τα πρώτα τεμένη που κτίστηκαν στο Ιράκ προσανατολίστηκαν κατά το ηλιοβασίλεμα το χειμερινό ηλιοστάσιο. Μόνο πρόσφατα έχει γίνει γνωστό ότι οι αστρονομικές παρατηρήσεις χρησιμοποιήθηκαν για το προσδιορισμό της qiblah, έτσι ώστε πολλοί από τους σύγχρονους ιστορικούς εσφαλμένα οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι τα πρώτα τεμένη σε Ιράκ και Αίγυπτο δε κτίστηκαν καθόλου για να "κοιτούν" το Kaabah, αλλά μάλλον για να αντικρίσουν κάποια άλλη ιερή περιοχή. [King D.A.]

Τα ιρακινά τεμένη προσανατολίζονται στην δύση του χειμερινού ηλιοστασίου αφού με αυτόν τον τρόπο προσανατολίζονται κατά τον βορειοδυτικό ή νοτιοδυτικό τοίχο του Kaabah. Ομοίως το τέμενος έξω από το Κάιρο έχει προσανατολιστεί κατά την ανατολή του χειμερινού ηλιοστασίου αφού με αυτόν τον τρόπο προσανατολίζεται κατά το βορειοδυτικό ή νοτιοανατολικό τοίχο του Kaabah. [Cook, Crown]

Υπάρχουν διάφορες παραδόσεις στην ισλαμική κληρονομιά που δείχνουν ότι ο προσδιορισμός της qiblah προσαρμόστηκε με κάποιες αποκλίσεις σχετικά με την ακρίβεια προσδιορισμού της Μέκκας εξαιτίας κυρίως της μικρής γνώσης των ανθρώπων που ασχολήθηκαν με αυτό στους τομείς της γεωγραφίας και της γεωμετρίας στις αρχές των αιώνων του Ισλάμ

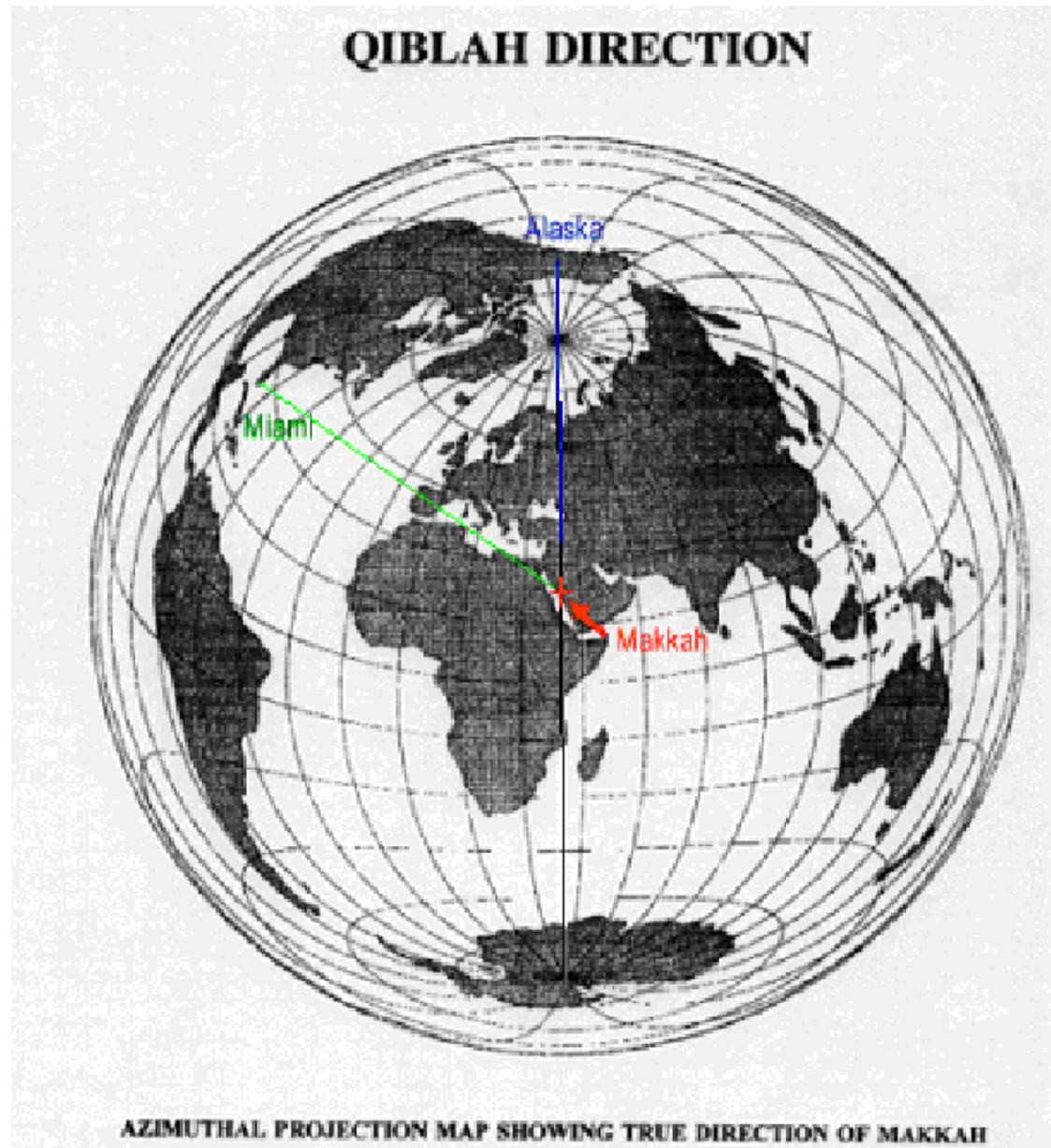
Η έλλειψη γνώσης αλλά και μεθόδων προσανατολισμού εκείνη την εποχή δημιουργεί πάρα πολλά προβλήματα στον προσδιορισμό της qiblah. Πολλοί επηρεάζονται λανθασμένα από τα λόγια και της πράξεις του προφήτη, ο οποίος ευρισκόμενος στην Μεδίνα, βόρεια της Μέκκας, προσευχήθηκε προς τον νότο. Ως αποτέλεσμα πολλοί πιστοί θα ακολουθήσουν το παράδειγμά του παρόλο που η τοποθεσία τους δεν δικαιολογεί την στροφή τους προς τον νότο. [King D.A.]

Επιπλέον πολύ συνηθισμένο φαινόμενο αποτελεί η επιλογή της qiblah με βάση την πορεία που ακολουθούσαν νομάδες ή άλλοι ταξιδευτές με αφετηρία την Μέκκα και τελικό προορισμό τον τόπο του οποίου αναζητούσαν την qiblah. Ακόμη περισσότερο χρησιμοποιούνταν οι πορείες των προσκυνητών που κατέφθαναν στην Μέκκα, ενώ λιγότερο διαδεδομένες ήταν κάποιες μεθοδολογίες που αφορούσαν τις κατευθύνσεις του αέρα (wind schemes).

Το σχήμα της γης προβληματίζει τους μουσουλμάνους αφού ο προσδιορισμός της qiblah είναι τελείως διαφορετικός για το ίδιο μέρος αλλά για διαφορετικό σχήμα της γης, ανάπτυγμα ή σφαίρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη της περιοχής της Β. Αμερικής όπου μέχρι και σήμερα υπάρχουν διαφωνίες για το αν ο σωστός προσανατολισμός προς Μέκκα είναι νοτιοανατολικά ή βορειοανατολικά.



Παρόμοιο είναι το πρόβλημα που δημιουργείται από την εσφαλμένη άποψη ότι η qiblah είναι ακριβώς στην αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που προκύπτει ξεκινώντας από τη Μέκκα με κατεύθυνση έναν τόπο. Είναι φανερό πως η αντίληψη της γης ως σφαίρας διαφοροποιεί τα πράγματα δεδομένου πως θεωρητικά ξεκινώντας από τη Μέκκα προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί ο κύκλος της γης καταλήγοντας και πάλι στο σημείο εκκίνησης (σχήμα 1.4).



Σχήμα 1.4: Προσανατολισμός στην Μέκκα μέσω της σφαίρας

### 1.4.1 Τρόποι υπολογισμού της Qiblah

Η κατεύθυνση της απευθείας γραμμής μεταξύ δύο σημείων πάνω στη γη είναι η κατεύθυνση της απευθείας σήραγγας ανάμεσα στα δύο σημεία, επίσης είναι η κατεύθυνση του μέγιστου κύκλου ανάμεσα στα δύο σημεία. Η ιδέα της οπτικής γραμμής δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε πάνω στη γη σε αντίθεση με την ιδέα της σήραγγας. Κι' αυτό επειδή, ακόμη και αν ένας απείρως ψηλός πύργος χτιστεί στη Μέκκα θα είναι ορατός μόνο από το ένα ημισφαίριο της γης.

Για να δει τον πύργο αυτό κανείς θα πρέπει να επιλύσει πρώτα το πρόβλημα του καθορισμού της κατεύθυνσης του Β. Πόλου από κάθε τόπο πάνω στη γη. Θα μπορούσε να θεωρήσει κανείς τον Πολικό Αστέρα στην κορυφή ενός πύργου που βρίσκεται στο Β. Πόλο. Τότε η κατεύθυνση στην οποία ο Πολικός θα ήταν ορατός είναι η κατεύθυνση του μέγιστου κύκλου προς το Β. Πόλο. Όμως λόγω της καμπυλότητας της γης ο Πολικός φαίνεται όλο και χαμηλότερα στον ουρανό όσο απομακρύνεται κανείς από το Β. Πόλο μέχρι που εμφανίζεται στον ορίζοντα στον ισημερινό και μετά εξαφανίζεται εξ' ολοκλήρου στο νότιο ημισφαίριο.

Δεν υπάρχει δυσκολία στον καθορισμό της qiblah από την διεύθυνση του μέγιστου κύκλου. Στο ημισφαίριο που βρίσκεται η Μέκκα ο καθορισμός της qiblah μπορεί να γίνει ακόμη και με τη βοήθεια της διεύθυνσης της ορατής γραμμής που περνά από το σημείο που βρίσκεται πάνω στην κατακόρυφο που διέρχεται από τη Μέκκα. Συμπερασματικά η διεύθυνση του μέγιστου κύκλου ενδείκνυται για τον καθορισμό της qiblah και για τα δύο ημισφαίρια της γης.

Η κατεύθυνση της προσευχής του μουσουλμάνων (qiblah) μπορεί να καθοριστεί

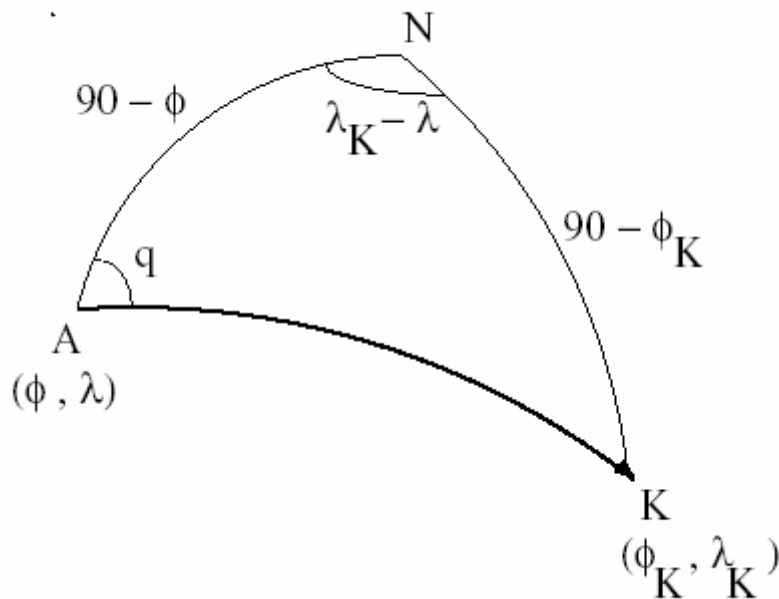
- i) με τη βοήθεια βασικών σφαιρικών τριγωνομετρικών τύπων
- ii) με τη βοήθεια παρατηρήσεων του ήλιου
- iii) είτε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της σκιάς, αλλά και άλλες μεθόδους.

i) Το πρόβλημα του καθορισμού της qiblah έχει μια απλή διατύπωση στη σφαιρική τριγωνομετρία. Στο σχήμα 1.5, Α είναι ο τόπος που δίνεται, Κ είναι το Kaabah και Ν ο Β. Πόλος. Τα τόξα μέγιστου κύκλου AN και KN είναι κατά μήκος των μεσημβρινών που περνούν από τα Α και Κ, αντίστοιχα. Η qiblah είναι κατά μήκος του τόξου μέγιστου κύκλου AK. Η σφαιρική γωνία  $q = \angle NAK$  είναι η γωνία στο Α από την κατεύθυνση AN στην AK, που πρόκειται να υπολογιστεί. Αν  $(\varphi, \lambda)$  το γεωγραφικό πλάτος και μήκος του τόπου Α και  $(\varphi_K, \lambda_K)$  το γεωγραφικό πλάτος και μήκος του Kaabah, τότε φαίνεται ότι τα τόξα AN και KN είναι  $90^\circ - \varphi$  και  $90^\circ - \varphi_K$  αντίστοιχα. Επίσης η γωνία ANK μεταξύ των μεσημβρινών του Κ και Α ισοδυναμεί με τη διαφορά μεταξύ των γεωγραφικών μηκών των δύο τόπων. Όπως φαίνεται από το σχήμα 1.5

είναι γνωστές οι δύο πλευρές και η περιεχόμενη γωνία του σφαιρικού τριγώνου και απαιτείται να προσδιοριστεί η γωνία  $q$ . Μία από τις πιο απλές λύσεις δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$q = \arctan \frac{\sin(\lambda_K - \lambda)}{\cos \phi \tan \phi_K - \sin \phi \cos(\lambda_K - \lambda)} \quad (1.1)$$

Στην παραπάνω εξίσωση τα πρόσημα των μεγεθών που αναμειγνύονται υπολογίζονται ως εξής: τα γεωγραφικά πλάτη των τόπων που είναι στο βόρειο ημισφαίριο είναι θετικά, ενώ αυτών που βρίσκονται στο νότιο ημισφαίριο αρνητικά. Τα γεωγραφικά μήκη των τόπων που βρίσκονται προς την Ανατολή είναι θετικά, ενώ αυτών που βρίσκονται προς τη Δύση αρνητικά. Το τεταρτημόριο της γωνίας  $q$  υπολογίζεται να επιλεγθεί έτσι ώστε το ημίτονο και το συνημίτονο της γωνίας να έχουν το ίδιο πρόσημο με τον αριθμητή και παρανομαστή της εξίσωσης (1.1).



Σχήμα 1.5: Σφαιρικό τρίγωνο για τον καθορισμό της qiblah

ii) Όταν ο ήλιος εμφανίζεται να είναι ακριβώς κατακόρυφα πάνω από τη Μέκκα μπορεί να σκεφτεί κανείς πως είναι στην κορυφή ενός φανταστικού πολύ ψηλού πύργου που βρίσκεται στη Μέκκα. Οποδήποτε επάνω στη γη ο ήλιος είναι ορατός αυτή τη στιγμή και η κατεύθυνση στην οποία εμφανίζεται είναι η ακριβής κατεύθυνση της qiblah. Έτσι μια αγαπημένη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε από κλασσικούς μουσουλμάνους επιστήμονες για τον καθορισμό της qiblah ήταν να παρατηρούν τον ήλιο τη στιγμή αυτή.

Σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο ο ήλιος περνά από το ζενίθ της Μέκκα όταν είναι  $8^\circ$  από τους Διδύμους και  $23^\circ$  από τον Καρκίνο την ώρα του μεσημεριού.

Η διαφορά μεταξύ της ώρας του μεσημεριού στη Μέκκα και της ώρας του μεσημεριού σε άλλους τόπους μετράται με τη διαφορά μεταξύ των δύο γεωγραφικών μηκών.

Ο προσδιορισμός της qiblah μπορεί να γίνει με πολύ μεγάλη ακρίβεια με μελέτη της πορείας του ήλιου και ειδικότερα των 2 και μοναδικών κάθε χρόνο μεσουρανήσεων του ήλιου πάνω από την Μέκκα. Αυτό συμβαίνει στις 12:18 (09:18 UT) στις 28 Μαΐου και στις 12:27 (09:27) στις 16 Ιουλίου. Τις στιγμές εκείνες είναι εμφανής ο προσδιορισμός της qiblah από οποιοδήποτε μέρος με δεδομένο ότι υπάρχει οπτική επαφή με τον ήλιο. Αλλά και ακόμη σε τόπους όπου εκείνη την στιγμή δεν έχει ανατείλει ο ήλιος μπορεί να γίνει μια αρκετά καλή εκτίμηση.

Για παράδειγμα στην περιοχή του Missouri των ΗΠΑ με διαφορά ώρας από την Μέκκα  $-9$  ώρες στις 28 Μαΐου ο ήλιος ξημερώνει στις 05:40 δηλαδή περίπου 2.5 ώρες μετά την μεσουράνηση στη Μέκκα. Ακόμη και έτσι μπορεί κανείς να εκτιμήσει με καλή ακρίβεια που βρισκόταν ο ήλιος και επομένως η qiblah περίπου 2.5 ώρες πριν την ανατολή. Ωστόσο πιο ακριβές είναι να υπολογίσει κανείς την μεσουράνηση του ήλιου σε ένα σημείο αντιδιαμετρικό της Μέκκας κάτι που συμβαίνει στις 21:09 UT στις 28 Νοέμβρη και στις 21:29 UT στις 16 Ιανουαρίου.

Η κατεύθυνση της qiblah είναι τότε η αντίθετη του ήλιου, δηλαδή η κατεύθυνση της σκιάς ενός αντικειμένου που εκτίθεται στον ήλιο.

iii) Μία άλλη μέθοδος είναι η παρατήρηση της σκιάς ενός κατακόρυφου αντικειμένου την στιγμή που η σκιά δημιουργεί μια εύκολα μετρήσιμη γωνία όπως  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  και  $270^\circ$  με την κατεύθυνση της qiblah. Οι γωνίες  $0^\circ$  και  $180^\circ$  υπονοούν ότι η qiblah είναι ακριβώς στην ίδια κατεύθυνση ή ακριβώς στην αντίθετη της σκιάς. Έτσι τις χρονικές αυτές στιγμές δεν υπάρχει γωνία να μετρηθεί και η qiblah μπορεί να βρεθεί με μεγάλη ακρίβεια. Οι άλλες δύο γωνίες υπονοούν ότι η qiblah είναι κάθετη στην σκιά. Έτσι πάλι η qiblah μπορεί να βρεθεί με ικανοποιητική ακρίβεια. Ο υπολογισμός τέτοιων χρονικών στιγμών ανάγεται σε ένα απλό πρόβλημα αστρονομίας.

Επίσης υπάρχουν κι άλλες μέθοδοι προσδιορισμού της qiblah, προσεγγιστικές και ακριβείς, και οι τεχνικές που χρησιμοποιούν περιλαμβάνουν γραφικές κατασκευές, μαθηματικούς (τριγωνομετρικούς) υπολογισμούς, αστρονομικές παρατηρήσεις, χρήση των "σκιών" και ειδικά όργανα προσδιορισμού της qiblah. Οι περισσότερες από αυτές έχουν μικρή πρακτική χρησιμότητα στις μέρες μας από την άλλη όμως παρουσιάζουν μεγάλη ευστροφία, είναι μαθηματικά αναγνωρίσιμες και

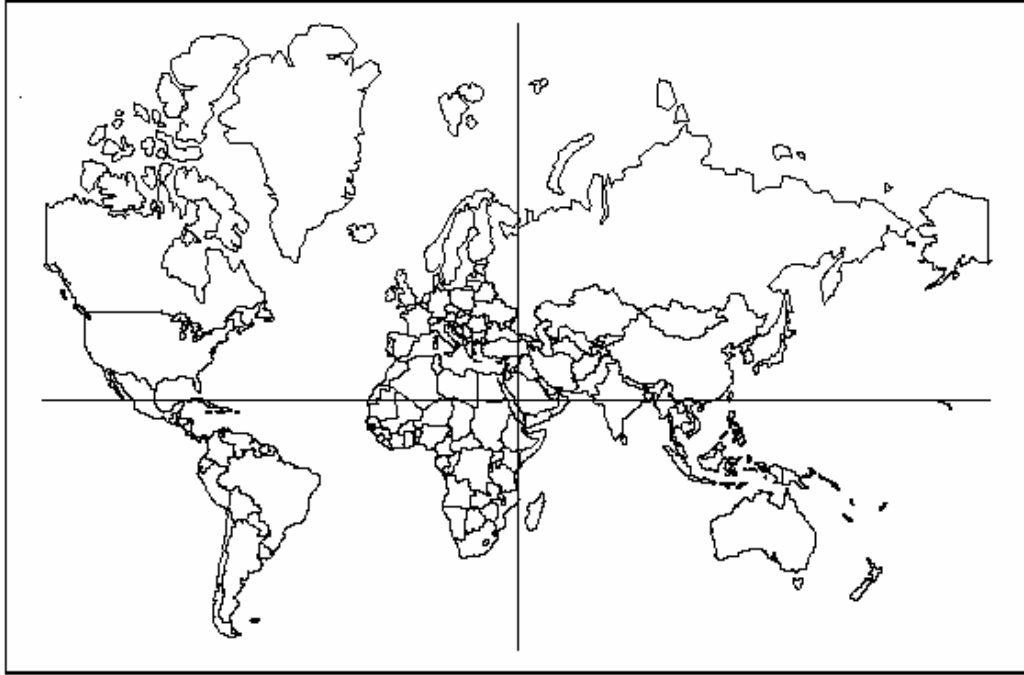
είναι μεγάλης ιστορικής σημασίας.

Πολύ δουλειά έχει επίσης αφιερωθεί στην σύνθεση πινάκων της qiblah που δημιουργούν μια λίστα από qiblah είτε για συγκεκριμένες πόλεις είτε ως λειτουργία των γεωγραφικών μηκών και πλατών. Κλασσικοί πίνακες χρησιμοποιούν τις τιμές των γεωγραφικών μηκών που έχουν αναχθεί στους πρώτους μεσημβρινούς που είναι τώρα ξεπερασμένοι.

Από τον 3<sup>ο</sup> αιώνα μ.χ. και μετά οι μουσουλμάνοι αστρονόμοι που εργάστηκαν στην παράδοση της κλασικής αστρονομίας επινόησαν άλλες μεθόδους για τον προσδιορισμό της qiblah για οποιαδήποτε τοποθεσία από τα διαθέσιμα γεωγραφικά στοιχεία. Για αυτούς η qiblah ήταν η κατεύθυνση του μέγιστου κύκλου που ενώνει την τοποθεσία με την Μέκκα, μετρημένη ως γωνία διεύθυνσης από τον τοπικό μεσημβρινό. Ο προσδιορισμός της qiblah με την μέθοδο αυτή είναι ένα πρόβλημα μαθηματικής γεωγραφίας, του οποίου η λύση περιλαμβάνει την εφαρμογή των περίπλοκων τριγωνομετρικών τύπων ή γεωμετρικών εκτιμήσεων. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται σχετικοί πίνακες και κατάλογοι τιμών για την qiblah για διάφορες τοποθεσίες.

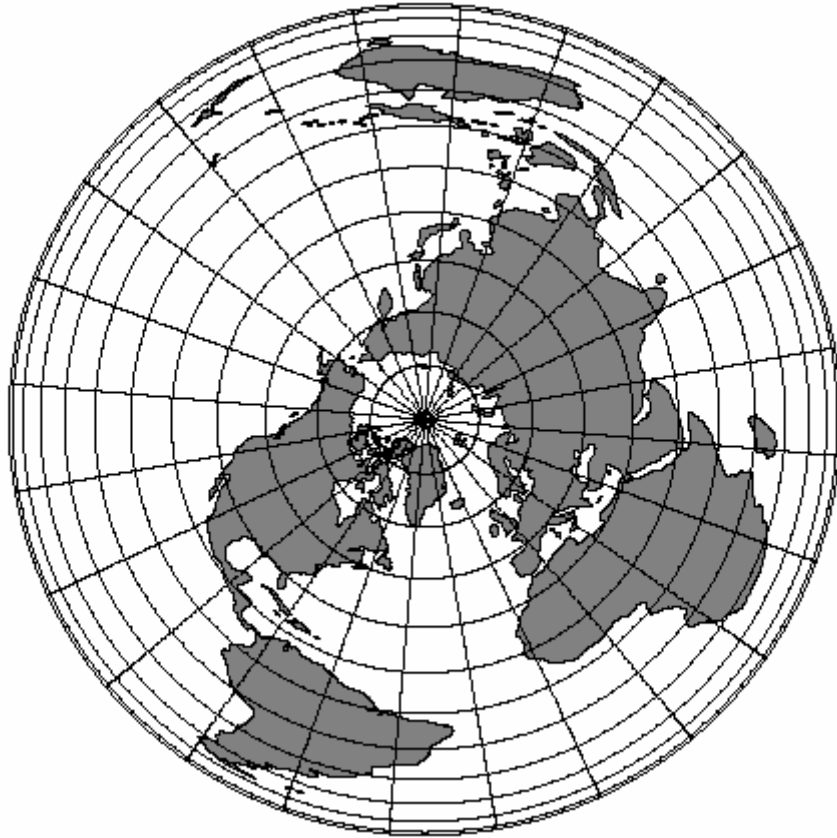
Επίσης για τον υπολογισμό της qiblah χρησιμοποιούνται διάφοροι χάρτες οι οποίοι ωστόσο παρουσιάζουν διαφορές τόσο στο είδος της απεικόνισης όσο και στην ακρίβεια προσδιορισμού της qiblah. Επομένως υπάρχουν συγκεκριμένοι χάρτες που μπορούν να χαρακτηριστούν ως κατάλληλοι για τον προσδιορισμό αυτό. Η καλύτερη περίπτωση είναι η χρήση της σφαίρας λόγω ύπαρξης έντονων παραμορφώσεων σε οποιοδήποτε είδους αναγωγής της σε ανάπτυγμα χάρτη γεγονός που προκαλεί σφάλματα και στον προσδιορισμό της qiblah.

Η πιο διαδεδομένη προβολή που χρησιμοποιείται σε σχετικούς με προσδιορισμό qiblah χάρτες είναι η μερκατορική (σχήμα 1.6). Ωστόσο αυτή είναι και η προβολή που μπορεί να οδηγήσει στο μεγαλύτερο σφάλμα στον προσδιορισμό της qiblah. Σε αυτή την προβολή οι παράλληλοι κύκλοι και οι μεσημβρινοί φαίνονται ως ευθείες γραμμές. Ως σύμμορφη απεικόνιση διατηρεί τα σχήματα αλλά προκαλεί έντονες παραμορφώσεις στα μεγέθη αφού η οριζόντια κλίμακα μεγαλώνει όσο μεγαλώνει και το πλάτος. Ομοίως παρουσιάζονται και έντονες παραμορφώσεις και στην κατακόρυφη κλίμακα και αυτό είναι εμφανές κοντά στους πόλους όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 1.6). Είναι φανερό πως η Αφρική μοιάζει να έχει το ίδιο μέγεθος με την Γροιλανδία. Ωστόσο σε αυτές τις προβολές οι λοξοδρομίες φαίνονται ως ευθείες γραμμές κάτι που βοηθάει στην χρήση της μεθόδου αυτής που όμως έχει αποδειχτεί ότι υστερεί σαφώς έναντι της αντίστοιχης των μεγίστων κύκλων. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η προβολή των μεγίστων κύκλων ως καμπύλες γραμμές.



*Σχήμα 1.6: Μερκατορική προβολή με κέντρο την Μέκκα*

Η πλέον κατάλληλη προβολή για τέτοιου είδους υπολογισμούς που αφορούν μέγιστους κύκλους είναι η αζιμουθιακή όπου οι μέγιστοι κύκλοι προβάλλονται ως ευθείες και συγχρόνως διατηρούνται σταθερές όλες οι αποστάσεις από το κέντρο του χάρτη. Μία ειδική περίπτωση αζιμουθιακής προβολής είναι αυτή με κέντρο το βόρειο πόλο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (1.7), όπου είναι πολύ πιο φανερή η σχέση μεταξύ των ηπείρων παρά σε οποιαδήποτε άλλη προβολή γεγονός που, εκτός των άλλων, αποδεικνύει και γιατί η κατεύθυνση της qiblah από την βόρεια Αμερική είναι βορειοανατολική και όχι νοτιοανατολική.



*Σχήμα 1.7: Αζιμουθιακή προβολή με κέντρο τον βόρειο πόλο*

Στην προβολή αυτή οι μέγιστοι κύκλοι κοντά στον βόρειο πόλο φαίνονται ως ευθείες γραμμές ενώ οι παράλληλοι παρουσιάζονται ως κυκλικές παράλληλες γραμμές. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι οποιαδήποτε απόσταση μεταξύ δύο σημείων, με δεδομένο πως η κοντινότερη απόσταση είναι αυτή μέσω του μεγίστου κύκλου που συνδέει τα δύο σημεία, θα φαίνεται ως ευθεία γραμμή και επομένως είναι πολύ πιο εύκολος ο υπολογισμός της qiblah. Ωστόσο είναι φανερό πως οι υπολογισμοί είναι ευκολότεροι και πιο ακριβείς στην περίπτωση του βορείου ημισφαιρίου ενώ στην περίπτωση του νοτίου παρουσιάζονται διάφορες παραμορφώσεις που οδηγούν σε σφάλματα του προσδιορισμού της qiblah.

Μια άλλη αζιμουθιακή προβολή, αυτή την φορά με κέντρο την Μέκκα (σχήμα 1.8) μπορεί να αποτελέσει την πιο κατάλληλη για εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού της qiblah. Σε αυτή την περίπτωση ο μέγιστος κύκλος που διέρχεται από τη Μέκκα προβάλλεται ως ευθεία γραμμή και επομένως η qiblah υπολογίζεται άμεσα από την γωνία που σχηματίζει η ευθεία που ενώνει έναν τόπο με την Μέκκα με τους μεσημβρινούς. Η προβολή αυτή μπορεί να παραμορφώνει τόπους που βρίσκονται πιο μακριά από την Μέκκα, όπως την Αμερική, ωστόσο

τα σχήματα είναι αναγνωρίσιμα και τα αποτελέσματα σαφώς καλύτερα από οποιαδήποτε άλλη προβολή, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



*Σχήμα 1.8: Αζιμουθιακή προβολή με κέντρο την Μέκκα*



## 1.5 Τα τεμένη στο Άργος και στο Ναύπλιο

### 1.5.1 Ιερός Ναός Αγίου Κωνσταντίνου

Ο ναός των Αγίων Κωνσταντίνου και Ελένης βρίσκεται στο Άργος, στην οδό Αγ. Κωνσταντίνου και Αρκαδίας-Μεσσηνίας (φωτ. 1.4). Αρχικά ήταν τζαμί και χτίστηκε στο τέλος του 16<sup>ου</sup> αιώνα (1570-1600 περίπου). Είναι το μοναδικό τουρκικό μνημείο που σώζεται στην πόλη του Άργους.

Κατά τον Πουκεβίλ το συγκεκριμένο τζαμί κτίστηκε πάνω στα θεμέλια της Νικηφόρου Αφροδίτης.[Ζεγκίνης Ι.,1996]

Την εποχή του Καποδίστρια λειτούργησε για κάποιο διάστημα ως στρατιωτικό αναρρωτήριο. Κατόπιν εγκαταλείφθηκε στη φθορά του χρόνου, μέχρι που κάποια στιγμή ο πανίσχυρος στρατηγός Δημήτριος Τσώκρης το μετέτρεψε σε στάβλο για τα πρόβατα του. Το 1871, ύστερα από ενέργειες του υπολοχαγού Ιωάννη Ζώη, από ποιμνιοστάσιο μετατράπηκε σε χριστιανικό ναό.



*Φωτ 1.4:Ιερός Ναός Αγίου Κωνσταντίνου*

Το μνημείο είναι τετράγωνο με προσανατολισμό από ΒΔ προς ΝΑ, πετρόκτιστο χωρίς επιχρίσματα. Ο επισκέπτης μπορεί να διακρίνει εντοιχισμένα διάφορα αρχιτεκτονικά μέλη από αρχαία μνημεία. Η τοιχοποιία δε φαίνεται να παρουσιάζει κάτι το ιδιαίτερο, αλλά είναι αξιοπρόσεκτο το επιμελημένο και γερό κτίσιμο. Ο τρούλος είναι κτισμένος με πυρότουβλο, προφανώς για να είναι ελαφρύς, και εδράζεται σε κανονικό οκταγωνικό στεφάνι, το οποίο ήταν βαμμένο με γαλάζιο χρώμα (σώζονται ακόμα ίχνη χρώματος). Ο τρούλος ίσως επί τουρκοκρατίας να είχε μολυβένια επικάλυψη, όπως κι άλλα τζαμιά και το μολύβι να χρησιμοποιήθηκε κατά την επανάσταση. Σήμερα είναι κεραμοσκεπής. Στη ΝΑ πλευρά, κάτω ακριβώς από το μεταγενέστερο μικρό καμπαναριό, υπήρχε ο μιναρές, από τον οποίο σώζονται οι πρώτες βαθμίδες. Στη ΒΔ πλευρά, απ' όπου και η είσοδος, υπάρχει προστώο με τρεις ημισφαιρικούς θόλους, από πυρότουβλο και αυτοί, που στηρίζονται σε τέσσερις κίονες χωρίς ιδιαίτερη καλλιτεχνική αξία.



*Φωτ 1.5: Νοτιοδυτική άποψη του Ιερού Ναού του Αγίου Κωνσταντίνου*

Εσωτερικά ο ναός είναι χωρίς αγιογράφιση και φτωχός. Εντυπωσιάζει όμως η ενότητα του χώρου, γιατί δεν υπάρχουν κίονες ή πεσσοί. Το τέμπλο είναι ξύλινο χωρίς ιδιαίτερη καλλιτεχνική αξία. Υπάρχουν όμως τρία μαρμάρινα αντικείμενα με ανάγλυφες παραστάσεις που διακρίνονται για τη λεπτή τους τέχνη, ο επισκοπικός θρόνος δεξιά



της εισόδου, που έχει μετατραπεί σε προσκυνητάρι, και δυο μανουάλια, που φέρουν χαμηλά τρία χερουβείμ και ψηλότερα τρεις αγγέλους. Οι περισσότερες εικόνες είναι παλιές, όπως των Ταξιαρχών(1831) και η παλαιότερη του Αγ. Νικολάου (1824), η οποία προέρχεται από το ναό του Αγ. Νικολάου της οικογένειας Περούκα. Το πιο παλιό κειμήλιο του Αγ. Κωνσταντίνου είναι ένα Ευαγγέλιο του 1781, έκδοση Βενετίας, που φυλάσσεται στον Ιερό Ναό του Αγ. Πέτρου , πολιούχου αγίου της πόλης του Άργους, πολλά χρόνια.[Κουμανδοράκης Οδ.,1997]

### 1.5.2 Το Βουλευτικό

Το κτίριο του βουλευτικού βρίσκεται στο Ναύπλιο, στην οδό Στ. Σταϊκόπουλου, πίσω από την εθνική τράπεζα, με θέα την πλατεία Συντάγματος. (Φωτ 1.6)



*Φωτ 1.6 : Άποψη του Βουλευτικού από την Πλατεία Συντάγματος*

Χτίστηκε περίπου το 1730, στη περίοδο της Β' τουρκοκρατίας του Ναυπλίου από τον Αγά Πασά και η αρχιτεκτονική του είναι Οθωμανική αφού ο προορισμός του ήταν για τζαμί (φωτ 1.7 ).Λέγεται (μάλιστα ο Στ. Δάφνης και ο Εμμ. Λυκούδης έχουν γράψει δυο διηγήματα με αυτό το θέμα) ότι το τζαμί αυτό χτίστηκε από τον Αγά Πασά Δελβινιώτη για εξαγνισμό της ψυχής του από ένα εγκλημα που έκανε για να αποκτήσει ένα κρυμμένο θησαυρό. Το θρύλο αυτό ο Π. Λιαλιάτσος τον περιγράφει στο βιβλίο του 'Ναύπλιο' ως εξής: "...ο Βενετσάνος Πέτρος Λοδεράνος ήταν μεγαλέμπορος της πόλεως στις αρχές του 18<sup>ου</sup> αιώνα. Το 1715 οι Τούρκοι κύριευσαν το Ναύπλιο μετά από σκληρή πολιορκία. Ο Λοδεράνος αναγκάστηκε να ξαναγυρίσει φτωχός στη Βενετία με την οικογένειά του. Πρόφτασε όμως να κρύψει το μεγάλο θησαυρό του σε μια κατακόμβη κάτω απο το αρχοντικό του.

Το 1730 οι δυο γιοί του, Ανδρέας και Γουΐδος, ήρθαν στη γενέτειρα, εφοδιασμένοι με χάρτες και κλειδιά για να πάρουν το θησαυρό. Επισκέφθηκαν το σπίτι τους, όπου τώρα έμενε ο Αγά Πασάς Δελβινιώτης. Όταν οι Λοδεράνοι του αποκάλυψαν το μυστικό, ο Αγάς τους δέχθηκε με πολλές φιλοφρονήσεις. Τη στιγμή όμως που μέσα στην υπόγεια στοά οι δυο νέοι πάσχιζαν να ξεκλειδώσουν το μπαούλο με το θησαυρό, ο Αγάς τους χτύπησε με μια αξίνα και τους σκότωσε. Οι τύψεις όμως δεν τον άφηναν ήσυχο, όταν αργότερα φερόταν ως ο πλουσιότερος του Μοριά. Για να εξιλεωθεί λοιπόν, κατά προτροπή, ενός σείχη, έχτισε το τέμενος αυτό."



*Φωτ 1.7 : Νότια όψη του Βουλευτικού*



Το κτίριο είναι υψωμένο και κτισμένο με ισοδυναμική λαξευτή πέτρα. Επειδή είχε κτιστεί για τζαμί έχει την κεντρική μεγάλη τετραγωνική αίθουσα της προσευχής στεγασμένη με ημισφαιρικό θόλο (συμβολίζει τον ουρανό). Κατά τον Λαμπρινίδη το κτίριο κτίστηκε από τις πέτρες της Μονής Καρακαλά και ένα ανώφλι της εισόδου προέρχεται από το θησαυρό του Ατρέα των Μυκηνών.



*Φωτ 1.8 : Νοτιοδυτική όψη του Βουλευτικού*

Το τέμενος στην αρχή είχε και αίθριο με τόξα σκεπασμένο με τρούλους το οποίο έπεσε από τους σεισμούς στις αρχές του αιώνα. Το κτίριο αυτό διαλέχτηκε σαν έδρα της πρώτης Βουλής των ελλήνων μετά την επανάσταση του 1821 απ' όπου και το όνομά του και επισκευάστηκε από τον μηχανικό Θ. Βαλιάνο τον Μάρτιο του 1825.

Τον Σεπτέμβριο του 1825 έγιναν τα εγκαίνια της πρώτης Βουλής των Ελλήνων. Κατά καιρούς έχει χρησιμοποιηθεί ως τεκές , Βουλευτικό Μέγαρο, δικαστήριο. Εδώ έγινε η περίφημη δίκη του Κολοκοτρώνη που είχε ως αποτέλεσμα τη γνωστή καταδίκη του σε θάνατο μαζί με τον Πλαπούτα.

Τέλος χρησιμοποιήθηκε ως φυλακή ενώ κατά την περίοδο της δεκαετίας του 1940 και ως κατάλυμα των προσφύγων του ανταρτοπόλεμου. [Στεφάνου Ιωσήφ,1977]

Έχει κηρυχτεί διατηρητέο μνημείο από το 1933 και τα τελευταία

χρόνια λειτουργεί ως ωδείο και ως πολιτιστικό κέντρο αφού στο χώρο του τεμένους διοργανώνονται πολιτιστικές εκδηλώσεις, όπως συναυλίες και εκθέσεις.

### 1.5.3 Τριανόν

Το κτίριο αυτό βρίσκεται στην πλατεία Συντάγματος (φωτ 1.9) και αποτελεί ίσως το παλαιότερο σωζόμενο δείγμα της Οθωμανικής Αρχιτεκτονικής του β' μισού του 16<sup>ου</sup> αι. και ίσως το μοναδικό δείγμα αρχιτεκτονικής της Α' Τουρκοκρατίας.

Πρόκειται για απλό, λιτό τέμενος, επαρχιώτικης τεχνοτροπίας, χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, αφιερώματα ή διακοσμήσεις, όπως άλλωστε συμβαίνει με τα περισσότερα τζαμιά της Πελοποννήσου.



*Φωτ 1.9 : Άποψη του Τριανόν από την Πλατεία Συντάγματος*

Το τέμενος μετατράπηκε κατά τη διάρκεια της Β' Ενετοκρατίας σε χριστιανικό ναό, ρωμαιοκαθολικού δόγματος, αφιερωμένο στον Άγιο Αντώνιο.

Κατά τη διάρκεια της Β' Τουρκοκρατίας χρησιμοποιήθηκε εκ νέου ως μουσουλμανικό τέμενος. Μετά την απελευθέρωση στέγασε το πρώτο Αλληλοδιδασκτικό Σχολείο Αρρένων. Το 1915 μετατράπηκε σε Ωδείο και Θέατρο, για να γίνει αργότερα δημοτικός κινηματογράφος με την

επωνυμία «Τριανόν», μια επωνυμία με την οποία είναι γνωστό το μνημείο στους κατοίκους σήμερα.

Το παλαιό Τζαμί είναι ένα κτίριο με απλή ορθογωνική κάτοψη, το οποίο καλύπτεται από σχεδόν οκταγωνικό τρούλο. Το τζαμί, υπερυψωμένο στην αρχική του φάση, διέθετε μικρή αυλή στα δυτικά που δεν σώζεται σήμερα, στην οποία οδηγούσε κλίμακα. Η είσοδος έχει κιονοστήριχο προστώο που στεγάζεται από τρεις τρουλίσκους.

Πέντε θύρες στα δυτικά οδηγούν από το προστώο στον κεντρικό χώρο. Η τετράγωνη αίθουσα προσευχής στεγάζεται από τον μεγάλο κεντρικό τρούλο μέσω ημιχωνίων. Το χαμηλό τύμπανο του κεντρικού τρούλου διατρυπών συμμετρικά διατεταγμένα μονόλοβα παράθυρα. Παράθυρα ανοίγονταν σε όλες τις όψεις του μνημείου. Όλα τα παράθυρα ήταν μονόλοβα, τοξωτά. Η συνήθης διάταξη είναι στην κάτω στάθμη τέσσερα ανοίγματα σε βόρεια και νότια όψη (αρκετά εκ' των οποίων είναι σήμερα κλεισμένα ή τροποποιημένα) και δύο στην ανατολική όψη. Στην άνω στάθμη υπάρχουν τριάδες ανοιγμάτων, εκ των οποίων το μεσαίο είναι μεγαλύτερο και στέκει ψηλότερα από τα δύο εκατέρωθεν. Σήμερα υφίσταται μόνο το μεσαίο σε κάθε όψη ενώ τα μικρότερα είναι φραγμένα.

Για τα υπερώα που πιθανότατα υπήρχαν καθώς και για τη μορφή και τον τύπο των κλιμακοστασίων δεν υπάρχουν πληροφορίες, αφού κατά τη μετατροπή του τζαμιού σε θέατρο, προστέθηκε μεσοπάτωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Σύμφωνα με τις μαρτυρίες κατά τη Β' Ενετοκρατία, το τζαμί μετετράπη σε χριστιανικό ναό, αφιερωμένο στη μνήμη του Αγίου Αντωνίου της Πάδοβας, δωρεά του Βενετού αρχιστράτηγου Φραγκίσκου Μοροζίνι στο φραγκισκανό τάγμα, το 1687. Σε αυτή μάλλον τη φάση κλείσθηκαν ορισμένα από τα ανοίγματα, ιδιαίτερα στους πλάγιους τοίχους και πιθανόν για καθαρά στατικούς λόγους. Κατά προτεραιότητα κλείστηκαν τα μικρά ανοίγματα, ενώ διατηρήθηκαν τα παράθυρα της ανώτερης στάθμης. Πιθανότατα την περίοδο αυτή δεν είχαμε άλλες δραστικές μεταβολές.

Μετά την Απελευθέρωση, από το 1828 μέχρι το 1833 στεγάστηκε το Αλληλοδιδασκτικό Σχολείο Αρρένων και κατόπιν – για ένα μικρό διάστημα – αποτέλεσε μητροπολιτικό ναό του Ναυπλίου. Στην υδατογραφία του Haubenschmidt το μνημείο φαίνεται σε αυτή του τη φάση. Το προστώο και η δυτική αυλή αφέθηκαν ως είχαν, ενώ στον ανατολικό τοίχο, το μιχράμπ διαπλατύνθηκε, ώστε να σχηματιστεί η αγίδα του Ιερού Βήματος στο πάχος του τοίχου.





*Φωτ. 1.10 : Νοτιοδυτική όψη του Τριανόν*

Οι δραστικές επεμβάσεις στο μνημείο έγιναν την περίοδο του μεσοπολέμου και μετέπειτα, όταν το τζαμί μετετράπη σε θέατρο. Το προστώο κλείστηκε, ώστε να αυξηθεί ο ωφέλιμος εσωτερικός χώρος, ενώ παράλληλα χτίστηκαν οι τρεις από τις πέντε εισόδους στα δυτικά, προκειμένου να διαμορφωθεί ο χώρος υποδοχής των θεατών και να



εξυπηρετηθεί με κλιμακοστάσιο ο μεσώροφος (θεωρείο) ο οποίος κατασκευάστηκε στη θέση του ξύλινου υπερώου του τεμένους. Ο μεσώροφος, κεκλιμένος για να εξυπηρετεί τις νέες ανάγκες, είναι εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ο τρούλος καλύφθηκε εσωτερικά από ψευδοροφή με οροφोगραφία, η οποία παριστά το Φαέθωνα πυρφόρο, πάνω σε φτερωτό άλογο.

Όταν μετατράπηκε σε κινηματογράφο με την επωνυμία «Τριανόν», προστέθηκε το δωμάτιο προβολής και οι ακαλαίσθητες ψευδοροφές στο προστώο, οι οποίες μάλλον αντικατέστησαν παλαιότερες. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί η ολοκληρωτική κάλυψη όλων των ανοιγμάτων για τη νέα λειτουργία καθώς και η διαμόρφωση κεκλιμένου δαπέδου προς το εσωτερικό με την προσθήκη σκυροδέματος.

Δυστυχώς δεν σώζονται στοιχεία για το μιναρέ. Δεν εντοπίζεται η θέση του, είναι δε πιθανό, ο αρχικός να κατεδαφίστηκε από τους Ενετούς στην περίοδο της Β' Ενετοκρατίας. Ακόμη και αν ξαναχτίστηκε είναι βέβαιο ότι κατεδαφίστηκε στην Καποδιστριακή περίοδο για δυο λόγους. Αφ' ενός η πολιτική του Καποδίστρια ήταν στραμμένη προς την Ευρώπη και ήταν συνειδητή η προσπάθεια του πρώτου Κυβερνήτη να εξαλείψει κάθε «ανατολίτικο» στοιχείο τόσο στη δημόσια, όσο και την ιδιωτική αρχιτεκτονική της νέας πρωτεύουσας (χαρακτηριστικό παράδειγμα η μετατροπή των σπιτιών σε νεοκλασικά με το «κόψιμο» των σαχνισιών), αλλά και το γεγονός ότι στα βόρεια του τεμένους διέρχεται ο «Μεγάλος Δρόμος», η πρώτη απόπειρα στην Ελλάδα για διαμόρφωση ευρωπαϊκών οδών, τύπου μπουλεβάρ.

Παρόμοια, δεν υπάρχουν πληροφορίες για άλλα προσκτίσματα. Φαίνεται πιθανό ότι τα προσκτίσματα που σήμερα λειτουργούν ως βοηθητικοί χώροι (WC, καμαρίνια) κατασκευάστηκαν στη φάση μετατροπής του χώρου σε θέατρο, δηλαδή μετά τη διαμόρφωση της τελικής στάθμης της πλατείας και του «Μεγάλου Δρόμου», αφού είναι ελαφρώς υπερυψωμένα σε σχέση με την εσωτερική στάθμη του τεμένους και «ευθυγραμμισμένα» με το «Μεγάλο Δρόμο».

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

#### **2.1 Γενικά**

Προκειμένου να γίνει η αποτύπωση των μνημείων που αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο ώστε να γίνει η μελέτη του προσανατολισμού τους εκτελέστηκε μια σειρά εργασιών σύμφωνα με τη γεωδαιτική μεθοδολογία της διερεύνησης του προσανατολισμού των μνημείων.

Οι εργασίες που έγιναν ήταν:

- Ένταξη των μνημείων στο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς WGS '84
- Ίδρυση ή μέτρηση πολυγωνομετρικού δικτύου στο χώρο κάθε μνημείου προκειμένου να γίνει η αποτύπωση
- Αποτύπωση των μνημείων σε τοπικό αυθαίρετο σύστημα αναφοράς
- Παραγωγή των διαγραμμάτων των κατόψεων τους.

#### **2.2 Ένταξη**

##### **2.2.1 Οριζοντιογραφικά**

Η ένταξη των μνημείων στο σύστημα αναφοράς WGS '84 είναι απαραίτητη:

1. Για τον προσδιορισμό μονοσήμαντα της θέσης τους στο χώρο
2. Για τον υπολογισμό του αστρονομικού αζιμούθιου μιας διεύθυνσης στο χώρο κάθε μνημείου
3. Για τον προσδιορισμό του αζιμούθιου της διεύθυνσης που ορίζεται από το κάθε μνημείο και την Μέκκα.

Επίσης έγινε η ένταξη των μνημείων στο ελληνικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87 έτσι ώστε όλα τα μνημεία τα οποία θα προσανατολιστούν με αυτή τη διαδικασία να έχουν ενταχθεί σε ένα ενιαίο κοινό σύστημα αναφοράς και να είναι γνωστή η θέση τους στον ελλαδικό χώρο.

Η ένταξη έγινε χρησιμοποιώντας GPS χειρός δεδομένου ότι η ακρίβεια που παρέχει ( $\pm 0.1''$  τόξου) είναι αρκετή για τις παραπάνω εργασίες.

Έτσι, στο Άργος προσδιορίστηκαν οι συντεταγμένες της κορυφής  $\Sigma_1$  της όδευσης ενώ στο Ναύπλιο της κορυφής  $\Sigma_3$ .

Για τη διαδικασία χρησιμοποιήθηκε το GPS χειρός GARMIN. Στον πίνακα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα:

	$\varphi$	$\lambda$	x	y
Άργος - $\Sigma_1$	37° 37' 44"	22° 43' 41.3"	387621.92	4165113.58
Ναύπλιο - $\Sigma_3$	37° 33' 59.4"	22° 47' 46.5"	393543.56	4158112.16
Ναύπλιο - $\Sigma_7$	37° 33' 57.8"	22° 47' 47.8"	393574.24	4158061.81

Πίνακας 2.1 : Συντεταγμένες  $\varphi$ ,  $\lambda$  κορυφών στο WGS '84 και x, y στο ΕΓΣΑ '87

### 2.2.2 Υψομετρικά

Για να προσδιοριστεί η υψομετρική θέση των μνημείων δηλαδή το ορθομετρικό τους υψόμετρο από τη μέση στάθμη της θάλασσας έγιναν οι παρακάτω εργασίες.

Στο Άργος μετά από έρευνα στη περιοχή βρέθηκε μια υψομετρική αφετηρία της γεωγραφικής υπηρεσίας στρατού ( Γ.Υ.Σ.) με αριθμό R<sub>115</sub> και υψόμετρο H=10.037m.

Το σημείο αυτό βρισκόταν σε απόσταση περίπου 300m από το μνημείο του Αγ. Κωνσταντίνου.

Έτσι κρίθηκε ότι πιο κατάλληλη μέθοδος για τον προσδιορισμό του υψομέτρου ήταν η μέθοδος της Τριγωνομετρικής Υψομετρίας Ακριβείας (ΤΡ.Υ.Α.) η οποία συνδυάζει ακρίβεια - ταχύτητα και δεν απαιτεί επιπλέον εξοπλισμό από αυτόν της αποτύπωσης. Έτσι, εφαρμόζοντας την μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. συνδέθηκε η κορυφή  $\Sigma_1$  της όδευσης με την υψομετρική αφετηρία και προσδιορίστηκε το ορθομετρικό της υψόμετρο όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

Η ΤΡ.Υ.Α. είναι μια μέθοδος προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών που βασίζεται σε άμεσες μετρήσεις μηκών (D) και ζενιθίων γωνιών (z).

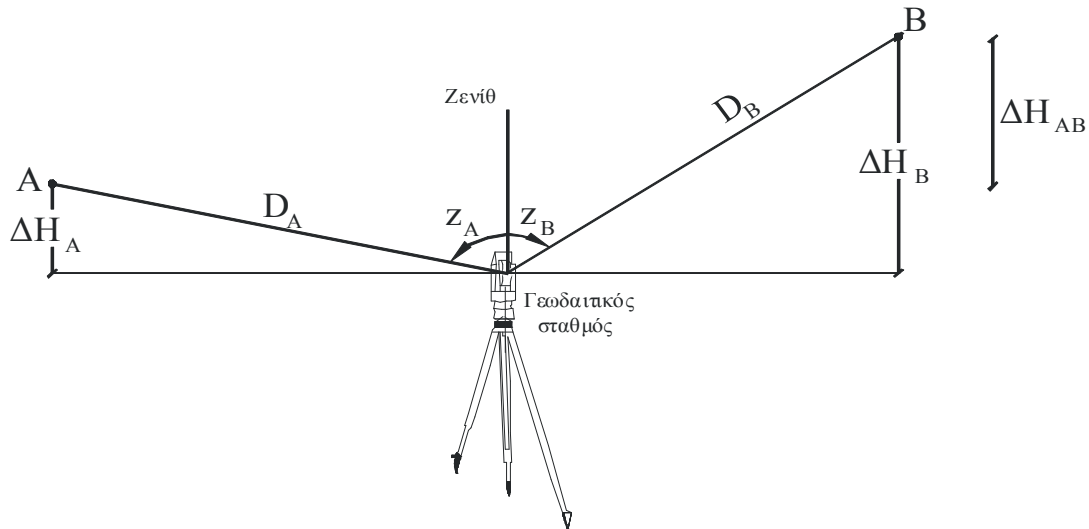
Η μοναδιαία διαδικασία (σχήμα 2.1) μπορεί να εφαρμοστεί μεταξύ προσιτών ή απρόσιτων σημείων A, B, που είναι και τα δύο ορατά από κάποια θέση εγκατάστασης του γεωδαιτικού σταθμού και δεν απέχουν μεγάλη απόσταση από αυτόν. Μετρούνται οι ζενίθιες γωνίες  $z_A$ ,  $z_B$  και τα μήκη  $D_A$ ,  $D_B$  και κατόπιν υπολογίζονται οι υψομετρικές διαφορές  $\Delta H_A$ ,  $\Delta H_B$  μεταξύ κάθε σημείου και του κέντρου του γεωδαιτικού σταθμού. Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H_{AB}$  μεταξύ των σημείων A, B προκύπτει από τη σχέση:

$$\Delta H_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A \quad (2.1)$$

όπου

$$\Delta H_A = \cos z_A \cdot D_A + (1-\kappa) \cdot \frac{D_A^2}{2 \cdot R} \cdot \sin^2 z_A \quad (2.2)$$

$$\Delta H_B = \cos z_B \cdot D_B + (1-\kappa) \cdot \frac{D_B^2}{2 \cdot R} \cdot \sin^2 z_B \quad (2.3)$$

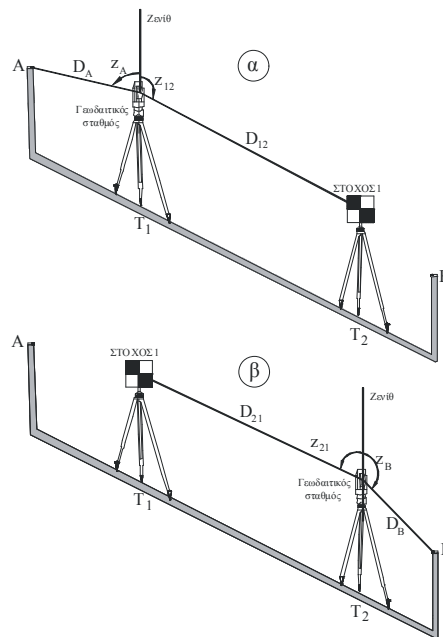


Σχήμα 2.1: Σχηματική παράσταση μιας στάσης της TP.Y.A.

Στην περίπτωση που τα σημεία A και B δεν είναι και τα δύο ορατά από κάποια θέση όπου μπορεί να τοποθετηθεί ο γεωδαιτικός σταθμός, ή η μεταξύ τους απόσταση είναι μεγάλη όπως στην περίπτωση του συγκεκριμένου μνημείου τότε μπορεί να εφαρμοστεί η παρακάτω διαδικασία (σχήμα 2.2).

Τοποθετείται σε τυχαία θέση, κοντά στο σημείο A (σε απόσταση περίπου 20m) ο τρίποδας  $T_1$  με τρικόγλιο και τον γεωδαιτικό σταθμό (σχήμα 2α). Αντίστοιχο σύστημα με τρίποδα  $T_2$ , τρικόγλιο και γωνιομετρικό στόχο, τοποθετείται κοντά στο σημείο B.

Ο γεωδαιτικός σταθμός που βρίσκεται στον τρίποδα  $T_1$  σκοπεύει αρχικά προς το σημείο A και μετράται το μήκος  $D_A$  και η ζενίθια γωνία  $z_A$ . Στη συνέχεια σκοπεύει προς το στόχο ( $T_2$ ) και μετρά το μήκος  $D_{12}$  και τη ζενίθια γωνία  $z_{12}$ . Κατόπιν αλλάζουν αμοιβαία θέση ο γωνιομετρικός στόχος και ο γεωδαιτικός σταθμός, οι οποίοι αποσπώνται από τα τρικόγλιά τους με προσοχή χωρίς να επέλθει καμία μεταβολή στη θέση του κάθε συστήματος τρικόγλιο - τρίποδας. Ο γεωδαιτικός σταθμός, που βρίσκεται πια στον τρίποδα  $T_2$  (σχήμα 2β) μετρά (σε επιστροφή) το μήκος  $D_{21}$  και τη ζενίθια γωνία  $z_{21}$  προς τον στόχο που βρίσκεται στον τρίποδα  $T_1$ . Ύστερα σκοπεύοντας προς το σημείο B μετρά το μήκος  $D_B$  και τη ζενίθια γωνία  $z_B$ .



Σχήμα 2.2: Σχηματική παράσταση της  $TP.Y.A$  με δύο ενδιάμεσες στάσεις.

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H_{AB}$  μεταξύ των δύο σημείων προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\Delta H_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A + \frac{\Delta H_{12} - \Delta H_{21}}{2} \quad (2.4)$$

όπου

$$\Delta H_{12} = \cos z_{12} \cdot D_{12} + (1 - \kappa) \cdot \frac{D_{12}^2}{2 \cdot R} \cdot \sin^2 z_{12} \quad (2.5)$$

$$\Delta H_{21} = \cos z_{21} \cdot D_{21} + (1 - \kappa) \cdot \frac{D_{21}^2}{2 \cdot R} \cdot \sin^2 z_{21} \quad (2.6)$$

ενώ οι υψομετρικές διαφορές  $\Delta H_A$ ,  $\Delta H_B$  δίνονται από τις σχ. 2.5, 2.6 αντίστοιχα.

Όταν δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός της υψομετρικής τους διαφοράς με δύο μόνο ενδιάμεσες στάσεις τότε εφαρμόζεται η μέθοδος των τριών τριπόδων και η τελική υψομετρική διαφορά προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\Delta H_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} \quad (2.7)$$

Για την εφαρμογή της μεθόδου είναι απαραίτητος ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Ένας γεωδαιτικός σταθμός που έχει δυνατότητα μέτρησης μήκους

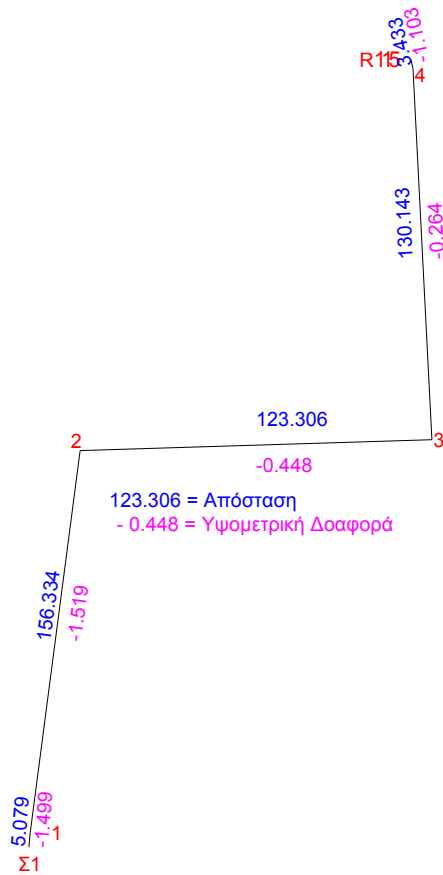
- και χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (Reflectorless).
- Δύο συστήματα γωνιομετρικού στόχου (στόχος, αντάπτορας τριχογλίου, τρικόχλιο), ή ανακλαστήρα (ανακλαστήρας, αντάπτορας τριχογλίου, τρικόχλιο).
  - Τρεις τρίποδες

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε ο γεωδαιτικός σταθμός TCR 303 (φωτ. 2.1) ενώ έγιναν τέσσερις στάσεις οργάνου.

Στο παρακάτω σκαρίφημα (σχήμα 2.3) φαίνεται η πορεία που ακολουθήθηκε στην εφαρμογή της μεθόδου στο Άργος ενώ ακολουθεί και ο πίνακας 2.2 με τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα.



Φωτ. 2.1: Ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός Leica TCR 303



Σχήμα 2.3: Σκαρίφημα θέσεων γεωδαιτικού σταθμού κατά την εφαρμογή της ΤΡ.Υ.Α.

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(\text{ΑΡΧΗΣ})}$
1	$R_{(\text{ΑΡΧΗΣ})}$	119.0810	280.9250	119.0780	119.0790	5.078	-1.499
		119.0800	280.9200	119.0800		5.079	

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H$	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	100.6460	299.3600	100.6430		153.334	-1.548	-1.519
2	1	99.3840	300.6220	99.3810		153.333	1.490	
2	3	100.2470	299.7550	100.2460		123.321	-0.476	-0.448
3	2	99.7860	300.2200	99.7830		123.292	0.420	
3	4	100.1460	299.8600	100.1430		130.143	-0.292	
4	3	99.8880	300.1180	99.8850	130.142	0.235	-0.264	

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(\text{ΤΕΛΟΥΣ})}$
4	$R_{(\text{ΤΕΛΟΥΣ})}$	120.8180	279.1770	120.8205	120.8207	3.433	-1.103
		120.8190	279.1770	120.8210		3.435	

Πίνακας 2.2 : Μετρήσεις μεθόδου ΤΡ.Υ.Α.

$$\Delta H = \Delta H_{R(\text{ΤΕΛΟΥΣ})} - \Delta H_{R(\text{ΑΡΧΗΣ})} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} =$$

Άρα  $\Delta H_{\Sigma 1 - R115} = -1.835$

Έτσι υπολογίστηκε το ορθομετρικό υψόμετρο της στάσης.

$$\Delta H_{\Sigma 1 R115} = -1.835 \Rightarrow H_{\Sigma 1} = H_{R115} + \Delta H_{R115 - \Sigma 1} \Rightarrow H_{\Sigma 1} = 10.037 + 1.835 \Rightarrow H_{\Sigma 1} = 11.872$$

Στην περιοχή του Ναυπλίου αφού δεν βρέθηκε σε ικανοποιητική απόσταση κάποιο σημείο γνωστού υψομέτρου έγινε μέτρηση μιας βάσης με το σύστημα G.P.S.

Η βάση που μετρήθηκε ήταν μεταξύ της στάσης  $\Sigma_7$  και του τριγωνομετρικού σημείου της Γ.Υ.Σ. « Προφήτης Ηλείας » του Ναυπλίου με ορθομετρικό υψόμετρο  $H = 311,849 \text{ m}$

Από την μέτρηση της βάσης προσδιορίστηκε η γεωμετρική υψομετρική διαφορά  $\Delta h$  μεταξύ της στάσης  $\Sigma_7$  και του τριγωνομετρικού σημείου της Γ.Υ.Σ. « Προφήτης Ηλείας »  $\Delta h = -308.974 \text{ m}$ . Με την παραδοχή ότι  $\Delta N = 0$  που μπορεί να γίνει επειδή τα υψόμετρα χρειάζονται για πληροφόρηση της θέσης των μνημείων και δεν απαιτείται ακριβής προσδιορισμός θεωρήθηκε ότι  $\Delta H = \Delta h$ .

Έτσι προσδιορίστηκε το ορθομετρικό υψόμετρο της στάσης  $\Sigma_7$  σύμφωνα με τη σχέση  $H_{\Sigma 7} = H_{\text{προφ.ηλ.}} + \Delta H$  οπότε  $H_{\Sigma 7} = 2.875 \text{ m}$

Η μέτρηση έγινε με το G.P.S. Thales Promark3 με στατικό εντοπισμό ενώ η βάση μετρήθηκε για μια (1) ώρα

Τα στοιχεία ,οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα της επίλυσης των μετρήσεων του G.P.S. παρουσιάζονται στο παράρτημα.

## 2.3 Αποτύπωση

### 2.3.1 Αναγνώριση

Προκειμένου να γίνει η αποτύπωση των μνημείων, η καλή γνώση της περιοχής όπου πρόκειται να γίνει η εγκατάσταση των οδεύσεων είναι βασική προϋπόθεση για το σωστό προγραμματισμό προς εξοικονόμηση χρόνου σε συνδυασμό με την ορθή διεκπεραίωση της εργασίας. Άρα η καλή αναγνώριση της περιοχής των εργασιών βοηθά σ' αυτόν τον προγραμματισμό. Από την αναγνώριση των περιοχών των μνημείων προέκυψε ότι:



- Στον Άγιο Κωνσταντίνο λόγω των δέντρων που υπήρχαν στον περιβάλλοντα χώρο έπρεπε να ιδρυθούν περισσότερες στάσεις για να έχουμε μια κλειστή όδευση.
- Στο Ναύπλιο δημιουργήθηκε το αντίστοιχο πρόβλημα επειδή τα μνημεία βρίσκονται μέσα στη πόλη.

### 2.3.2 Οδεύσεις

Ο σκοπός για τον οποίον ιδρύεται μια όδευση είναι η πύκνωση ενός δικτύου με σημεία που θα αποτελέσουν το βασικό υπόβαθρο για την αποτύπωση μιας περιοχής ή ενός αντικειμένου.

Η μορφή της όδευσης εξαρτάται από το σχήμα της περιοχής ή του αντικειμένου που πρόκειται να αποτυπωθεί. Έτσι δημιουργούνται κλειστές ή ανοικτές πλήρως εξαρτημένες οδεύσεις και βασική προϋπόθεση στην επιλογή των σημείων είναι:

- η ορατότητα μεταξύ των κορυφών ανά δύο
- η έκταση και οι λεπτομέρειες της προς αποτύπωση περιοχής ή αντικειμένου που φαίνονται από κάθε κορυφή.

Το γεωμετρικό σχήμα της πολυγωνικής όδευσης ελάχιστα επηρεάζει την ακρίβεια προσδιορισμού των θέσεων των κορυφών.

Η υλοποίηση των στάσεων των οδεύσεων έγινε με διάφορους τρόπους:

- Στον εσωτερικό χώρο των μνημείων με χρήση ανεξίτηλου μαρκαδόρου (permanent)
- Στους εξωτερικούς χώρους, με χρήση μαρκαδόρου, ή πολύ μικρού καρφιού, ή καρφιού σε άσφαλτο και με χρήση πασάλου.

Το πολυγωνομετρικό δίκτυο στον Άγιο Κωνσταντίνο αποτελείται από μια κλειστή όδευση πέντε κορυφών  $\Sigma_1 - \Sigma_5$  και μια ανοικτή δυο κορυφών  $\Sigma_6 - \Sigma_7$  εξαρτημένη από το ένα άκρο από τη στάση  $\Sigma_4$  όπου βρίσκεται στο εσωτερικού του μνημείου. (Σχήμα 2.4)

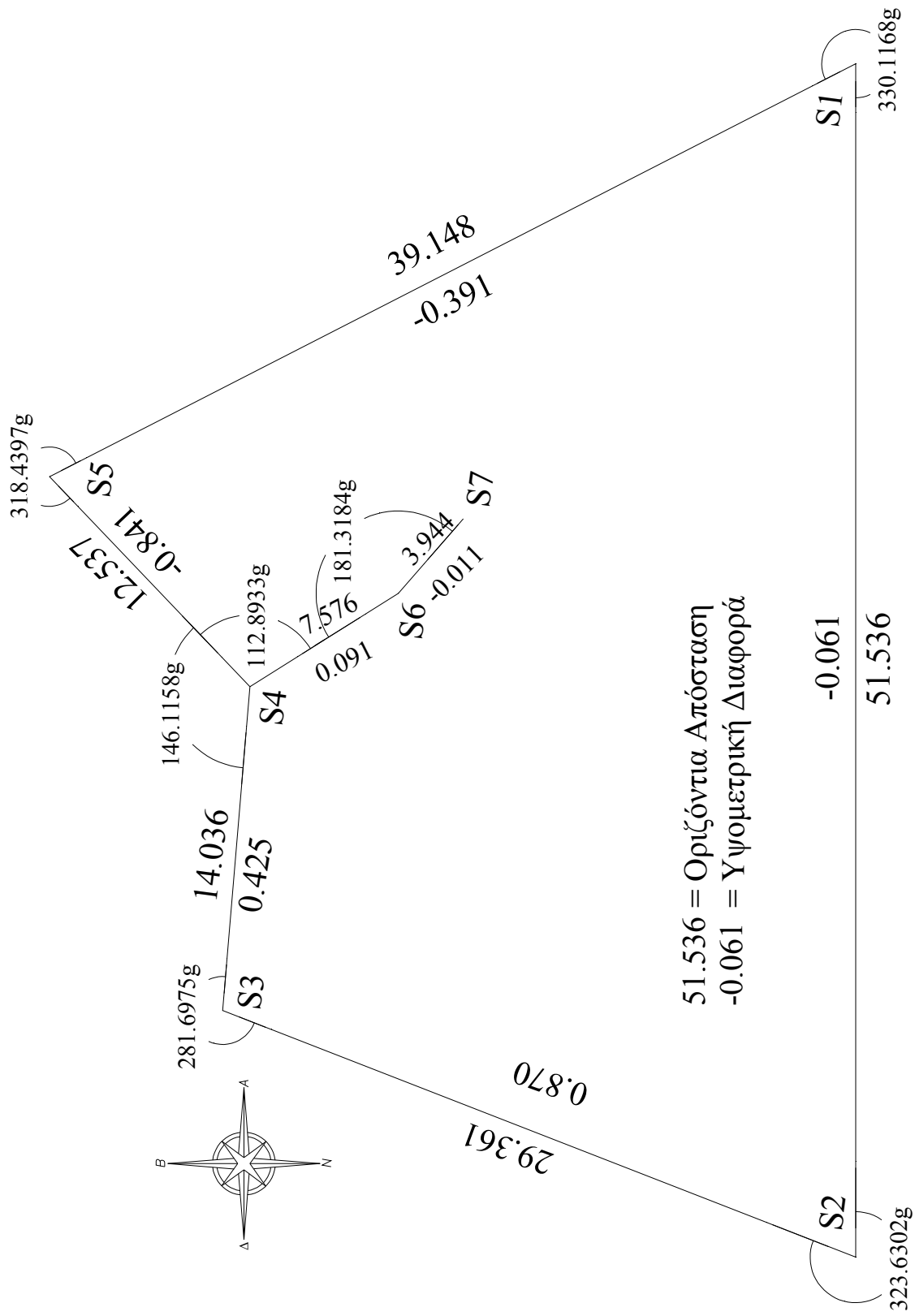
Η μέτρηση των γωνιών, οριζοντίων και κατακόρυφων, έγινε σε δύο περιόδους όπως και των κεκλιμένων μηκών. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα Α του παραρτήματος. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα στοιχεία της όδευσης, δηλαδή οι οριζόντιες γωνίες, τα οριζόντια μήκη και οι υψομετρικές διαφορές.

Πραγματοποιήθηκε η επίλυση της όδευσης χρησιμοποιώντας τα παραπάνω στοιχεία.

Η επίλυση έγινε σε τοπικό σύστημα αναφοράς θεωρώντας ως αρχή την κορυφή  $\Sigma_1$  (500,500), ορθομετρικό υψόμετρο 11.872 ενώ για τον προσανατολισμό του δικτύου χρησιμοποιήθηκε το αστρονομικό

αζιμούθιο της πλευράς  $\Sigma_1 - \Sigma_2$  που προσδιορίστηκε με αστρονομικές παρατηρήσεις στον Πολικό Αστέρα. Το αστρονομικό αζιμούθιο που προέκυψε είναι  $A_{\Sigma_1-\Sigma_2}=300.0051\pm 3^{\text{cc}}$

Στο σχήμα 2.4 παρουσιάζεται το σκαρίφημα της όδευσης του Αγίου Κωνσταντίνου. Στον πίνακα 2.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η υψομετρική επίλυση της όδευσης ενώ στον πίνακα 2.4 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες των στάσεων της όδευσης. Τέλος στον πίνακα 2.5 αναφέρονται τα σφάλματα , γωνιακά και γραμμικά , της επίλυσης της όδευσης.



Σχήμα 2.4: Σκαρίφημα όδευσης Αγίου Κωνσταντίνου

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	Z (g)	D (m)	Υ.Ο. (m)	Υ.Σ. (m)	S (m)	ΔΗ (m)	Σμέσο (m)	ΔΗμέσο (m)	H (m)
Σ1	Σ2	100.0660	51.536	1.533	1.545	51.536	-0.065	51.536	-0.061	11.872
Σ2	Σ1	100.1015	51.535	1.610	1.463	51.535	0.065			11.811
Σ2	Σ3	98.540	29.369	1.610	1.440	29.361	0.860	29.361	0.870	11.811
Σ3	Σ2	101.6190	29.371	1.465	1.590	29.361	-0.872			12.681
Σ3	Σ4	97.9645	14.043	1.465	1.485	14.035	0.429	14.036	0.425	12.681
Σ4	Σ3	102.6575	14.049	1.551	1.377	14.037	-0.412			13.106
Σ4	Σ5	104.1500	12.570	1.551	1.599	12.537	-0.866	12.537	-0.841	13.106
Σ5	Σ4	96.1520	12.560	1.601	1.537	12.537	0.823			12.265
Σ5	Σ1	100.7795	39.151	1.601	1.525	39.148	-0.403	39.148	-0.391	12.265
Σ1	Σ5	99.4040	39.150	1.533	1.514	39.148	0.386			11.874
Σ4	Σ6	99.3425	7.577	1.547	1.542	7.576	0.083	7.577	0.091	13.106
Σ6	Σ4	101.4630	7.579	1.605	1.530	7.577	-0.099			13.197
Σ6	Σ7	100.1850	3.944	1.605	1.612	3.944	-0.018	3.944	-0.011	13.197
Σ7	Σ6	101.9900	3.946	1.672	1.545	3.944	0.004			13.186

*Πίνακας 2.3: Υψομετρική επίλυση όδευσης στον Άγιο Κωνσταντίνο*

ΣΤ.	X (m)	Y (m)	H (m)
Σ1	500.000	500.000	11.872
Σ2	448.464	500.003	11.811
Σ3	459.115	527.363	12.681
Σ4	473.101	526.189	13.106
Σ5	482.165	534.850	12.265
Σ4	459.115	527.363	12.681
Σ6	477.126	519.771	13.197
Σ7	480.098	517.179	13.186

Πίνακας 2.4: Τελικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) και ορθομετρικά υψόμετρα H της όδευσης στον Άγιο Κωνσταντίνο.

Επιτρεπόμενο Γωνιακό Σφάλμα (c)	<b>2.2</b>
Γωνιακό Σφάλμα Όδευσης (c)	<b>-0.4</b>
Επιτρεπόμενο Γραμμικό Σφάλμα (m)	<b>0.111</b>
Γραμμικό Σφάλμα Όδευσης (m)	<b>0.009</b>

Πίνακας 2.5: Επιτρεπόμενα και τελικά σφάλματα όδευσης

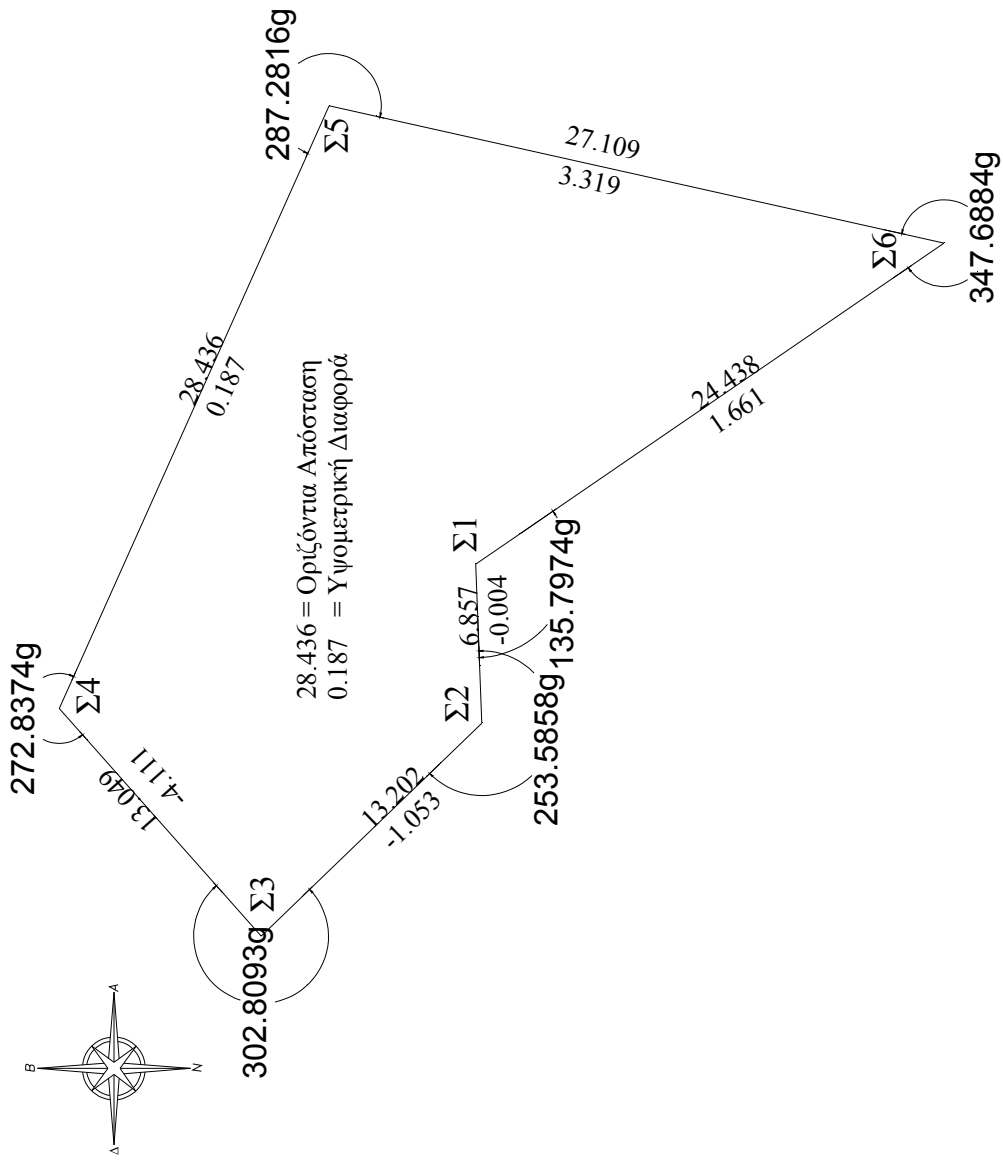
Για τα τεμνή του Ναυπλίου δημιουργήθηκαν δυο κλειστές οδεύσεις οι οποίες έχουν μια κοινή πλευρά ( $\Sigma_1 - \Sigma_2 - \Sigma_3 - \Sigma_4 - \Sigma_5 - \Sigma_6$ ) και  $\Sigma_4 - \Sigma_7 - \Sigma_9 - \Sigma_{10} - \Sigma_{11} - \Sigma_5 - \Sigma_4$ ) και μια ανοιχτή δυο στάσεων ( $\Sigma_8$  και  $\Sigma_{12}$ ) εξαρτημένη από την  $\Sigma_7$ , για την εσωτερική αποτύπωση του τεμένους Τριανόν.

Η εσωτερική αποτύπωση του τεμένου του Βουλευτικού έγινε από τις κορυφές  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  της κλειστής όδευσης που βρίσκονται στο εσωτερικό του τεμένου.

Η μέτρηση των γωνιών, οριζόντιων και κατακόρυφων, καθώς και των κεκλιμένων μηκών έγινε σε δύο περιόδους. Οι μετρήσεις της όδευσης παρουσιάζονται στο παράρτημα.

Για την επίλυση θεωρήθηκε σταθερή η στάση  $\Sigma_7$  με αυθαίρετες συντεταγμένες (500,500), ορθομετρικό υψόμετρο  $H_{\Sigma_7} = 2.875\text{m}$  ενώ για τον προσανατολισμό του δικτύου χρησιμοποιήθηκε το αστρονομικό αζιμούθιο της πλευράς  $\Sigma_7 - \Sigma_8$  όπως προσδιορίστηκε από την παρατήρηση στον Πολικό Αστέρα και βρέθηκε ίσο με  $\alpha_{\Sigma_7-\Sigma_8} = 122.9632 \pm 9^{\text{cc}}$ .

Στο σχήμα 2.5 παρουσιάζεται τόσο το σκαρίφημα όσο και τα στοιχεία της όδευσης του Βουλευτικού.



Σχήμα 2.5: Σκαρίφημα όδευσης Βουλευτικού

Στον πίνακα 2.6 που ακολουθεί παρακάτω παρουσιάζεται η υψομετρική επίλυση της όδευσης του Βουλευτικού ενώ οι πίνακες 2.7 και 2.8 περιέχουν τις συντεταγμένες των στάσεων της όδευσης καθώς και τα γωνιακά και γραμμικά σφάλματα.

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	Z (g)	D (m)	Υ.Ο. (m)	Υ.Σ. (m)	S (m)	ΔΗ (m)	Σμέσο (m)	ΔΗμέσο (m)	H (m)
Σ1	Σ2	99.0310	6.858	1.364	1.473	6.858	-0.005	6.857	-0.004	9.439
Σ2	Σ1	102.2165	6.860	1.540	1.298	6.856	0.003			9.435
Σ2	Σ3	105.5065	13.251	1.540	1.445	13.202	-1.050	13.202	-1.053	9.435
Σ3	Σ2	94.9545	13.243	1.477	1.469	13.094	1.056			8.382
Σ3	Σ4	119.9715	13.767	1.477	1.330	13.095	-4.101	13.095	-4.111	8.382
Σ4	Σ3	80.4335	13.738	1.370	1.405	13.094	4.121			4.271
Σ4	Σ5	99.2260	28.438	1.370	1.525	28.436	0.191	28.436	0.187	4.271
Σ5	Σ4	100.9810	28.440	1.547	1.292	28.436	-0.183			4.458
Σ5	Σ6	92.3880	27.304	1.547	1.487	27.109	3.317	27.109	3.319	4.458
Σ6	Σ5	107.7480	27.312	1.511	1.517	27.109	-3.322			7.777
Σ6	Σ1	96.2525	24.478	1.511	1.297	24.436	1.654	24.438	1.661	7.777
Σ1	Σ6	104.1173	24.491	1.364	1.440	24.440	-1.669			9.438

*Πίνακας 2.6: Υψομετρική επίλυση όδευσης Βουλευτικού*

ΣΤ.	X (m)	Y (m)	H (m)
Σ1	478.239	478.239	9.439
Σ2	471.387	455.242	9.435
Σ3	462.213	464.735	8.382
Σ4	472.022	473.411	4.271
Σ5	497.989	461.819	4.458
Σ6	492.068	435.364	7.777
Σ1	478.239	455.511	9.439

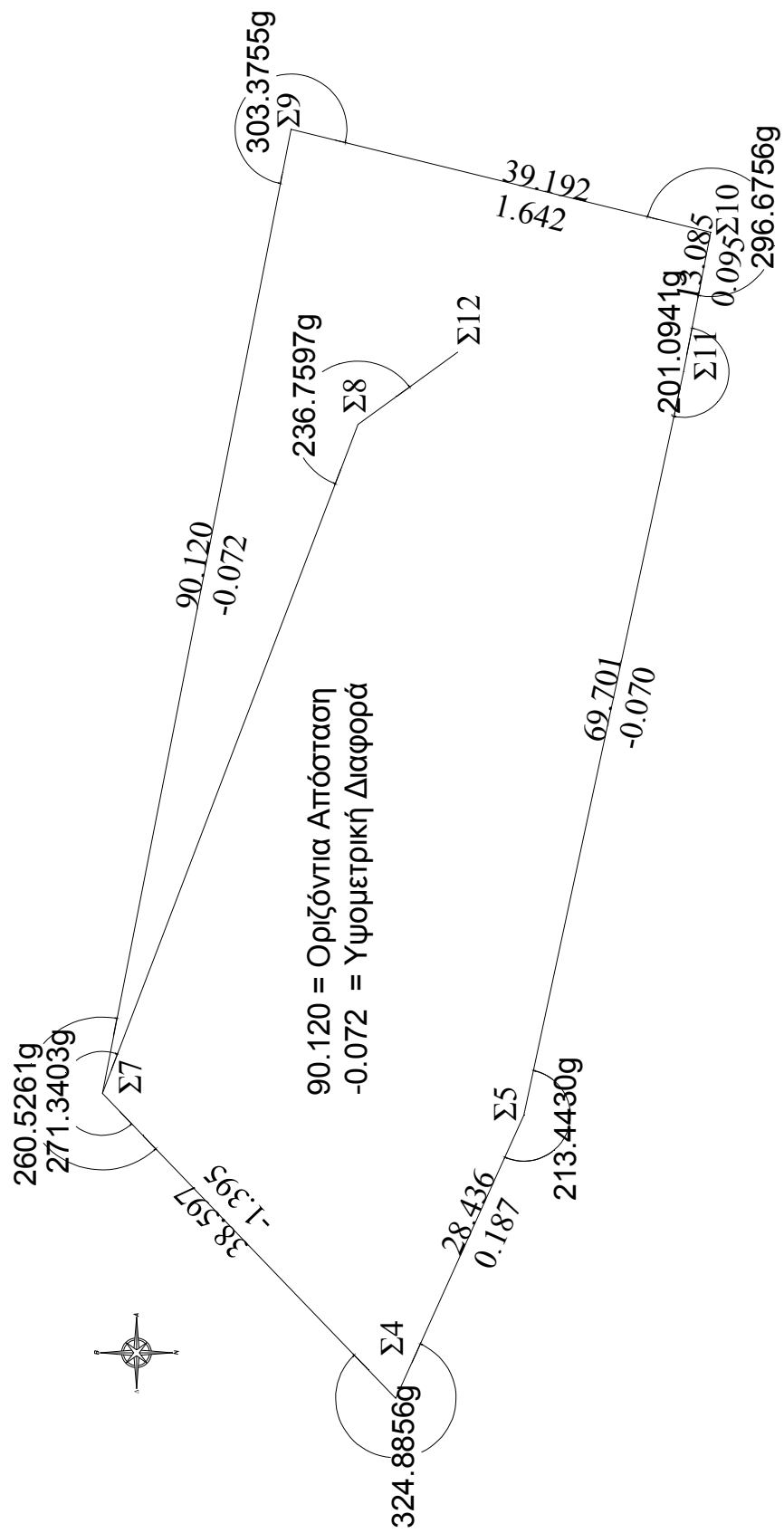
*Πίνακας 2.7: Τελικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) και ορθομετρικά υψόμετρα H της όδευσης στο Βουλευτικό.*

Επιτρεπόμενο Γωνιακό Σφάλμα (c)	<b>2.45</b>
Γωνιακό Σφάλμα Όδευσης (c)	<b>0.4</b>
Επιτρεπόμενο Γραμμικό Σφάλμα (m)	<b>0.103</b>
Γραμμικό Σφάλμα Όδευσης (m)	<b>0.003</b>

*Πίνακας 2.8: Επιτρεπόμενα και τελικά σφάλματα όδευσης*

Στο σχήμα 2.6 παρουσιάζεται το σκαρίφημα της όδευσης του Τριανόν μαζί με τα μετρημένα στοιχεία της. Ακολουθούν οι πίνακες 2.9 , 2.10 και 2.11 που κατά σειρά παρουσιάζουν την υψομετρική επίλυση της όδευσης, τις συντεταγμένες των στάσεων της όδευσης και τέλος τα γωνιακά και γραμμικά σφάλματα.





Σχήμα 2.6: Σκαρίφημα όδευσης Τριανόν

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	Z (g)	D (m)	Υ.Ο. (m)	Υ.Σ. (m)	S (m)	ΔΗ (m)	Σμέσο (m)	ΔΗμέσο (m)	H (m)
Σ4	Σ7	102.0765	38.615	1.370	1.500	38.594	-1.389	38.597	-1.395	4.271
Σ7	Σ4	97.7967	38.624	1.510	1.445	38.601	1.401			2.875
Σ7	Σ9	100.0660	90.120	1.510	1.489	90.120	-0.072	90.120	-0.072	2.875
Σ9	Σ7	100.0015	90.120	1.507	1.434	90.120	0.071			2.803
Σ9	Σ10	97.3660	39.225	1.507	1.478	13.085	1.642	39.192	1.642	2.803
Σ10	Σ9	102.7255	39.228	1.520	1.483	39.192	-1.642			4.445
Σ10	Σ11	100.0660	13.085	1.520	1.413	13.085	0.093	13.085	0.095	4.445
Σ11	Σ10	100.5910	13.086	1.482	1.458	13.085	-0.097			4.540
Σ11	Σ5	100.1100	69.701	1.602	1.564	69.701	-0.06	69.701	-0.07	4.540
Σ5	Σ11	100.0172	69.700	1.608	1.519	69.700	0.07			4.470
Σ7	Σ8	99.3065	65.626	1.510	1.492	65.622	0.733	65.623	0.736	2.875
Σ8	Σ7	100.8880	65.629	1.574	1.398	65.623	-0.739			3.611
Σ8	Σ12	103.1250	11.283	1.574	1.398	11.269	-0.378	11.270	-0.378	3.611
Σ12	Σ8	97.4120	11.279	1.459	1.540	11.270	0.377			3.233

*Πίνακας 2.9: Υψομετρική επίλυση όδευσης Τριανόν*

ΣΤ.	X (m)	Y (m)	H (m)
Σ7	500.000	500.000	2.875
Σ9	588.484	482.910	2.803
Σ10	579.023	444.878	4.445
Σ11	566.176	447.370	4.540
Σ5	497.988	461.817	4.458
Σ4	472.022	473.411	4.271
Σ7	500.000	500.000	2.875
Σ8	561.396	476.844	3.611
Σ12	568.052	467.767	3.233

*Πίνακας 2.10: Τελικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) και ορθομετρικά υψόμετρα H της όδευσης στο Τριανόν.*

Επιτρεπόμενο Γωνιακό Σφάλμα (c)	<b>2.45</b>
Γωνιακό Σφάλμα Όδευσης (c)	<b>-1.18</b>
Επιτρεπόμενο Γραμμικό Σφάλμα (m)	<b>0.134</b>
Γραμμικό Σφάλμα Όδευσης (m)	<b>0.014</b>

*Πίνακας 2.11: Επιτρεπόμενα και τελικά σφάλματα όδευσης*

### 2.3.3. Αποτύπωση Λεπτομερειών

Η διαδικασία που εφαρμόζεται στην αποτύπωση των τεμενών διαφέρει από τις κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους που εφαρμόζονται σε συνήθεις αποτυπώσεις. Ορισμένα χαρακτηριστικά σημεία που διαφέρουν είναι:

- Η μεγάλη πυκνότητα πληροφορίας η οποία συχνά παρουσιάζεται σε πολύ μικρό χώρο
- Η φύση του ίδιου του αντικειμένου προς αποτύπωση που δημιουργεί ένα ιδιαίτερο περιβάλλον μετρήσεων
- Οι λεπτομέρειες που αποτυπώνονται αφού η κλίμακα εκτύπωσης είναι μεγάλη, συνήθως 1:50 ή 1:100, η οποία απαιτεί αρκετές λεπτομέρειες

Ο αναγκαίος εξοπλισμός χρειάζεται προσαρμογή των μετρητικών διαδικασιών στο αντικείμενο, είτε με χρήση ειδικών παρελκόμενων των οργάνων (βάσεις κέντρωσης, αγκωνοειδή πρίσματα, φωτιστικές συσκευές, ειδικά προσοφθάλμια, βάση στήριξης τρίποδα - αράχνη κ.α.) είτε ακόμα και με πρωτότυπες ιδέες και λύσεις.

Για την αποτύπωση των τεμενών του Άργους και του Ναυπλίου χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν ειδικές κατασκευές τοποθέτησης του τρίποδα (αράχνες) λόγω ολισθηρότητας του δαπέδου μέσα στα τεμένη καθώς και διαφορετικού τύπου κατάφωτα ανάλογα με την περίπτωση.

Επειδή, κατά κανόνα, οι διαστάσεις των δικτύων είναι μικρές, έχει μεγάλη σημασία η ακρίβεια μέτρησης των μηκών με την έννοια ότι τα αναλογικά σφάλματα είναι σχετικά μεγάλα. [Μακρής Γ., 1991].

Μερικά από τα προβλήματα που συχνά παρουσιάζονται και δυσκόλεψαν τις εργασίες και σε αυτή την περίπτωση είναι :

- Οι εξαιρετικά μικρές αποστάσεις που προκαλούν μεγάλα είδωλα και αδυναμίες εστίασης
- Ο δυσμενής έως και ανύπαρκτος φωτισμός και η υγρασία.
- Οι παράδοξες θέσεις οργάνου και στάσεις παρατηρητή.
- Οι ισχυρές κλίσεις σκόπευσης ιδίως σε εξωτερικές όψεις και το απρόσιτο ή δυσπρόσιτο των σημείων.
- Η αδυναμία εντοπισμού των προς αποτύπωση σημείων λόγω φυσικής φθοράς του μνημείου
- Η ύπαρξη εμποδίων είτε φυσικών (κολώνες), είτε τυχαίων (αποθηκευτικά υλικά) λόγω κακής χρήσης του μνημείου
- Η συνεχής διέλευση περαστικών από τον χώρο των εργασιών γεγονός που εγκυμονεί κινδύνους ακόμη και για την σταθερότητα του οργάνου.
- Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται η σύνταξη των σκαριφημάτων δεδομένου ότι περιέχουν πολλές λεπτομέρειες ανάλογα με την κατασκευή του μνημείου.

Οι μέθοδοι αποτύπωσης που χρησιμοποιούνται πιο συχνά για τέτοιες διαδικασίες είναι δύο: Η μέθοδος των πολικών συντεταγμένων και η μέθοδος της εμπροσθοτομίας στον χώρο. Η επιλογή τους εξαρτάται κυρίως από το διαθέσιμο εξοπλισμό αλλά και από την προσιτότητα των σημείων λεπτομερειών.

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε στα τεμένη του Άργους αλλά και του Ναυπλίου είναι η μέθοδος των πολικών συντεταγμένων, η οποία περιλαμβάνει την μέτρηση της οριζόντιας γωνίας καθώς και του κεκλιμένου μήκους στάσης – σημείου.

Απαραίτητο για τον υψομετρικό προσδιορισμό του σημείου είναι η

μέτρηση του ύψους του οργάνου στο σημείο στάσης. Το ύψος σκόπευσης είναι κατά κανόνα μηδέν αφού σκοπεύεται απ' ευθείας το σημείο λεπτομέρειας.

Για την αποτύπωση των λεπτομερειών χρησιμοποιήθηκε ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός GPT-3003LN της εταιρείας TOPCON (φωτ. 2.1). Ο συγκεκριμένος γεωδαιτικός σταθμός έχει τη δυνατότητα να μετρά αποστάσεις και χωρίς τη χρήση πρίσματος, μια ιδιότητα που τον καθιστά εξαιρετικά πρακτικό στις αποτυπώσεις λεπτομερειών κτιρίων αφού μετρήσεις σε απρόσιτα σημεία μπορούν να γίνουν πολύ εύκολα και με ακρίβεια ενώ διαθέτει επίσης και ορατή δέσμη laser που διευκολύνει εξαιρετικά την προσωρινή σήμανση και μέτρηση απρόσιτων σημείων.

Ο γεωδαιτικός σταθμός παρέχει ακρίβεια:

- Για τις γωνίες :  $\pm 10$  cc (απόδοση  $1''$ )
- Μήκη (με 1 πρίσμα) : έως 3000m  $\pm(2\text{mm} + 2 \text{ ppm})$  και απόδοση 1mm
- Μήκη (χωρίς πρίσμα) :  $\pm 5\text{mm}$  και εμβέλεια 1200m



Φωτ. 2.2: Ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός GPT-3003LN

## 2.4. Απόδοση σχεδίων

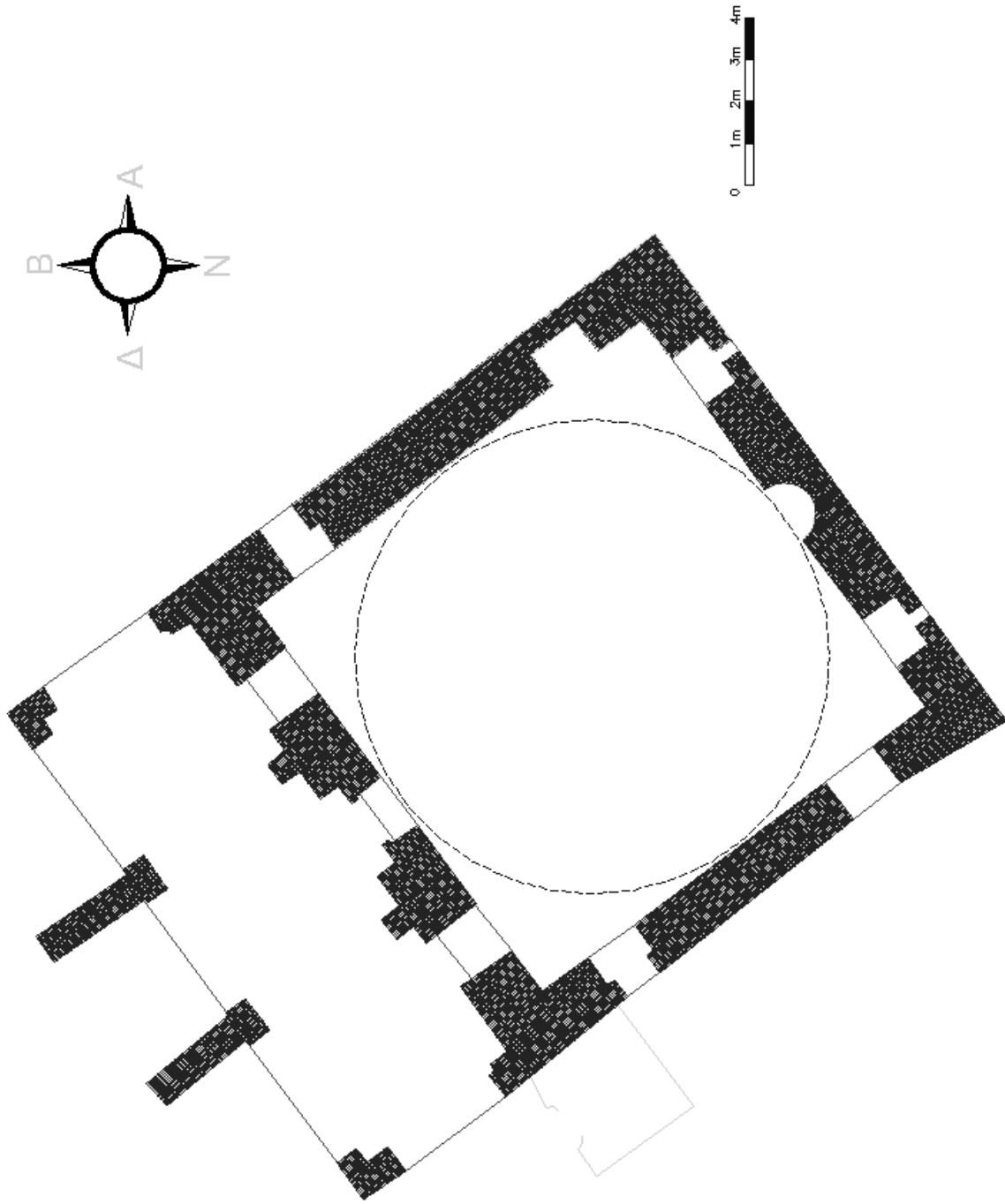
Οι καρτεσιανές συντεταγμένες των σημείων αποτύπωσης υπολογίστηκαν με τη βοήθεια κατάλληλου προγράμματος Η/Υ.

Για την απόδοση των οριζόντιων τομών όλων των τεμενών, έγινε η απόδοση των σημείων σε ψηφιακή μορφή στο περιβάλλον του σχεδιαστικού πακέτου AutoCAD.

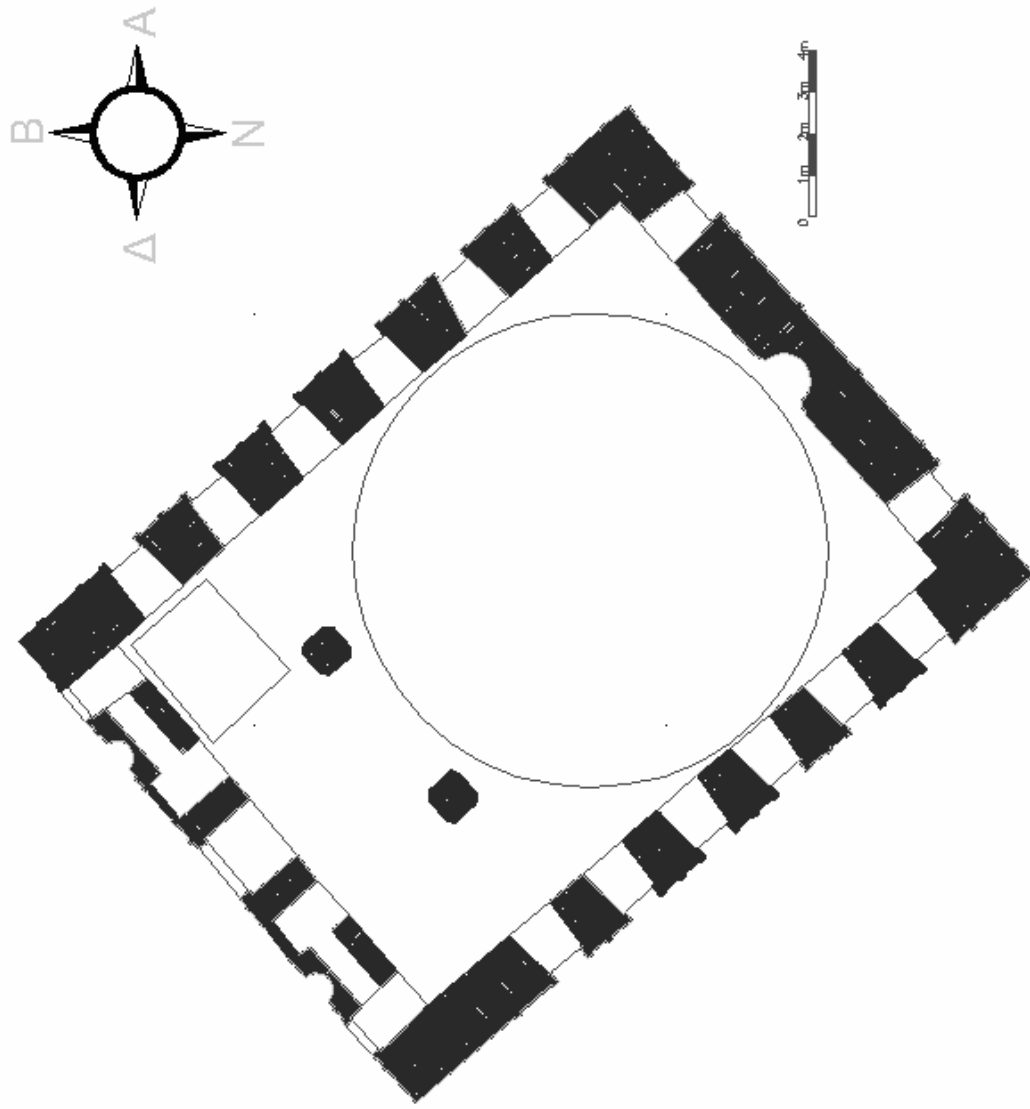
Τα τελικά σχέδια που παρήχθησαν είναι:

- Άργος
  - i. Η οριζόντια τομή του ναού του Αγίου Κωνσταντίνου που εκτυπώθηκε σε κλίμακα 1:50
  - ii. Ο ναός με τον περιβάλλοντα χώρο που εκτυπώθηκε σε κλίμακα 1:200
- Ναύπλιο
  - i. Η οριζόντια τομή του Βουλευτικού σε κλίμακα 1:50
  - ii. Η οριζόντια τομή του Τριανόν σε κλίμακα 1:50
  - iii. Ένα γενικό σχέδιο οριζοντιογραφίας των δυο μνημείων με τον περιβάλλοντα χώρο που εκτυπώθηκε σε κλίμακα 1:500

Ακολουθεί η παρουσίαση των κατόψεων των τριών τεμενών. Στα σχήματα 2.7, 2.8, 2.9 παρουσιάζονται οι κατόψεις των τριών μνημείων. Στα σχήματα 2.10, 2.11 παρουσιάζονται τα γενικά σχέδια του περιβάλλοντα χώρου των μνημείων στο Άργος και στο Ναύπλιο αντίστοιχα.

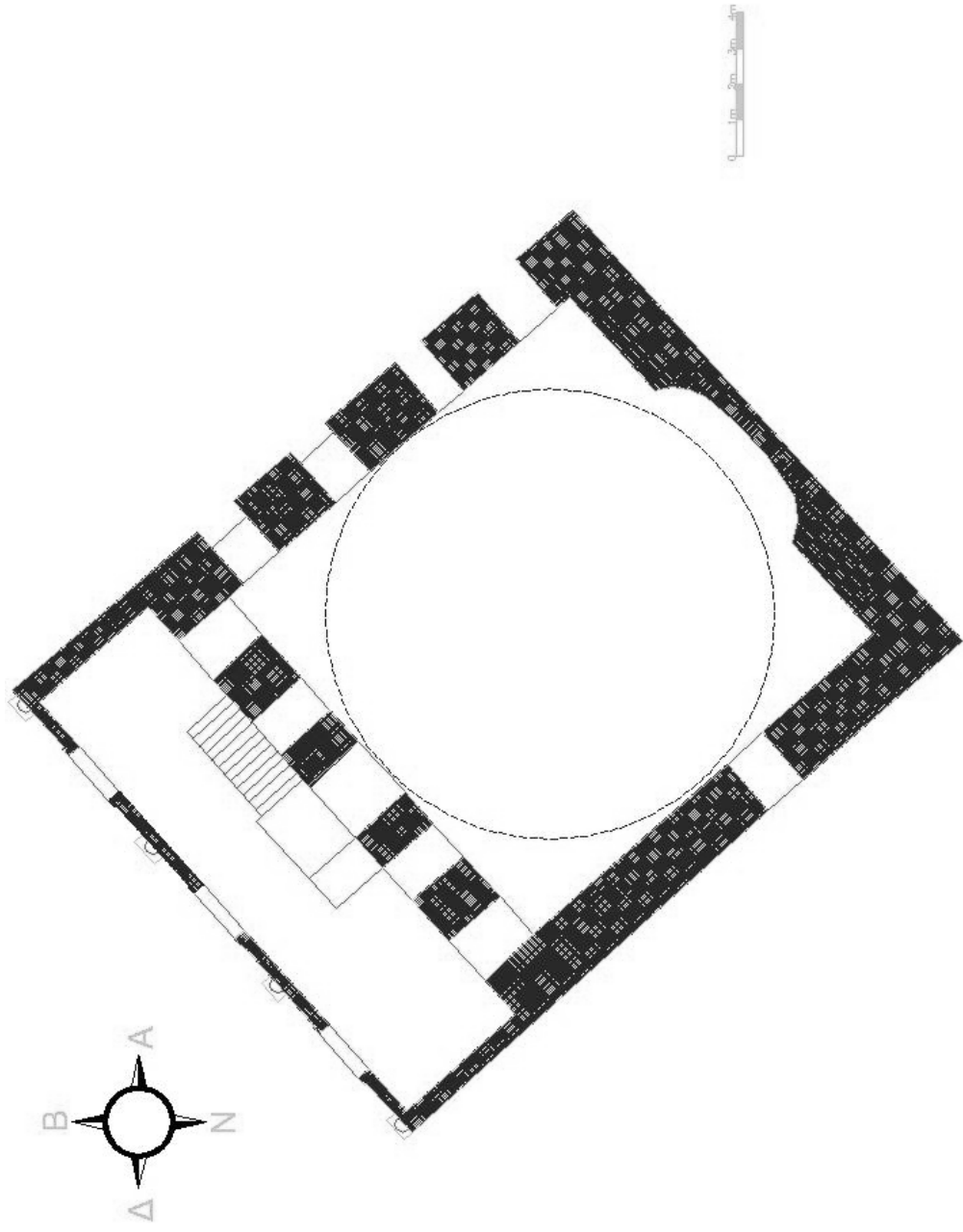


Σχήμα 2.7 : Διάγραμμα κάτοψης Αγίου Κωνσταντίνου

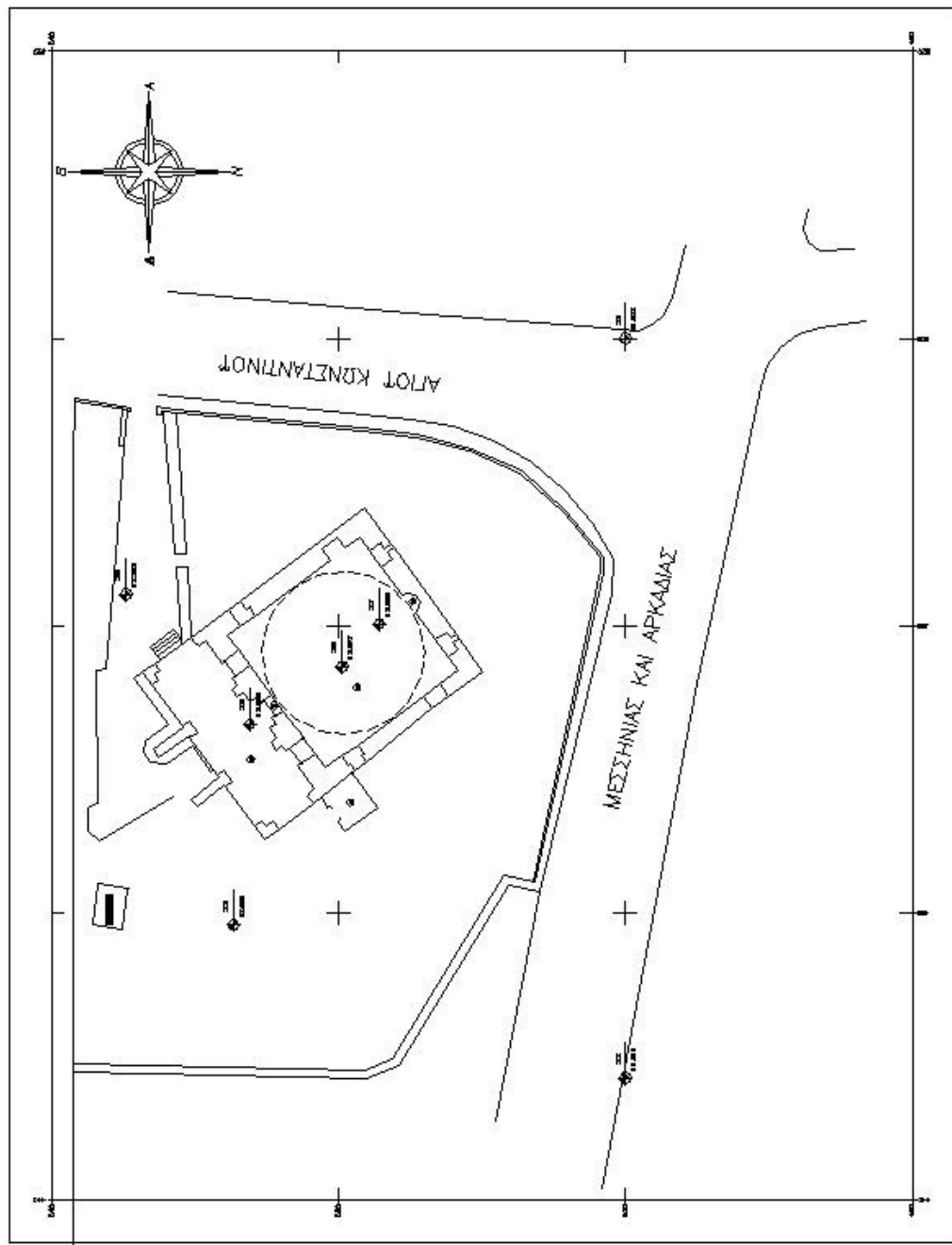


Σχήμα 2.8 : Διάγραμμα κάτοψης Βουλευτηκού





Σχήμα 2.9 : Διάγραμμα κάτοψης Τριανό



Σχήμα 2.10: Περιβάλλον χώρος στον Άγιο Κωνσταντίνο στο Άργος

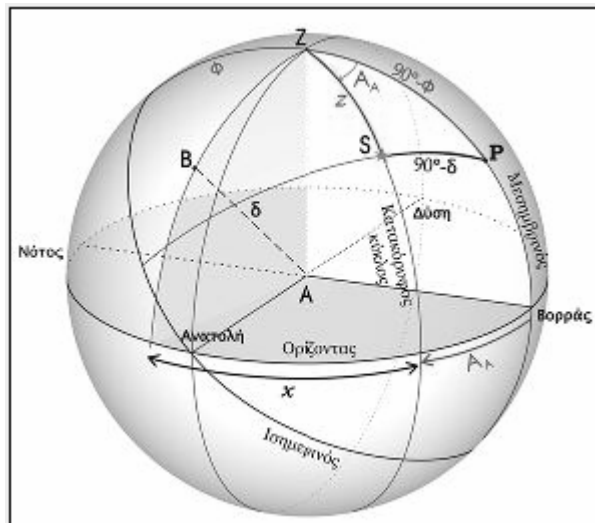


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟΥ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟΥ

#### 3.1 Γενικά

**Αστρονομικό αζιμούθιο  $A_A$**  μιας διεύθυνσης AB είναι το μέτρο της διέδρης γωνίας μεταξύ των δύο 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 κατακορύφου επιπέδου στο A που περιέχει το B. Μετριέται στο οριζόντιο επίπεδο δεξιόστροφα από τη διεύθυνση του αστρονομικού βορρά (σχήμα 3.1). [Μπαλοδήμος Δ.-Δ., 2002].



Σχήμα 3.1 : Αστρονομικό αζιμούθιο

**Γεωδαιτικό αζιμούθιο  $A_G$**  μιας διεύθυνσης AB είναι το μέτρο της διέδρης γωνίας που σχηματίζεται μεταξύ των δύο επιπέδων που περιέχουν την κάθετο στο ελλειψοειδές αναφοράς στο σημείο A, το ένα από τα επίπεδα αυτά περιέχει και τον μικρό άξονα του ελλειψοειδούς (επίπεδο γεωδαιτικού μεσημβρινού που περιέχει το A) ενώ το άλλο περιέχει το σημείο B. Είναι λοιπόν η γωνία μεταξύ του γεωδαιτικού μεσημβρινού που περιέχει το A και του καθέτου επιπέδου στο A που

περιέχει το Β. Μετρίεται στον γεωδαιτικό ορίζοντα δεξιόστροφα από τον γεωδαιτικό βορρά. [Μπαλλοδήμος Δ., 2002].

Η διαφορά μεταξύ γεωδαιτικού ( $A_T$ ) και αστρονομικού ( $A_A$ ) αζιμουθίου μιας διεύθυνσης AB οφείλεται στην απόκλιση της κατακορύφου. **Απόκλιση της κατακορύφου** ονομάζεται η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της καθέτου στο ελλειψοειδές και της κατακορύφου στο γεωειδές που περνούν από το σημείο.

### 3.2 Μέθοδοι προσδιορισμού αστρονομικού αζιμουθίου

Ο προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου μιας διεύθυνσης ΟΣ, όπου Σ το σημείο σκόπευσης και Ο το σημείο στάσης, πρακτικά μπορεί να γίνει:

– Με τον προσδιορισμό της διεύθυνσης του μεσημβρινού η οποία δεν είναι υλοποιημένη. Αυτό γίνεται:

- Με παρατήρηση ενός αστέρα σε ίσες γωνίες ύψους. Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η διεύθυνση του μεσημβρινού, παρατηρώντας έναν αστέρα σε ίσες γωνίες ύψους πριν και μετά τη μεσουράνησή του. Η διεύθυνση του μεσημβρινού προκύπτει αν προσδιοριστεί η διεύθυνση της διχοτόμου της οριζόντιας γωνίας μεταξύ των δύο θέσεων παρατήρησης. Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής δεν είναι απαραίτητη η γνώση των ουρανογραφικών συντεταγμένων ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) του αστέρα, ούτε και των αστρονομικών ( $\Phi$ ,  $\Lambda$ ) του τόπου παρατήρησης. Η μοναδιαία και στιγμιαία σκόπευση του αστέρα στις δύο θέσεις και η μεταβολή των ατμοσφαιρικών συνθηκών, οδηγεί σε αύξηση της αβεβαιότητας προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου η οποία μπορεί να φθάσει στη μέγιστη τιμή της τα  $\pm 20^\circ$ , ενώ μετά από παρατηρήσεις 6 – 8 ωρών μπορεί να επιτευχθεί μια ακρίβεια της τάξης των  $\pm 3^\circ$ .

- Με παρατήρηση αστέρων που βρίσκονται κοντά στον Πόλο στη μέγιστη αποχή τους. Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η διεύθυνση του μεσημβρινού, παρατηρώντας έναν αστέρα τη στιγμή της μέγιστης αποχής του (όταν η γωνία που σχηματίζει ο μεσημβρινός του τόπου με τον κατακόρυφο κύκλο του αστέρα είναι μέγιστη), επειδή σ' αυτή τη θέση ο αστέρας μετακινείται κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι απαραίτητη η γνώση της απόκλισης  $\delta$  του αστέρα, του αστρονομικού πλάτους  $\Phi$  του τόπου παρατήρησης και ο χρόνος στον οποίο ο αστέρας βρίσκεται στη μέγιστη αποχή του. Η ακρίβεια της μεθόδου είναι της τάξης των  $\pm 9^\circ$ .

- Με τη μέτρηση της γωνίας που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου κύκλου που διέρχεται από το σημείο σκόπευσης ( $\Sigma$ ) και του κατακόρυφου κύκλου ενός ουράνιου σώματος (π.χ. του Πολικού

αστέρα ή του ήλιου) κάποια χρονική στιγμή και ταυτόχρονα να είναι γνωστό ή να προσδιοριστεί το αζιμούθιο του ουράνιου σώματος για την ίδια χρονική στιγμή. Αυτό επιτυγχάνεται:

α. Με παρατήρηση του ήλιου ή ενός αστέρα σε τυχαία θέση (μέθοδος της ζενίθειας απόστασης). Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται το αστρονομικό αζιμούθιο  $A_A$ , μετρώντας τη ζενίθεια απόσταση (κατακόρυφη γωνία)  $z$  του ουράνιου σώματος σε τυχαία θέση. Για τον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμούθιου είναι απαραίτητη η γνώση της απόκλισης  $\delta$  του αστέρα και του αστρονομικού πλάτους  $\Phi$  του τόπου παρατήρησης. Οι κύριες πηγές σφαλμάτων στη μέθοδο αυτή είναι το σφάλμα στη γνώση του πλάτους  $\sigma_\Phi$  και το σφάλμα στην εκτίμηση της διόρθωσης της μετρούμενης κατακόρυφης γωνίας λόγω της αστρονομικής διάθλασης. Για να εξαλειφθεί η επίδραση των δύο αυτών σφαλμάτων μπορούν να παρατηρηθούν δύο αστέρες σε ειδικές σχετικές θέσεις ( $z_1 = z_2$  και  $A_1 = 360^\circ - A_2$ ) και τότε η ακρίβεια της μεθόδου είναι της τάξης των  $\pm 30''$ . Αν παρατηρείται ο ήλιος η ακρίβεια της μεθόδου είναι της τάξης των  $\pm 45''$ .

β. Με παρατήρηση του ήλιου ή ενός αστέρα σε τυχαία θέση (μέθοδος της ωριαίας γωνίας). Στη μέθοδο αυτή πρέπει να είναι γνωστά οι αστρονομικές συντεταγμένες  $\Phi$ ,  $\Lambda$  (στην πράξη μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι γεωδαιτικές συντεταγμένες  $\varphi$ ,  $\lambda$  χωρίς αυτό να επιφέρει σημαντικό σφάλμα στο προσδιοριζόμενο αζιμούθιο) του τόπου παρατήρησης και οι ουρανογραφικές συντεταγμένες, ορθή αναφορά  $\alpha$  και απόκλιση  $\delta$ , του παρατηρούμενου αστέρα. Το μέγεθος που μετράται σ' αυτή την περίπτωση είναι ο χρόνος τη στιγμή της παρατήρησης, δηλαδή τη στιγμή της διάβασης του αστέρα από το κατακόρυφο σταυρόνημα του γεωδαιτικού σταθμού. . [Πανταζής Γ., 2002]

### 3.2.1 Η μέθοδος της ωριαίας γωνίας

Στη μέθοδο της ωριαίας γωνίας προσδιορίζεται η ωριαία γωνία  $h$  του ήλιου ή του αστέρα (Σχήμα 3.2) από τη σχέση:

$$h = \theta + \Lambda - \alpha \quad (3.1)$$

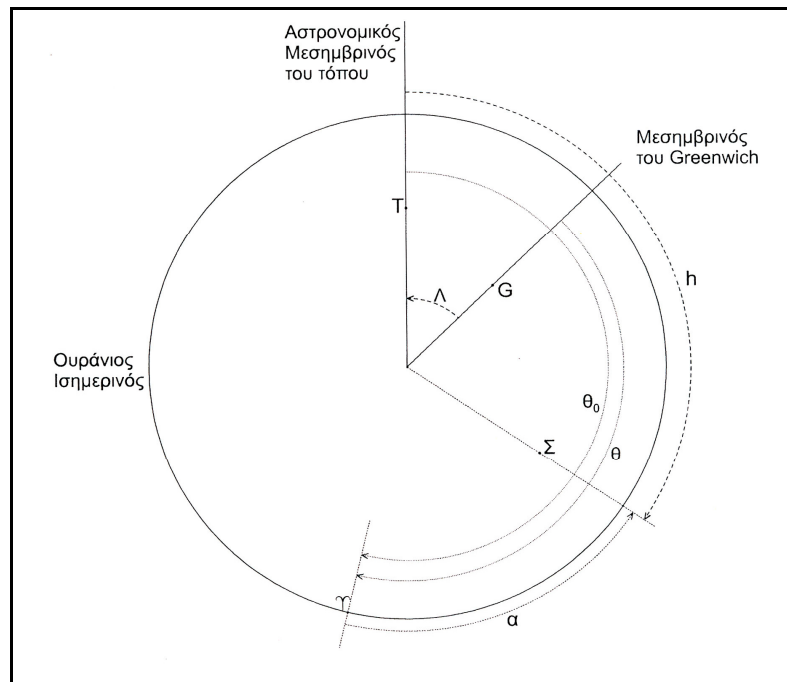
όπου:

$h$  = ωριαία γωνία του αστέρα

$\theta$  = αστρικός χρόνος Greenwich κατά τη στιγμή της παρατήρησης

$\Lambda$  = αστρονομικό μήκος του τόπου

$\alpha$  = ορθή αναφορά του αστέρα



Σχήμα 3.2 : Ωριαία γωνία  $h$  ενός αστέρα

Το αστρονομικό αζιμούθιο  $A_s$  του αστέρα προκύπτει έπειτα από επίλυση του τριγώνου θέσης του (σχήμα 3.3) και δίνεται από τη σχέση:

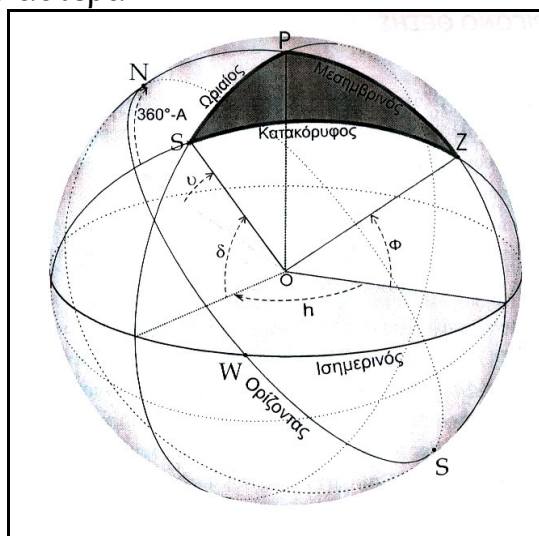
$$\tan A_s = \frac{-\sinh}{\cos \Phi \cdot \tan \delta - \sin \Phi \cdot \cosh} \quad (3.2)$$

όπου:

$\delta$  = απόκλιση του αστέρα

$\Phi$  = αστρονομικό πλάτος του τόπου

$h$  = ωριαία γωνία του αστέρα



Σχήμα 3.3 : Τρίγωνο θέσης ενός αστέρα  $S$ , [Κορακίτης  $P.$ , 2003]

Η ακρίβεια της μεθόδου εξαρτάται άμεσα από:

- την ακρίβεια των ουρανογραφικών συντεταγμένων ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) του αστέρα
- την ακρίβεια των αστρονομικών συντεταγμένων ( $\Phi$ ,  $\Lambda$ ) του σημείου από το οποίο γίνονται οι παρατηρήσεις
- την ακρίβεια προσδιορισμού του χρόνου παρατήρησης που διαχωρίζεται σε σφάλμα συγχρονισμού του χρονομέτρου και σε σφάλμα στη λειτουργία του χρονομέτρου.

Η ακρίβεια προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου με τη μέθοδο αυτή είναι καλύτερη από αυτή των προηγούμενων μεθόδων και βελτιώνεται σημαντικά αν παρατηρηθεί ένας αστέρας πολύ κοντά στον πόλο. Για το βόρειο ημισφαίριο και για τα πλάτη της Ελλάδας ο αστέρας αυτός είναι ο Πολικός ( $\alpha$  Ursa Minoris), ο οποίος έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

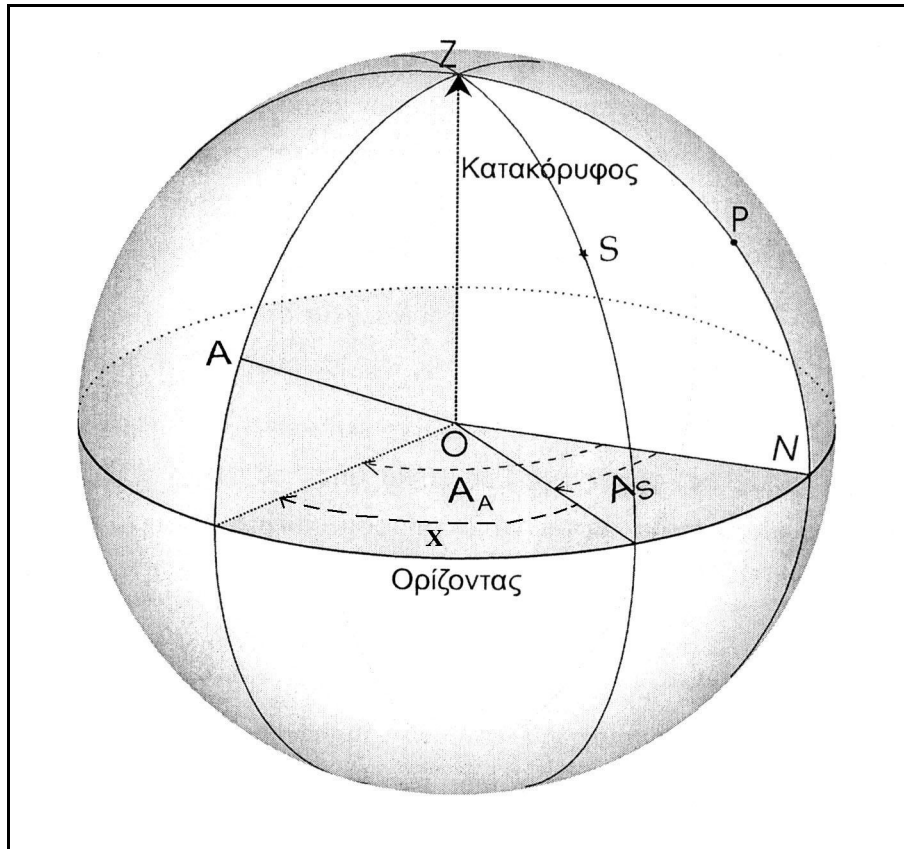
- Αναγνωρίζεται πολύ εύκολα
- Η πολική του απόσταση είναι πολύ μικρή. Απέχει από το Βόρειο Αστρονομικό Πόλο περίπου  $45'$  και επομένως το αζιμούθιο του παίρνει τιμές που κυμαίνονται από  $359^\circ - 1^\circ$ .
- Κινείται πολύ αργά και έτσι διευκολύνεται η σκόπευσή του
- Έχει αρκετή λαμπρότητα (μέγεθος περίπου 2), ώστε να βοηθά στην παρατήρηση.

Επειδή η ζενίθια απόσταση του πολικού αστέρα είναι μεγάλη, πράγμα που συμβαίνει σε τόπους με μικρά και μεσαία πλάτη, η επίδραση του  $\sigma_\Phi$  στο σφάλμα του αζιμουθίου είναι αμελητέα. [Κορακίτης Ρ., 2003]

Μετράται η γωνία  $x$  (σχήμα 3.4) που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου κύκλου του  $A$  και του κατακόρυφου κύκλου του πολικού αστέρα  $S$  κάποια χρονική στιγμή. Ταυτόχρονα πρέπει να προσδιοριστεί το αζιμούθιο  $A_S$  του πολικού αστέρα για την ίδια χρονική στιγμή, οπότε

$$A_A = A_S + x \quad (3.3)$$



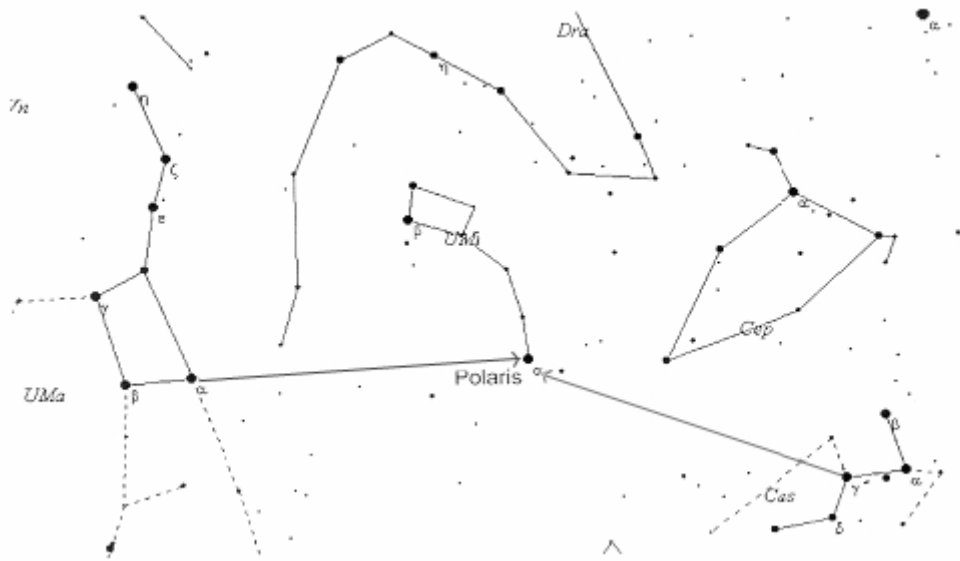


Σχήμα 3.4 : Υπολογισμός αστρονομικού αζιμουθίου με τη μέθοδο της ωριαίας γωνίας. [Κορακίτης P., 2003]

Δύο είναι οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να αναγνωριστεί ο Πολικός Αστéρας.

Η Μεγάλη Άρκτος αναγνωρίζεται αμέσως από το χαρακτηριστικό σχήμα "κατσαρόλας" που έχει. Στην προέκταση του ευθυγράμμου τμήματος που συνδέει τους λαμπρούς πλευρικούς αστέρες και σε πενταπλάσια περίπου απόσταση βρίσκεται ο Πολικός Αστéρας, που είναι ο πιο ευδιάκριτος αστέρας της περιοχής και ορίζει το άκρο της "ουράς" της Μικρής Άρκτου (Ursa Minors) (Σχήμα 3.5).

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 Αστéρα. (Σχήμα 3.5) [Κορακίτης P., 2004].



Σχήμα 3.5 : Αναγνώριση Πολικού Αστήρα [Κορακίτης P., 2003]

Στην εργασία αυτή για τον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου μιας διεύθυνσης εφαρμόζεται η μέθοδος της ωριαίας γωνίας με παρατήρηση του Πολικού Αστήρα μετρώντας το χρόνο UTC. Τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται παραπάνω και που παρουσιάζει η παρατήρηση του Πολικού Αστήρα, οδηγούν σε ορθά και ακριβή αποτελέσματα. Η ακρίβεια αυτή επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό, ο οποίος όπως αποδείχθηκε στην εφαρμογή, βοηθά στην πραγματοποίηση μεγάλου αριθμού μετρήσεων, σε μικρό χρόνο με υψηλή ακρίβεια και ταχύτητα, ενώ οι μετρήσεις είναι απαλλαγμένες από τυχαία σφάλματα ανάγνωσης και καταγραφής αφού γίνονται αυτόματα.

Οι ουρανογραφικές συντεταγμένες ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) του Πολικού αστήρα είναι γνωστές από διεθνείς ψηφιακούς καταλόγους με ακρίβεια  $\sigma_\alpha = \pm 0.001$  sec και  $\sigma_\delta = \pm 0''.01 = \pm 0.03^c$  αντίστοιχα. Το σφάλμα προσδιορισμού του αζιμουθίου εξαρτάται κυρίως από το σφάλμα του αστρονομικού πλάτους  $\Phi$  ( $\sigma_{A_\Phi}$ ) και από το σφάλμα της ωριαίας γωνίας  $h$  ( $\sigma_{A_h}$ ). Η επίδραση των δύο αυτών σφαλμάτων στο αζιμούθιο προκύπτει με εφαρμογή του νόμου μετάδοσης σφαλμάτων στη σχέση (3.4).

$$\sigma_A = \pm \sqrt{\sigma_{A_\Phi}^2 + \sigma_{A_h}^2} \quad (3.4)$$

Η διαφορίση των καταλλήλων σχέσεων του τριγώνου θέσης οδηγεί στους ακόλουθους τύπους για τα σφάλματα:

$$\sigma_{A_\Phi} = \sin A \cdot \cot z \cdot \sigma_\Phi \quad (3.5)$$

$$\sigma_{A_h} = \cos \Phi \cdot (\tan \Phi - \cos A \cdot \cot z) \cdot \sigma_h \quad (3.6)$$

Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι η επίδραση του σφάλματος  $\sigma_\Phi$  στον προσδιορισμό του αζιμουθίου εξαρτάται από το ύψος στο οποίο παρατηρείται ο Πολικός αστέρας. Έτσι όταν ο Πολικός παρατηρείται σε μικρά ή μεσαία πλάτη, όπως της Ελλάδας, η κατακόρυφη γωνία  $z \approx 58^\circ$  είναι μεγάλη και η επίδραση του  $\sigma_\Phi$  στο σφάλμα του αζιμουθίου αμελητέα.

Επίσης η θέση του Πολικού αστέρα έχει ως συνέπεια ο όρος  $(\tan \Phi - \cos A \cot z)$  να είναι πολύ μικρός, περίπου  $10^{-4}$ , επομένως και η επίδραση του σφάλματος  $\sigma_h$  (ουσιαστικά του σφάλματος του μήκους  $\Lambda$ ) στο σφάλμα του αζιμουθίου είναι μικρή.

Εκτός από τα παραπάνω σφάλματα υπάρχουν και σφάλματα που οφείλονται τόσο στην ορθή θέση του γεωδαιτικού σταθμού (οριζοντίωση) όσο και στην σκόπευση του αστέρα. Το σφάλμα αυτό είναι  $\sigma_A = \frac{\sigma_{\Sigma K}}{\sin z}$  και για  $z \approx 58^\circ$  και  $\sigma_{\Sigma K} = \pm 1''$  είναι  $\sigma_A = \pm 1.2''$ .

Επειδή οι παρατηρήσεις που γίνονται σήμερα με τα σύγχρονα όργανα είναι πολλές και η επεξεργασία τους γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων στο αποτέλεσμα είναι ελαχιστοποιημένη η επίδραση των τυχαίων σφαλμάτων σκόπευσης. Το τελικό σφάλμα προσδιορισμού της μιας μέτρησης του αστρονομικού αζιμουθίου μιας επίγειας διεύθυνσης παρατήρησης εξαρτάται από το σφάλμα προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου του Πολικού αστέρα κάθε χρονική στιγμή, από το σφάλμα μέτρησης της αντίστοιχης οριζόντιας γωνίας και από τον αριθμό  $n$  των παρατηρήσεων. [Πανταζής Γ., 2002].

### 3.3 Όργανα

Ο εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για την πραγματοποίηση του προσδιορισμού του αστρονομικού αζιμουθίου  $A_A$  μίας επίγειας διεύθυνσης με σύγχρονα γεωδαιτικά όργανα είναι ο ακόλουθος :

- Ένας σύγχρονος ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός.
- Μπαταρίες.
- Κατάλληλοι στόχοι για την επισήμανση της επίγειας διεύθυνσης.
- Φακοί, απαραίτητοι για τις νυκτερινές παρατηρήσεις.
- Τρίποδες.

Ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός Leica TCR 303(φωτ. 2.1) χρησιμοποιήθηκε για τις αστρονομικές παρατηρήσεις.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του οργάνου που επιτρέπουν τη χρήση του για τέτοιου είδους μετρήσεις είναι:

- Είναι όργανο, με ατέρμονους κοχλίες.
- Η καταγραφή γίνεται στον σκληρό δίσκο του οργάνου, ενώ συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη βοήθεια εξόδου RS232. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας και μεταφοράς των δεδομένων από το όργανο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Το τηλεσκόπιο του φωτίζεται ώστε να επιτρέπεται η σκόπευση των αστερών τη νύχτα μέσω ειδικού σταυρονήματος.
- Απαραίτητο παρελκόμενο για την πραγματοποίηση των μετρήσεων είναι το αγκωνοειδές προσοφθάλμιο που προσαρμόζεται στο τηλεσκόπιο του οργάνου.
- Η ακρίβεια μέτρησης των οριζοντίων και κατακόρυφων γωνιών είναι  $\pm 10^{\text{cc}}$ .
- Έχει δυνατότητα ηλεκτρονικής οριζοντίωσης και αυτόματης διόρθωσης των τιμών των μετρούμενων γωνιακών μεγεθών, αν υπάρχει σφάλμα.
- Είναι δυνατός ο ρυθμιζόμενος φωτισμός τόσο του τηλεσκοπίου όσο και της οθόνης του, με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση και κατά τη διάρκεια της νύκτας.
- Έχει δυνατότητα καταγραφής του παγκόσμιου χρόνου UTC με ακρίβεια δευτερολέπτου χρόνου (sec).

### 3.4 Προσδιορισμός Αστρονομικού Αζιμουθίου στο Άργος

Στο ναό του Αγίου Κωνσταντίνου η διεύθυνση που επιλέχθηκε για τον προσδιορισμό του αστρονομικού αζιμουθίου είναι η  $\Sigma_1 - \Sigma_2$ .

Συγκεκριμένα, για τις σκοπεύσεις στον Πολικό Αστέρα, το όργανο τοποθετήθηκε στη στάση  $\Sigma_1$  και ο μηδενισμός έγινε στη  $\Sigma_2$ . Πραγματοποιήθηκε ένα σετ των ογδόντα μετρήσεων. Η επίλυση έγινε με το πρόγραμμα Azimuthio.exe [Νικολίτσας, 2004]. Το αστρονομικό αζιμούθιο που προέκυψε είναι  $A_{\Sigma_1-\Sigma_2} = 300.0051 \pm 3^{\text{cc}}$ . Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα στοιχειά εισόδου για την επίλυση καθώς και τα τελικά αποτελέσματα.

Σημείο Παρατήρησης	Σ1
Σημείο Μηδενισμού	Σ2
Γωνία Μηδενισμού (g)	399.9997
Σφάλμα Μηδενισμού (cc)	2.62
Γεωγραφικό Πλάτος Φ	37° 37' 44"
Γεωγραφικό Μήκος Λ	22° 43' 41.3"
(00hUT) 16/11/2006	3h 39min 42.859sec
Ορθές Αναφορές (α)	
15/11 2006	2h 40min 38.501sec
16/11 2006	2h 40min 38.329sec
17/11 2006	2h 40min 38.219sec
Αποκλίσεις (δ)	
16/11/2006	89° 17' 49.97"
17/11/2006	89° 17' 50.294"
Μέσος όρος Αστρον. Αζιμουθίου Σ1-Σ2(g)	300.0051
Τελικό σφάλμα (cc)	3
Αριθμός σκοπεύσεων	32

*Πίνακας 3.1 : Στοιχεία επίλυσης Πολικού Αστέρη στο Άργος.*

### 3.5 Προσδιορισμός Αστρονομικού Αζιμουθίου στο Ναύπλιο

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και στο Ναύπλιο. Σ' αυτή την περίπτωση επειδή τα δυο τεμένη βρίσκονται σε απόσταση 200 περίπου μέτρων έγινε προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου σε μία μόνο διεύθυνση που συνδέθηκε με το πολυγωνομετρικό δίκτυο και των δυο μνημείων. Η διεύθυνση που προσανατολίστηκε αστρονομικά είναι η Σ<sub>7</sub> – Σ<sub>8</sub> αφού το όργανο είχε τοποθετηθεί στη στάση Σ<sub>7</sub> και ο μηδενισμός έγινε στη στάση Σ<sub>8</sub>.

Το αστρονομικό αζιμούθιο που προέκυψε από τις μετρήσεις είναι  $A_{\Sigma_7-\Sigma_8}=122.9632 \pm 9^{\circ}$ . Ο πίνακας 3.2 παρουσιάζει τα στοιχεία εισόδου και τα αποτελέσματα για το Ναύπλιο:

Σημείο Παρατήρησης	Σ7
Σημείο Μηδενισμού	Σ8
Γωνία Μηδενισμού (g)	399.99932
Σφάλμα Μηδενισμού (cc)	8.74
Γεωγραφικό Πλάτος Φ	37° 33' 59.4"

Γεωγραφικό Μήκος $\Lambda$ (00hUT) 16/11/2006	22° 47' 46.5"	3h 39min 42.859sec
Ορθές Αναφορές ( $\alpha$ )		
15/11 2006		2h 40min 38.501sec
16/11 2006		2h 40min 38.329sec
17/11 2006		2h 40min 38.219sec
Αποκλίσεις ( $\delta$ )		
16/11/2006	89° 17' 49.97"	
17/11/2006	89° 17' 50.294"	
Μέσος όρος Αστρον. Αζιμουθίου Σ7-Σ8(g)		122.9632
Τελικό σφάλμα (cc)		9
Αριθμός σκοπεύσεων		35

*Πίνακας 3.2 : Στοιχεία επίλυσης Πολικού Αστέρα στο Ναύπλιο.*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΑΞΟΝΑ

#### 4.1 Γενικά

Για τη μελέτη του προσανατολισμού των τεμενών είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του βασικού κατά μήκος άξονα αυτών.

Ο βασικός κατά μήκος άξονας προκύπτει από την κατάλληλη προσαρμογή ορισμένων χαρακτηριστικών σημείων του τεμένους όπως : μέσα ανοιγμάτων παραθύρων ή εισόδων, σημεία τομής διαγωνίων, κέντρα τρούλων, κ.ά. Η επιλογή αυτών των σημείων πραγματοποιείται με χρήση των τελικών διαγραμμάτων της οριζόντιας τομής. Επομένως η διαδικασία αυτή ακολουθεί αυτή της αποτύπωσης των τεμενών και της δημιουργίας του ψηφιακού διαγράμματος της κάτοψης.

Στην περίπτωση που ο βασικός κατά μήκος άξονας του μνημείου προσδιορίζεται από δύο σημεία η γωνία διεύθυνσης προκύπτει από τον εξής τύπο:

$$\alpha_{1-2} = \arctan \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \quad (4.1)$$

και το αντίστοιχο σφάλμα του:

$$\sigma_{\alpha_{1-2}} = \pm \sigma_x \cdot \frac{\sqrt{2}}{S_{1-2}} \quad (4.2)$$

Όταν τα σημεία που χρησιμοποιούνται είναι περισσότερα από δυο τότε ο προσδιορισμός του βασικού άξονα γίνεται με την προσαρμογή της καλύτερης ευθείας που διέρχεται από αυτά τα σημεία

Αν έχουν επιλεγεί  $n$  σημεία, τότε θα προκύψουν  $n$  εξισώσεις παρατήρησης, που θα είναι της μορφής:

$$Y = aX + \beta \quad (\text{εξίσωση ευθείας}) \quad (4.3)$$

Από τις παραπάνω εξισώσεις θα προκύψει το σύστημα:

$$A_2^n \cdot X_1^2 = L_1^n \quad (4.4)$$

Όπου:

$$A_2^n = \begin{bmatrix} X_1 & 1 \\ X_2 & 1 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ X_n & 1 \end{bmatrix}, \quad X_1^2 = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}, \quad L_1^n = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix}$$

Η λύση του παραπάνω συστήματος δίνεται από τη σχέση:

$$X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot L \quad (4.5)$$

Το a posteriori σφάλμα της προσαρμογής είναι:

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{[uu]}{n-m}} \quad (4.6)$$

Όπου:

m είναι ο αριθμός των ανεξάρτητων καθοριστικών παραμέτρων και ισούται με 2.

n ο αριθμός των εξισώσεων και

uu το άθροισμα των υπολοίπων των συντεταγμένων από την καλύτερη ευθεία

Τέλος ο a posteriori πίνακας μεταβλητότητας – συμμεταβλητότητας δίνεται από τη σχέση:

$$V_X = \sigma_0^2 \cdot (A^T \cdot A)^{-1} \quad (4.7)$$

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει τα τυπικά σφάλματα των συντελεστών της καλύτερης ευθείας α και β.

Ισχύει:

$$\phi = \tan^{-1}(a), \text{ σε ακτίνια} \quad (4.8)$$

$$A = (90^\circ - \phi), \text{ σε μοίρες} \quad (4.9)$$

$$\sigma_A = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial a} \cdot \sigma_a\right)^2} = \left|\frac{\partial A}{\partial a} \cdot \sigma_a\right| = \left|\frac{1}{1+a^2} \cdot \sigma_a\right| \quad (4.10)$$

Έτσι υπολογίζεται το αζιμούθιο της καλύτερης ευθείας καθώς και το σφάλμα του αζιμουθίου.



## 4.2 Προσδιορισμός βασικού άξονα του Ιερού ναού Αγίου Κωνσταντίνου

Για τον προσδιορισμό του βασικού κατά μήκος άξονα του ναού του Αγίου Κωνσταντίνου επελέγησαν επτά σημεία που θεωρήθηκε ότι ανήκουν στον βασικό άξονα. Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες όλων των σημείων που αρχικά επελέγησαν.

A/A	X(m)	Y(m)
1	482.366	514.018
2	478.066	519.730
3	476.166	522.281
4	475.409	523.335
5	474.626	524.334
6	478.084	519.718
7	474.238	524.860

Πίνακας 4.1 : Συντεταγμένες αρχικών σημείων

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζεται η κάτοψη του μνημείου και οι θέσεις των σημείων που επιλέγησαν.

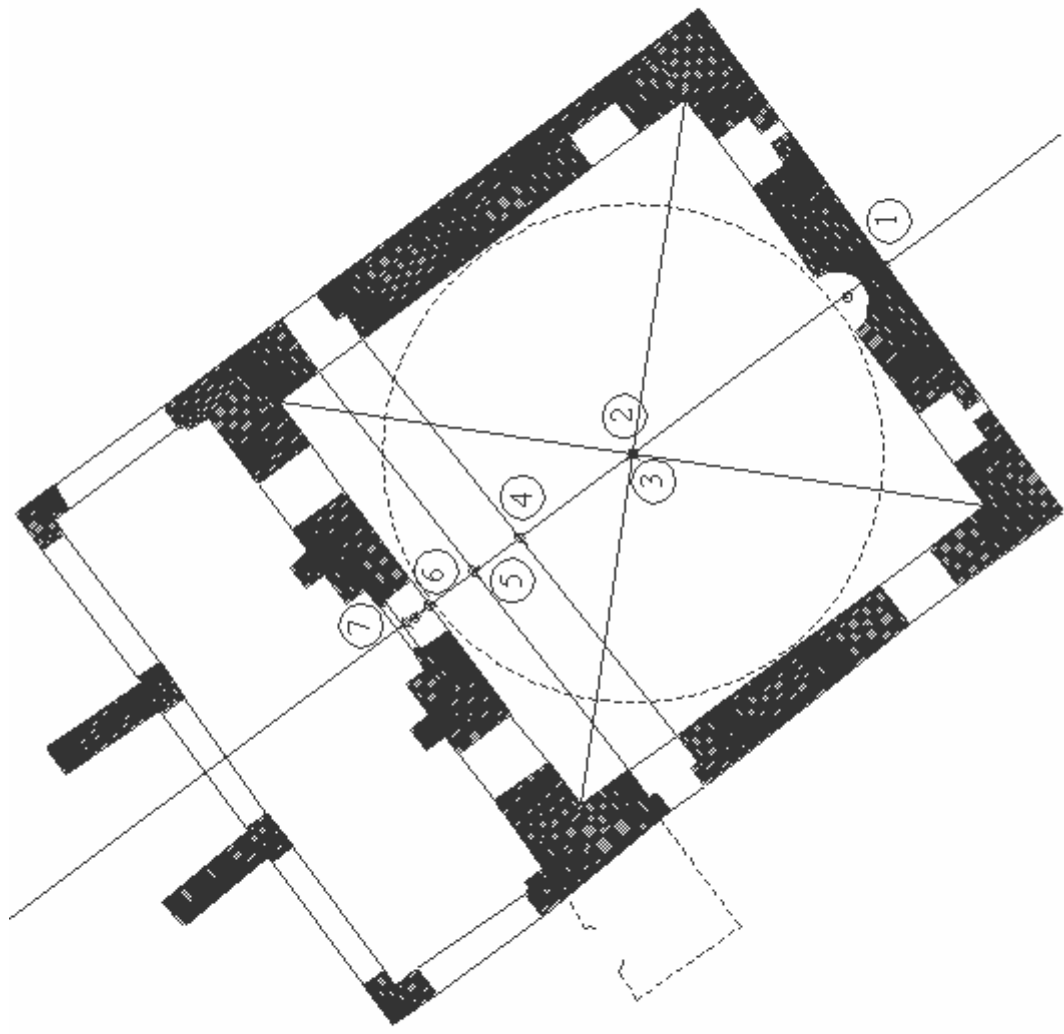
Στην συνέχεια, ακολούθησε η προσαρμογή της καλύτερης ευθείας που διέρχεται από τα παραπάνω σημεία. Εφαρμόζοντας την προηγούμενη διαδικασία παρατηρήθηκε πως κάποια από τα σημεία θα έπρεπε να αφαιρεθούν από την επίλυση, επειδή οι θέσεις τους απέχουν μεγαλύτερη απόσταση από την καλύτερη ευθεία. Το συμπέρασμα αυτό προήλθε μελετώντας τον πίνακα των υπολοίπων.

Τελικά επιλέχθηκαν 6 σημεία από τα οποία έγινε ο υπολογισμός του αζιμουθίου τα οποία είναι (σχήμα 4.1):

- Το μέσο της νότιας πλευράς του ναού
- Τα μέσα των ευθειών που ενώνουν τα 2 παράθυρα
- Το μέσο του εσωτερικού ανοίγματος της πόρτας
- Το μέσο του εξωτερικού ανοίγματος της πόρτας
- Το κέντρο του τρούλου

Το αστρονομικό αζιμούθιο του βασικού άξονα του ιερού ναού του Αγίου Κωνσταντίνου προέκυψε :

$$A_{\text{ΑΓ.ΚΩΝ}}=159.07^{\text{grad}} \pm 6.7^{\text{c}}$$



Σχήμα 4.1 : Πιθανά σημεία του άξονα του Αγίου Κωνσταντίνου

### 4.3 Προσδιορισμός βασικού άξονα του ‘Τριανόν’

Αντίστοιχη ήταν και η διαδικασία που ακολουθήθηκε και για το Τριανόν, το πρώτο τέμενος του Ναυπλίου. Συνολικά επελέγησαν 5 σημεία για τον υπολογισμό του βασικού άξονα του τεμένους οι συντεταγμένες των οποίων παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.

A/A	X(m)	Y(m)
1	574.787	461.624
2	561.357	476.800
3	561.116	477.071
4	574.463	462.115
5	569.491	467.652

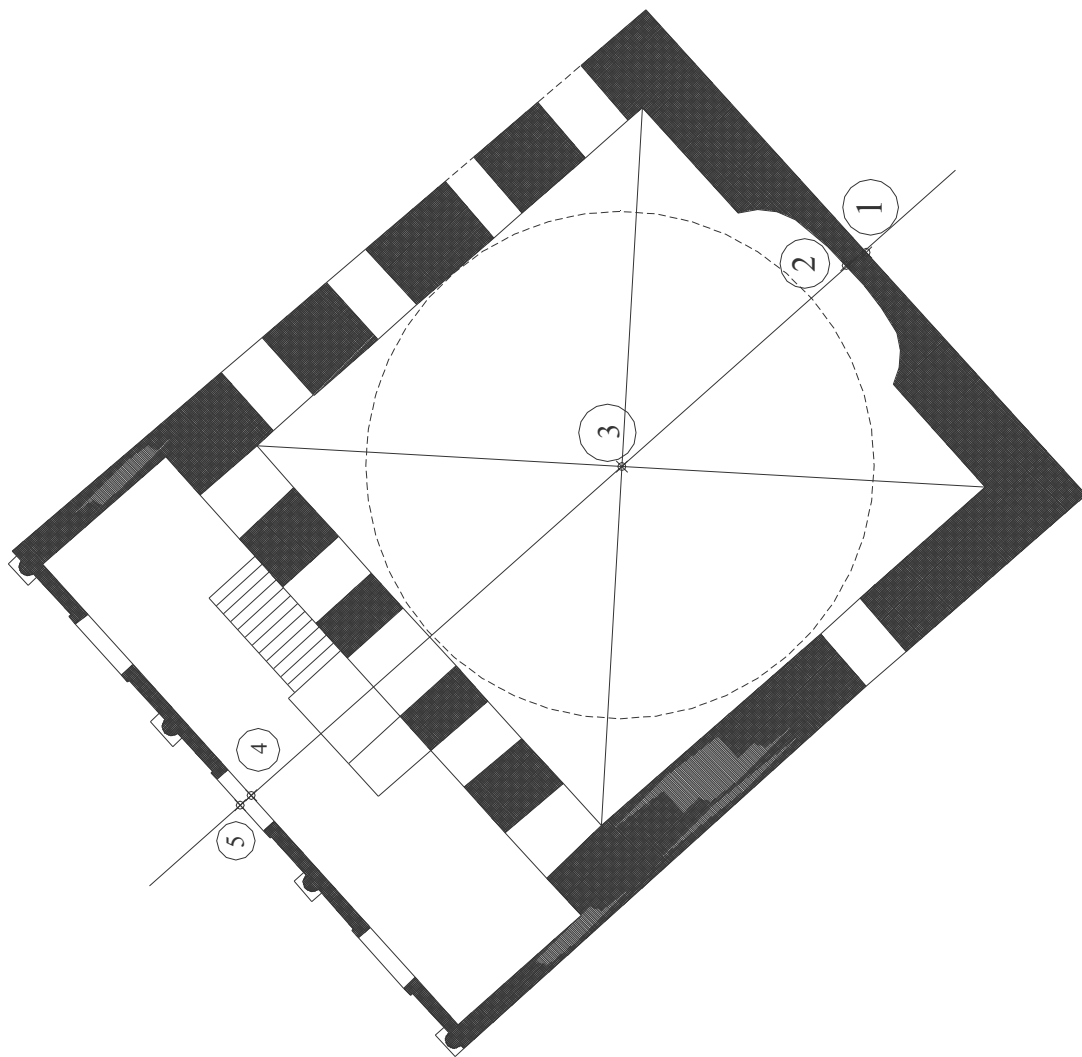
*Πίνακας 4.2 : Συντεταγμένες αρχικών σημείων*

Μετά από την διαδικασία της προσαρμογής της καλύτερης ευθείας και αφού μελετήθηκε ο πίνακας των υπολοίπων χρειάστηκε να αφαιρεθεί ένα σημείο ώστε να προκύψει ο άξονας του τεμένους. Τα τελικά σημεία είναι τα εξής (σχήμα 4.2) :

- Το μέσο του εσωτερικού ανοίγματος πόρτας
- Το μέσο του εξωτερικού ανοίγματος πόρτας
- Το μέσο του μεχράπ
- Το κέντρο των διαγώνιων της κυρίας αίθουσας

Το αστρονομικό αζιμούθιο του βασικού άξονα του τεμένους Τριανόν είναι :

$$A_{\text{ΤΡΙΑ}} = 153.64^{\text{grad}} \pm 4.9^{\circ}$$



Σχήμα 4.2 : Πιθανά σημεία του άξονα του Τριανόν

#### 4.4 Προσδιορισμός του βασικού άξονα στο Βουλευτικό

Το δεύτερο τέμενος του Ναυπλίου του οποίου μελετήθηκε ο προσανατολισμός ήταν το Βουλευτικό. Σύμφωνα με την ίδια διαδικασία αρχικά ορίστηκαν 6 σημεία που ήταν πιθανό να ανήκουν στον βασικό, κατά μήκος , άξονα του τεμένους. Οι συντεταγμένες των 6 αυτών σημείων παρατίθενται στον πίνακα 4.3:

A/A	X(m)	Y(m)
1	466.603	460.607
2	466.424	460.828
3	467.550	459.519
4	478.829	446.660
5	479.411	446.065
6	474.258	451.843

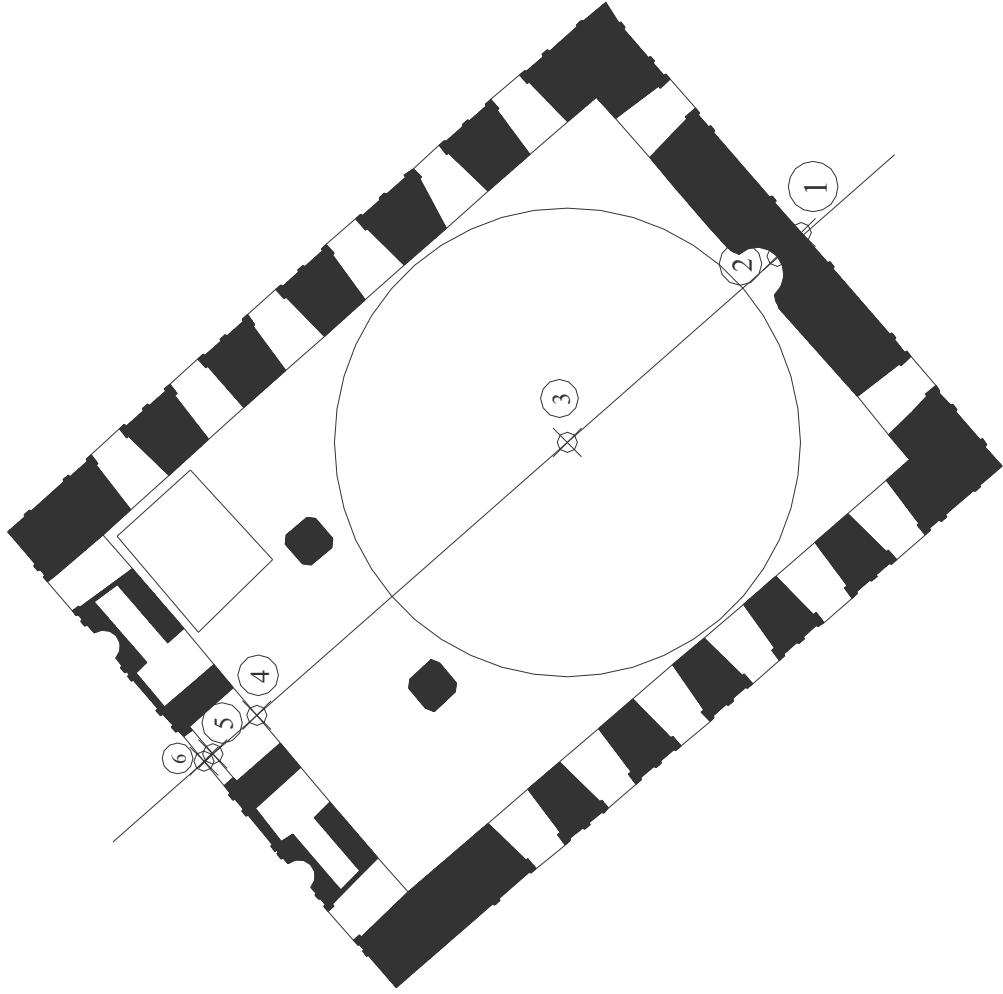
Πίνακας 4.3 : Συντεταγμένες αρχικών σημείων

Μετά την προσαρμογή της καλύτερης ευθείας και τον έλεγχο του πίνακα των υπολοίπων παρατηρήθηκε ότι ένα σημείο απέχει αρκετά από τον βασικό άξονα οπότε πραγματοποιήθηκε και δεύτερη επίλυση για να καταλήξουμε στα τελικά σημεία από τα οποία προέκυψε ο βασικός κατά μήκος άξονας και είναι τα εξής (σχήμα 4.3):

- το μέσο του εσωτερικού ανοίγματος πόρτας
- το μέσο του εξωτερικού ανοίγματος πόρτας
- το μέσο του εσωτερικού ανοίγματος
- το μέσο του μεχράπ
- το μέσο της νότιας πλευράς

Όπως προέκυψε , λοιπόν , το αζιμούθιο του βασικού άξονα του Βουλευτικού είναι:

$$A_{\text{ΒΟΥΛ}} = 154.11^{\text{grad}} \pm 6.1^{\text{c}}$$



Σχήμα 4.3 : Πιθανά σημεία του άξονα του Βουλευτικό

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΕΜΕΝΩΝ

#### 5.1 Υπολογισμός αζιμουθίου Άργους – Μέκκας και Ναυπλίου – Μέκκας

Είναι γνωστό ότι ο υπολογισμός ελλειψοειδών συντεταγμένων στην κλασική Γεωδαισία γίνεται με τη μέθοδο της Γεωδαιτικής Μεταφοράς, που αποτελεί προέκταση του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος της Τοπογραφίας.

Με τη γεωδαιτική μεταφορά υπολογίζονται οι συντεταγμένες του σημείου 2 ( $\varphi_2, \lambda_2$ ) και το γεωδαιτικό αζιμούθιο  $A_{21}$  της πλευράς  $S_{21}$ , όταν δίνονται οι ελλειψοειδείς συντεταγμένες του σημείου 1 ( $\varphi_1, \lambda_1$ ), η πλευρά  $S_{12}$  και το αζιμούθιο  $A_{12}$  της πλευράς  $S_{12}$  (συνορθωμένα και στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς αναφοράς). Μ' αυτή τη διατύπωση το πρόβλημα λέγεται ευθύ.

Το αντίστροφο πρόβλημα στη γεωδαιτική μεταφορά υπολογίζει το μήκος της πλευράς  $S_{12}$  και τα αζιμούθια  $A_{12}$  και  $A_{21}$ , όταν δίνονται οι ελλειψοειδείς γεωδαιτικές συντεταγμένες των σημείων 1 ( $\varphi_1, \lambda_1$ ) και 2 ( $\varphi_2, \lambda_2$ ).

Για αποστάσεις μέχρι 100 km υπάρχουν πολλοί τύποι που επιλύουν το πρόβλημα με ικανοποιητική ακρίβεια, αλλά οι πιο συνηθισμένοι είναι οι τύποι του Puissant.

Για αποστάσεις από 100 μέχρι 800 km, χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή και μπορεί να επιλέξει κανείς τους ακριβείς τύπους του Clarke ή τους προσεγγιστικούς τύπους του Lilly, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για μεγαλύτερες πλευρές στο ευθύ πρόβλημα.

Για μεγαλύτερες από 800 km αποστάσεις η επίλυση γίνεται συνήθως με καρτεσιανές συντεταγμένες.

Το αντίστροφο πρόβλημα χρειάζεται περισσότερη προσοχή για αποστάσεις από 200 – 1000 km και μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι τύποι του Cunningham ή καλύτερα τους τύπους του Robbins.

Οι τύποι του Vicenty δίνουν επίσης πολύ καλή ακρίβεια για κάθε μήκος, τόσο στο ευθύ όσο και στο αντίστροφο πρόβλημα. Η ακρίβεια που πρέπει να δίνουν οι υπολογισμοί πρέπει να είναι καλύτερη από εκείνη των δεδομένων ή των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που

χρησιμοποιούνται. [Βέης Γ., Μπιλλήρης Χ., Παπαζήση Κ., 1995].

Ο υπολογισμός των γεωδαιτικών αζιμουθίων των διευθύνσεων Άργους – Μέκκα, Άργους – Ιερουσαλήμ και Ναυπλίου – Μέκκα Ναυπλίου – Ιερουσαλήμ είναι απαραίτητος προκθμένου να διαπυστωθεί αν ο προσανατολισμός των μνημείων έγινε σε αυτές τις διευθύνσεις.

Πρόκειται για ένα αντίστροφο πρόβλημα γεωδαιτικής μεταφοράς. Η λύση του θα οδηγήσει στον προσδιορισμό των γεωδαιτικών αζιμουθίων.

Για το προσδιορισμό των γεωδαιτικών αζιμουθίων των πλευρών χρησιμοποιούνται οι τύποι του **Vicenty**. Για το ευθύ πρόβλημα η διαδικασία είναι:

$$\tan \nu_1 = (1 - f) \tan \phi_1 \quad (5.1)$$

$$\tan \sigma_1 = \tan \nu_1 / \cos \alpha_1 \quad (5.2)$$

$$\sin \alpha' = \cos \nu_1 \sin \alpha_1 \quad (5.3)$$

$$u^2 = \cos^2 \alpha' (a^2 - b^2) / b^2 \quad (5.4)$$

$$K = 1 + \frac{u^2}{256} [64 + u^2(-12 + 5u^2)] \quad (5.5)$$

$$M = \frac{u^2}{512} [128 + u^2(-64 + 37u^2)] \quad (5.6)$$

$$\Delta\sigma = M \sin \sigma \left[ \cos 2\sigma_m + \frac{1}{4} M \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2 2\sigma_m) \right] \quad (5.7)$$

όπου:  $2\sigma_m = 2\sigma_1 + \sigma \quad (5.8)$

$$\sigma = \frac{S}{bK} + \Delta\sigma \quad (5.9)$$

Οι τύποι (5.8), (5.9) και (5.10) επαναλαμβάνονται μέχρις ότου να υπάρξει αμελητέα αλλαγή στο υπολογισμό του  $\sigma$ . Ως πρώτη προσέγγιση θεωρείται ο πρώτος όρος της (5.10). Τότε:

$$\tan \phi_2 = \frac{\sin \nu_1 \cos \sigma + \cos \nu_1 \sin \sigma \cos \alpha_1}{(1 - f) [\sin^2 \alpha' + (\sin \nu_1 \sin \sigma - \cos \nu_1 \cos \sigma \cos \alpha_1)^2]^{1/2}} \quad (5.10)$$



$$\tan \Delta\lambda' = \frac{\sin \sigma \sin \alpha_1}{\cos \nu_1 \cos \sigma - \sin \nu_1 \sin \sigma \cos \alpha_1} \quad (5.11)$$

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha' [4 + f(4 - 3 \cos^2 \alpha')] \quad (5.12)$$

$$\Delta\lambda = \Delta\lambda' - (1 - C)f \sin \alpha' [\sigma + C \sin \sigma [\cos 2\sigma_m + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2 2\sigma_m)]] \quad (5.13)$$

και

$$\tan \alpha_2 = \frac{\sin \alpha'}{-\sin \nu_1 \sin \sigma + \cos \nu_1 \cos \sigma \cos \alpha_1} \quad (5.14)$$

όπου:

$\sigma_1$ : τόξο πάνω στη σφαίρα από Ισημερινό μέχρι  $P_1$

$\sigma$ : τόξο πάνω στη σφαίρα από  $P_1$  μέχρι  $P_2$

$A_{\text{ισημ}}$ : αζιμούθιο της γεωδαισιακής γραμμής στον Ισημερινό

$S$ : μήκος γεωδαισιακής γραμμής στον Ισημερινό

$\alpha_1$ : αζιμούθιο  $A_{12}$

$\alpha_2$ : αζιμούθιο  $A_{21}$

$a, b, f$ : μέγιστος, μικρός ημιάξονας και επιπλάτυνση ελλειψοειδούς

$\Delta\lambda'$ : διαφορά στο μήκος σε μια βοηθητική σφαίρα

Η διαδικασία που ακολουθείται για το αντίστροφο πρόβλημα είναι:

$$\Delta\lambda' = \Delta\lambda \quad (\text{Πρώτη προσέγγιση}) \quad (5.15)$$

$$\tan \nu_2 = (1 - f) \tan \phi_2 \quad (5.16)$$

$$\sin^2 \sigma = (\cos \nu_2 \sin \Delta\lambda')^2 + (\cos \nu_1 \sin \nu_2 - \sin \nu_1 \cos \nu_2 \cos \Delta\lambda')^2 \quad (5.17)$$

$$\cos \sigma = \sin \nu_1 \sin \nu_2 + \cos \nu_1 \cos \nu_2 \cos \Delta\lambda' \quad (5.18)$$

$$\tan \sigma = \sin \sigma / \cos \sigma \quad (5.19)$$

$$\sin \alpha' = \cos \nu_1 \cos \nu_2 \sin \Delta\lambda' / \sin \sigma \quad (5.20)$$

$$\cos 2\sigma_m = \cos \sigma - 2 \sin \nu_1 \sin \nu_2 / \cos^2 \alpha' \quad (5.21)$$

όπου το  $\Delta\lambda'$  προκύπτει από τις σχέσεις (5.12) και (5.13). Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται από την σχέση (5.17), μέχρις ότου η

διαφορά στο  $\Delta\lambda'$  να γίνει αμελητέα. Στη συνέχεια:

$$S = b \cdot K \cdot (\sigma - \Delta\sigma) \quad (5.22)$$

όπου το  $\Delta\sigma$  υπολογίζεται από τις σχέσεις (5.6), (5.7) και (5.8) και

$$\tan \alpha_1 = \frac{\cos \nu_2 \sin \Delta\lambda'}{\cos \nu_1 \sin \nu_2 + \sin \nu_1 \cos \nu_2 \cos \Delta\lambda'} \quad (5.23)$$

και

$$\tan \alpha_2 = \frac{\cos \nu_1 \sin \Delta\lambda'}{-\sin \nu_1 \cos \nu_2 + \cos \nu_1 \sin \nu_2 \cos \Delta\lambda'} \quad (5.24)$$

Το αντίστροφο πρόβλημα μπορεί να μην οδηγήσει σε λύση με τους τύπους αυτούς όταν τα δύο σημεία είναι αντίποδα ( $\Delta\lambda = 180^\circ$ ). Αυτό θα συμβεί όταν το  $\Delta\lambda'$ , όπως υπολογίζεται από τη σχέση (5.14), είναι μεγαλύτερο από τις  $180^\circ$  σε απόλυτη τιμή. [Βέης Γ., Μπιλλήρης Χ., Παπαζήση Κ., 1995].

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό του αντίστοιχου αστρονομικού αζιμουθίου εφαρμόζεται η εξίσωση Laplace, η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$A_G = A_A - \eta \tan \phi - (\xi \sin A - \eta \cos A) \tan \nu = A_A + \gamma_1 + \gamma_2 \quad (5.25)$$

όπου:

$A_G$ , το γεωδαιτικό αζιμούθιο

$A_A$ , το αστρονομικό αζιμούθιο

$\eta, \xi$ , οι συνιστώσες της απόκλισης της κατακόρυφου

$\nu$ , η γωνία ύψους

$\phi$ , το γεωδαιτικό πλάτος του τόπου

Ο πρώτος όρος  $\gamma_1$  της διόρθωσης, που λέγεται και διόρθωση Laplace, είναι σταθερός για κάθε στάση του οργάνου, ενώ ο δεύτερος,  $\gamma_2$  εξαρτάται από τη διεύθυνση του σημείου που σκοπεύεται. Επειδή οι διευθύνσεις και οι γωνίες μετρούνται στη Φ.Γ.Ε., όπου τα θεοδόλιχα οριζοντιώνονται σύμφωνα με την κατακόρυφο που διέρχεται από το σημείο και όχι προς την κάθετο στο ελλειψοειδές η αναγωγή  $\gamma_2$  που γίνεται, οφείλεται στην απόκλιση της κατακόρυφου. Ο  $\gamma_1$  είναι της τάξης της απόκλισης της κατακόρυφου δηλαδή μέχρι μερικές δεκάδες δευτερόλεπτα, ενώ ο  $\gamma_2$  είναι πολύ μικρότερος, της τάξης του  $1''$ , επειδή πολλαπλασιάζεται με την εφαπτομένη της κατακόρυφης γωνίας, που για

μεγάλες αποστάσεις είναι συνήθως μικρή και μόνο σε ακραίες περιπτώσεις ( $\theta=60''$  και  $\nu=3^\circ$ ) φθάνει τα  $3''$ . [Βέης Γ., Μπιλλήρης Χ., Παπαζήση Κ., 1995].

Στη συγκεκριμένη περίπτωση επειδή η ακρίβεια υπολογισμού του αστρονομικού αζιμουθίου των τεμενών είναι μερικά  $c$  δεν έχει νόημα να υπολογιστεί διόρθωση μεταξύ γεωδαιτικού και αστρονομικού αζιμουθίου που είναι μερικά δευτερόλεπτα ( $1^\circ = 1'.8$ ). Έτσι χρησιμοποιήθηκαν στην σύγκριση τα γεωδαιτικά αζιμούθια των ζητούμενων διευθύνσεων.

Η επεξεργασία έγινε με κατάλληλο πρόγραμμα GEOMET.EXE και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

<b>ΑΠΟ</b>	<b>ΠΡΟΣ</b>	<b><math>A_A</math> (g)</b>	<b>ΜΗΚΟΣ (m)</b>
ΑΡΓΟΣ	ΜΕΚΚΑ	147.47	2435771
ΑΡΓΟΣ	ΙΕΡΟΥΣΑΛΗΜ	128.75	
ΝΑΥΠΛΙΟ	ΜΕΚΚΑ	147.49	2426654
ΝΑΥΠΛΙΟ	ΙΕΡΟΥΣΑΛΗΜ	128.62	

*Πίνακας 5.1 : Γεωδαιτικά αζιμούθια*

## 5.2 Σύγκριση

Ο σκοπός λοιπόν της συγκεκριμένης διπλωματικής είναι η διερεύνηση του προσανατολισμού των μουσουλμανικών τεμενών το οποίο επιτυγχάνεται με τη σύγκριση του αστρονομικού αζιμουθίου του βασικού άξονα του κάθε τεμένους με αυτά που υπολογίστηκαν παραπάνω. Η σύγκριση αυτή φαίνεται στους πίνακες 5.2 και 5.3.

	<b>Αζιμούθιο</b>
<b>Άξονας Ιερού Ναού Αγίου Κωνσταντίνου</b>	<b>159.07</b>
<b>Διεύθυνση Άργους – Μέκκας</b>	<b>147.47</b>
<b>Διεύθυνση Άργους – Ιερουσαλήμ</b>	<b>128.75</b>

*Πίνακας 5.2 : Σύγκριση αστρονομικών για τον Άγιο Κωνσταντίνο*

	<b>Αζιμούθιο</b>
<b>Άξονας Τριανού</b>	<b>153.64</b>
<b>Άξονας Βουλευτικού</b>	<b>154.11</b>
<b>Διεύθυνση Ναυπλίου – Μέκκας</b>	<b>147.49</b>
<b>Διεύθυνση Ναυπλίου – Ιερουσαλήμ</b>	<b>128.62</b>

*Πίνακας 5.3 : Σύγκριση αστρονομικών αζιμουθίων για το Τριανόν και το Βουλευτικό*

Είναι φανερό από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους πίνακες ότι ούτε ο Άγιος Κωνσταντίνος αλλά ούτε και τα τεμένη του Ναυπλίου , Τριανόν και Βουλευτικό , έχουν συγκεκριμένο προσανατολισμό είτε στη Μέκκα είτε στην Ιερουσαλήμ.

Τα δυο τεμένη του Ναυπλίου βρίσκονται πιο κοντά στη διεύθυνση Ναύπλιο – Μέκκα, απέχουν περίπου 7<sup>s</sup> και επίσης έχουν σχεδόν τον ίδιο προσανατολισμό (διαφέρει 46<sup>o</sup>).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

#### 6.1 Συμπεράσματα

Οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στην διπλωματική αυτή εργασία είχαν ως αποτέλεσμα:

- την ορθή και πλήρη γεωμετρική αποτύπωση των μουσουλμανικών τεμενών του Αγίου Κωνσταντίνου στο Άργος και του Βουλευτικού και Τριανόν στο Ναύπλιο.
- Παρήχθησαν τα σχέδια της οριζόντιας τομής (κάτοψης) και των τριών τεμενών με ακρίβεια κλίμακας 1:50 καθώς και η οριζοντιογραφία του περιβάλλοντος χώρου γύρω από τα τεμένη και επομένως υπάρχει η δυνατότητα άντλησης πληροφορίας μέσα από αυτά για οποιοδήποτε γεωμετρικό στοιχείο ή άλλη πληροφορία αφορά τα τεμένη αυτά.
- Προσδιορίστηκε ο προσανατολισμός των παραπάνω τεμενών με χρήση αστρογεωδαιτικής μεθόδου με παρατηρήσεις στον Πολικό Αστέρα.
- Πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του βασικού κατά μήκος άξονα των τεμενών και το αστρονομικό αζιμούθιό του.
  - Άγιος Κωνσταντίνος :  $159.07g \pm 6.7^\circ$
  - Τριανόν :  $153.64 \pm 4.9^\circ$
  - Βουλευτικό :  $154.11 \pm 6.1^\circ$
- Η μέθοδος προσδιορισμού Υψομετρικών Διαφορών της ΤΡ.Υ.Α. κρίνεται ευέλικτη και γρήγορη. Μπορεί να δώσει λύση σε υψομετρικούς προσδιορισμούς χωρίς να απαιτείται επιπλέον εξοπλισμός (χωροβάτες, σταδίες κλπ.). Επειδή σήμερα πλέον η πλειοψηφία των γεωδαιτικών σταθμών διαθέτουν την τεχνολογία reflectorless είναι μια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα οπουδήποτε μεταξύ προσιτών και απρόσιτων σημείων και να δώσει ορθά αποτελέσματα.
- Η χρήση των οργάνων που μετρούν μήκη χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (reflectorless) είναι απαραίτητη για τέτοιου είδους αποτυπώσεις. Διευκολύνουν τον ορισμό των απρόσιτων σημείων και επιταχύνεται ορθά η διαδικασία αποτύπωσης.

- Ο προσδιορισμός του αστρονομικού αζιμουθίου μιας διεύθυνσης είναι χρήσιμος ακόμη και απλά για τον ορθό προσανατολισμό ενός τοπογραφικού διαγράμματος. Η διαδικασία της μεθόδου της ωριαίας γωνίας κρίνεται εύκολη στην εφαρμογή της αφού το μόνο που χρειάζεται είναι η καταγραφή του χρόνου τη στιγμή της κάθε παρατήρησης. Οι σύγχρονοι γεωδαιτικοί σταθμοί διαθέτουν αυτή την ιδιότητα. Επίσης ο συγχρονισμός του οργάνου με τον παγκόσμιο χρόνο UTC δεν απαιτείται με μεγάλη ακρίβεια έτσι ώστε αρκεί να γίνει με το αντί του παρατηρητή χειροκίνητα με ακρίβεια της τάξης του δευτερολέπτου χρόνου.[Λάμπρου Ε.,2008]

Χρησιμοποιώντας ως δεδομένα το ψηφιακό προσανατολισμένο διάγραμμα της κάτοψης των τεμενών , το γεωμετρικό προσδιορισμό του βασικού κατά μήκος άξονα των τεμενών , το αστρονομικό αζιμούθιο του βασικού άξονα αλλά και τα γεωδαιτικά πλάτη και μήκη (φ,λ) των τεμενών μπορεί να προσδιοριστεί ο αστρονομικός προσανατολισμός του τεμένους.

Λαμβάνοντας υπ' όψη όλα τα ιστορικά στοιχεία και στοιχεία σχετικά με τη θρησκεία των μουσουλμάνων και την παράδοση σχετικά με το προσανατολισμό των τεμενών τους, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του αζιμουθίου μεταξύ Άργους – Μέκκας, Ναυπλίου – Μέκκας και Άργους – Ιερουσαλήμ και Ναυπλίου – Ιερουσαλήμ και δεδομένου ότι η Μέκκα και η Ιερουσαλήμ αποτελούν τους θρησκευτικούς τόπους λατρείας και προσανατολισμού για τους Μωαμεθανούς.

Τελικά προέκυψαν τα παρακάτω:

- ✓ Ο Ιερός ναός του Αγίου Κωνσταντίνου και τα τεμένη του Ναυπλίου παρουσιάζουν διαφορετικό προσανατολισμό.
- ✓ Τα τεμένη του Ναυπλίου παρουσιάζουν κοινό προσανατολισμό.
- ✓ Κανένα από τα μνημεία που μελετήθηκαν δεν είναι προσανατολισμένα ικανοποιητικά προς τη Μέκκα ή την Ιερουσαλήμ.

## 6.2 Προτάσεις

Προτείνεται λοιπόν η εφαρμογή της παραπάνω διαδικασίας και μεθοδολογίας και στα υπόλοιπα τεμμένα του Ελλαδικού χώρου με στόχο την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων που θα περιλαμβάνει στοιχεία για τα παραπάνω τεμμένα όπως :

- Τη γεωμετρική τεκμηρίωση του μνημείου με τα ακριβή γεωμετρικά χαρακτηριστικά του.
- Τη θέση του μνημείου στον χώρο σε ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς (κρατικό σύστημα αναφοράς, για την Ελλάδα το ΕΓΣΑ'87)
- Τον ακριβή προσανατολισμό του.
- Την ερμηνεία του προσανατολισμού αυτού.
- Όλα τα ιστορικά στοιχεία που αφορούν στο μνημείο.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Abdali S. Kamal., *The correct Qibla*
2. Abdali S. Kamal., *Prayer schedules for North America, American Trust Publications, Indianapolis 1978*
3. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ., *Θεωρία Σφαλμάτων & Συνορθώσεις I*, Ε.Μ.Π., Τ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2000
4. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ., *Θεωρία Σφαλμάτων & Συνορθώσεις II*, Ε.Μ.Π., Τ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2003
5. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ., Μπαλοδήμος Δ.-Δ., *Εισαγωγή στη Γεωδαισία*, Ε.Μ.Π., Τ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2000
6. Αθανασόπουλος Δ., *Ο Προσανατολισμός του καθολικού της μονής Δαφνίου*, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα Οκτώβριος 2003
7. Προύτζος Θ., *Ο Προσανατολισμός των μουσουλμανικών τεμενών Καλουτσιανης και Βελη Πασα στα Ιωαννίνα*, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα Ιούνιος 2004
8. Μαυράκης Σ., *Ο Προσανατολισμός των μουσουλμανικών τεμενών Φετιγιε και Ασλαν Πασα στα Ιωαννίνα*, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα Ιούνιος 2004
9. Αραβαντινός Δ., *Περί των τζαμιών*, Εφημ. «*Ήπειρος*» αριθ. 1907 (73) 8 Αυγούστου 1924
10. Βέης Γ., Μπιλλήρης Χ., Παπαζήση Κ., *Ανώτερη Γεωδαισία*, Ε.Μ.Π., ΣΑΤΜ, Αθήνα 1995
11. Ζεγκίνης Ι., *Το Άργος δια μέσου των αιώνων*, ΑΘΗΝΑ 1996
12. Κουμανδοράκης Ο., *Γνωριμία με το Άργος, οδοί, πλατείες, προτομές...* ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4<sup>ου</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΑΡΓΟΥΣ, ΑΡΓΟΣ 1997
13. Στεφάνου Ι., *Ναύπλιο, Σημειολογική διεύρυνση του χαρακτήρα της ιστορικής πόλης*, ΑΘΗΝΑ 1977
14. Cook M., Crone P., *Hagarism: The making of the Islamic world*
15. King D.A., *Universal solutions in Islamic astronomy*
16. King D.A., *The sacred direction in Islam: A study of interaction of*



*religion and science in the middle ages*

17. King D.A., *The sacred direction in Islam: The case of Islam*, G.Britain 1993
18. Κορακίτης Ρ., *Σημειώσεις Γεωδαιτικής Αστρονομίας*, Ε.Μ.Π., ΣΑΤΜ, Αθήνα 2003
19. Κουλίδας Κ., *Τα μουσουλμανικά βακούφια της πόλεως των Ιωαννίνων (ιστορική μελέτη), μέρος Β'*
20. Κωνσταντινίδης Δ.Η., *Άρθρα επί θεμάτων αρχιτεκτονικής θρησκευτικών μνημείων – Τζαμίον ή Τέμενος, τρούλος-υαλογράφημα*
21. Λάμπρου Ε., *Ανάπτυξη Μεθοδολογίας Αστρογεωδαιτικών Προσδιορισμών με Ψηφιακά Γεωδαιτικά Όργανα, Διδακτορική Διατριβή*, Ε.Μ.Π., ΣΑΤΜ, Αθήνα Ιούνιος 2003
22. Lambrou E, Pantazis G, *Astronomical Azimuth determination by the hour Angle of Polaris using ordinary total station*. Survey Review vol 40,308. pp 164 – 172 Apr. 2008
23. Μακρής Γ.Ν., *Γεωμετρική τεκμηρίωση μνημείων, Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας*, Αθήνα 1991
24. Μπαλοδήμος Δ.-Δ., Σταθάς Δ., Αραμπατζή Ο., *Δίκτυα Αποτυπώσεις - Χαράξεις* Αθήνα 2000
25. Μπαλοδήμος Δ.-Δ., Σταθάς Δ., *Γεωδαιτικά Όργανα και Μέθοδοι μέτρησης γωνιών και μηκών*, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα 2002
26. Νικολίτσας Κ., *Προσδιορισμός αστρονομικού αζιμουθίου με χρήση σύγχρονων γεωδαιτικών οργάνων και αυτοματοποιημένη διαδικασία, Διπλωματική Εργασία*. Ε.Μ.Π., ΣΑΤΜ, Αθήνα 2004
27. Πανταζής Γ., *Διερεύνηση του προσανατολισμού μνημείων με γεωδαιτικές και αστρονομικές μεθόδους (Εφαρμογή στα Μετέωρα)*, Διδακτορική Διατριβή, Ε.Μ.Π., ΣΑΤΜ, Αθήνα Οκτώβριος 2002
28. Παραδείσης Δ., *Σημειώσεις δορυφορικής γεωδαισίας*, Αθήνα Νοέμβριος 2000
29. Saifullah M. S. M., *The Qiblah Of Early Mosques: Jerusalem Or Makkah?* Ιούλιος 2001
30. Σάρρος Δ., *Δημοσίευση στο Δελτίο Ιστορικής και Εθνολογικής*

*Εταιρείας (Δ.Ι.Ε.Ε. τ. Ε' , σ. 568) 1899/1900*

31. Σμύρης Γ., *Τα μουσουλμανικά τεμένη των Ιωαννίνων και η πολεοδομία της οθωμανικής πόλης, Ηπειρώτικα χρονικά, τόμος 34, Ιωάννινα 2000*

32. Wigoder Geoffrey., *The Encyclopedia of Judaism*

Διευθύνσεις στο διαδίκτυο

- <http://www.hermetic.com/sabazius/kiblah.htm#ret3>
- [http://www.netcomuk.co.uk/~magamiet/Royal\\_Holloway\\_khutbahs/Qiblah.htm](http://www.netcomuk.co.uk/~magamiet/Royal_Holloway_khutbahs/Qiblah.htm)
- <http://moonsighting.com/qibla.html>
- [http://www.islamic-awareness.org/History/Islam/Dome\\_Of\\_The\\_Rock/qibla.html](http://www.islamic-awareness.org/History/Islam/Dome_Of_The_Rock/qibla.html)
- [http://www.islamic-awareness.org/History/Islam/Dome\\_Of\\_The\\_Rock/hajjdome.html](http://www.islamic-awareness.org/History/Islam/Dome_Of_The_Rock/hajjdome.html)
- <http://www.islamic-awareness.org/Quran/Contrad/External/aqsa.html>
- <http://www.islamvision.org/ChangeofQiblah.asp>
- <http://lexicorient.com/e.o/mosque.htm>
- <http://www.allaboutturkey.com/mosque.htm>
- [http://moonsighting.com/faq\\_qd.html](http://moonsighting.com/faq_qd.html)

## Abstract

In this work the orientation of the monuments Saint Konstantinos in Argos as well as Vouleutiko and Trianon in Nafplion is investigated with the help of astrogeodetic methods.

The work consists of six chapters.

In the first chapter some general characteristics of the monuments are described as well as some elements that describe the development of the study of orientation. The chapter closes with the presentation of historical elements and the description the three monuments that are studied.

In the second chapter all geodetic processes are described which include the integration of monuments in the WGS '84 geodetic reference system, the foundation and measurement of the polygonometric network in Argos and in Nafplion as well as the land survey of the monuments in arbitrary reference system.

Finally the drawing of the ground plans and the surrounding area of the monuments are presented.

In the third chapter the process of determining the astronomical azimuth of a direction in the three monuments is described.

In the fourth chapter the longitudinal axes of monuments as well as the azimuths of these are calculated.

In the fifth chapter after having calculated the azimuths of directions Argos - Mecca and Nafplion – Mecca, the comparison with those of the longitudinal axes is carried out.

In the sixth chapter the conclusions of this research are presented along with certain proposals of their exploitation.

The results of this work are:

- the complete geometric imprinting of the monuments.
- the horizontal section at the 1:50 scale as well as the surrounding area of the monuments were created.
- the orientation of the monuments with astrogeodetic methods was determined.
- the longitudinal axes of monuments as well as the azimuths of these are
  - Saint Konstantinos :  $159.07^{\circ} \pm 6.7^{\circ}$
  - Vouleutiko :  $154.11 \pm 6.1^{\circ}$
  - Trianon :  $153.64 \pm 4.9^{\circ}$

Taking into account all the historical data and information on the Muslim religion and tradition on the orientation of their mosques the calculation the azimuth between Argos - Mecca, Nafplion - Mecca and Argos – Jerusalem and Nafplion - Jerusalem was made and given that the Mecca and Jerusalem are the places of religious worship and for the Muslim

Eventually emerged the following :

- Saint Konstantinos and the the mosques of Nafplio have different orientation.
- The mosques of Nafplio have common orientation.
- None of the monuments studied are sufficiently orientated towards Mecca or Jerusalem.

It is therefore proposed the implementation of the process and methodology to other mosques in Greece with the aim of creating a database that includes information on the above mosques as :

- The geometric documentation of the monument with the precise geometrical features.
- The position of the monument in a single reference system (national greek reference system EGSA'87)
- The exact orientation.
- The interpretation of this orientation.
- All historical data relating to the monument.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ**  
**ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΟΝ ΑΓΙΟ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟ**

ΣΤΑ ΣΗ	Υψος Ορι. ΣΗ	ΣΚΟΠ ΕΥΣΗ ΠΡΟΣ	Υψος σκόπευ σης	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ				ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ				Γενικός Μ.Ο	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΚΕΚΛΙ ΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ	Οριζό ντιο Μήκος
				ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση τιμή	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση ανηγ. Τιμή					
Σ1	1,533	Σ2	1,545	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	69,8805	100,0680	299,9360	100,0660	51,536	51,536			
		Σ5	1,514	69,8800	269,8820	69,8810	69,8805		99,4050	300,5970	99,4040	39,150	39,148			
Σ2	1,610	Σ1	1,463	0,0000	199,9990	0,0005	0,0000	323,6290	100,1040	299,9010	100,1015	51,535	51,535			
		Σ3	1,440	323,6290	123,6300	323,6295	323,6290		98,5060	301,4980	98,5040	29,369	29,361			
Σ3	1,465	Σ2	1,590	0,0000	200,0000	0,0000	0,0000	281,6915	101,6210	298,3830	101,6190	29,371	29,361			
		Σ4	1,485	281,6920	81,6910	281,6915	281,6915		97,9650	302,0360	97,9645	14,043	14,035			
Σ4	1,551	Σ3	1,377	0,0000	200,0030	0,0015	0,0000	146,1200	102,6560	297,3410	102,6575	14,049	14,037			
		Σ5	1,599	146,1230	346,12000	146,1215	146,1200		104,1490	295,8490	104,1500	12,564	12,537			
Σ5	1,601	Σ4	1,537	0,0000	200,0000	0,0000	0,0000	318,4360	96,1550	303,8510	96,1520	12,560	12,537			
		Σ1	1,525	318,4370	118,4250	318,4360	318,4360		100,7770	299,2180	100,7795	39,151	39,148			
Σ4	1,547	Σ5	1,488	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	112,8910	104,6250	295,3790	104,6230	12,570	12,537			
		Σ6	1,542	112,8920	312,8910	112,8915	112,8910		99,3420	300,6570	99,3425	7,577	7,576			
Σ6	1,605	Σ4	1,530	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	181,3200	101,4640	298,5380	101,4630	7,579	7,577			
		Σ7	1,612	181,3210	381,3200	181,3205	181,3200		100,1840	299,8140	100,1850	3,944	3,944			

ΓΠΠ – ΑΑ/1998

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ**  
**ΕΝΤΥΠΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΔΕΥΣΗΣ**  
**ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ**

ΑΠΟ ΠΡΟΣ	Z (Κατακόρυφη γωνία)	D Κεκλιμένο Μήκος	Υψος Οργάν.	Υψος Σκόπευσης	S Οριζόντιο Μήκος	ΔΗ	S μέσο	ΔΗ μέσο	H
Σ1	100,0660	51,536	1,533	1,545	51,536	-0,065	51,536	-0,061	11,872
Σ2	100,1015	51,535	1,610	1,463	51,535	0,065			11,811
Σ2	98,5040	29,369	1,610	1,440	29,361	0,860	29,361	0,870	11,811
Σ3	101,6190	29,371	1,465	1,590	29,361	-0,872			12,681
Σ3	97,9645	14,043	1,465	1,485	14,035	0,429	14,036	0,425	12,681
Σ4	102,6575	14,049	1,551	1,377	14,037	-0,412			13,106
Σ4	104,1500	12,570	1,551	1,599	12,537	-0,866	12,537	-0,841	13,106
Σ5	96,152	12,560	1,601	1,537	12,537	0,823			12,265
Σ5	100,7795	39,151	1,601	1,525	39,148	-0,403	39,148	-0,391	12,265
Σ1	99,4040	39,150	1,533	1,514	39,148	0,386			11,874
Σ4	99,3425	7,577	1,547	1,542	7,576	0,083	7,577	0,091	13,106
Σ6	101,4630	7,579	1,605	1,530	7,577	-0,099			13,197
Σ6	100,1850	3,944	1,605	1,612	3,944	-0,018	3,944	-0,011	13,197
Σ7	101,9900	3,946	1,672	1,545	3,944	0,004			13,186

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ**

**ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΒΟΥΛΕΥΤΙΚΟΥ**

ΣΤΑ ΣΗ	Υψος Οργ.	ΣΚΟΠ ΕΥΣΗ ΠΡΟΣ	Υψος σκόπευ σης	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ				ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ				Γενικός Μ.Ο	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΚΕΚΛΙ ΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ	Οριζό ντιο Μήκος
				ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση τιμή	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση ανηγ. Τιμή					
Σ1	1,364	Σ6	1,440	0,0000	200,0000	0,0000	0,0000	135,7970	0,0000	135,7970	104,1210	295,8870	104,1170	104,1173	24,491	24,440
		Σ2	1,473	135,7990	335,7950	135,7970	135,7970				99,0350	300,9710	99,0320	99,0310	6,858	6,857
		Σ6		399,9990	200,0020	0,0005	0,0000				104,1200	295,8850	104,1175		24,490	
		Σ2		135,7990	335,7960	135,7975	135,7970				99,0330	300,9730	99,0300		6,857	
Σ2	1,540	Σ1	1,298	0,0000	199,9980	0,0010	0,0000	253,5585	0,0000	253,5585	102,2180	297,7850	102,2165	102,2165	6,860	6,856
		Σ3	1,445	253,5600	53,5590	253,5595	253,5585				105,5100	294,4970	105,5065	105,5065	13,251	13,202
Σ3	1,477	Σ2	1,469	0,0000	200,0000	0,0000	0,0000	302,8037	0,0000	302,8037	94,9570	305,0480	94,9545	94,9545	13,243	13,201
		Σ4	1,330	302,8050	102,8080	302,8065	302,8065				119,9730	280,0320	119,9705	119,9715	13,767	13,095
		Σ2		0,0030	200,0030	0,0030	0,0000				94,9570	305,0480	94,9545			
		Σ4		302,8060	102,8020	302,8040	302,8010				119,9760	280,0310	119,9725			
Σ4	1,370	Σ3	1,405	0,0000	199,9970	0,0015	0,0000	272,8335	0,0000	272,8335	80,4310	319,5640	80,4335	80,4335	13,738	13,094
		Σ5	1,525	272,8360	72,8340	272,8350	272,8335				99,2250	300,7730	99,2260	99,2260	28,438	28,436
Σ4	1,370	Σ3	1,405	0,0010	199,9980	0,0015	0,0000	197,7250	0,0000	197,7250	80,4360	319,5660	80,4350	80,4355	13,737	13,093
		Σ7	1,500	197,7250	397,7280	197,7265	197,7250				102,0780	297,9250	102,0765	102,0765	38,615	38,594

**ΓΗ - ΑΑ/1998**





**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ**  
**ΕΝΤΥΠΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΔΕΥΣΗΣ ΒΟΥΛΕΥΤΙΚΟΥ**

ΑΠΟ ΠΡΟΣ	Z (Κατακόρυφη γωνία)	D Κεκλιμένο Μήκος	Υψος Οργάν.	Υψος Σκόπευσης	S Οριζόντιο Μήκος	ΔΗ	S μέσο	ΔΗ μέσο	H
Σ1	99,0310	6,858	1,364	1,473	6,858	-0,005	6,857	-0,004	9,439
Σ2	102,2165	6,860	1,540	1,298	6,856	0,003			9,435
Σ2	105,5065	13,251	1,540	1,445	13,202	-1,050	13,202	-1,053	9,435
Σ3	94,9545	13,243	1,477	1,469	13,201	1,056			8,382
Σ3	119,9715	13,767	1,477	1,330	13,095	-4,101	13,095	-4,111	8,382
Σ4	80,4335	13,738	1,370	1,405	13,094	4,121			4,271
Σ4	99,2260	28,438	1,370	1,525	28,436	0,191	28,436	0,187	4,271
Σ5	100,9810	28,440	1,547	1,292	28,436	-0,183			4,458
Σ5	92,3880	27,304	1,547	1,487	27,109	3,317	27,109	3,319	4,458
Σ6	107,7480	27,312	1,511	1,517	27,109	-3,322			7,777
Σ6	96,2525	24,478	1,511	1,297	24,436	1,654	24,438	1,661	7,777
Σ1	104,1173	24,491	1,364	1,440	24,440	-1,669			9,438
Σ4	102,0765	38,615	1,370	1,500	38,594	-1,389	38,598	-1,396	4,271
Σ7	97,7960	38,624	1,510	1,445	38,601	1,402			2,875

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ**  
**ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΡΙΑΝΟΝ**

ΣΤΑ ΣΗ	Υψος Οργ.	ΣΚΟΠ ΕΥΣΗ ΠΡΟΣ	Υψος σκόπευ σης	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ				ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ				Γενικός Μ.Ο	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	Οριζό ντιο Μήκος
				ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση τιμή	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση ανηγ. Τιμή				
Σ7	1,510	Σ4	1,445	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	271,3405	97,7950	302,2030	97,7960	38,601	38,624	38,601	
		Σ8	1,492	271,3410	71,3440	271,3410	271,3405		99,3050	300,6920	99,3065	65,622	65,626	65,622	
Σ7	1,510	Σ4	1,445	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	260,5235	97,7990	302,2040	97,7975	38,601	38,624	38,601	
		Σ9	1,492	260,5220	60,5260	260,5240	260,5235		100,0660	299,9340	100,0660	90,120	90,120	90,120	
Σ9	1,507	Σ7	1,434	0,0000	200,0020	0,0010	0,0000	303,3725	100,0030	300,0000	100,0015	90,120	90,120	90,120	
		Σ10	1,487	303,3720	103,3750	303,3735	303,3725		97,3670	302,6350	97,3660	39,225	39,225	39,191	
Σ10	1,520	Σ9	1,483	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	296,6755	102,7280	297,2770	102,7255	39,228	39,228	39,192	
		Σ11	1,413	296,6750	96,6770	26,6760	296,6755		10,0670	299,9350	100,0660	13,085	13,085	13,085	
Σ8	1,574	Σ7	1,398	0,0000	200,0010	0,0005	0,0000	236,7605	100,8910	299,1150	100,8880	65,629	65,629	65,623	
		Σ12	1,398	236,7610	36,7610	236,7610	236,7605		103,1230	296,8730	103,1250	11,283	11,283	11,269	
Σ11	1,602	Σ10	1,415	0,0000	200,0000	0,0000	0,0000	201,0635	101,3605	298,6420	101,3593				
		Σ5	1,546	201,0635	1,0635	201,0635	201,0635		100,1110	299,8910	100,1100	69,701	69,701	69,701	
Σ5	1,608	Σ11	1,519	0,0000	200,0005	0,0002	0,0000		100,0180	299,9835	100,0172	69,700	69,700	69,700	
		Σ4	1,383	213,4440	13,4405	213,4422	213,4420		100,9590	299,0460	100,9565	28,436	28,436	28,436	



**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ**  
**ΕΝΤΥΠΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΔΕΥΣΗΣ ΤΡΙΑΝΟΝ**

ΑΠΟ ΠΡΟΣ	Z (Κατακόρυφη γωνία)	D Κεκλιμένο Μήκος	Υψος Οργάν.	Υψος Σκόπευσης	S Οριζόντιο Μήκος	ΔΗ	S μέσο	ΔΗ μέσο	H
Σ4	102,0765	38,615	1,370	1,500	38,594	-1,389	38,597	-1,395	4.271
Σ7	97,7967	38,624	1,510	1,445	38,601	1,401			2.875
Σ7	100,0660	90,120	1,510	1,489	90,120	-0,072	90,120	-0,072	2.875
Σ9	100,0015	90,120	1,507	1,434	90,120	0,071			2.803
Σ9	97,3660	39,225	1,507	1,487	39,191	1,642	39,192	1,642	2.803
Σ10	102,7255	39,228	1,520	1,483	39,192	-1,642			4.445
Σ10	100,0660	13,085	1,520	1,413	13,085	0,093	13,085	0,095	4.445
Σ11	100,5910	13,086	1,482	1,458	13,085	-0,097			4.540
Σ11	100.1100	69.701	1.602	1.564	69.701	-0.06	69.701	-0.07	4.540
Σ5	100.0172	69.700	1.608	1.519	69.700	0.07			4.470
Σ7	99,3065	65,626	1,510	1,492	65,622	0,733	65,623	0,736	2.875
Σ8	100,8880	65,629	1,574	1,398	65,623	-0,739			3.611
Σ8	103,1250	11,283	1,574	1,398	11,269	-0,378	11,270	-0,378	3.611
Σ12	97,4120	11,279	1,459	1,540	11,270	0,377			3.233

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟΥ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟΥ ΣΤΟ ΑΡΓΟΣ

Ημερομηνία Παρατήρησης	16/11/2006	
Σημείο Παρατήρησης	S1	
Σημείο Μηδενισμού	S2	
Γωνία Μηδενισμού (g)	399.99972	
Σφάλμα Μηδενισμού (cc)	2,62	
Γεωγραφικό Πλάτος Φ	37° 37' 44"	
Γεωγραφικό Μήκος Λ	22° 43' 41.3"	
(00hUT) 16/11/2006	3h 39min 42.859sec	
Ορθές Αναφορές (α)		
15/11 2006	2h 40min 38.501sec	
16/11 2006	2h 40min 38.329sec	
17/11 2006	2h 40min 38.219sec	
Αποκλίσεις (δ)		
16/11/2006	89° 17' 49.97"	
17/11/2006	89° 17' 50.294"	
Μέσος όρος Αστρον. Αζιμουθίου S1-S2(g)	300.00508	
Τελικό σφάλμα (cc)	2,808	
Αριθμός σκοπεύσεων	32	
a/a	Αζιμ. διεύθ. (g)	Υπόλοιπο (cc)
1	300.0044	-7
2	300.0058	7
3	300.005	-1
4	300.0049	-2
5	300.0055	4
6	300.0051	
7	300.0053	2
8	300.0044	-7
9	300.0047	-4
10	300.0047	-4
11	300.0059	8
12	300.0044	-7
13	300.0044	-7
14	300.0042	-9
15	300.005	-1
16	300.0047	-4
17	300.0055	4
18	300.0058	7
19	300.0059	8
20	300.0059	8
21	300.0051	
22	300.0044	-7
23	300.0057	6

24	300.0041	-10
25	300.0055	4
26	300.0044	-7
27	300.0059	8
28	300.0055	4
29	300.0052	1
30	300.0051	
31	300.0055	4
32	300.0048	-3

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟΥ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟΥ ΣΤΟ ΝΑΥΠΛΙΟ

Ημερομηνία Παρατήρησης	16/11/2006	
Σημείο Παρατήρησης	S1	
Σημείο Μηδενισμού	S2	
Γωνία Μηδενισμού (g)	399.99932	
Σφάλμα Μηδενισμού (cc)	8,74	
Γεωγραφικό Πλάτος Φ	37° 33' 59.4"	
Γεωγραφικό Μήκος Λ	22° 47' 46.5"	
(00hUT) 16/11/2006	3h 39min 42.859sec	
Ορθές Αναφορές (α)		
15/11 2006	2h 40min 38.501sec	
16/11 2006	2h 40min 38.329sec	
17/11 2006	2h 40min 38.219sec	
Αποκλίσεις (δ)		
16/11/2006	89° 17' 49.97"	
17/11/2006	89° 17' 50.294"	
Μέσος όρος Αστρον. Αζιμουθίου S1-S2(g)	122.96326	
Τελικό σφάλμα (cc)	8,873	
Αριθμός σκοπεύσεων	35	
a/a	Αζιμ. διεύθ. (g)	Υπόλοιπο (cc)
1	122.9622	-11
2	122.9623	-10
3	122.9625	-8
4	122.9622	-11
5	122.9629	-4

6	122.9624	-9
7	122.9628	-5
8	122.9626	-7
9	122.9622	-11
10	122.9647	14
11	122.9625	-8
12	122.9639	6
13	122.9647	14
14	122.9624	-9
15	122.9636	3
16	122.9646	13
17	122.962	-13
18	122.9647	14
19	122.9645	12
20	122.9639	6
21	122.9633	
22	122.962	-13
23	122.9624	-9
24	122.9633	
25	122.964	7
26	122.9635	2
27	122.9635	2
28	122.9626	-7
29	122.9637	4
30	122.9642	9
31	122.9648	15
32	122.9641	8
33	122.9627	-6
34	122.9629	-4
35	122.9635	2



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ ΤΟ G.P.S.

### Coordinate System Summary

#### Coordinate system

**Name :** GREECE/CGRS87/CGRS87  
**Type :** Projected  
**Unit name :** Meters  
**Meters per unit :** 1  
**Vertical datum :** Ellipsoid  
**Vertical unit :** Meters  
**Meters per unit :** 1

#### Datum

**Name :** CGRS87  
**Ellipsoid Name :** WGS 84  
**Semi-major Axis :** 6378137.000 m  
**Inverse Flattening :** 298.257223563  
**DX to WGS84 :** -199.7230 m  
**DY to WGS84 :** 74.0300 m  
**DY to WGS84 :** 246.0180 m  
**RX to WGS84 :** 0.000000 "  
**RY to WGS84 :** 0.000000 "  
**RZ to WGS84 :** 0.000000 "  
**ppm to WGS84 :** 0.000000000000

#### Projection

**Projection Class :** Transverse\_Mercator  
**latitude\_of\_origin** 0° 00' 00.00000"N  
**central\_meridian** 24° 00' 00.00000"E  
**scale\_factor** 0.999600000000  
**false\_easting** 500000.000 m

false\_northing

0.000 m

## Control Points

95%

<u>Name</u>		<u>Components</u>	<u>Error</u>	<u>Status</u>	<u>Control Error</u>
G36	East	398405.767	0.000	FIXED	
	North	4158865.211	0.000	FIXED	
	Ellips height	77.414	0.000	FIXED	
G43	East	394900.602	0.003	Adjusted	0.081
	North	4159819.247	0.002	Adjusted	-0.057
	Ellips height	104.987	0.005	Adjusted	-0.194

**0.218**

## Logged Points

95%

<u>Name</u>		<u>Components</u>	<u>Error</u>	<u>Status</u>
S7	East	393574.237	0.003	Adjusted
	North	4158061.814	0.003	Adjusted
	Ellips height	2.875	0.006	Adjusted