

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

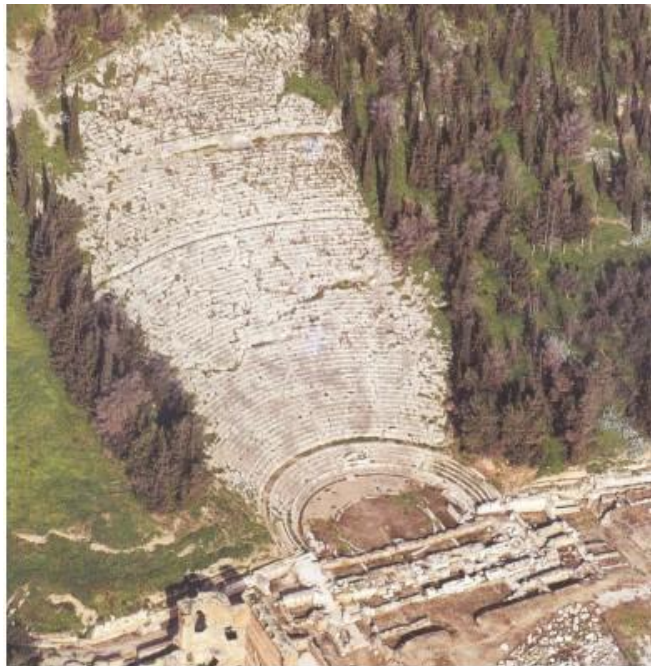
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΘΕΑΤΡΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ

TOTAL STATION

SURVEING AN ANCIENT THEATRE WITH TOTAL

STATION



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΑΝΝΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΛΥΚΟΥΡΙΩΤΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας υλοποιήθηκε με την βοήθεια ενός πλήθους ατόμων στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου. Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Κο Σωτήριο Λυκουριώτη (Πολιτικό Μηχανικό) για την επιλογή του θέματος, την υπομονή και τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κο Μανιαδάκη Νικόλαο (Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό) για την παροχή των τοπογραφικών οργάνων και την άριστη συνεννόηση και τέλος, το μεγαλύτερο μου ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου, για την αμέριστη στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	3
Περίληψη.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

1.1 Θεοδόλιχος.....	5
1.2 Ηλεκτρομαγνητική μέτρηση αποστάσεων (Electromagnetic Distance Measurement – EDM).....	8
1.3 Ψηφιακοί ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί (total station).....	9
1.3.1 Πλεονεκτήματα των γεωδαιτικών σταθμών.....	12
1.3.2 Κριτήρια επιλογής γεωδαιτικών σταθμών.....	12
1.4 Ψηφιακοί ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί χωρίς την χρήση ανακλαστήρα (reflectorless total stations).....	13
1.4.1 Πλεονεκτήματα των reflectorless total stations.....	14
1.5 Το δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης GPS(Global Positioning System).....	15
1.5.1 Πλεονεκτήματα GPS.....	16
1.5.2 Τμήματα GPS.....	18
1.5.3 Σφάλματα μετρήσεων GPS.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

2.1 Γενικές Έννοιες.....	21
2.2 Το σύστημα αναφοράς για τοπογραφική αποτύπωση.....	22
2.3 Αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων και ανασκαφών.....	25
2.3.1 Μετρήσεις πριν από την έναρξη της ανασκαφής.....	26
2.3.2 Αποτύπωση υπάρχουσας κατάστασης μιας ανασκαφής.....	28
2.3.3 Μετρήσεις κατά τη διάρκεια της ανασκαφής	29
2.3.4 Αποτύπωση ανασκαφής με τη βοήθεια γεωδαιτικών μεθόδων	29
2.3.4.1 Μέθοδος πολικών συντεταγμένων.....	30
2.3.5 Χρήση κατάλληλων κλιμάκων για τη σχεδίαση διαγραμμάτων αρχαιολογικών χώρων και ανασκαφών.....	32
2.3.6 Δομικές αποτυπώσεις κτιρίων και μνημείων	32
2.3.7 Προκαταρκτικές εργασίες – προετοιμασία	34
2.3.8 Ολοκληρωμένη δομική αποτύπωση ενός μνημείου με τοπογραφικές μεθόδους...35	
2.3.9 Δομικές αποτυπώσεις τομών μνημείων.....	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΘΕΑΤΡΩΝ

3.1 Αρχαίο ελληνικό θέατρο.....	39
3.1.1 Η Αρχιτεκτονική του Αρχαίου Ελληνικού Θεάτρου.....	40
3.2 Αρχαίο θέατρο του Άργους.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Αναγνώριση της περιοχής Μελέτης.....	48
4.2 Όργανο Μετρήσεων Total station LEICA TCR 407 Reflectorless.....	49
4.3 Φάσεις διαδικασίας λήψης μετρήσεων στην περιοχή μελέτης.....	52
4.4 Απαραίτητοι υπολογισμοί.....	55
Παρουσίαση σχεδίων.....	60
Αποτελέσματα συντεταγμένων σημείων λεπτομέρειας από total station.....	63
Αποτελέσματα συντεταγμένων των δύο στάσεων που λήφθηκαν από GPS.....	93
Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	94
Βιβλιογραφία.....	95

Πρόλογος

Στην παρούσα πτυχιακή, που εκπονήθηκε στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, έγινε μια προσπάθεια καταγραφής και τεκμηρίωσης της υφιστάμενης κατάστασης του μεγαλύτερου θεάτρου της Ελλάδας, του Άργους με χρήση total station.

Η αρχαιολογική έρευνα στην ύπαιθρο είναι απαραίτητη καθώς αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία στηρίζεται ολόκληρη η προσπάθεια προσέγγισης και κατανόησης λαών και πολιτισμών του παρελθόντος. Από τη συστηματική καταγραφή των αρχαιολογικών ευρημάτων και την παραπέρα μελέτη τους, προκύπτει ένα σύνολο στοιχείων που βοηθάει στη διαμόρφωση απόψεων για τα στάδια εξέλιξης διαφόρων λαών και για τη δομή της κοινωνίας τους γενικότερα.

Οι γεωδαιτικές μέθοδοι αποτύπωσης χαρακτηρίζονται ως η καλύτερη λύση στο πρόβλημα των αποτυπώσεων των αρχαιολογικών χώρων καθώς είναι μέθοδοι που παρέχουν ταχύτητα στις μετρήσεις, ακρίβεια στα αποτελέσματα και έχουν το βασικό πλεονέκτημα απεικόνισης της θέσης κάθε σημείου με τις συντεταγμένες του x , y ως προς ένα οριζόντιο σύστημα αναφοράς και το υψόμετρό του z ως προς μία υψομετρική αφετηρία, συντελώντας έτσι, στη σύνθεση των απαραίτητων σχεδίων με χρήση σχεδιαστικών προγραμμάτων.

Περίληψη

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η ανάλυση της πορείας της αποτύπωσης ενός από τα μεγαλύτερα θέατρα της Ελλάδας, του Άργους, ξεκινώντας με την εξοικείωση χρήσης γεωδαιτικών σταθμών μέχρι τη σύνθεση των σχεδίων κάτοψης και τομής με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad.

Αρχικά, κύρια αναφορά γίνεται στην ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των τοπογραφικών οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη μετρήσεων, της αρχιτεκτονικής των αρχαίων ελληνικών θεάτρων γενικότερα, αλλά και της περιοχής μελέτης μας. Στη συνέχεια, αναλύονται γενικές έννοιες της Τοπογραφίας σχετικά με τις τοπογραφικές αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων και τη σημασία αυτών στην ανάπτυξη στρατηγικών ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς κάθε λαού.

Τέλος, περιγράφονται λεπτομερώς τα δύο στάδια της μελέτης αποτελούμενα από τις εργασίες πεδίου, δηλαδή τις επί τόπου αναγνωρίσεις, εφαρμογές και μετρήσεις και τις εργασίες γραφείου που αφορούν τους υπολογισμούς και την παρουσίαση των σχεδίων σε ηλεκτρονική μορφή με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για την αξιοπιστία, ακρίβεια και ταχύτητα της διαδικασίας.

Abstract

This project mainly aims at the analysis of the footprint course of one of the biggest as well as greatest theatres of Greece, that is the one in Argos- starting up by familiarizing with the use of total stations, all the way up to the composition of the top view and cross-section layouts using the Autocad drawing application.

Initially, a reference is made to the historic recursion of the topographic equipment evolution which was used for the measuring as well as the architecture of the ancient greek theatres in general and last but not least, an overall reference to the area of our study itself. On the way, general notions of topography are analyzed regarding the topographic footprints of ancient sites and their actual meaning into the development of strategies which will consequently highlight the cultural legacy of every nation.

In the end, the two basic stages of study are described in detail-consisting of the field work- meaning on the spot identifications, applications and measurements, plus office work which involves calculations and presentation of the sketches in electronic form all of them being driven at the inference regarding the reliability, accuracy and speed of the whole procedure.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό, στοχεύει στην κατανόηση της λειτουργίας του total station που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη μετρήσεων των σημείων λεμπτομέρειας, αλλά και του GPS (Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς) που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη των συντεταγμένων των δύο στάσεών μας, μέσω της πορείας τους από τα παλαιότερα χρόνια μέχρι και σήμερα.

1.1 Θεοδόλιχος

Ο θεοδόλιχος είναι όργανο μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών. Χρησιμοποιείται τόσο σε γεωδαιτικές, όσο και σε αστρονομικές εργασίες. Η λέξη θεοδόλιχος είναι ελληνική και προέρχεται από τις λέξεις θεώμαι και δόλιχος. Ο όρος απαντά για πρώτη φορά στην εργασία Pantometria του Άγγλου Leonard Digges που δημοσιεύτηκε το 1571. Εκεί περιγράφεται ένα όργανο που χρησιμοποιούνταν για τη μέτρηση γωνιών και που ονομαζόταν Theodelitus. Ο θεοδόλιχος μπορεί να είναι κλασσικός (αποτελείται από οπτικομηχανικά στοιχεία) ή ηλεκτρονικός (αποτελείται από οπτικομηχανικά και ηλεκτρονικά στοιχεία)



(α)



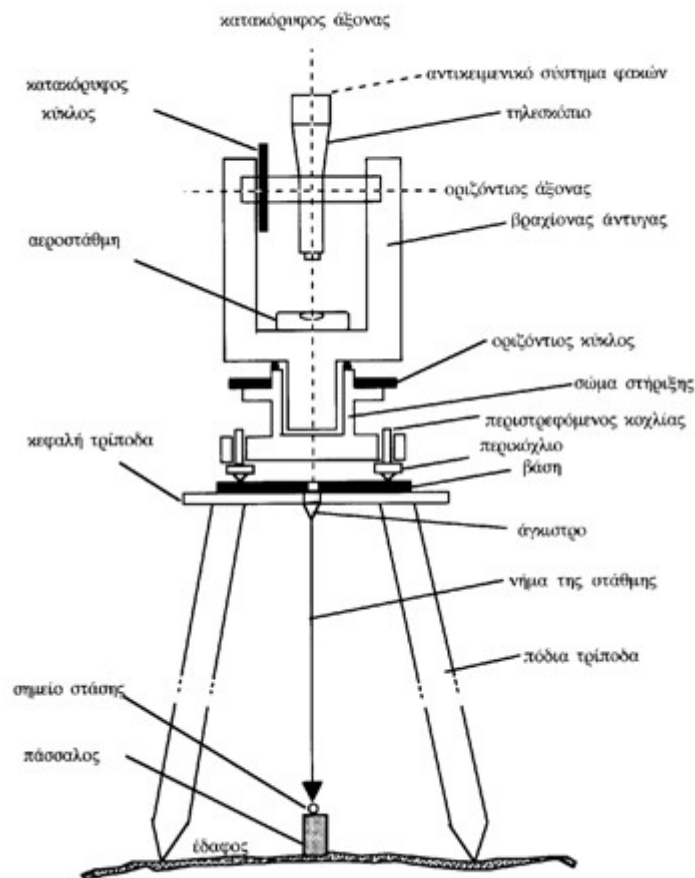
(β)

Εικόνα 1.1.: Κλασσικός (α) και ηλεκτρονικός θεοδόλιχος (β)

Στους ηλεκτρονικούς θεοδόλιχους η μέτρηση των γωνιών γίνεται με αυτόματο ηλεκτρονικό τρόπο και η τελική τιμή της γωνίας αναγράφεται σε ψηφιακή οθόνη αναγνώσεων. Τα υπόλοιπα στοιχεία των ηλεκτρονικών θεοδόλιχων (σύστημα σκόπευσης – τηλεσκόπιο, άξονες) καθώς και οι βασικές αρχές λειτουργίας είναι παρόμοια με αυτά των κλασσικών θεοδόλιχων.

Οι ηλεκτρονικοί θεοδόλιχοι χρησιμοποιούνται είτε ως αυτοτελή όργανα γωνιομετρήσεων, είτε σε συνδιασμό με ηλεκτρομαγνητικά όργανα μέτρησης αποστάσεων, είτε ως ολοκληρωμένα όργανα γωνιομετρήσεων και μηκομετρήσεων ή γεωδαιτικοί σταθμοί.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα κυριότερα μέρη του οργάνου:



Εικόνα 1.2.: Κυριότερα μέρη του θεοδόλιχου

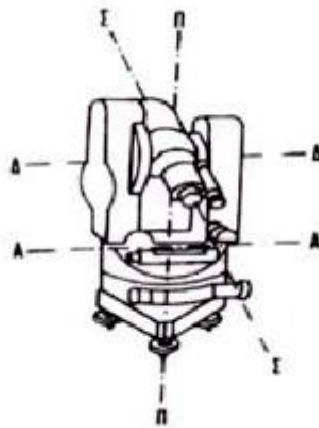
Κάθε θεοδόλιχος, μπορεί να χωρισθεί σε δύο τμήματα:

- Το ακίνητο κάτω τμήμα, το οποίο φέρει τον οριζόντιο διαιρεμένο δίσκο αναγνώσεων οριζοντίων γωνιών.

- Το κινητό άνω τμήμα, το οποίο φέρει το τηλεσκόπιο και τα βοηθητικά μέσα αναγνώσεων και κινείται γύρω από τους άξονες του θεοδολίχου.

Άξονες του θεοδολίχου:

Το κινητό μέρος του θεοδολίχου μπορεί να στρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα ΠΠ, που ονομάζεται πρωτεύοντας άξονας του θεοδολίχου. Το τηλεσκόπιο, που βρίσκεται στο κινητό μέρος, φέρει μαζί του συνδεδεμένο δίσκο για τη μέτρηση κατακόρυφων γωνιών και μπορεί να στρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα ΔΔ, που ονομάζεται δευτερεύοντας άξονας του θεοδολίχου. Τέλος, ο άξονας του τηλεσκοπίου, δηλαδή ο σκοπευτικός άξονας ΣΣ, αποτελεί έναν τρίτο άξονα βασικής σημασίας για το θεοδόλιχο (**Εικόνα 1.3.**)



Εικόνα 1.3.: Άξονες του θεοδολίχου

Για να μπορέσουμε με έναν θεοδόλιχο να μετρήσουμε μια γωνία με ακρίβεια, πρέπει αυτός να ανταποκρίνεται στις παρακάτω συνθήκες:

- Ο άξονας ΠΠ να είναι κατακόρυφος
- Ο άξονας ΔΔ να είναι κάθετος στον ΠΠ
- Ο άξονας ΣΣ να είναι κάθετος στον ΔΔ

Όταν κάποια ή κάποιες από τις συνθήκες αυτές δεν πληροούνται, τότε ο θεοδόλιχος αντιμετωπίζει δυσλειτουργία που εισάγει διάφορα σφάλματα στις μετρήσεις.

1.2 Ηλεκτρομαγνητική μέτρηση αποστάσεων (Electromagnetic Distance Measurement – EDM)

Η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών οργάνων και μεθόδων για τη μέτρηση αποστάσεων σε διάφορες εφαρμογές (οδοποιία, υδραυλικά έργα, χαράξεις κ.λπ.) οδήγησε σταδιακά στην αντικατάσταση των κλασικών οργάνων και μεθόδων μέτρησης για την ακριβή μέτρηση των αποστάσεων. Η πρώτη προσπάθεια προς την Ηλεκτρομαγνητική Μέτρηση των Αποστάσεων (Electromagnetic Distance Measurement – EDM), και βέβαια προς τα αντίστοιχα όργανα, πρέπει να αποδοθεί στους γνωστούς φυσικούς Maxwell και Herz. Σήμερα, τα όργανα EDM χρησιμοποιούν κατά κανόνα υπέρυθρη ακτινοβολία ή σπανιότερα δέσμη ακτινών Laser.

Κατά την ηλεκτρομαγνητική μέτρηση αποστάσεων ισχύει η παρακάτω αρχή:

- Από ένα όργανο που τοποθετείται στο αρχικό σημείο της απόστασης που πρόκειται να μετρηθεί, εκπέμπονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία, αφού ανακλαστούν σε έναν ανακλαστήρα που βρίσκεται στο άλλο σημείο της ευθυγραμμίας (περίπτωση υπέρυθρων ακτινοβολιών και Laser), επιστρέφουν πάλι στον πομπό (**Εικόνα 1.4**). Έτσι υπολογίζεται ο χρόνος που χρειάστηκε η ακτινοβολία να κινηθεί από το όργανο στον ανακλαστήρα και να επιστρέψει πίσω.



Εικόνα 1.4.: Υπέρυθρη (οπτική) ακτινοβολία ή Laser

- Επομένως, είναι γνωστός ο χρόνος διαδρομής t των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και η ταχύτητα διάδοσης τους c μέσα στον αέρα (ταχύτητα του φωτός), οπότε η κεκλιμένη απόσταση S ανάμεσα στο αρχικό και το τελικό σημείο μπορεί επίσης να υπολογισθεί.

Τα όργανα που χρησιμοποιούν ως φέρον κύμα υπέρυθρη ακτινοβολία (ηλεκτροοπτικά όργανα) έχουν αρκετά υψηλή ακρίβεια και εμβέλεια που σε ορισμένους τύπους ξεπερνά τα

20 km. Τα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως κοντά στα 900 nm. Οι ιδιότητες διάδοσης της υπέρυθρης ακτινοβολίας δεν διαφέρουν σημαντικά από εκείνες της ορατής ακτινοβολίας. Ο κυριότερος παράγοντας που επιδρά στα μήκη κύματος αυτής της περιοχής του φάσματος είναι η απορρόφηση της ατμόσφαιρας. Τα όργανα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιήθηκαν κατά τις δεκαετίες του 1970 και 1980 σε συνδιασμό με κλασικό ή ηλεκτρονικό θεοδόλιχο (ηλεκτρονικά ταχύμετρα) για την εκτέλεση αποτυπώσεων για τοπογραφικούς ή κτηματολογικούς σκοπούς και τη σύνταξη των σχετικών τοπογραφικών διαγραμμάτων και χαρτών.

Οι μετρήσεις μηκών με ηλεκτρομαγνητικά όργανα υπόκεινται επίσης σε μια σειρά σφαλμάτων, όπως εσωτερικά σφάλματα (που οφείλονται στο όργανο) και εξωτερικά (που οφείλονται κυρίως στο περιβάλλον των μετρήσεων, δηλαδή τη γήινη ατμόσφαιρα μέσα στην οποία γίνεται η διάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, π.χ. διάθλαση). Η ακρίβεια που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι περίπου της τάξης του $\pm 1 \text{ cm} / \text{Km}$.



(α)



(β)

Εικόνα 1.5.: Όργανο EDM που λειτουργεί αυτοτελώς (α), όργανο EDM σε συνδιασμό με ηλεκτρονικό θεοδόλιχο (β)

1.3 Ψηφιακοί ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί (total stations)

Με την τεχνολογική ανάπτυξη, τη θέση των μηχανικών θεοδολίων πήραν τα ψηφιακά στα οποία ενσωματώθηκαν τα όργανα EDM, δημιουργώντας τους ολοκληρωμένους

ψηφιακούς γεωδαιτικούς σταθμούς (total stations). Η εκτενής χρήση των οργάνων αυτών σε θέματα τοπογραφίας δικαιολογείται, καθώς συνδιάζουν τα προτερήματα των ψηφιακών θεοδολικών με αυτά των EDM εκμεταλλευόμενα τη ραγδαία πρόοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η πρώτη κατασκευή total station έγινε γύρω στο 1970, ενώ από το 1990 και ύστερα η βελτίωση και η παραγωγή τους παρουσίασε άνθιση αποτελώντας ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια του μελετητή.

Το όργανο αυτό, μετρά ηλεκτρονικά γωνίες και αποστάσεις, οι μετρήσεις των οποίων αναφέρονται στο κέντρο του τηλεσκοπίου που αποτελεί το σημείο τομής των αξόνων του, καθώς το EDM είναι τοποθετημένο ομοαξονικά σε αυτό.

Η διαδικασία λήψης των μετρήσεων έχει ως εξής: Σε κάθε σημείο λεπτομέρειας τοποθετείται η ράβδος με τον ανακλαστήρα κατακόρυφα στο έδαφος. Το κέντρο του ανακλαστήρα σκοπεύεται με το σταυρόνημα του τηλεσκοπίου και μετρούνται η κεκλιμένη απόσταση μεταξύ οργάνου – ανακλαστήρα και οι ενδείξεις του οριζώντιου και του κατακόρυφου δίσκου. Πιο συγκεκριμένα:

Με το πάτημα ενός κουμπιού πραγματοποιείται η εκπομπή μιας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία αφού διανύσει την απόσταση total station – ανακλαστήρα, ανακλάται και γυρίζει στο τηλεσκόπιο του οργάνου μας. Για τον υπολογισμό της απόστασης αυτής έχουμε ως δεδομένα την ταχύτητα διάδοσης του σήματος στην ατμόσφαιρα και το χρόνο, ο οποίος αντιστοιχεί στη σταθερά του ανακλαστήρα και ποικίλει λόγω του τρόπου κατασκευής από εταιρεία σε εταιρεία.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρονικής ανάπτυξης, είναι ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων των γωνιών αναγράφονται στην ψηφιακή οθόνη λόγω των ραβδοκώδικων στον οριζόντιο και κατακόρυφο δίσκο, τους οποίους διαβάζουν οι ειδικοί αισθητήρες του οργάνου. Αξίζει επίσης να αναφερθεί, πως το μοναδικό σφάλμα που πρέπει να λαμβάνουμε υπόψιν μας από τις μετρήσεις από οποιοδήποτε γεωδαιτικό σταθμό είναι το τυχαίο σφάλμα του προσωπικού που χειρίζεται το όργανο, καθώς το σφάλμα βαθμονόμησης των μηχανικών δίσκων έχει προσπεραστεί λόγω του ότι η μέτρηση κάθε μιας από τις πολλές περιόδους μέτρησης μιας γωνίας γίνεται πάντα από την αφετηρία και όχι διαφορετική που ίσχυε παλαιότερα.

Επιπροσθέτως, η τεχνολογία υπολογιστών επιτρέπει την αυτόματη καταγραφή των μετρήσεων στα καταγραφικά συστήματα υπαίθρου. Μετά τη σκόπευση προς τον ανακλαστήρα, ο παρατηρητής δίνει με το πληκτρολόγιο του οργάνου εντολή μέτρησης και αποθήκευσης των στοιχείων στην καταγραφική συσκευή. Τα καταγραφικά συστήματα υπαίθρου είναι μικρές συσκευές που θυμίζουν μικροϋπολογιστές τσέπης. Οι σύγχρονοι

γεωδαιτικοί σταθμοί περιέχουν συνήθως ενσωματωμένη καταγραφική μονάδα, όπου η καταγραφή γίνεται σε κάρτες μνήμης. Οι ακόμα πιο εξελιγμένοι δεν περιέχουν τίποτα από αυτά, αποθηκεύοντας τις μετρήσεις τους σε ειδικά κυκλώματα μνήμης, με αποτέλεσμα να αποφεύγονται εντελώς τα σφάλματα εκτίμησης, ανάγνωσης, γραφής και πληκτρολόγησης και να εξασφαλίζεται η υψηλή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων.

Ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα είναι οι μπαταρίες μεγάλης χωρητικότητας και η ενσωμάτωση του ισοσταθμιστή στο total station, μια ηλεκτρονική συσκευή που ασχολείται με την παρακολούθηση, το έλεγχο και τη διόρθωση σε πραγματικό χρόνο, των βασικών συνθηκών λειτουργίας τους. (κέντρωση, οριζοντίωση, κλπ.). Οι κατασκευάστριες εταιρίες παρέχουν μπαταρίες μεγάλης χωρητικότητας, δίνοντας τη δυνατότητα στον ερευνητή να εργαστεί σε χώρους μεγάλης έκτασης χωρίς να ανησυχεί για την πορεία της εργασίας του.

Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ολοκληρωμένων σύγχρονων γεωδαιτικών σταθμών είναι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων που ο παρατηρητής λαμβάνει από την ψηφιακή οθόνη. Συγκεκριμένα η λεπτομέρεια στις μετρήσεις γωνιών κυμαίνεται από 0.1cc έως 3cc, ενώ στα μήκη λαμβάνοντας υπόψιν κάθε φορά τη σταθερά του ανακλαστήρα η οποία διαφέρει ανάλογα το υλικό και την κατασκευάστρια εταιρία του από μερικά μέτρα έως μερικά χιλιόμετρα, με ακρίβεια, που μπορεί να φθάσει το $\pm 1 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$. Γενικότερα, το total station, επειδή υπερτερεί σε σχέση με οποιοδήποτε τοπογραφικό όργανο λόγω συνδιασμού εγκυρότητας, ακρίβειας και ταχύτητας των μετρήσεων του χρησιμοποιείται εκτενώς για αποτυπώσεις και χαρτογράφηση ή σύνταξη τοπογραφικού διαγράμματος ιδιοκτησιών και οικοπέδων.



Εικόνα 1.6.: Ανακλαστήρας, σταδία, total station

1.3.1 Πλεονεκτήματα των γεωδαιτικών σταθμών

Τα πιο ουσιώδη πλεονεκτήματα των γεωδαιτικών σταθμών συνοπτικά είναι:

- Σε ένα εύχρηστο όργανο συνδυάζονται τα προτερήματα του ψηφιακού θεοδόλιχου και του EDM χαρίζοντας δυνατότητες μεγάλης ακρίβειας στον ερευνητή καθιστώντας το απαραίτητο εργαλείο για τοπογραφικές εργασίες.
- Στο όργανο υπάρχει ενσωματωμένη ψηφιακή οθόνη στην οποία με το πάτημα ενός πλήκτρου μετά τη σκόπευση εμφανίζονται αυτόματα το μήκος, η γωνία κ έμμεσα το υψόμετρο του σημείου λεπτομέρειας με δυνατότητα καταγραφής των αποτελεσμάτων στα καταγραφικά συστήματα υπαίθρου.
- Μια επιπλέον δυνατότητα που χαρίζει το total station είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατοικημένες έως και πυκνοκατοικημένες περιοχές καθώς δεν απαιτεί καθαρότητα όσων αφορά τα εμπόδια στο περιβάλλον γύρω του.
- Διαθέτουν μικροϋπολογιστή και κατάλληλο λογισμικό, απαλάσσοντας τον ερευνητή από δεσμεύσεις, ώντας σε ετοιμότητα να επιλύσουν επί τω έργω, διάφορα βασικά τοπογραφικά προβλήματα.
- Παρέχουν τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας και σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή μεταφέροντας εύκολα και γρήγορα τα αποτελέσματα των μετρήσεων, αποφεύγοντας έτσι τα χονδροειδή σφάλματα της ανάγνωσης και αντιγραφής των αποτελεσμάτων, εξασφαλίζοντας την ασφάλεια των δεδομένων και την ταχύτητα της διαδικασίας.

1.3.2 Κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού

(πηγή: Κασκούρα Βασιλική 2010)

- Η παρεχόμενη ακρίβεια στη μέτρηση γωνιών και μηκών ($\pm a \text{ mm} \pm b \text{ ppm}$).
- Το βεληνεκές του για τη μέτρηση μήκους
- Το πλήθος και η ποιότητα (γυαλί, πλαστικό, φωσφορίζουσα ταινία) των κατάφωτων για τη μέτρηση του μήκους
- Η διάρκεια της μοναδιαίας μέτρησης ενός μήκους

- Το βάρος και ο όγκος του
- Η δυνατότητα προσαρμογής άλλων παρελκόμενων
- Οι διάφορες υπολογιστικές του ικανότητες (π.χ. η άμεση εξαγωγή μέσου όρου μετρήσεων και άλλων στατιστικών μεγεθών)
- Ο τρόπος αποθήκευσης και διαχείρισης των μετρήσεων (σε καταγραφική μονάδα, απευθείας σύνδεση με Η/Υ, κλπ)
- Το λογισμικό (software) που διαθέτει.

1.4 Ψηφιακοί ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί χωρίς την χρήση ανακλαστήρα (reflectorless total stations)

Οι ανάγκες των ερευνητών να αποτυπώσουν δυσπρόσιτα σημεία είτε ή μη δυνατότητα παροχής προσωπικού για να κρατά κατακόρυφα τον ανακλαστήρα σε κάθε σημείο λεπτομέρειας οδήγησε την τεχνολογία σε μονοπάτια ανέλιξης προσφέροντας στους χειριστές του οργάνου μια ιδιαίτερης σημασίας δυνατότητα.

Όπως περιγράφηκε παραπάνω, για τη χρήση του total station χρειάζονταν ένα εξειδικευμένο προσωπικό αποτελούμενο από δύο άτομα τον παρατηρητή που χειριζόταν το όργανο και το στοχοφόρο που κρατούσε τον ανακλαστήρα κατακόρυφα σε κάθε σημείο λεπτομέρειας. Πλέον, αν και για μικρές σχετικά αποστάσεις, εμβέλειας συνήθως από 100m έως 2000, με το πάτημα ενός πλήκτρου εκπέμπεται laser το οποίο ανακλάται από οποιοδήποτε σημείο έχει στοχευθεί κ επιστρέφει στο όργανό μας εμφανίζοντας στην ψηφιακή οθόνη τις συντεταγμένες.

Η ακρίβεια των μετρήσεων εξαρτάται από την επιφάνεια πρόσπτωσης του laser, δηλαδή το υλικό, το χρώμα και την αντανακλαστικότητα του αντικειμένου, αλλά και την απόσταση μεταξύ οργάνου – στόχου. Όταν η απόσταση αυτή είναι μεγάλη, το ποσοστό για χονδροειδές σφάλμα είναι αρκετά αυξημένο καθώς το σχήμα του laser όταν προσπίπτει στο σημείο λεπτομέρειας γίνεται ακανόνιστο κάτι που δε συμβαίνει σε μικρές αποστάσεις. Αυτή η ασάφεια στο μέγεθος της ακτίνας έχει ως συνέπεια να υπάρχει η πιθανότητα να μην επαρκεί η επιφάνεια του στόχου ή ακόμα και την πρόσπτωσή της σε κάποιο άλλο αντικείμενο που θα βρεθεί στη διαδρομή της.

Στις μέρες μας, λόγω εξαντλητικών ρυθμών ζωής ο άνθρωπος αναζητά τρόπους αύξησης της ταχύτητας των εργασιών του αλλά και απλούστευσής τους. Έτσι, οι γεωδαιτικοί σταθμοί χωρίς ανακλαστήρα παρουσιάζουν μια συνεχή εξέλιξη κυρίως ως προς το βεληνεκές και την ακρίβειά τους και λόγω των δυνατοτήτων τους το κόστος τους είναι υψηλότερο από τον απλό τύπο γεωδαιτικού σταθμού.

1.4.1 Πλεονεκτήματα των reflectorless total stations

- Είναι εφικτός ο υπολογισμός τω συντεταγμένων δυσπρόσιτων σημείων.
- Για συγκεκριμένες αποστάσεις, δεν είναι αναγκαία η παρουσία στοχοφόρου με αποτέλεσμα την απασχόληση μικρότερου αριθμού προσωπικού. Σε περίπτωση που υπάρχει στοχοφόρος, όταν η ακτίνα laser προσπέσει στο κέντρο του ανακλαστήρα, η εμβέλεια αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό.
- Συμβάλλει στην ταχύτερη εκτέλεση της εργασίας, καθώς μειώνει αισθητά την παραμονή των ερευνητών στην ύπαιθρο.
- Είναι εύκολη η σκόπευση από τον παρατηρητή των σημείων λεπτομέρειας λόγω της ορατότητας του laser.
- Η αβεβαιότητα στη μέτρηση του μήκους μπορεί να φθάσει έως και $\pm 2\text{mm} \pm 1\text{ppm}$, ανάλογα με την κατασκευάστρια εταιρία του κάθε οργάνου.

1.5 Το δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης GPS(Global Positioning System)



Εικόνα 1.7.: Δορυφόροι GPS τοποθετημένοι σε τροχιακά γύρω από τη Γη

Ο προσδιορισμός θέσεων στη φυσική γήινη επιφάνεια και η ένταξή τους σε ένα κατάλληλο σύστημα αναφοράς είναι ο κύριος σκοπός του εφαρμοσμένου μέρους της Γεωδαισίας. Το NAVSTAR/GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging / Global Positioning System), αν και αναπτύχθηκε αρχικά για στρατιωτικούς σκοπούς, άρχισε να βρίσκει τα τελευταία χρόνια ποικίλες εφαρμογές για πολιτικές δραστηριότητες, ιδιαίτερα σε εφαρμογές που απαιτείται η ακριβής και τεκμηριωμένη παρουσίαση πληροφοριών στη χωρική τους διάσταση (Β.Δ.Ανδρισάνος,1997). Πρωτοσχεδιάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '70, αναπτύσσεται και λειτουργεί με τη συμβολή του Υπουργείου Αμύνης των Η.Π.Α. και τέθηκε σε πλήρη λειτουργία το 1995. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας, είχε ως αποτέλεσμα τη χρήση τεχνητών δορυφόρων αλλά και την εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών, ώστε ο τρισδιάστατος εντοπισμός μεγάλης ακρίβειας να είναι ένα εύκολο αποτέλεσμα με σύντομες εργασίες υπαίθρου.

Με τον όρο δορυφορικός εντοπισμός θέσης εννοείται ο προσδιορισμός των απόλυτων και σχετικών συντεταγμένων σημείων (επί της Γης στην ξηρά, στη θάλασσα ή επάνω από τη Γη) με την επεξεργασία μετρήσεων προς και/ή από τεχνητούς δορυφόρους.

Προσπαθώντας να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως πού βρίσκομαι, πού πηγαίνω, πού βρίσκονται όλα τα άλλα και πότε θα συμβεί, οι πρώτες σχετικές εφαρμογές εμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 με προβλήματα λόγω του εξαιρετικά μεγάλου χρόνου παρατηρήσεων και της χαμηλής ακρίβειας. Παρόλα τα προβλήματα, οι εφαρμογές αυτές σε γεωδαιτικές εργασίες μεγάλης κλίμακας, κατόρθωσαν να δώσουν λύσεις σε θέματα σχετικά με τη σύνθεση εθνικών τριγωνομετρικών δικτύων και με τον προσδιορισμό

της θέσης, της κλίμακας και του προσανατολισμού εθνικών συστημάτων αναφοράς.

1.5.1 Πλεονεκτήματα GPS

Η χρήση των δορυφόρων (σε σχέση με τις παραδοσιακές επίγειες μεθόδους) προσφέρει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Η εκπαίδευση του προσωπικού για τη λήψη των δεδομένων που χρειάζονται γίνεται με ευκολία και ταχύτατους ρυθμούς.
- Δεν υπάρχει καμία απαίτηση αμοιβαίας ορατότητας μεταξύ των εμπλεκόμενων σε μετρήσεις σταθμών.
- Οι προσδιορισμοί θέσης μπορούν να επιτευχθούν σε 24ωρη βάση, ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών.
- Εγγύηση ομοιογενούς ακρίβειας της θέσης των υπό προσδιορισμό σημείων σε ένα ενιαίο και μοναδικό τρισδιάστατο σύστημα αναφοράς, χωρίς να είναι απαραίτητο να γίνεται διαχωρισμός της οριζοντιογραφικής και της υψομετρικής διάστασης, όπως γίνεται με τις κλασσικές τοπογραφικές μεθόδους
- Υπάρχει δυνατότητα μετασχηματισμού των συντεταγμένων σε οποιαδήποτε χαρτογραφικά συστήματα (προβολές Hatt, UTM (ΓΥΣ), ΕΓΣΑ87, κ.α.) με τη βοήθεια κατάλληλου εμπορικού λογισμικού, διαθέσιμου στην ελληνική αγορά ή σε μορφή freeware.
- Αποτελεί ένα γρήγορο τοπογραφικό εργαλείο χαμηλού κόστους, το οποίο έχει μάλιστα ταχύτατη απόσβεση.
- Υπάρχει δυνατότητα μόνιμης εγκατάστασης δέκτη ή δεκτών σε επιλεγμένα σημεία του έργου τα οποία θα εκτελούν συνεχή καταγραφή της θέσης με τηλεχειρισμό και on – line σύνδεση με κεντρικό υπολογιστή.



Εικόνα 1.8.: GPS χειρός

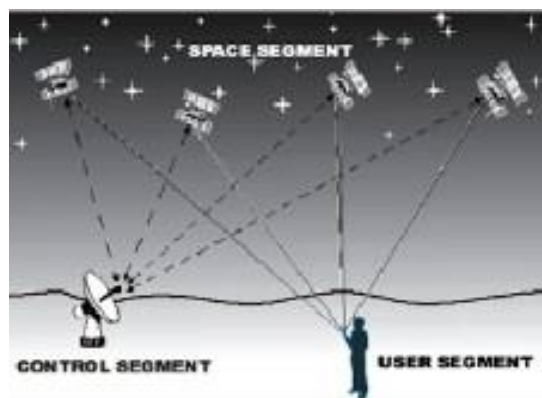
Το δορυφορικό αυτό σύστημα θέσης, ταχύτητας και διανομής χρόνου χρησιμοποιεί ραδιοσήματα από 24 δορυφόρους που βρίσκονται σε ελλειπτικές τροχιές σε ύψος περίπου 20.200 χιλιόμετρα πάνω από τη Γη. Βασικός σκοπός των σταθμών ελέγχου είναι να κάνουν πρόβλεψη για τις δορυφορικές θέσεις και να υπολογίζουν τις διορθώσεις των δορυφορικών χρονομέτρων, στοιχεία που, μαζί με άλλες πληροφορίες, μεταδίδονται στους δορυφόρους και εκπέμπονται στη συνέχεια με το δορυφορικό σήμα προς τους δέκτες. Οι δορυφόροι Κινούνται με ταχύτητα 2,6 χλμ. το δευτερόλεπτο, διαγράφοντας μέσα σ' ένα 24ωρο 2 πλήρεις κύκλους γύρω από τη Γη. Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου στο χώρο, εκφρασμένος σε απόλυτες συντεταγμένες (X, Y, Z), γίνεται με τον υπολογισμό των αποστάσεων του σημείου από τρεις δορυφόρους. Η θέση δηλαδή ενός σημείου είναι η τομή τριών γεωμετρικών τόπων, τριών σφαιρών με κέντρο την εκάστοτε θέση του δορυφόρου και ακτίνα την απόσταση του εκάστοτε δορυφόρου με το σημείο που μας ενδιαφέρει. Το πρόβλημα προσδιορισμού της θέσης είναι δηλαδή ένα σύστημα με τρεις αγνώστους (συντεταγμένες σημείου) και τριών παρατηρήσεων (αποστάσεις δορυφόρου – δέκτη). Ο υπολογισμός των αποστάσεων στηρίζεται στη δυνατότητα μέτρησης του χρόνου διάδοσης του σήματος από το δορυφόρο σε ένα δέκτη, δηλαδή της παρέλευσης του χρόνου μεταξύ της χρονικής στιγμής (T_e) της εκπομπής του σήματος από ένα δορυφόρο GPS και της χρονικής στιγμής (T_i) της λήψης του ίδιου σήματος σε ένα δέκτη GPS. Επομένως, φτάνουμε στο αποτέλεσμα με το γινόμενο της ταχύτητας του φωτός (c=299792458 km/sec) με το χρόνο Δt που χρειάστηκε για να φτάσει ένα σήμα από το δορυφόρο στο δέκτη. Επειδή όμως οι περισσότεροι δέκτες δεν διαθέτουν ρολόι ακριβείας, ο υπολογισμός του χρόνου στο δέκτη θεωρείται ως ένας επιπλέον άγνωστος. Για το λόγο αυτό εισάγεται άλλη μία παρατήρηση, η μέτρηση

απόστασης από ένα τέταρτο δορυφόρο. Έτσι, το GPS για τον προσδιορισμό της θέσης ενός σημείου στο χώρο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να χρειάζονται καταγραφές από τέσσερις δορυφόρους τουλάχιστον.

Από την πρακτική όμως πλευρά του θέματος χρειάζονται παραπάνω από τέσσερις δορυφόρους για τον προσδιορισμό της θέσης του δέκτη, αλλά και του χρόνου ως προς το σύστημα αναφοράς χρόνου του συστήματος GPS (χρόνος GPS) εξαιτίας των σφαλμάτων που εμπεριέχουν οι μετρήσεις του. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει σήματα σε δύο φέρουσες συχνότητες ($L1 = 1.575,42$ MHz και $L2 = 1.227,60$ MHz) και οι κεραιές σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να λαμβάνουν σήμα στην $L1$ δηλαδή αποτελούν δέκτες μίας συχνότητας είτε κ στην $L2$ δηλαδή δέκτες δύο συχνοτήτων. Οι γεωδαιτικοί δέκτες έχουν τη δυνατότητα λήψης και στις δύο με αποτέλεσμα να προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα των μετρήσεων τους.

1.5.2. Τμήματα GPS

Γενικά, το Σύστημα GPS μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τρία μεγάλα τμήματα:



Εικόνα 1.9.: Τα τρία τμήματα τα οποία αποτελούν το GPS

- **Το τμήμα ελέγχου**

Το τμήμα ελέγχου OCS είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση συστήματος GPS. Στο τμήμα αυτό εμπεριέχονται οι επίγειοι σταθμοί ελέγχου και παρακολούθησης της

τροχιάς των δορυφόρων, αλλά και της υγιής τους συμπεριφοράς σε ποικίλα θέματα όπως συγχρονισμού ρολογιών, λύνοντας πιθανές ανωμαλίες.

- **Το δορυφορικό τμήμα**

Το δορυφορικό τμήμα σήμερα, αποτελείται από 29 δορυφόρους τοποθετημένους σε έξι τροχιακά γύρω από τη Γη. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά σήματα και των δύο συχνοτήτων L1 και L2, τα οποία μας δίνουν πληροφορίες σχετικά με την πρόβλεψη της θέσης του δορυφόρου κάθε χρονική στιγμή, χρονικές καθυστερήσεις λόγω χρονομέτρων και ιονόσφαιρας και χρησιμεύουν για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ δορυφόρου και δέκτη.

- **Το τμήμα του χρήστη**

που αποτελείται από τους δέκτες GPS. Κάθε δέκτης αποτελείται από την κεραία του και τον κυρίως δέκτη που μπορεί να αποτελούν μία ενιαία ή δύο χωριστές διατάξεις. Η κεραία που χρησιμοποιείται είναι μικρών διαστάσεων και βάρους, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες σε όλες τις κατευθύνσεις. Ο δέκτης, αποκωδικοποιεί το σήμα της κεραίας και επεξεργάζεται τις μετρήσεις που καταγράφηκαν.

1.5.3 ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ GPS

Όπως σε κάθε μετρητικό σύστημα, στο GPS, τα διάφορα αποτελέσματα των μετρήσεων δηλαδή οι πλήρεις συντεταγμένες, ο ακριβής χρόνος και η ταχύτητα που εμφανίζονται στην οθόνη του δέκτη, επηρεάζονται από διάφορα συστηματικά και τυχαία σφάλματα. Η μη ένταξή τους στη διαδικασία ανάλυσης των μετρήσεων μπορεί να επηρεάσει την απόδοση κ τη λεπτομέρεια των αποτελεσμάτων που αφορούν τη θέση (στίγμα) των σημείων ενδιαφέροντος με αποτέλεσμα τη μείωση της ακρίβειας των τελικών μετρήσεων. Το μέγιστο ρόλο στην εμφάνιση σφαλμάτων κατέχουν κυρίως οι παρακάτω παράγοντες:

- **Οι Δορυφόροι**

Εκτός από τα χρονόμετρα των δορυφόρων που μπορεί να μην είναι συγχρονισμένα, ένας επιπλέον παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η ακρίβεια των αποτελεσμάτων είναι η δορυφορική γεωμετρία. Όπως αναφέρθηκε

παραπάνω, 4 δορυφόροι είναι αρκετοί για να δώσουν ένα ακριβές στίγμα. Η καλύτερη περίπτωση είναι όταν αυτοί βρίσκονται ανά 90 μοίρες σε σχέση με το GPS. Αν για παράδειγμα και οι τέσσερις είναι βορειοανατολικά σε σχέση με το GPS, η γεωμετρία των δορυφόρων είναι πολύ κακή.

- Η **Ατμόσφαιρα** από την οποία διέρχονται τα σήματα GPS

Για παράδειγμα, η ιονόσφαιρα και η τροπόσφαιρα προκαλούν αύξηση του χρόνου εκτέλεσης των σημάτων των δορυφόρων. Συγκεκριμένα, στην ιονόσφαιρα σχηματίζονται τέσσερα αγωγίμα στρώματα που αποτελούνται από ηλεκτρόνια και κατιόντα, τα οποία διαθλούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από τους δορυφόρους επιφέροντας καθυστέρηση στη λήψη των σημάτων. Στην τροπόσφαιρα ευθύνεται ένα μικρότερης εμβέλειας λάθος και οι λόγοι για την διάθλαση είναι οι διαφορετικές συγκεντρώσεις υδρατμών που προκαλούνται από διαφορετικές καιρικές συνθήκες.

- Οι **Δέκτες** που χρησιμοποιούνται

Συνήθεις αιτίες για την εμφάνιση σφαλμάτων που αφορούν τους δέκτες, αποτελούν οι περιπτώσεις που τα χρονόμετρα των δεκτών δεν είναι συγχρονισμένα με τη θεμελιώδη κλίμακα του χρόνου GPS ή και όταν το τμήμα όπου αναφέρονται οι μετρήσεις (δηλαδή το ηλεκτρονικό κέντρο) δεν συμπίπτει με το φυσικό κέντρο της κεραίας. Επιπροσθέτως, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη το άμεσο περιβάλλον των μετρήσεων καθώς η τοποθέτηση της κεραίας κοντά σε ευρείες μεταλλικές επιφάνειες ή κάτω από αγωγούς μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης, κ.ά. δημιουργούν παρεμβολές του σήματος, τα λεγόμενα πολυκλαδικά σφάλματα της κεραίας. Κάτι που δεν πρέπει να παραλειφθεί είναι ότι οι δέκτες GPS επηρεάζουν τις μετρήσεις με διάφορα τυχαία ενδογενή σφάλματα (π.χ., εξ αιτίας θερμικών φαινομένων στα ηλεκτρονικά κυκλώματα τους και κβαντοποίησης του σήματος) καθώς και το ότι φυσικά ή τεχνητά εμπόδια όπως ψηλά κτίρια ή πυκνά δέντρα είναι δυνατόν να δημιουργήσουν ουσιώδη προβλήματα, μεταξύ των οποίων και σφάλματα που προκαλούνται από ανεπιθύμητες ανακλάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ

ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, αναφέρονται γενικές έννοιες σχετικά με την αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων με τοπογραφικές μεθόδους. Συγκεκριμένα, δίνονται πληροφορίες για όλα τα στάδια που αφορούν τη μελέτη, ξεκινώντας από το στάδιο της ανασκαφής και καταλήγοντας στις εργασίες γραφείου επιλύοντας το θέμα με πολικές συντεταγμένες και τη χρήση του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος.

2.1 Γενικές Έννοιες:

Αποτύπωση, ονομάζεται η εργασία για τον προσδιορισμό του μεγέθους, της μορφής και της θέσης ενός τμήματος της γήινης επιφάνειας, με όλα τα φυσικά ή τεχνητά αντικείμενα που βρίσκονται επάνω του. Η αποτύπωση συντάσσεται με καθορισμένη κλίμακα.

Τοπογραφική ή **ταχυμετρική** αποτύπωση ονομάζεται η αποτύπωση εκείνη στην οποία γίνεται ταυτόχρονα προσδιορισμός και της οριζόντιας προβολής και των υψομέτρων του τμήματος της φυσικής γήινης επιφάνειας. Τα αντίστοιχα διαγράμματα που περιλαμβάνουν και ισοϋψείς καμπύλες και σημεία λεπτομερειών ονομάζονται **τοπογραφικά διαγράμματα**.

Τα σημεία που απαιτούνται για την αποτύπωση και τα οποία πρέπει να προσδιορίσουμε διακρίνονται: **α.** σε **χαρακτηριστικά σημεία**, που χρησιμεύουν στο να παραστήσουμε τη μορφή της επιφάνειας του εδάφους και η θέση τους εκλέγεται με ορισμένες αρχές (πάντοτε τις ίδιες) και **β.** σε **ειδικά σημεία**, που η εκλογή τους εξαρτάται από το σκοπό για τον οποίο προορίζεται η αποτύπωση. Όταν πρόκειται για αποτύπωση μικρών περιοχών και στοιχειωδών κτημάτων, τα χρησιμοποιούμενα όργανα και μέθοδοι για τον προσδιορισμό των σημείων που χρειάζονται γι' αυτό το σκοπό είναι απλά, και ο αντίστοιχος κλάδος της Κατωτέρας Γεωδαισίας ονομάζεται **Γηπεδομετρία**.

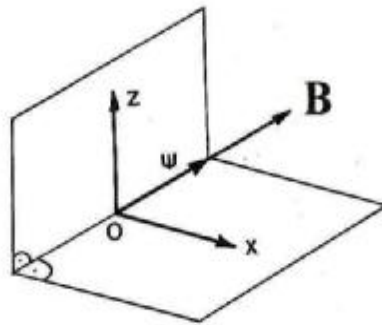
Όταν πρόκειται για μεγαλύτερες εκτάσεις, πάντοτε όμως μέσα στα όρια της Κατωτέρας Γεωδαισίας (300-350 Km²), τότε πρέπει προηγουμένως να καλύψουμε την περιοχή που πρόκειται ν' αποτυπωθεί μ' έναν αριθμό σταθερών σημείων, τα οποία σχετίζονται αμοιβαία

και προσδιορίζονται είτε μόνο οριζοντιογραφικά, είτε και υψομετρικά. Τα σταθερά αυτά σημεία είναι τα γνωστά τριγωνομετρικά σημεία και το σύνολό τους αποτελεί το τριγωνομετρικό δίκτυο που καλύπτει την περιοχή που πρόκειται να αποτυπωθεί. Στη συνέχεια, προσδιορίζουμε τα γνωστά πολυγωνομετρικά σημεία και το σύνολό τους αποτελεί το τριγωνομετρικό δίκτυο. Τέλος για τη δυνατότητα σύνταξης τοπογραφικών διαγραμμάτων δημιουργείται στην περιοχή που πρόκειται να αποτυπωθεί και το υψομετρικό δίκτυο, ένα σύνολο δηλαδή σημείων γνωστού υψομέτρου, τα γνωστά υψομετρικά σημεία ή *Reper*.

Μια αποτύπωση ονομάζεται **ανεξάρτητη ή αυτοτελής**, όταν το τοπογραφικό διάγραμμα που κατασκευάζουμε τελικά αναφέρεται σε ένα αυθαίρετο σύστημα συντεταγμένων. Πάνω στο τοπογραφικό διάγραμμα πρέπει στην περίπτωση αυτή απαραίτητα να σημειώνουμε την, έστω και κατά προσέγγιση, διεύθυνση του Γεωγραφικού Βορρά. Όταν όμως κατά την αποτύπωση χρησιμοποιούμε ως σύστημα αναφοράς το κρατικό σύστημα συντεταγμένων, τότε η αποτύπωση ονομάζεται εξαρτημένη. Στην περίπτωση αυτή ο άξονας των Y είναι συνήθως και ο Γεωγραφικός Βορράς.

2.2 Το σύστημα αναφοράς για τοπογραφική αποτύπωση

Ο σκοπός της τοπογραφικής αποτύπωσης είναι η γραφική απεικόνιση, με κάποια κλίμακα, των λεπτομερειών που υπάρχουν στην επιφάνεια του εδάφους. Έτσι, είτε χρησιμοποιηθεί ένας πίνακας με συντεταγμένες, είτε ένα διάγραμμα, για να εμφανισθεί το αποτέλεσμα μιας τοπογραφικής αποτύπωσης θα χρειαστεί να οριστεί ένα σύστημα αναφοράς. Αυτό το σύστημα χρειάζεται για την έκφραση των συντεταγμένων και για τον καθορισμό του συστήματος προβολής στη σύνταξη των διαγραμμάτων. Για το σκοπό αυτό, και εφ' όσον η έκταση που πρόκειται να απεικονισθεί είναι περιορισμένη, είναι αρκετή η χρήση ενός τρισσορθογωνίου συστήματος αναφοράς ($O, X\Psi Z$), το οποίο έχει απλές μερικές ιδιότητες, ενώ παράλληλα οι άξονές του υλοποιούνται εύκολα. Ως βασικός άξονας του συστήματος χρησιμοποιείται η κατακόρυφος του τόπου. Έτσι, το επίπεδο των αξόνων (X, Ψ) είναι ένα επίπεδο κάθετο στην κατακόρυφο, δηλαδή είναι οριζόντιο. Οι άξονες (X), (Ψ) μπορούν να εκλεγούν αυθαίρετα στο οριζόντιο επίπεδο, αλλά κατά κανόνα ο άξονας (Ψ) έχει τη διεύθυνση του Βορρά. **(Εικόνα 2.1.)**



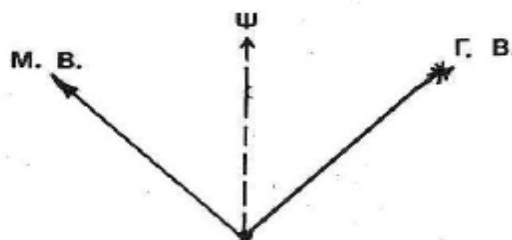
Εικόνα 2.1.: Διεύθυνση Βορρά

Ο προσδιορισμός διαφόρων χαρακτηριστικών σημείων και από αυτά ο προσδιορισμός της μορφής και του μεγέθους μόνο της οριζόντιας προβολής (επίπεδο $X\psi$) ενός τμήματος της φυσικής γήινης επιφάνειας, ονομάζεται «οριζοντιομετρία» ή «οριζόντια αποτύπωση». Αντίστοιχα, ο προσδιορισμός της σχετικής θέσης των σημείων του χώρου, δηλαδή η απόστασή τους από το επίπεδο $X\psi$, ονομάζεται «υψομετρία» ή «υψομετρική αποτύπωση». Ο ταυτόχρονος προσδιορισμός της οριζόντιας και της υψομετρικής θέσης των σημείων ενός τμήματος της γήινης επιφάνειας, ονομάζεται «ταχυμετρία» ή «ταχυμετρική αποτύπωση». Με την ταχυμετρία αποδίδεται η ανάγλυφη μορφή του εδάφους, πράγμα που δεν είναι δυνατόν να αποδοθεί με τα άλλα είδη αποτύπωσης, όταν εφαρμόζονται ξεχωριστά.

Στην υψομετρία η κατακόρυφος ενός σημείου δεν μπορεί να θεωρηθεί παράλληλη με κάποια άλλη κατακόρυφο σε ένα άλλο σημείο, επειδή η κατακόρυφος σε κάθε σημείο της γης διευθύνεται προς το κέντρο της μάζας της. Έτσι, αν χρησιμοποιήσουμε στην εργασία υπαίθρου σε κάθε σημείο την πραγματική κατακόρυφο, το σύστημα αναφοράς όπου κάνουμε τις μετρήσεις δεν θα είναι καρτεσιανό. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια ανακρίβεια και κατά την οριζόντια αποτύπωση και κατά την υψομετρική. Επειδή η επίδραση της σύγκλισης των κατακόρυφων στην οριζόντια αποτύπωση για περιορισμένες εκτάσεις είναι μικρή (σε απόσταση 7 km περίπου το οριζοντιογραφικό σφάλμα είναι περίπου 5 mm) μπορούμε να την αγνοήσουμε. Αλλά κατά την υψομετρική αποτύπωση, τα σφάλματα που έχουμε από τη σύγκλιση των κατακόρυφων είναι πολύ μεγαλύτερα και δεν μπορούμε να τα αγνοήσουμε (π.χ. για την απόσταση 6 km, το σφάλμα είναι 3m). Όμως, πρακτικά, για μικρές αποστάσεις μερικών χιλιομέτρων, μπορούμε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα στην υψομετρική αποτύπωση, αν θεωρήσουμε ότι οι κατακόρυφες ενός τόπου συγκλίνουν στο κέντρο μιας σφαιρικής γης με ακτίνα 6.370 km.

Ανακεφαλαιώνοντας, για τον καθορισμό της θέσης ενός σημείου σε τμήμα της επιφάνειας της γης, θεωρούμε το οριζόντιο επίπεδο το οποίο εφάπτεται στο γεωειδές στο κέντρο του εξεταζόμενου τμήματος και την κατακόρυφο. Με τις μεθόδους της οριζόντιας αποτύπωσης, υπολογίζονται για κάθε σημείο οι αποστάσεις της οριζόντιας προβολής του από τους δύο τεμνόμενους άξονες (X) και (Ψ), που ονομάζονται «οριζόντιες συντεταγμένες». Κατόπιν, με τις μεθόδους της υψομετρικής αποτύπωσης ή υψομετρίας, προσδιορίζεται το υψόμετρο του σημείου. Οι οριζόντιες συντεταγμένες και το υψόμετρο ορίζουν καθαρά τη θέση του σημείου. Οι άξονες (X) και (Ψ) μπορούν να εκλεγούν αυθαίρετα, αλλά όπως προαναφέρθηκε ο άξονας (Ψ) έχει, κατά κανόνα, τη διεύθυνση του Βορρά τετραγωνισμού. Ο Βορράς τετραγωνισμού είναι ένας συμβατικός Βορράς, του οποίου η κατεύθυνση σχηματίζεται από παράλληλες γραμμές προς τον άξονα (Ψ) του επιπέδου του προβολικού συστήματος στο οποίο κάνουμε τους υπολογισμούς. Αναλύοντας την έννοια του Βορρά μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν τέσσερα είδη:

- 1) **Ο Γεωγραφικός Βορράς** κάποιου τόπου, που είναι ο γήινος Μεσημβρινός του τόπου (**Εικόνα 2.2.**)



Εικόνα 2.2.: Γεωγραφικός Βορράς

- 2) **Ο Βορράς τετραγωνισμού** που είναι ο άξονας (Ψ) (**εικ. 2.2.**)
- 3) **Ο Μαγνητικός Βορράς**, που είναι η διεύθυνση την οποία παίρνει η μαγνητική βελόνα μετά την ισορροπία της σε οριζόντιο επίπεδο, (**εικ. 2.2.**)
- 4) **Ο Παραδεκτός Βορράς**, που είναι και η κατά παραδοχή διεύθυνση του Βορρά, την οποία εκλέγουμε μετά από προσανατολισμό με τη βοήθεια των σημείων του ορίζοντα. Αυτή η διεύθυνση υλοποιείται με σκόπευση προς το σημείο που κείται προς την, περίπου, διεύθυνση του Βορρά. Η γωνία που σχηματίζεται από τη διεύθυνση του Μαγνητικού Βορρά και του Γεωγραφικού Βορρά ονομάζεται μαγνητική απόκλιση και διακρίνεται σε Ανατολική Μαγνητική

Απόκλιση και σε Δυτική. Οι μεταβολές της μαγνητικής απόκλισης μπορούν να είναι ημερήσιες, ετήσιες ή κοσμικές.

2.3 Αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων και ανασκαφών

Η αρχαιολογική έρευνα στην ύπαιθρο και η εκτέλεση ανασκαφών αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία στηρίζεται ολόκληρη η προσπάθεια προσέγγισης και κατανόησης λαών και πολιτισμών του παρελθόντος. Από τη συστηματική καταγραφή των αρχαιολογικών ευρημάτων και την παραπέρα μελέτη τους, προκύπτει ένα σύνολο στοιχείων που βοηθάει στη διαμόρφωση απόψεων για τα στάδια εξέλιξης διαφόρων λαών και για τη δομή της κοινωνίας τους γενικότερα.

Μια ανασκαφή που γίνεται σ ένα χώρο έχει τρεις κυρίως σκοπούς:

- α)** Να αποκαλύψει τη μορφή διαφόρων κτισμάτων ή ερειπίων κατά την οριζόντια έννοια.
- β)** Να ερευνήσει την ύπαρξη αρχαιολογικών ευρημάτων σε διαφορετικά βάθη μέσα στο έδαφος.
- γ)** Να προσδιορίσει τις σχέσεις ανάμεσα στα ευρήματα που ανακαλύπτονται τόσο κατά την οριζόντια, όσο και κατά την κατακόρυφη έννοια.

Ο τόπος στον οποίο γίνεται μια ανασκαφή αποτελεί επιλογή των αρμοδίων αρχαιολόγων. Η επιλογή αυτή γίνεται με βάση πολλούς παράγοντες, ανάμεσα στους οποίους είναι και διάφορες μέθοδοι εντοπισμού αρχαιολογικών ευρημάτων. Ήδη από το σημείο αυτό αρχίζει να γίνεται απαραίτητη η εκπόνηση σωστών τοπογραφικών διαγραμμάτων που θα συνεχίσουν να ενημερώνονται καθ' όλη τη διάρκεια της ανασκαφής. Μια ανασκαφική εργασία που δε συνοδεύεται από άμεσες και σωστές μετρήσεις κάθε φάσης της είναι δυνατό να μην καταλήξει σε ολοκληρωμένα συμπεράσματα. Πρέπει ακόμα να τονιστεί ότι μια ανασκαφή σε ένα αρχαιολογικό χώρο αποτελεί συνήθως ένα εγχείρημα που διαρκεί πολλά χρόνια. Τις πιο πολλές φορές μάλιστα, καθώς η ανασκαφή προχωράει σε βάθος, έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των υπερκείμενων ευρημάτων. Έτσι, προκύπτει επιτακτική η ανάγκη της αποτύπωσης κάθε φάσης της ανασκαφής και της καταγραφής όλων των απαραίτητων στοιχείων με τρόπο που να εξασφαλίζει την αξιόπιστη σύνδεση (ως προς θέση και βάθος) των διαφόρων ευρημάτων μεταξύ τους.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, είναι αυτονόητη η αναγκαιότητα της εκτέλεσης μετρητικών εργασιών ακριβείας σε κάθε ανασκαφή. Οι μετρητικές αυτές εργασίες έχουν σκοπό να δώσουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία που συνδέουν τα διάφορα ευρήματα μεταξύ

τους και να οδηγήσουν στη σχεδίαση των διαφόρων φάσεων της ανασκαφής με ακρίβεια και συνέπεια.

2.3.1 Μετρήσεις πριν από την έναρξη της ανασκαφής

Ανεξάρτητα από το μέγεθος και τη μορφή μιας ανασκαφής, είναι απαραίτητο να προηγηθεί μια αποτύπωση της φυσικής μορφής του εδάφους της περιοχής πριν αρχίσει οποιαδήποτε εργασία. Η αποτύπωση αυτή, είναι μια καθαρά γεωδαιτική εργασία και πρέπει οπωσδήποτε να γίνεται με βάση τις κατάλληλες γεωδαιτικές μεθόδους και τα ανάλογα γεωδαιτικά όργανα. Η αποτύπωση της περιοχής της ανασκαφής περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη μέτρηση των χαρακτηριστικών του εδάφους, των επίγειων ερειπίων που πιθανόν υπάρχουν κ άλλων λεπτομερειών. Το τοπογραφικό διάγραμμα που θα προκύψει από την αποτύπωση αυτή, σχεδιασμένο στην κατάλληλη κλίμακα, αποτελεί απαραίτητο βοήθημα για την οργάνωση της ανασκαφής. Από τη μελέτη των τοπογραφικών σχεδίων είναι δυνατό να εντοπιστούν προβλήματα, να βρεθούν λύσεις καθώς και να προσδιοριστούν τα σημεία των τομών που πρόκειται να γίνουν κατά την ανασκαφή.

Η εκπόνηση της αποτύπωσης της περιοχής όπου πρόκειται να γίνει μία ανασκαφή ακολουθεί τη συνηθισμένη διαδικασία εκπόνησης τοπογραφικών αποτυπώσεων. Έτσι για την αποτύπωση αυτή πρέπει να γίνουν οι παρακάτω εργασίες:

α) Πύκνωση του Κρατικού Τριγωνομετρικού Δικτύου της περιοχής σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η εξάρτηση των σχεδίων από το δίκτυο αυτό. Στην περίπτωση που μια τέτοια εξάρτηση δε θεωρείται απαραίτητη, αλλά η έκταση της περιοχής που πρέπει να αποτυπωθεί είναι μεγάλη, είναι δυνατή η ίδρυση ενός ανεξάρτητου τριγωνομετρικού δικτύου για τις ανάγκες της συγκεκριμένης αποτύπωσης.

β) Εγκατάσταση Πολυγωνομετρικού Δικτύου στην περιοχή, ώστε να εξασφαλίζεται πληρότητα στην αποτύπωση όλων των λεπτομερειών. Οι κορυφές του πολυγωνομετρικού δικτύου πρέπει στην πλειοψηφία τους να τοποθετούνται σε μέρη που δεν θα θιγούν απ' την ανασκαφή. Το σημείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, γιατί κατά τη διάρκεια της ανασκαφής θα συνεχίζονται και οι μετρήσεις των νεότερων ευρημάτων που πρέπει οπωσδήποτε να βρίσκονται στο ίδιο σύστημα αναφοράς με τα αρχικά σχέδια. Η διατήρηση των κορυφών του αρχικού πολυγωνομετρικού δικτύου επιτρέπει τη διενέργεια μετρήσεων από τις ίδιες αυτές κορυφές και έτσι εξασφαλίζεται η απαραίτητη σύνδεση παλιών και νέων σχεδίων. Εκείνο που πρέπει να έχει κανείς υπόψη του είναι το γεγονός ότι στις

περισσότερες περιπτώσεις μια ανασκαφή σχεδόν ποτέ δεν ολοκληρώνεται από την ίδια ανασκαφική ομάδα. Μερικά χρόνια, ή και μερικές δεκάδες χρόνια αργότερα, μια άλλη αρχαιολογική ή ερευνητική ομάδα θα συνεχίσει το επίπονο έργο της ανασκαφής. Η αξία των νεότερων ευρημάτων θα είναι μειωμένη, αν δεν θα μπορεί να γίνει σωστή συσχέτιση των ευρημάτων αυτών με τα ευρήματα παλιών ανασκαφικών περιόδων. Αυτό με απλά λόγια σημαίνει ότι, για την ουσιαστική προώθηση της ανασκαφικής έρευνας στην περιοχή αυτή πρέπει να σώζεται ένας ικανοποιητικός αριθμός κορυφών του αρχικού πολυγωνομετρικού δικτύου. Για να εξασφαλιστεί η διατήρηση των κορυφών αυτών πρέπει να γίνεται προσεκτική κατασκευή της κατάλληλης σήμανσης κ επιλογής της θέσης των κορυφών. Για να διασωθούν οι κορυφές του πολυγωνομετρικού δικτύου μπορεί να ακολουθήσει και η παρακάτω διαδικασία:

Από τις κορυφές του αρχικού πολυγωνομετρικού (και τριγωνομετρικού δικτύου) γίνεται η πρώτη αποτύπωση της περιοχής. Μετά την εκλογή της θέσης της ανασκαφής και τη χάραξη της στο έδαφος, ιδρύονται από τις υπάρχουσες κορυφές νέες με τη βοήθεια των μεθόδων του τριγωνισμού (εμπροσθοτομία με γωνίες, πλευρική εμπροσθοτομία κ.α.). Οι νέες κορυφές ιδρύονται σε σημεία που δεν ενοχλούν τη διενέργεια της ανασκαφής, αλλά βρίσκονται ταυτόχρονα κοντά στο σκάμμα. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζονται, από τη μια μεριά οι κορυφές από την περίπτωση καταστροφής λόγω των εργασιών της ανασκαφής και από την άλλη υπάρχουν κορυφές πολύ κοντά στην ανασκαφή, ώστε να συνεχιστεί από εκεί η συνεχής αποτύπωσή της.

Ένα τελευταίο σημαντικό σημείο που πρέπει να τονιστεί είναι η αναγκαιότητα τήρησης σημειώσεων με περιγραφές, εξασφαλίσεις, συντεταγμένες κ.λπ. των κορυφών των δικτύων. Η συγκέντρωση, η ενημέρωση και η σχολαστική διατήρηση των στοιχείων αυτών καθιστά κάθε μελλοντική γεωδαιτική εργασία λιγότερο πολύπλοκη.

γ) Εγκατάσταση Χωροσταθμικού Δικτύου. Ο προσδιορισμός της θέσης των διαφόρων σημείων της ανασκαφής πάνω στο οριζόντιο επίπεδο δεν έχει ουσιαστική αξία αν δεν συνοδεύεται απ' τον υπολογισμό και της υψομετρικής θέσης των ίδιων σημείων. Έτσι, μια τρίτη σημαντική εργασία που πρέπει να γίνεται πριν από την έναρξη της ανασκαφής είναι ο προσδιορισμός των υψομέτρων των κορυφών του τριγωνομετρικού και του πολυγωνομετρικού δικτύου από τις οποίες γίνεται η αποτύπωση. Τα υψόμετρα αυτά μπορεί να είναι είτε σχετικά είτε απόλυτα. Στην πρώτη περίπτωση, τα σχετικά υψόμετρα των κορυφών και κατ' επέκταση και των σημείων λεπτομερειών της αποτύπωσης ορίζονται συνήθως με βάση το ψηλότερο σημείο του εδάφους στην περιοχή της

ανασκαφής το οποίο σημαίνεται με κατάλληλο τρόπο και διατηρείται κατά τη διάρκειά της σαν «μάρτυρας». Έτσι, όλα τα σημεία θα έχουν σχετικά υψόμετρα με αρνητικές τιμές, αφού βρίσκονται χαμηλότερα απ' το σημείο «μηδέν» της ανασκαφής. Η σημασία των αρνητικών αυτών υψομέτρων είναι μεγάλη, γιατί κάθε στιγμή ο αρχαιολόγος μπορεί να γνωρίζει τη στάθμη του εδάφους στην οποία εργάζεται και αποκαλύπτει αρχαιολογικά ευρήματα κάτω απ' την αρχική επιφάνεια. Στη δεύτερη περίπτωση, με τον όρο απόλυτα υψόμετρα εννοούμε υψόμετρα με βάση τη στάθμη της θάλασσας ή με άλλα λόγια υψόμετρα με βάση τη στάθμη της θάλασσας ή με άλλα λόγια υψόμετρα με βάση τις σταθερές αφετηρίες του Κρατικού Χωροσταθμικού Δικτύου.

Για να γίνει μια τέτοια υψομέτρηση απαιτείται μεταφορά του υψομέτρου από κοντινές υψομετρικές αφετηρίες με τις μεθόδους της γεωμετρικής χωροστάθμισης, της τριγωνομετρικής υψομετρίας ή και με τη χρήση ηλεκτρομαγνητικού οργάνου μέτρησης αποστάσεων. Και στην περίπτωση αυτή, προσδιορίζεται το απόλυτο υψόμετρο τόσο του υψηλότερου σημείου στην περιοχή της ανασκαφής, όσο και των κορυφών των δικτύων. Η χρησιμοποίηση απόλυτων υψομέτρων χαρακτηριστικών σημείων (ψηλότερο σημείο, κορυφές δικτύων κ.λπ.) Από εκεί και πέρα όλη η εργασία μπορεί να γίνεται με τη βοήθεια των σχετικών υψομέτρων από το σημείο «μηδέν». Και στην περίπτωση αυτή όμως, είναι πολύ εύκολος ο προσδιορισμός και του απολύτου υψομέτρου κάθε σημείου.

2.3.2 Αποτύπωση υπάρχουσας κατάστασης μιας ανασκαφής

Μετά την εγκατάσταση και μέτρηση του τριγωνομετρικού, του πολυγωνομετρικού και του χωροσταθμικού δικτύου και πριν από την αρχή των εργασιών της ανασκαφής, ακολουθεί η λεπτομερής αποτύπωση της περιοχής. Η αποτύπωση αυτή γίνεται από τις κορυφές του πολυγωνομετρικού και του τριγωνομετρικού δικτύου και γίνεται συνήθως με την ταχυμετρική μέθοδο (μέθοδος των πολικών συντεταγμένων). Στη φάση αυτή η αποτύπωση είναι μια από τις συνηθισμένες γεωδαιτικές εργασίες αποτύπωσης μιας περιοχής της επιφάνειας του εδάφους. Μετά τις μετρήσεις και την επεξεργασία τους, ακολουθεί η σύνταξη των τοπογραφικών διαγραμμάτων, όπου σημειώνονται όλες οι λεπτομέρειες και σχεδιάζονται οι υψομετρικές καμπύλες που αναπαριστούν τη φυσική επιφάνεια του εδάφους.

2.3.3 Μετρήσεις κατά τη διάρκεια της ανασκαφής

Οι μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της ανασκαφής έχουν σαν σκοπό να βοηθήσουν:

- α) Στην αποτύπωση της μορφής των αποκαλυπτόμενων τοίχων, δαπέδων και άλλων κατασκευών.
- β) Στον προσδιορισμό της θέσης στην οποία βρέθηκαν διάφορα ευρήματα μικρών διαστάσεων (π.χ. όστρακα, οστά, σπόροι κ.λπ.) σε σχέση με τα ερείπια κτισμάτων.
- γ) Στον προσδιορισμό του υψομέτρου (σχετικού και/ή απόλυτου) όλων των σημείων που θεωρείται απαραίτητο.

Τα στοιχεία αυτά έχουν πολύ μεγάλη σημασία για τις εκτιμήσεις των αρχαιολόγων σχετικά με τα ευρήματα.

2.3.4 Αποτύπωση ανασκαφής με τη βοήθεια γεωδαιτικών μεθόδων

Οι γεωδαιτικές μέθοδοι αποτύπωσης με γεωδαιτικά όργανα είναι μέθοδοι που παρέχουν ταχύτητα στις μετρήσεις, ακρίβεια στα αποτελέσματα και έχουν το βασικό πλεονέκτημα ότι απεικονίζουν τη θέση κάθε σημείου με τις συντεταγμένες του x , y ως προς ένα οριζόντιο σύστημα αναφοράς και το υψόμετρό του z ως προς μια υψομετρική αφετηρία. Το μειονέκτημα είναι ότι οι γεωδαιτικές μέθοδοι δίνουν στοιχεία μόνο για τα επιλεγμένα μετρημένα σημεία και όχι για το σύνολο του αποτυπούμενου αντικειμένου. Έτσι οι γεωδαιτικές μετρήσεις πρέπει να συμπληρωθούν με άλλο τρόπο για την τελική σχεδίαση του αντικειμένου. Τέλος, για την εφαρμογή των γεωδαιτικών μεθόδων, απαιτείται η χρησιμοποίηση γεωδαιτικών οργάνων υψηλού σχετικά κόστους, όπως θεοδόλιχοι, χωροβάτες κ. λπ. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι γεωδαιτικές μέθοδοι αποτύπωσης είναι η καλύτερη λύση στο πρόβλημα των αποτυπώσεων των αρχαιολογικών χώρων και των ανασκαφών.

Για την αποτύπωση ανασκαφών με γεωδαιτικές μεθόδους, χρησιμοποιούνται οι κορυφές του τριγωνομετρικού και του πολυγωνομετρικού δικτύου (σταθερά σημεία) που ιδρύθηκαν πριν από την έναρξη της ανασκαφής και χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση του ευρύτερου αρχαιολογικού χώρου. Από τις κορυφές αυτές επιλέγονται για χρήση εκείνες που έχουν καλύτερη ορατότητα προς τα διάφορα σημεία της ανασκαφής. Ακόμα, μπορεί να

ιδρυθούν από αυτές νέες κορυφές (σταθερά σημεία), όταν αυτό απαιτείται για την πληρέστερη αποτύπωση των ευρημάτων. Τέλος μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι υλοποιημένες στο έδαφος κορυφές του κανάβου, εφόσον αυτές έχουν εγκατασταθεί από τις κορυφές των δικτύων με προσοχή και επιμέλεια.

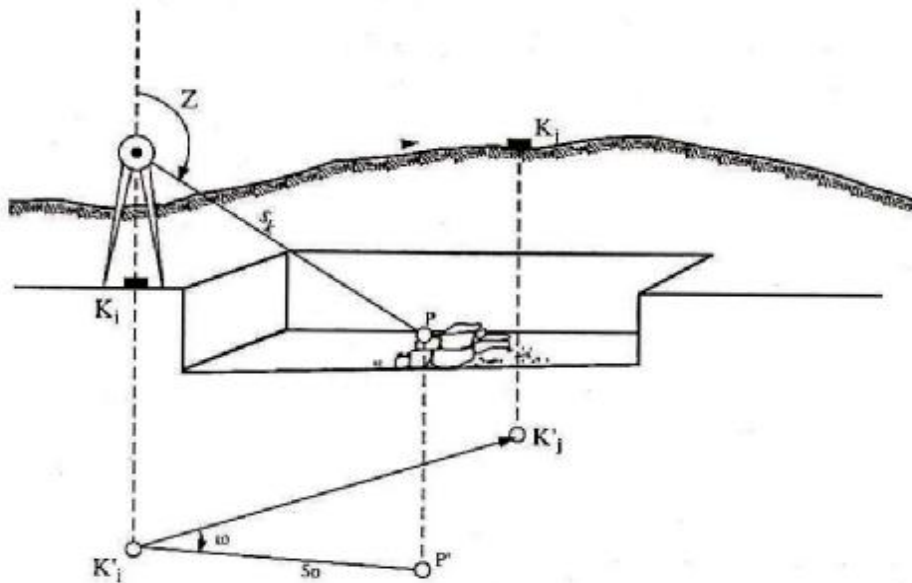
2.3.4.1 Μέθοδος πολικών συντεταγμένων

Η μέθοδος που ακολουθείται για την αποτύπωση είναι η μέθοδος αποτύπωσης με πολικές συντεταγμένες. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

Ο υπεύθυνος αρχαιολόγος επισημαίνει τα σημεία των ευρημάτων που θεωρεί απαραίτητα για αποτύπωση με τη βοήθεια ειδικών στόχων. Ανάλογα με τη μορφή των ευρημάτων οι στόχοι αυτοί μπορεί να είναι αυτοκόλλητα χαρτιά ή τεμάχια αυτοκόλλητης χαρτοταινίας πάνω στα οποία σημειώνεται ένας σταυρός ή κύκλος ή καρφιά όπου επίσης τοποθετείται αυτοκόλλητη ταινία (σχήμα σημαίας). Ο σταυρός, ο κύκλος και το κεφάλι του καρφιού ή το σημείο στο οποίο εισέρχεται αυτό στο έδαφος πρέπει να συμπίπτουν με το προς αποτύπωση σημείο μετά την τοποθέτησή τους. Πάνω στους στόχους γράφεται επίσης και ο αύξοντας αριθμός του σημείου. Μετά την τοποθέτηση των στόχων, ακολουθεί η φωτογράφιση των ευρημάτων και μετά το τέλος της αρχίζει η αποτύπωση με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων.

Αν υποθεθεί ότι είναι γνωστές οι συντεταγμένες (x_i, y_i) της κορυφής K_i , η γωνία διεύθυνσης α_{ij} της πλευράς $K_i K_j$, το υψόμετρο z_i (σχετικό ή απόλυτο) της κορυφής K_i και το ύψος του οργάνου Y_o μετά την τοποθέτησή του στη στάση K_i , τότε οι συντεταγμένες (x_p, y_p) και το υψόμετρο z_p ενός σημείου P δίνονται απ' τις γνωστές σχέσεις:

- $x_p = x_i + S_k * \sin z * \sin(\omega + \alpha_{ij})$
- $y_p = y_i + S_k * \sin z * \cos(\omega + \alpha_{ij})$ **(2.1)**
- $z_p = z_i + S_k * \cos z + Y_o - Y_s$



Εικόνα 2.3. Αποτύπωση σημείου σε ανασκαφή με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων

όπου ω η οριζόντια γωνία και z η ζενίθια γωνία προς το σημείο P, S_k η κεκλιμένη απόσταση από το σημείο στάσης K_1 προς το σημείο P και Y_s το ύψος σκόπευσης (συνήθως = 0), γιατί σκοπεύεται και μετράται απευθείας το σημείο λεπτομερειών.

Με τον τρόπο αυτό μπορούν να προσδιοριστούν οι συντεταγμένες (x,y) και τα υψόμετρα z όλων των σημείων που ορίστηκαν από τον αρχαιολόγο. Βέβαια, όσο μεγάλο και να είναι το πλήθος των σημείων που αποτυπώθηκαν, δεν είναι δυνατό να καλυφθούν όλες οι λεπτομέρειες των ευρημάτων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι φωτογραφίες, η λήψη των οποίων γίνεται σύμφωνα με μερικούς απλούς κανόνες και οι οποίες βοηθούν πολύ στην τελική σχεδίαση.

Πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί η δυνατότητα χρησιμοποίησης θεοδόλιχου και ηλεκτρομαγνητικού οργάνου μέτρησης αποστάσεων ή γεωδαιτικού σταθμού. Στην περίπτωση αυτή δεν χρησιμοποιείται μετροταινία, αλλά η απόσταση μετράται από ηλεκτρονικό όργανο συνήθως με τη βοήθεια υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το όργανο και ανακλώμενη σε ειδικό ανακλαστήρα επιστρέφει σ' αυτό.

Το πρόβλημα εδώ βρίσκεται κυρίως στο γεγονός ότι ο ανακλαστήρας δεν είναι εύκολο να τοποθετηθεί ακριβώς στο σημείο που μας ενδιαφέρει, ιδιαίτερα όταν το σημείο είναι γωνία πέτρας ή κτίσματος.

Η χρησιμοποίηση σύγχρονων ηλεκτρονικών οργάνων μέτρησης βοηθάει πολύ στην πληρέστερη, ακριβέστερη και ταχύτερη αποτύπωση του ευρύτερου ανασκαφικού χώρου.

2.3.5 Χρήση κατάλληλων κλιμάκων για τη σχεδίαση διαγραμμάτων αρχαιολογικών χώρων και ανασκαφών

Κατά τη σχεδίαση τοπογραφικών διαγραμμάτων αρχαιολογικών χώρων – ανασκαφών και διαγραμμάτων όψεων, τομών κ.λπ., είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται οι παρακάτω κλίμακες:

- α)** Κλίμακες 1: 50.000, 1: 20.000, 1: 10.000 για χάρτες που χρησιμεύουν για την αναγνώριση της ευρύτερης περιοχής.
- β)** Κλίμακες 1: 5.000 μέχρι 1: 1.000 για τη σχεδίαση διαγράμματος της ευρύτερης περιοχής ανάλογα με την έκταση του αρχαιολογικού χώρου.
- γ)** Κλίμακες 1: 500 και 1: 200 για τη σχεδίαση του τοπογραφικού διαγράμματος του αρχαιολογικού χώρου.
- δ)** Κλίμακα 1: 100 για τη σχεδίαση του τοπογραφικού διαγράμματος του αρχαιολογικού χώρου έτσι, ώστε να διακρίνεται με ικανοποιητική λεπτομέρεια η γενική διάταξη των κτισμάτων και η γενική πολεοδομική διάταξη του χώρου.
- ε)** Κλίμακα 1: 50 για τη σχεδίαση κατόψεων, όψεων και τομών μεγάλων σε μήκος και πλάτος κτισμάτων, καθώς επίσης και επιλεγμένων τμημάτων του χώρου που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.
- στ)** Κλίμακα 1: 20 για τη σχεδίαση μεμονωμένων κτισμάτων, ευρημάτων ανασκαφών και γενικότερα ευρημάτων με ιδιαίτερη σημασία.
- ζ)** Κλίμακα 1: 10 για τη σχεδίαση λεπτομερειών κτισμάτων ή άλλων ευρημάτων.
- η)** Κλίμακες 1: 5, 1: 2 και 1: 1 για τη σχεδίαση αξιόλογων ευρημάτων, όπως αγγεία κ.λπ.

2.3.6 Δομικές αποτυπώσεις κτιρίων και μνημείων

Η μελέτη στερέωσης και ανάδειξης ενός διατηρητέου κτιρίου, μνημείου ή ενός μνημειακού – ιστορικού συνόλου δεν έχει το χαρακτήρα μιας απλής διαδικασίας επισκευής και συντήρησης των υλικών χαρακτηριστικών του. Μια τέτοια μελέτη αποβλέπει στη διατήρηση και διαιώνιση των ιστορικών, πνευματικών και φυσικών αξιών που αντιπροσωπεύει κάθε αξιόλογο δομικό μνημείο. Και σκοπός των μελετητών είναι να βρουν τις τεχνικές εκείνες που σε συνδιασμό με τα κατάλληλα υλικά θα ισχυροποιήσουν τους δεσμούς του παρελθόντος με τις ανάγκες του παρόντος και του μέλλοντος.

Η σύνταξη μελετών αυτής της κατηγορίας είναι ένα σύνθετο πρόβλημα και η μεθοδολογία, χωρίς να μπορεί να τυποποιηθεί απόλυτα είναι αρκετά πολύπλοκη. Τα στάδια που μπορεί να περιλαμβάνει μια μελέτη στερέωσης και ανάδειξης ενός κτιριακού μνημείου της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι συνήθως τα ακόλουθα:

- 1) Ιστορική έρευνα και τεκμηρίωση.
- 2) Δομική αποτύπωση.
- 3) Αναγνώριση και διάγνωση των προβλημάτων της κατασκευής και σύνταξη των σχετικών μελετών αποκατάστασης.
- 4) Συντήρηση – αποκατάσταση ειδικών δομικών χαρακτηριστικών (π.χ. τοιχογραφίες).
- 5) Ηλεκτρομηχανολογική μελέτη, μελέτη θέρμανσης – κλιματισμού.
- 6) Χρωματική μελέτη του κτιρίου.
- 7) Μελέτη ανάδειξης του κτιρίου και του περιβάλλοντος χώρου.

Η οποιαδήποτε επέμβαση σε ένα υφιστάμενο κτιριακό μνημείο προϋποθέτει τη δημιουργία ενός γεωμετρικού μοντέλου που απεικονίζει με την καλύτερη δυνατή προσέγγιση την πραγματικότητα. Έτσι, βάση για την εκπόνηση οποιασδήποτε από τις παραπάνω μελέτες αποτελεί η – δομική αποτύπωση του κτιρίου – μνημείου.

Με τον όρο δομική αποτύπωση ενός μνημείου ή γενικότερα ενός οικοδομικού έργου εννοούμε την κατά το δυνατό πληρέστερη γνώση του με αναλυτικά στοιχεία ικανά για τη μεταφορά αυτού σε σχέδια δύο και τριών διαστάσεων, χρησιμοποιώντας τα παραστατικά μέσα που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία. Ειδικότερα, με τον όρο αυτό εννοείται η καταγραφή των στοιχείων που απεικονίζουν αξιόπιστα τη γεωμετρική μορφή, το μέγεθος και τη θέση του κτιρίου στο χώρο, αλλά και των επιμέρους τμημάτων του σε δεδομένη χρονική στιγμή υπό την κατάλληλη κλίμακα. Το αποτέλεσμα της καταγραφής αυτής, είναι σχέδια διαφόρων μορφών που προκύπτουν από τις μετρήσεις ως τρισδιάστατες απεικονίσεις ή ως ορθές προβολές πάνω σε οριζόντια ή κατακόρυφα επίπεδα. Αυτό το αναλυτικό – σχεδιαστικό μοντέλο – ανάλογο του πραγματικού μνημείου, αποτελεί τη γεωμετρική του τεκμηρίωση. Αυτή είναι θεμελιώδης για την προστασία των κτιρίων – μνημείων, είτε για τον προγραμματισμό κάποιας επέμβασης, είτε σε περιπτώσεις καταστροφής (φυσική φθορά, σεισμοί κ.λπ.).

Δεν πρέπει να ξεχνούμε, ότι στη δομική αποτύπωση έχουμε την αντίστροφη πορεία εργασίας από αυτή που ακολουθείται για την κατασκευή ενός έργου. Το έργο υπάρχει και εκ των υστέρων αντιστοιχίζουμε σ αυτό ένα γεωμετρικό ανάλογο που δίνει την αρχιτεκτονική του μορφή σε σχέδια και αναλυτικά στοιχεία, όπως είναι στην πραγματικότητα. Με βάση αυτές τις πληροφορίες μπορούν να εργαστούν αρχαιολόγοι, ιστορικοί, αρχιτέκτονες, πολιτικοί μηχανικοί, αναστηλωτές και συντηρητές. Η τεχνολογία σήμερα προσφέρει άφθονα μέσα στον

ειδικευμένο μελετητή για να προβεί στην ποιοτική και μετρητική – γεωμετρική τεκμηρίωση του αντικείμενου της μελέτης του. Εκείνο όμως που δεν μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία είναι η σχέση του μελετητή με το έργο. Κάθε μνημείο ή κτίριο είναι κάτι νέο, με το δικό του πνεύμα, τη δική του αίσθηση και τη δική του ύπαρξη. Αυτή την ιδιαιτερότητα οφείλει να κατανοήσει ο μελετητής. Ο υπεύθυνος για τη δομική αποτύπωση μελετητής οφείλει να ξεναγηθεί και στον πιο παραμικρό χώρο του μνημείου, όχι μόνο για να αποκτήσει την αντίληψη του μεγέθους και της μορφής του, ούτε μόνο για να αποφασίσει τη μεθοδολογία της εργασίας που θα ακολουθήσει. Ο μελετητής θα πρέπει να μπορέσει να «ζήσει» μέσα στο μνημείο υποδεχόμενος την ύπαρξή του, την ιστορία του και το μέλλον του. Τότε μόνο η εργασία του θα είναι ανάλογη με τις απαιτήσεις μιας πλήρους και συστηματικής τεκμηρίωσης.

2.3.7 Προκαταρκτικές εργασίες – προετοιμασία

Η πρώτη εργασία που πρέπει να κάνει ο μελετητής είναι η αναγνώριση του μνημείου που πρόκειται να αποτυπωθεί. Η πρώτη επαφή με το αντικείμενο της μελέτης είναι καλό να γίνει μαζί με αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς, ακόμη και αρχαιολόγους ή ιστορικούς με σκοπό την κατανόηση του χώρου, την καταγραφή των απαιτήσεων των άλλων μελετητών και την οργάνωση της εργασίας.

Στην περίπτωση που η δομική αποτύπωση γίνεται με αρχιτέκτονες ή τοπογραφικές μεθόδους, η όλη εργασία θα βασιστεί σε μετρήσεις μηκών ή σημείων πεπερασμένων σε αριθμό που θα βοηθήσουν στη σχεδίαση των απαιτούμενων σχεδίων. Έτσι, πριν απ' όλα πρέπει να γίνει ένα σκαρίφημα ή προσχέδιο (κροκί) του κτίσματος (κτιρίου, μνημείου ή οποιουδήποτε οικοδομικού έργου χωρίς κλίμακα. Το σκαρίφημα αυτό πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια, ώστε να ανταποκρίνεται κατά το δυνατό στην ορθογώνια προβολή (όχι προοπτικό) αυτού που κατόπιν θα αποτυπωθεί με τη λεπτομερή δομική αποτύπωση. Τα σκαριφήματα θα πρέπει να σχεδιάζονται συνοπτικά και σε ικανοποιητικό μέγεθος, Έτσι, θα είναι δυνατό αργότερα να ελέγχονται οι μετρήσεις για την αποφυγή επιπρόσθετων πιθανών λαθών.

Ο τρόπος που θα γίνουν τα σκαριφήματα, όπως και τα δεδομένα που θα καταγραφούν, αλλά και η μέθοδος αποτύπωσης που θα ακολουθηθεί, υπαγορεύονται ουσιαστικά από το σκοπό για τον οποίο πρόκειται να γίνει η αποτύπωση. Οποσδήποτε, κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας αποτύπωσης είναι συχνά εξαιρετικά χρήσιμα τυχόν ήδη υπάρχοντα σχέδια του μνημείου. Βέβαια, σ αυτές τις περιπτώσεις καλό είναι πάντοτε να γίνεται ένας έλεγχος των στοιχείων αυτών. Πάντως, αν πρόκειται να γίνει νέα δομική αποτύπωση, τα υπάρχοντα

σχέδια αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο σκαριφήμα πάνω στο οποίο μπορούν να σημειωθούν οι μετρήσεις.

Στις σύγχρονες τοπογραφικές μεθόδους αποτύπωσης μετρούνται σημεία που ορίζουν το τρισδιάστατο μνημείο στο χώρο. Έτσι, τα σκαριφήματα συνήθως έχουν κάποια ιδιαίτερη μορφή.

Για την κατανόηση ενός τρισδιάστατου αντικειμένου με σχέδια δύο διαστάσεων, είναι αναγκαίο για την παράστασή του να εκλέγονται δύο κάθετα μεταξύ τους επίπεδα. Η θέση των επιπέδων αυτών εξαρτάται κυρίως απ' τη φύση, την προσιτότητα του αντικειμένου αλλά και από τη θέση του κτίσματος στον ευρύτερο χώρο. Με την κάθετη προβολή των διαφόρων σημείων του αντικειμένου πάνω στα δύο αυτά επίπεδα, διατηρείται σταθερή η συσχέτιση των σχεδίων των διαφόρων επιπέδων και καθορίζεται συνάμα η ακριβής θέση όλων των σημείων που υπάρχουν στο χώρο.

Στη γενική περίπτωση τα επίπεδα σχεδίασης είναι:

- 1) Κάτοψη** (οριζόντιο επίπεδο που τέμνει σε κάποιο ύψος το αντικείμενο).
- 2) Τομή** (κατακόρυφο επίπεδο που τέμνει το αντικείμενο)
- 3) Πρόσοψη** (κατακόρυφο επίπεδο που περνάει μπροστά από το αντικείμενο)

Οι παραπάνω τρεις κατηγορίες σχεδίων είναι οι παραδοσιακά απαιτούμενες σε οποιαδήποτε αποτύπωση μιας κατασκευής, κατ' αντιστοιχία με τις ίδιες κατηγορίες σχεδίων που χρησιμοποιούνται κατά τη μελέτη ενός νέου οικοδομικού έργου. Όλα αυτά τα παραπάνω σχέδια θα είναι το τελικό αποτελέσματος της δομικής αποτύπωσης. Εννοείται ότι για τη διευκόλυνση των καθαυτών μετρήσεων που θα ακολουθήσουν, απαιτείται να γίνουν πριν επανειλημμένες επισκέψεις και προκαταρκτικά σκαριφήματα του αντικειμένου που πρόκειται να αποτυπωθεί. Η δυνατότητα ανάγνωσης και κατανόησης των διαφόρων σκίτσων εξυπηρετείται σαφώς με τη χρήση μολυβιών/μαρκαδόρων διαφορετικών χρωμάτων και πάχους. Έτσι π.χ. όλα τα αναφερόμενα σε κάποιο επίπεδο υψόμετρα μπορούν να γράφονται πάνω στα σκίτσα με κόκκινο χρώμα, τα οριζόντια μήκη που αναφέρονται σε όψεις ή τομές σε διαφορετικά κατακόρυφα επίπεδα μπορούν να σημειώνονται με διαφορετικά χρώματα που διευκολύνουν στο να έχουμε μια πιο σαφή διάταξη κ.λπ.

2.3.8 Ολοκληρωμένη δομική αποτύπωση ενός μνημείου με τοπογραφικές μεθόδους

Η δομική αποτύπωση ενός μνημείου με τοπογραφικές μεθόδους είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην αποτύπωση του συνολικού στερεού του κτίσματος στο χώρο, από όπου προκύπτουν οι κατόψεις και οι τομές. Σύμφωνα με τη συνήθη τοπογραφική μεθοδολογία, η πρώτη εργασία μετά την ενημέρωση και την αναγνώριση του μνημείου είναι η εγκατάσταση ενός δικτύου σταθερών σημείων γύρω από το μνημείο. Τα σημεία αυτά, των οποίων οι συντεταγμένες θα υπολογιστούν, είναι εκείνα από τα οποία θα γίνει η αποτύπωση όλων των λεπτομερειών του κτίσματος. Αν το κτίριο – μνημείο είναι μεγάλο σε μέγεθος και όγκο, τότε εγκαθίσταται γύρω από αυτό ένα τριγωνομετρικό δίκτυο σταθερών σημείων. Το δίκτυο αυτό μπορεί να είναι ανεξάρτητο ή εξαρτημένο από το Κρατικό Σύστημα Συντεταγμένων. Αν το μνημείο είναι μικρό, τότε μια περιμετρική κλειστή όδευση που το περιβάλλει είναι συνήθως αρκετή. Η όδευση μπορεί να είναι και αυτή ανεξάρτητη ή εξαρτημένη. Ένα πλεονέκτημα της εξαρτημένης αποτύπωσης σε ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς είναι η δυνατότητα συσχέτισης γεωμετρικών στοιχείων κτισμάτων διαφορετικών ως προς τη θέση, τον προσανατολισμό κ.λπ. Τα σταθερά σημεία στον περιβάλλοντα του κτίσματος χώρο θα χρησιμοποιηθούν για την αποτύπωσή του, όσο και γ την αποτύπωση των εξωτερικών τμημάτων. Από τα σταθερά εξωτερικά μνημεία ξεκινούν οδεύσεις που εισέρχονται στο κτίριο από πόρτες, ή άλλα ανοίγματα. Σε κάθε εσωτερικό χώρο τοποθετείται τουλάχιστον μια κορυφή όδευσης. Αν κάποιοι χώροι δεν προσφέρονται για όδευση τότε τοποθετούνται τυφλές στάσεις για την αποτύπωσή τους. Με τον τρόπο αυτό, το εσωτερικό του κτίσματος γεμίζει από ένα πλέγμα οδεύσεων που βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα, αλλά ξεκινούν και καταλήγουν σε σταθερά σημεία του εξωτερικού δικτύου (οι πρωτεύουσες). Όλες οι οδεύσεις μαζί μπορούν να υπολογιστούν ως ένα ενιαίο δίκτυο με τη διαδικασία της ισοστάθμισης. Με τη βοήθεια γεωμετρικής χωροστάθμισης, από γνωστές υψομετρικές αφετηρίες υπολογίζονται και τα υψόμετρα όλων των σταθερών σημείων.

Η αποτύπωση των εσωτερικών χώρων γίνεται με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων. Χρησιμοποιείται θεοδόλιχος (κλασικός ή ηλεκτρονικός) για τη μέτρηση των πολικών γωνιών και μετροταινία για τη μέτρηση των αποστάσεων. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και όργανο EDM για τη μέτρηση αποστάσεων, όπου όμως πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικά πρίσματα για την αποτύπωση γωνιών και ακμών τοίχων. Το ίδιο ισχύει και για τη χρησιμοποίηση γεωδαιτικών σταθμών. Η συνηθισμένη πρακτική σήμερα είναι να γίνεται με γεωδαιτικούς σταθμούς που έχουν δυνατότητα αυτόματης καταγραφής και αποθήκευσης των μετρήσεων σε καταγραφικά υπαίθρου ή κάρτες μνήμης. Σε κάθε χώρο αποτυπώνονται τα σημεία τομής των ακμών του (πάτωμα – τοίχοι, οροφή – τοίχοι), τα ανοίγματα και οποιαδήποτε άλλη χρήσιμη λεπτομέρεια. Η προβολή των σημείων κοντά στα δάπεδα στο οριζόντιο επίπεδο δίνει την κάτοψη του εσωτερικού περιγράμματος των τοίχων

που μετρήθηκαν από άλλες στάσεις δίνει τη συνολική κάτοψη του κτίσματος. Αυτό μπορεί να γίνει με οποιοδήποτε επιθυμητό ύψος (παράλληλα οριζόντια επίπεδα), ώστε να προκύπτουν κατόψεις ορόφων και υπογείων.

Κάθε σημείο μετράται με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων από μια κορυφή όδευσης K_i με προσανατολισμό του θεοδολίχου σε μια άλλη κορυφή K_j . Για κάθε σημείο καταγράφονται η οριζόντια (πολική) γωνία ω , η ζενίθια γωνία z και η κεκλιμένη απόσταση S_k απ' το σημείο στάσης. Οι συντεταγμένες και το υψόμετρο του σημείου που μετρήθηκε δίνονται από τις γνωστές σχέσεις **(2.1)**.

Επειδή οι μετρήσεις γίνονται σ' ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς, υπάρχει πλήρης συσχέτιση ανάμεσα σε μετρήσεις στο εξωτερικό και στο εσωτερικό του κτίσματος. Η ακρίβεια είναι πολύ καλή και η μέθοδος είναι γενικά γρήγορη και αποτελεσματική. Η κάτοψη οποιουδήποτε επιπέδου μπορεί να σχεδιαστεί με τη βοήθεια προγραμμάτων CAD, ώστε η παραγωγή του τελικού σχεδίου να είναι υψηλής ποιότητας και ακρίβειας. Η ακρίβεια αυτή αφορά τόσο τις συνολικές όσο και τις επιμέρους διαστάσεις του μνημείου.

2.3.9 Δομικές αποτυπώσεις τομών μνημείων

Τα σχέδια τομών δίνουν πολλές χρήσιμες πληροφορίες για τη μελέτη ενός μνημείου. Οι τομές προκύπτουν από ένα κατακόρυφο επίπεδο το οποίο τέμνει το κτίσμα και πάνω σε αυτό προβάλλονται τα σημεία που έχουν μετρηθεί. Οι τοπογραφικές μέθοδοι αποτύπωσης παρέχουν αναλυτικά στοιχεία x , y , z για κάθε σημείο. Το κατακόρυφο επίπεδο της τομής είναι μαθηματικώς ορισμένο, αφού ορίζεται από το μελετητή. Έτσι, στην περίπτωση αυτή, ο υπολογισμός και η σχεδίαση της τομής ακολουθεί μια δεδομένη υπολογιστική διαδικασία, όπως αυτής της σχεδίασης.

Μια άλλη χρονοβόρα και κοπιαστική μέθοδος αποτύπωσης τομών περιλαμβάνει την πραγματική υλοποίηση του κατακόρυφου επιπέδου τομής με την τοποθέτηση θεοδολίχου και την αποτύπωση σημείων που το επίπεδο τέμνει την κατασκευή με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων. Βέβαια, οι μετρήσεις εδώ είναι άμεσες, αλλά όσο μεγαλύτερο και πολύπλοκο είναι το μνημείο, τόσο πιο δύσκολη είναι η εφαρμογή της μεθόδου ειδικά για τη σύνδεση διαφορετικών χώρων μεταξύ τους.

Η χρησιμοποίηση οργάνων EDM που λειτουργούν χωρίς ανακλαστήρες για μικρές αποστάσεις (όπως π.χ. το Leica Distomat Dior 3002) διευκολύνει πολύ τη μέτρηση τομών. Η ακρίβεια μέτρησης του μήκους εξαρτάται μεταξύ άλλων από τη γωνία πρόσπτωσης των

ακτινών πάνω στην επιφάνεια ανάκλασης και το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη. Η αποτύπωση εδώ γίνεται απευθείας με πολικές συντεταγμένες προς σημεία πάνω στην τομή που επισημαίνονται με συσκευή εκπομπής ακτινών Laser που διαθέτουν τα όργανα της κατηγορίας αυτής.

Η εκλογή της θέσης των κατακόρυφων τομών είναι μια από τα δυσκολότερες εργασίες στις δομικές αποτυπώσεις κτιρίων και θα πρέπει να λαμβάνεται στο τέλος της αποτύπωσης του κτιρίου, ώστε σε αυτή να φαίνονται οι περισσότερες κατά το δυνατό λεπτομέρειες.

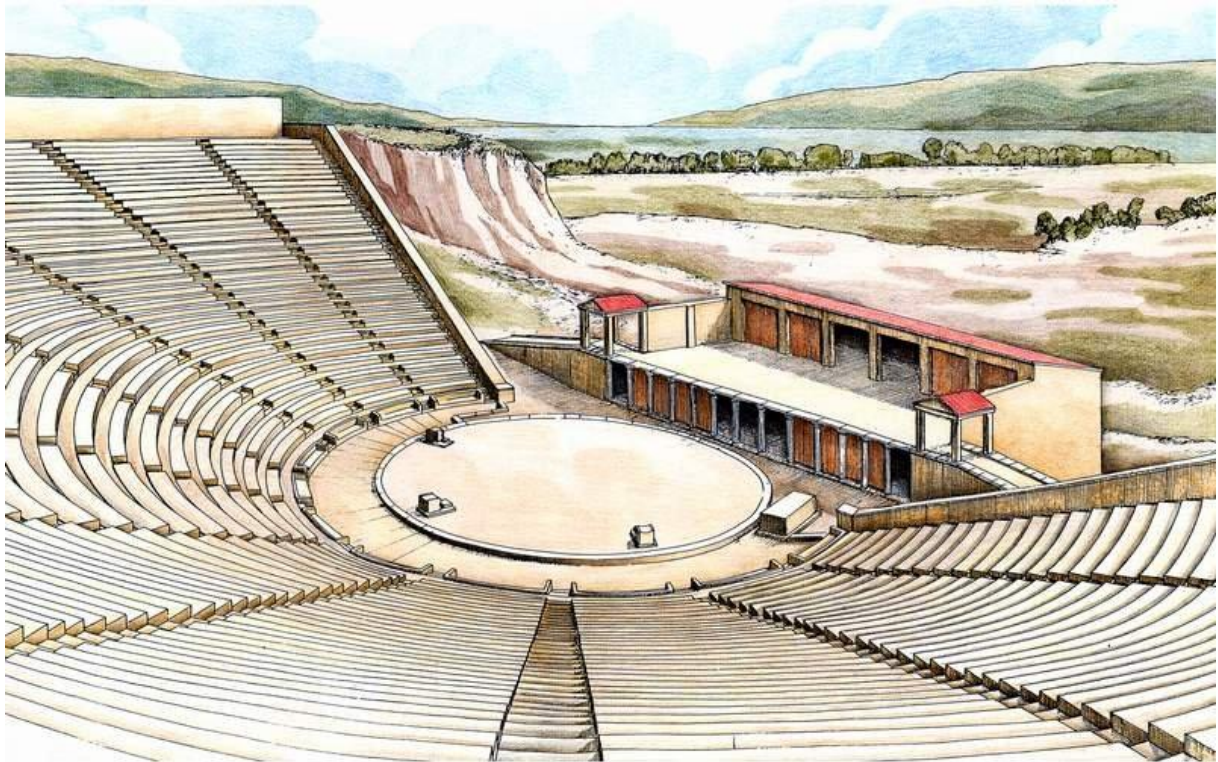
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΘΕΑΤΡΩΝ

Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό, έχει στόχο την εκμάθηση της ιστορίας της αρχιτεκτονικής των αρχαίων ελληνικών θεάτρων, αλλά και της πορείας της περιοχής μελέτης μας ανά τα χρόνια, ώστε να κατανοήσουμε εις βάθος την εφευρετικότητα που οδήγησαν τον άνθρωπο οι ανάγκες από τα αρχαία μόλις χρόνια. Γνωρίζοντας καλά την ιστορία ενός τόπου, αντιλαμβανόμαστε ευκολότερα τη σημασία αξιόπιστης συστηματικής καταγραφής της γεωμετρικής εικόνας του, στην ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς.

3.1 Αρχαίο ελληνικό θέατρο

Το αρχαίο ελληνικό θέατρο, αναπτύχθηκε στα τέλη της αρχαϊκής περιόδου (800π.Χ.-479π.Χ.) και γνώρισε την άνθησή του στην κλασική περίοδο (500π.Χ.-323π.Χ.) και κυρίως στην Αθήνα όπου, με την ευκαιρία των εορτασμών προς τιμήν του θεού Διονύσου, ανέβαιναν τέσσερις φορές το χρόνο θεατρικές παραστάσεις.



Εικόνα 3.1.: Αναπαράσταση ελληνικού αρχαίου θεάτρου

Το θέατρο στην αρχαία Ελλάδα αποτελούσε έναν εξαιρετικά σημαντικό θεσμό της αρχαιοελληνικής πόλης-κράτους. Φέρει έναν έντονο θρησκευτικό και μυστηριακό χαρακτήρα κατά τη διαδικασία της γέννησής του, αλλά και έναν εξίσου έντονο κοινωνικό και πολιτικό χαρακτήρα κατά την περίοδο της ανάπτυξής του. Όσον αφορά την αρχιτεκτονική τους τα αρχαία ελληνικά θέατρα αποτελούν, κατά κοινή ομολογία, κορυφαίο επίτευγμα της αρχαίας ελληνικής αρχιτεκτονικής. Διαθέτουν άριστη ακουστική ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζουν την ανεμπόδιστη θέαση προς την ορχήστρα από όποια θέση και αν βρίσκεται κανείς. Τα αρχαία θέατρα αποτελούσαν δημόσιους χώρους, όπου εκτός από θεατρικές παραστάσεις, πραγματοποιούνταν θρησκευτικές τελετουργίες, αγώνες μουσικής και ποίησης, συνελεύσεις του δήμου ή της βουλής της πόλης-κράτους, ενώ χρησίμευαν και ως αγορά

3.1.1 Η Αρχιτεκτονική του Αρχαίου Ελληνικού Θεάτρου

Το αρχαίο ελληνικό θέατρο ως αρχιτεκτόνημα είναι μια υπαίθρια αμφιθεατρική κατασκευή ημικυκλικής κάτοψης γύρω από μια κυκλική πλατεία. Κατά την Αρχαϊκή Περίοδο οι θεατρικοί χώροι διαμορφώνονταν με ήπιες επεμβάσεις σε χαμηλές, φυσικές κατωφέρειες του εδάφους χωρίς λίθινες κατασκευές, ή το πολύ-πολύ με συσσώρευση χωμάτων. Γύρω στο 335-330 π.Χ., επί Λυκούργου, το θέατρο του Διονύσου, το οποίο είναι και το αρχαιότερο θέατρο που υπάρχει σήμερα, ανακατασκευάστηκε εξολοκλήρου από λίθο. Τότε πια αποκρυσταλλώθηκε ο αρχιτεκτονικός τύπος του θεάτρου στη λίθινη μορφή του.

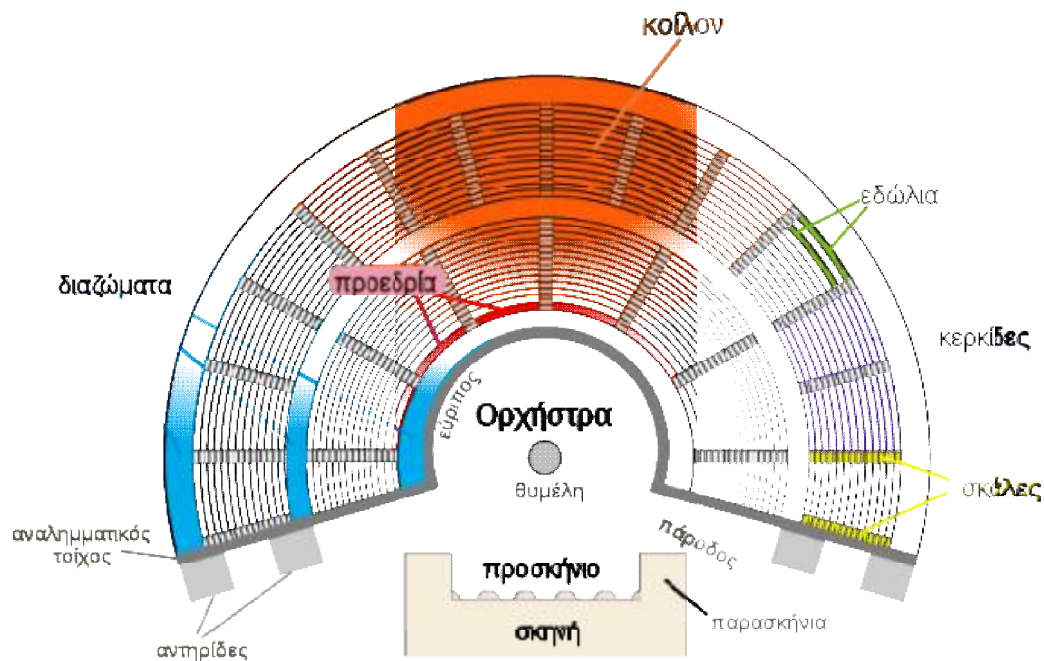


Εικόνα 3.2.: Αρχαίο Θέατρο Άργους_σήμερα

Τα κύρια μέρη του αρχαίου ελληνικού θεάτρου είναι η σκηνή, η ορχήστρα και το κοίλον (εικόνα 3.3.).

- **Η Σκηνή:** ορθογώνιο, μακρόστενο κτήριο, που προστέθηκε κατά τον 5ο αι. π.Χ. στην περιφέρεια της ορχήστρας απέναντι από το κοίλον. Στην αρχή ήταν ισόγεια και χρησιμοποιούταν μόνο ως αποδυτήρια, όπως τα σημερινά παρασκήνια και τα καμαρίνια. Η σκηνή αποτελείται από:

- **Το Προσκήνιο:** μια στοά με κίονες μπροστά από τη σκηνή. Ανάμεσα στα διαστήματα των κίωνων βρίσκονταν θυρώματα και ζωγραφικοί πίνακες (τα σκηνικά). Τα θυρώματα του προσκηνίου απέδιδαν τρεις πύλες, από τις οποίες έβγαιναν οι υποκριτές. Το προσκήνιο ήταν αρχικά πτυσσόμενο, πιθανώς ξύλινο.



ΑΡΧΑΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ

Εικόνα 3.3.: Η Κάτοψη αρχαίου ελληνικού θεάτρου - μέρη σκηνής, ορχήστρας και κοίλου

- **Τα Παρασκήνια:** τα δύο άκρα της σκηνής που προεξέχουν δίνοντάς της σχήμα Π στην κάτοψη.
- **Οι Πάροδοι:** οι διάδρομοι δεξιά και αριστερά από τη σκηνή που οδηγούν στην ορχήστρα. Συνήθως σκεπάζονταν με αψίδες.
- **Η Ορχήστρα:** Η ημικυκλική (ή κυκλική, π.χ. Επίδαυρος) πλατεία στο κέντρο του θεάτρου. Συνήθως πλακόστρωτη. Εκεί δρούσε ο χορός.

Στην ορχήστρα ανήκουν:

- **Η Θυμέλη:** ο βωμός του Διονύσου στο κέντρο της ορχήστρας.
 - **Ο Εύριπος:** αγωγός απορροής των υδάτων στην περιφέρεια της ορχήστρας από το μέρος του κοίλου.
- **Το Κοίλον:** όλος ο αμφιθεατρικός χώρος (με τα εδώλια, τις σκάλες και τα διαζώματα) γύρω από την ορχήστρα όπου κάθονταν οι θεατές, στο οποίο περιλαμβάνονται:
 - **Οι Αναλημματικοί τοίχοι:** οι τοίχοι στήριξης του εδάφους στα άκρα του κοίλου.

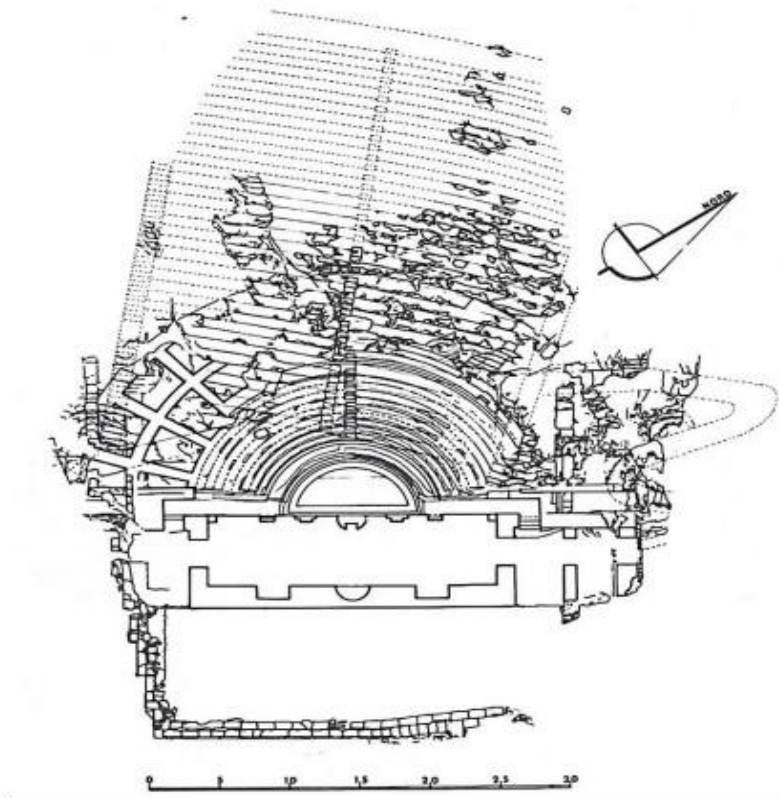
- **Οι Αντηρίδες:** πυργοειδείς τοίχοι κάθετοι προς τους αναλημματικούς που χρησιμεύουν στην καλύτερη στήριξή τους.
- **Τα Διαζώματα:** οριζόντιοι διάδρομοι που χωρίζουν τις θέσεις των θεατών σε οριζόντιες ζώνες.
- **Οι Σκάλες:** κλιμακωτοί εγκάρσιοι διάδρομοι για την πρόσβαση των θεατών στις θέσεις τους.
- **Οι Κερκίδες:** ομάδες καθισμάτων σε σφηνοειδή τμήματα που δημιουργούνται από το χωρισμό των ζωνών με τις σκάλες.
- **Τα Εδώλια:** τα καθίσματα, οι θέσεις των θεατών.
- **Η Προεδρία:** η πρώτη σειρά των καθισμάτων όπου κάθονταν οι επίσημοι.

3.2 Αρχαίο θέατρο του Άργους

Το θέατρο του Άργους, αποτελεί το κορυφαίο πολιτιστικό μνημείο της πόλης και συγκαταλέγεται στα μεγαλύτερα αρχαία θέατρα στην Ελλάδα αγγίζοντας σε χωρητικότητα τους είκοσι χιλιάδες θεατές.

Είναι κατασκευασμένο σε κεντρικό σημείο, στους πρόποδες της νοτιοανατολικής πλευράς του λόφου του κάστρου, ενώ εκτείνεται ακριβώς απέναντι από την αρχαία αγορά του Άργους. Το αρχιτεκτονικό αυτό επίτευγμα, δέσποζε πάνω από την αρχαία πόλη και ήταν ορατό από τον Αργολικό κόλπο.

Στο χώρο προϋπήρχαν διάσπαρτα μικρά ιερά που ήταν αφιερωμένα σε θεότητες και ήρωες, όπως αυτά των Διοσκούρων, του Διός Ευβουλέως και του Ηρακλή τα οποία δεν καταπατήθηκαν κατά την κατασκευή του μνημείου. Το θέατρο οικοδομήθηκε κατά την ελληνιστική εποχή, στις αρχές του 3ου αι. π.Χ. και αντικατέστησε το κλασικό θέατρο με τα ευθύγραμμα εδώλια που βρισκόταν περίπου 100 μ. νοτιότερα και είχε κτιστεί τον 5ο αι. π.Χ.



Εικόνα 3.4.: Κάτοψη του θεάτρου με τα ευθύγραμμα εδώλια, που καλύφθηκε από το ρωμαϊκό ωδείο

Το Άργος ήταν από τις πρώτες πόλεις της Ελλάδας με θέατρο στην κλασική εποχή, που χρονολογείται το 450 π.Χ. Το θέατρο αυτό, όπως και πολλά άλλα θέατρα της εποχής εκείνης, αποτελείτο από ευθύγραμμα εδώλια και από μια επίσης ευθύγραμμη ορχήστρα, πλάτους 25 μ. περίπου. Οι 37 σειρές εδωλίων ήταν μεν ευθύγραμμες, αλλά παρουσίαζαν μια πολύ ελαφρά καμπύλη και ήταν λαξευμένες στο φυσικό βράχο του λόφου της Λάρισας. Το ύψος μιας σειράς εδωλίων ανερχόταν στα 32 εκ., το πλάτος στα 90 εκ. και το μέγιστο μήκος στα 30 μ. Το κοίλο του θεάτρου, χωρητικότητας 2.300 – 2.500 ατόμων, διαιρούνταν σε δύο τμήματα από μια μεσαία κλίμακα, ενώ στο άνω μέρος του οριοθετούνταν από έναν οριζόντιο διάδρομο. Κανένα ίχνος σκηνικού οικοδομήματος δεν διατηρήθηκε. Η κύρια λειτουργία του θεάτρου, που χαρακτηρίζεται από την έρευνα ως «Γνύκα του Άργους», ήταν πολιτική. Ο χρόνος, άλλωστε, της κατασκευής του συνδέεται με την εγκαθίδρυση του δημοκρατικού πολιτεύματος στο Άργος το 460 π.Χ. Ορισμένοι μελετητές ταυτίζουν το εν λόγω μνημείο με την Άλιαία ή τον Πρώνα, όπου λάμβαναν χώρα οι συνεδριάσεις του δικαστηρίου και οι συγκεντρώσεις των Αργείων.

Πέρα, όμως, από πολιτικό, το θέατρο, ίσως, είχε και λατρευτικό χαρακτήρα. Μια (πομπική) ράμπα στα δυτικά, πλάτους 1,80 μ., το συνέδεε με το ιερό της Αφροδίτης που βρισκόταν 20 μ. νοτιότερα. Σύμφωνα με τη θεωρία του I. Nielsen, το θέατρο θα μπορούσε να ταυτιστεί με το οίκημα του Άδωνη που αναφέρει ο Πausanias, στο οποίο οι γυναίκες των Αργείων θρηνούσαν τον Άδωνη, τον σύντροφο της Αφροδίτης, που πέθαινε κάθε χρόνο και ανασταινόταν τον επόμενο (συμβολισμός της βλάστησης).

Ο πιθανότερος λόγος αντικατάστασης του κλασικού θεάτρου με τα ευθύγραμμα εδώλια με ανέγερση ενός τόσο μεγάλου για την εποχή εκείνη, ήταν η μεταφορά δύο πολύ σημαντικών αγώνων από τη «γενέτειρά» τους στο Άργος: πρόκειται για τους πανελλήνιους αγώνες των Νέμεων ή Νέμειων, που μέχρι το 271 π.Χ. διεξάγονταν στο ιερό του Δία στη Νεμέα, καθώς και για τα Ηραία ή Εκατόμβοια, που μέχρι τον 3ο π.Χ. αιώνα γιορτάζονταν στο Ηραίο, το επίσημο θρησκευτικό κέντρο του Άργους. Οι εορτές προς τιμήν του Δία (Νέμεα) διοργανώνονταν από το «Κοινό των διονυσιακών τεχνιτών του Ισθμού και της Νεμέας» που ήταν ένα σωματείο, στο οποίο συμμετείχαν οι καλλιτέχνες που έπαιρναν μέρος στους μουσικούς αγώνες. Τα κεντρικά όργανα του συγκεκριμένου Κοινού είχαν την έδρα τους στο Άργος και τη Θήβα. Το πρόγραμμα των Νέμεων και των Ηραίων περιλάμβανε – μεταξύ άλλων – μουσικούς και δραματικούς αγώνες που διεξάγονταν στο χώρο του θεάτρου. Ο αρχαιότερος αγώνας των Νεμέων, που τεκμηριωμένα γνωρίζουμε ότι έλαβε μέρος στο θέατρο του Άργους, ήταν αυτός των κιθαρωδών το 205 π.Χ.

Στον ίδιο χώρο φιλοξενούνταν, επίσης, πολιτικές συνεδριάσεις, όπως η Σύνοδος της Αχαϊκής Συμπολιτείας, που γινόταν τακτικά κατά τον 2ο π.Χ. αιώνα. Κατά τη ρωμαϊκή εποχή καθιερώθηκαν νέοι αγώνες στο πλαίσιο της αυτοκρατορικής λατρείας (π.χ. τα Αντινόεια), καθώς και άλλου είδους θεάματα (θηριομαχίες, μονομαχίες και χοροί μέσα στο νερό) που άλλαξαν σε μεγάλο βαθμό, όπως θα ειπωθεί στη συνέχεια, τη φυσιογνωμία του μνημείου.

Το τεράστιο κοίλο του θεάτρου είναι στο μεγαλύτερο μέρος του λαξευμένο στο βράχο και χωριζόταν με δύο διαζώματα σε τρία οριζόντια τμήματα και με κλίμακες σε τέσσερις κερκίδες, που αντιστοιχούσαν στις φυλές του Άργους. Στο κεντρικό τμήμα του είναι λαξευμένες στο βράχο 83 σειρές εδωλίων, ενώ περίπου στο μέσο του συμπληρώνεται και στις δύο πλευρές με πρόσθετες σειρές εδωλίων στερεωμένων σε τεχνητά αναχώματα, τα οποία συγκρατούν αναλημματικοί τοίχοι, κτισμένοι με τον άνισο ισοδομικό τρόπο. Το προσκήνιο, αποτελούνταν από 20 κίονες κι ανοιγόταν προς το μέρος της ορχήστρας, και πίσω από αυτό η σκηνή. Η ορχήστρα του αρχαίου θεάτρου ήταν επίσης στο μεγαλύτερο μέρος της λαξευμένη στο βράχο με το δάπεδό της να αποτελείται από ασβεστολιθικές πλάκες έχοντας έτσι το σχηματισμό ενός κύκλου, πάνω στον οποίο εφάπτονταν οι δύο διάδρομοι ή πάροδοι.

Αρχικά ήταν κυκλική, με διάμετρο 26,68 μέτρων, και την περιέβαλε αγωγός για την απομάκρυνση των υδάτων σε περίπτωση πλημμύρας. Στο κέντρο της δημιουργήθηκαν δύο

ανάγλυφες κατασκευές, ένας κύκλος και δύο εφαπτόμενες γραμμές για την καθοδήγηση των μετακινήσεων των χορών: κυκλικών στους διθυράμβους και ευθύγραμμων στις τραγωδίες και κωμωδίες. Η «χαρώνεια κλίμακα», ένας υπόγειος διάδρομος, έωννε την ορχήστρα με την ελληνοιστική σκηνή και εξυπηρετούσε την εμφάνιση των νεκρών και των χθόνιων θεοτήτων κατά τις παραστάσεις. Σύμφωνα με τον Πολυδεύκη η υπόγεια αυτή δίοδος έδινε τη δυνατότητα εμφάνισης της πορείας των δραματικών προσώπων που επέστρεφαν από τον Κάτω Κόσμο ή μετέβαιναν σε αυτόν.

Το σκηνικό οικοδόμημα στην αρχική του μορφή ήταν κτισμένο με καλά επεξεργασμένους ασβεστόλιθους. Περιλάμβανε το προσκήνιο (24,40 × 2,50 μ.), διακοσμημένο στην εσωτερική του πλευρά με ιωνική κιονοστοιχία, την κυρίως σκηνή πάνω από τα αποδυτήρια στο ισόγειο (19,10 μ. × 5,20 μ.), και μία στοά στην πρόσοψη με δωρική κιονοστοιχία (24 × 5,60 μ.). Στην προέκταση της σκηνής είχαν κατασκευαστεί δύο μονές ράμπες, που οδηγούσαν στη στέγη του προσκηνίου και στον άνω όροφο της σκηνής, ο οποίος, πιθανώς, διέθετε πέντε μεγάλα ανοίγματα στην πρόσοψή του.

Στα ρωμαϊκά χρόνια, κυρίως το 2ο αι. μ.Χ., την εποχή του αυτοκράτορα Αδριανού, το μνημείο εξωραίστηκε κατά το ρωμαϊκό πρότυπο. Εδώ φιλοξενούνταν πλέον διάφοροι εορτασμοί (Σεβάστεια, Τίτεια, Τραιάνεια, Αντινόεια) καθώς και θεάματα, όπως κυνήγι θηρίων ή μονομαχίες, που είχαν ως αποτέλεσμα την αλλαγή τόσο της ορχήστρας όσο και της σκηνής. Στο πρώτο μισό του 2ου αι. μ.Χ. η διώροφη ελληνοιστική σκηνή μετατράπηκε σε μια πλινθόκτιστη, ρωμαϊκού τύπου που επεκτάθηκε προς τα δυτικά, καλύπτοντας ένα μέρος της ορχήστρας. Πιο συγκεκριμένα, το προσκήνιο αντικαταστάθηκε από ένα σκηνικό βάθρο (pulritum) που είχε επένδυση από μαρμάρινες πλάκες και ήταν κοσμημένο με κορινθιακές κιονοστοιχίες, ψηφιδωτά και αγάλματα σε κόγχες. Η scaenae frons αποτελούνταν από έναν ευθύγραμμο τοίχο, όπου ανοίγονταν τρεις θύρες που οδηγούσαν στα καμαρίνια (postscaenium)· ήταν, δε, διακοσμημένη με τέσσερα ζεύγη κιόνων που πατούσαν πάνω σε ισάριθμα βάθρα και συνεχίζονταν, ίσως, προς τα πάνω σε δύο επάλληλα επίπεδα. Η στοά που προϋπήρχε στο πίσω μέρος της σκηνής, παρέμεινε ακέραιη. Στις παρόδους του θεάτρου (aditus maximi) χτίστηκαν δυο πλευρικές αίθουσες.

Κατά τη ρωμαϊκή εποχή σημειώθηκαν και άλλες μετατροπές στην αρχιτεκτονική του μνημείου, επειδή τότε άλλαξε ριζικά ο χαρακτήρας των θεαμάτων που φιλοξενούνταν σε αυτό. Οι δημοφιλείς για την εποχή μονομαχίες και θηριομαχίες επέβαλαν τη μετατροπή της ορχήστρας σε αρένα. Για την ασφάλειά τους από τα άγρια θεάματα, τοποθετήθηκε ένα δίχτυ γύρω απ' την ορχήστρα στην προεδρία, ενώ για την προστασία των θεατών από τον ήλιο τοποθετήθηκαν πάνω από τα εδώλια vela, δηλαδή υφάσματα που στερεώνονταν με τεντωμένα σχοινιά στην κορυφή ξύλινων 8 ιστών. Διακρίνονται ακόμα και σήμερα, λαξευμένες στο βράχο, οι υποδοχές που χρησιμοποιούνταν για τη στερέωση των παραπάνω

κατασκευών. Τον 3ο αι. μ.Χ. προστέθηκε μία εξέδρα με τρία μαρμάρινα καθίσματα για τους επισημότερους θεατές ή αλλιώς ένα τιμητικό θεωρείο στη μέση των πρώτων σειρών εδωλίων του κοίλου, το οποίο προοριζόταν για τους αγωνοθέτες, όπως τον αντιπρόσωπο του αυτοκράτορα ή τους οργανωτές των θεαμάτων. Τον 4ο αι. μ.Χ. κατασκευάστηκε στην ορχήστρα μία τεχνητή λίμνη ή αλλιώς κολυμβητήριο για αθλοπαιδιές στο νερό και παραστάσεις ναυμαχιών (π.χ. μίμους που ερμήνευαν μυθικές σκηνές που διαδραματιζόνταν στο νερό). Τότε κατασκευάστηκε ένας αγωγός υδροδότησης που περιέτρεχε το κοίλο στο ύψος της τέταρτης σειράς κοινών εδωλίων, κατέληγε στη βόρεια πάροδο και από εκεί γέμιζε με νερό την επενδυμένη με μαρμάρινες πλάκες ορχήστρα.

Το θέατρο εγκαταλείφθηκε οριστικά στο τέλος του 4ου αι. μ.Χ. Το μνημείο παρέμεινε ορατό στους επόμενους αιώνες και σχεδόν όλοι οι περιηγητές το αναφέρουν στις αφηγήσεις τους, ενώ πολλοί το σχεδίασαν. Χρησιμοποιήθηκε και πάλι, όταν στις 15 Ιουλίου 1829 πραγματοποιήθηκε σε αυτό η 4η Εθνοσυνέλευση του νέου ελληνικού κράτους, που οργάνωσε ο Ι. Καποδίστριας. Σήμερα ο χώρος του θεάτρου χρησιμοποιείται περιστασιακά για διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναλύσουμε τα δύο στάδια της μελέτης μας. Το πρώτο αναφέρεται στις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στην ύπαιθρο, όπου περιγράφονται οι επί τόπου αναγνώρισεις, εφαρμογές καθώς επίσης και η διαδικασία λήψης των μετρήσεών μας με το Leica TCR 407 Reflectorless. Στο δεύτερο στάδιο ακολουθούν οι εργασίες γραφείου, όπου αναφέρονται οι υπολογισμοί των συντεταγμένων των σημείων λεπτομέρειας με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων και παρουσιάζονται τα σχέδια της αποτύπωσης.

4.1 Αναγνώριση της περιοχής Μελέτης

Στη φάση αυτή, που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του πρώτου σταδίου της μελέτης εντοπίστηκε ο χώρος προς αποτύπωση και δημιουργήθηκε ένα γενικό πλάνο της εργασίας σχετικά με τον αριθμό των σημείων λεπτομέρειας και την κατεύθυνση που θα ακολουθηθεί.



4.2 Όργανο Μετρήσεων Total station LEICA TCR 407 Reflectorless



Εικόνες 4.1. και 4.2.: Total station LEICA TCR 407 Reflectorless

Το Όργανο Μετρήσεων Total station LEICA TCR 407, είναι ένας σύγχρονος γεωδαιτικός σταθμός με τη δυνατότητα μετρήσεων γωνιών, αποστάσεων, υψομέτρων και απευθείας ένδειξη των συντεταγμένων x,y,z του σημείου που σκοπεύουμε.

Ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οργάνου:

Ακρίβεια μέτρησης γωνιών	7''
Μεγέθυνση τηλεσκοπίου	30X
Εμβέλεια μέτρησης αποστάσεων	3500m
Ακρίβεια μέτρησης αποστάσεων	2 mm \pm 2.0 ppm
Χρόνος μέτρησης	< 1sec
Κέντρωση	Laser κέντρωση ακρίβειας \pm 2 mm σε 1.5 m ύψος οργάνου
Καταγραφή	Αποθήκευση σε εσωτερική μνήμη 10.000 σταθερών σημείων

Τροφοδοσία	8ωρη επαναφορτιζόμενη NiMH μπαταρία
Reflectorless λειτουργία (χωρίς πρίσμα)	
Εμβέλεια μέτρησης αποστάσεων	80m
Ακρίβεια μέτρησης αποστάσεων	3 mm ± 2 ppm
Χρόνος μέτρησης	<3 sec



Εικόνα 4.3.: Total station LEICA TCR 407 Reflectorless επί τη έργω στο Αρχαίο Θέατρο του Άργους

Για τις μετρήσεις, χρησιμοποιήθηκαν επίσης:

- Τρίποδας βιομηχανικής γεωδαισίας, πάνω στον οποίο τοποθετήθηκε το όργανό μας.

Ο συγκεκριμένος τρίποδας ήταν τύπου βαρέως, που χαρακτηρίζεται από τη στιβαρότητα της κατασκευής. Κάθε τρίποδας διαθέτει κινούμενους δίσκους για να εισχωρούν στο έδαφος και ειδικό σύστημα ανύψωσης ώστε να διασφαλίζουν την σταθερότητα του οργάνου.

- Ανακλαστήρας (στόχος)

Απαραίτητο συμπλήρωμα για την εκτέλεση μετρήσεων με τέτοιου είδους όργανο αποτελεί η ράβδος με τον ανακλαστήρα, τα οποία τοποθετούνται σε κάθε σημείο του οποίου τις συντεταγμένες θέλουμε να γνωρίζουμε.

- Μετροταινία, η οποία χρησιμοποιήθηκε για μέτρηση του ύψους του οργάνου.

Οι μετροταινίες χρησιμεύουν στη μηχανική μέτρηση αποστάσεων (άμεση μέτρηση). Μπορεί να είναι από λινό, χάλυβα ή από fiberglass. Για μετρήσεις περιορισμένης ακρίβειας, χρησιμοποιούνται οι λινές μετροταινίες. Οι χαλύβδινες έχουν μήκος από 2 έως 50m. η βαθμολόγησή τους είναι σε μέτρα και η χαραγή του μηδέν μπορεί να ποικίλλει από ταινία σε ταινία. Οι ταινίες που είναι κατασκευασμένες από fiberglass έχουν ποιότητα ανάλογη με τις μεταλλικές. Σήμερα χρησιμοποιούνται περισσότερο οι ταινίες με χειρολαβή, που το μήκος τους κυμαίνεται από 20 έως 50m

- Γωνιομετρική Πυξίδα, η οποία χρησιμοποιήθηκε για τον προσανατολισμό του οργάνου στο Βορρά.

Αποτελείται από μία οριζόντια περιστρεφόμενη μαγνητική βελόνα, η οποία με την επιρροή του γήινου μαγνητισμού, παίρνει μια ορισμένη διεύθυνση προς βορρά, ο οποίος ονομάζεται Μαγνητικός Βορράς. Η πυξίδα μπορεί να είναι αυτοτελής και να χρησιμοποιείται ελεύθερα με το χέρι ή να προσαρμόζεται στο τοπογραφικό όργανο. Υπάρχουν δύο, κυρίως, είδη πυξίδων, η «τοπογραφική» που είναι ακριβέστερη και χρησιμοποιείται πάνω σε τρίποδα και η πρισματική που χρησιμεύει για εργασίες μικρότερης ακρίβειας.

- GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, ή Θεσιθεσίας, για λήψη συντεταγμένων των στάσεων Σ1 και Σ2 για την αποτύπωση της περιοχής μας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, χρησιμοποιήσαμε το Leica Vivac GS08 plus NetRover.



Εικόνα 4.4.: *ράβδος με ανακλαστήρα (α), πυξίδα (β),
GPS Leica Vivac GS08 plus NetRover (γ)*

4.3 Φάσεις διαδικασίας λήψης μετρήσεων στην περιοχή μελέτης

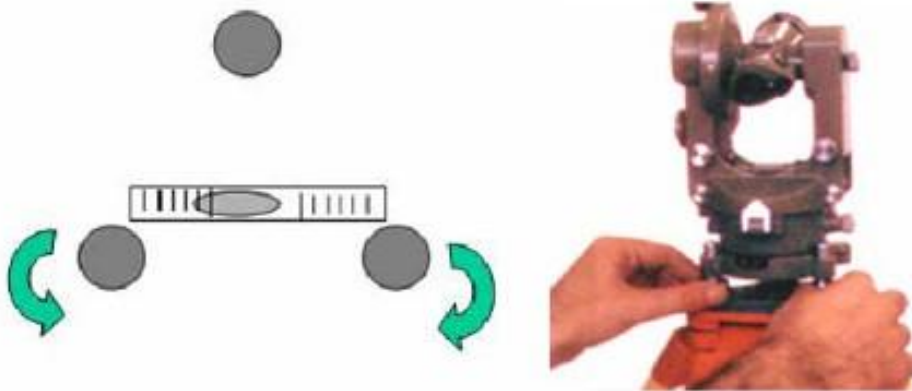
Πρέπει να αναφερθεί πως οι ημέρες κατά τις οποίες έγιναν οι μετρήσεις ήταν ηλιόλουστες , οπότε αποφεύγαμε τυχόν σφάλματα λόγω οργάνου. Η πρώτη επίσκεψη όπου λήφθηκαν τα αρχικά σημεία λεπτομέρειας πραγματοποιήθηκε το πρωί της Δευτέρας 22 Μαΐου 2017 με την ολοκλήρωση τους την ημέρα Πέμπτη 8 Ιουνίου.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το total station στήνεται μόνο σε μία στάση αφού όλα τα σημεία που χρειαζόμαστε είναι ορατά από την ίδια θέση. Γενικά, από κάθε στάση του οργάνου (πολυγωνομετρικό σημείο) είναι απαραίτητο να γίνουν οι παρακάτω εργασίες:

- Προεργασία: Στήνουμε τον τρίποδα, έτσι ώστε τα τρία πόδια να είναι όσο γίνεται μέσα στο έδαφος, ώστε να αποφεύγεται η ολίσθηση και πάνω του τοποθετείται το όργανο.
- Κέντρωση: κεντρώνουμε το όργανο χονδροειδώς μετακινώντας τα πόδια του τρίποδα

και με την χρήση των κοχλιών πετυχαίνουμε να ταυτίσουμε το κέντρο του laser με το κέντρο του καρφιού.

- **Οριζοντίωση:** προκειμένου να μην χαλάσουμε την κέντρωση, οριζοντιώνουμε με την χρήση των ποδιών του τρίποδα. Βλέποντας την φυσαλίδα της αεροστάθμης, ανεβάζουμε ή κατεβάζουμε τα πόδια του τρίποδα χωρίς να τα μετακινούμε. Η αεροστάθμη, αποτελείται από έναν κλειστό γυάλινο δοχείο, το οποίο είναι γεμάτο με αιθέρα ή οινόπνευμα με τέτοιο τρόπο, που να αφήνει ένα μικρό μέρος όγκου κενό, που εμφανίζεται με μορφή κυκλικής φυσαλίδας. Στην πάνω επιφάνεια υπάρχει χαραγμένος ένας κύκλος, όπου με αυτόν προσδιορίζεται η θέση της φυσαλίδας. Μόλις το όργανο είναι σχεδόν οριζοντιωμένο (δηλαδή η φυσαλίδα έχει σχεδόν μπει στην στο κέντρο της αεροστάθμης), χρησιμοποιούμε τους κοχλίες για να οριζοντιώσουμε ακριβώς. Μετά την διαδικασία αυτή πραγματοποιούμε οριζοντίωση ακριβείας, «πειράζοντας» πολύ ελαφρά τους κοχλίες.(η έντονη ηλιοφάνεια επηρεάζει την αεροστάθμη ακριβείας. Στην περίπτωση αυτή, προσπαθούμε να “κρύψουμε” τον ήλιο, είτε ανοίγοντας μια ομπρέλα, είτε κάποιος από την ομάδα στέκεται μπροστά στο όργανο. Βλέπουμε ότι μετά από λίγο η φυσαλίδα της αεροστάθμης ακριβείας θα επανέλθει στη σωστή της θέση.)



Εικόνα 4.5.: οριζοντίωση τοπογραφικού οργάνου με τη χρήση κοχλιών

- Τέλος, επειδή ακριβώς χρησιμοποιήσαμε λίγο τους κοχλίες, η κέντρωσή μας θα έχει χαλάσει. Ξεβιδώνουμε από κάτω το όργανο και το μετακινούμε (κυλίσουμε – σέρνουμε) προσεχτικά κατά μήκος του επιπέδου του τρίποδα μέχρις ότου να ταυτιστεί το κέντρο της επιφάνειας του laser με το κέντρο του σημείου εξάρτησης.

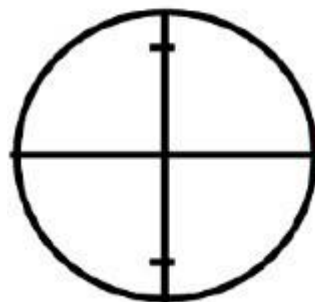
Στη συνέχεια:

- Μετρούμε το ύψος του οργάνου από το δευτερεύοντα άξονα μέχρι την πάνω επιφάνεια του πολυγωνομετρικού σημείου με ακρίβεια εκατοστού με ένα δίσκο ή μετροταινία.
- Μηδενίζουμε τον οριζόντιο δίσκο του οργάνου και σκοπεύουμε το προηγούμενο πολυγωνομετρικό σημείο (διεύθυνση μηδέν).

Για τη σκόπευση πράττουμε ως εξής: Κάθε όργανο περιέχει τηλεσκόπιο, με το οποίο γίνεται η σκόπευση. Παράλληλα, υπάρχει ένας εξωτερικός μηχανισμός χονδρικής σκόπευσης. Ο εξωτερικός μηχανισμός σκόπευσης χρησιμοποιείται για πρόχειρη (χοντρική) σκόπευση, προσαρμόζεται συνήθως πάνω στο τηλεσκόπιο του γωνιομετρικού οργάνου και χρησιμεύει για να στοχεύουμε κατά προσέγγιση, δηλαδή να φέρνουμε το αντικείμενο που παρατηρούμε μέσα στο οπτικό πεδίο του τηλεσκοπίου. Το τηλεσκόπιο είναι γενικά μια σκοπευτική διάταξη που προσαρμόζεται στο total station, καθώς και σε άλλα τοπογραφικά όργανα. Με το τηλεσκόπιο γίνεται η ακριβής σκόπευση του αντικειμένου, απαραίτητη προϋπόθεση για να αρχίσει μετά από αυτό οποιαδήποτε μέτρηση. Κάθε τηλεσκόπιο αποτελείται από δύο συστήματα φακών, το αντικειμενικό και το προσοφθάλμιο. Διαθέτουν σταυρόνημα για τη διευκόλυνση της ακριβούς σκόπευσης ενός σημείου, δηλαδή της τοποθέτησης του ειδώλου του πάνω στο κέντρο του σταυρονήματος.



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 4.6.: Εξωτερικός μηχανισμός σκόπευσης σε τηλεσκόπιο (α), σταυρόνημα τηλεσκοπίου (β) και σκόπευση σημείου με τη βοήθεια του σταυρονήματος (γ)

Έτσι, για να κάνουμε μια σκόπευση με το τηλεσκόπιο:

- σκοπεύουμε αρχικά το σημείο με τον εξωτερικό μηχανισμό σκόπευσης
- σκοπεύουμε μέσα από τον προσοφθάλμιο, ρυθμίζοντάς τον συγχρόνως, ώσπου να δούμε καθαρά το είδωλο του σκοπευόμενου σημείου
- ρυθμίζουμε το σταυρόνημα, για να φαίνεται κι αυτό με ευκρίνεια
- με τη βοήθεια κατάλληλων κοχλιών φέρνουμε τα σκοπευόμενα σημεία ακριβώς στο κέντρο του σταυρονήματος

Η ράβδος με τον ανακλαστήρα τοποθετείται κατακόρυφα από το στοχοφόρο σε κάθε σημείο λεπτομέρειας που έχουμε επιλέξει και σκοπεύεται με το μεσσαίο νήμα του σταυρονήματος στο ύψος του οργάνου.

Αναγκαία για όλη τη διαδικασία είναι η κατασκευή σκαριφήματος (κροκί) της περιοχής που αποτυπώνουμε. Στο σκαρίφημα δίνουμε την περίπου θέση των σημείων λεπτομερείας με αύξοντα αριθμό, προσέχοντας περισσότερο την οριζοντιογραφική θέση τους. Η εκλογή των σημείων είναι δύσκολη και από αυτήν εξαρτάται η οικονομία της εργασίας και η εύκολη διεξαγωγή της.

Ο χρήστης του οργάνου εκτελεί τις διάφορες σκοπεύσεις και ανά σημείο λεπτομέρειας φωνάζει τον αύξοντα αριθμό του σημείου, για να υπάρχει σύμπτωση με αυτόν που κατασκευάζει το κροκί.

Τα αποτελέσματα των ενδείξεων εμφανίζονται σε ειδική οθόνη αναγνώσεων σε ψηφιακή μορφή.

4.4 Απαραίτητοι υπολογισμοί

Εκμεταλλεούμενοι τη βιομηχανική εξέλιξη, στο 2^ο στάδιο της μελέτης που αποτελούν οι εργασίες γραφείου αξιοποιήθηκε το σύστημα που είναι ενσωματωμένο στο τοπογραφικό μας όργανο για καταγραφή, άμεση και επί τόπου επεξεργασία μετρήσεων για την ταχύτερη εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Η μεταφορά δεδομένων από το όργανο στον υπολογιστή πραγματοποιήθηκε με χρήση USB και στη συνέχεια μέσω του προγράμματος επίλυσης απόδοσης τα σημεία με τις συντεταγμένες τους εισήχθησαν στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad για τη διεξαγωγή των απαραίτητων σχεδιάσεων. Παρακάτω θα αναλυθούν οι υπολογισμοί που πραγματοποιεί πλέον αυτόματα ένα total station κατά τη διαδικασία της αποτύπωσης.

Το total station τοποθετήθηκε σ' ένα σημείο (στο παρακάτω παράδειγμα στο σημείο A) που δέσποζε στην περιοχή που αποτυπώσαμε, από το οποίο υπήρχε ορατότητα σε όλα τα σημεία λεπτομέρειας. Αφού το οριζοντιώσαμε, το προσανατολίσαμε με ένδειξη 0 gon στον οριζόντιο δίσκο σε μία διεύθυνση (π.χ. την AB μηδενική διεύθυνση **εικόνα 4.7.**).

Στη συνέχεια, στρέψαμε το ηλεκτρονικό μηχάνημα δεξιόστροφα και μετρήσαμε για κάθε σημείο λεπτομέρειας την απόσταση από τη στάση A και την οριζόντια γωνία ως προς τη μηδενική διεύθυνση AB. Για την ευκολότερη διεξαγωγή της εργασίας κατασκευάστηκε σκαρίφημα (κροκί) στο οποίο δόθηκαν η πλησιέστερες θέσεις των σημείων με αύξοντα αριθμό. Προσπαθήσαμε να καλύψουμε (σαρώσουμε) την περιοχή του αρχαίου θεάτρου που ήταν προς αποτύπωση με τέτοιο τρόπο ώστε οι οριζόντιες γωνίες των σημείων να αυξάνουν και αυτές κατά τον αύξοντα αριθμό των σημείων λεπτομερειών. Συγκεκριμένα, σε κάθε σειρά του θεάτρου λήφθηκαν περίπου δεκαέξι μετρήσεις φτάνοντας στο σύνολο τα χίλια εβδομήντα ένα σημεία βοηθώντας στη σύνθεση ενός ακριβούς σχεδίου.

Δεύτερο στάδιο λοιπόν της μελέτης, αποτελούν οι εργασίες γραφείου, δηλαδή οι υπολογισμοί και οι σχεδιάσεις σύμφωνα με τις μετρήσεις που καταγράφηκαν από το τοπογραφικό μας όργανο. Τα στοιχεία των μετρήσεων υπαίθρου στην περίπτωση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ηλεκτρονικής αποτύπωσης, τροφοδοτούν απευθείας ή μέσω κάποιας ειδικής συσκευής έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι υπολογισμοί περιλαμβάνουν προφανώς τον υπολογισμό των συντεταγμένων των σημείων και του υψόμετρου τους. Επιλύοντας τόσες φορές το πρώτο θεμελιώδες πρόβλημα όσα είναι τα σημεία λεπτομέρειας, οι πολικές συντεταγμένες μετατράπηκαν σε ορθογώνιες που είναι απαραίτητες για τη σύνθεση των σχεδίων.

Οι βασικές σχέσεις που δίνουν τις συντεταγμένες x_p , y_p και το υψόμετρο z_p ενός σημείου λεπτομέρειας που μετρήθηκε, από μια στάση A με προσανατολισμό σε μια άλλη στάση B, όπως περιγράφηκε παραπάνω είναι:

$$x_p = x_A + S_o * \sin(\delta_{AB} + \omega)$$

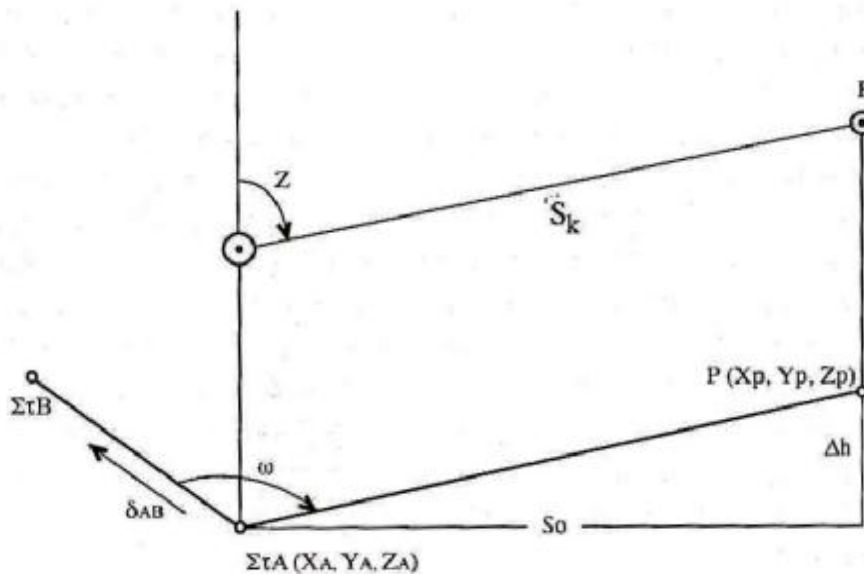
$$y_p = y_A + S_o * \cos(\delta_{AB} + \omega)$$

$$z_p = z_A + S_k * \cos Z + Y_o - Y_\sigma$$

όπου x_A , y_A , z_A οι συντεταγμένες και το υψόμετρο της στάσης A, δ_{AB} το αζιμούθιο της γραμμής στάση A – στάση B, S_o η οριζόντια απόσταση σημείου P – στάσης A, ω η

μετρημένη οριζόντια γωνία (0,00 gon στη διεύθυνση της στάσης B), z η μετρημένη ζενίθια γωνία, Y_0 το ύψος οργάνου και Y_σ το ύψος των ανακλαστήρων (**εικ. 4.7.**). Η οριζόντια απόσταση S_0 δίνεται από τη σχέση:

$S_0 = S_k * |\sin z|$, όπου S_k η μετρημένη κεκλιμένη απόσταση σημείου P – στάσης A.

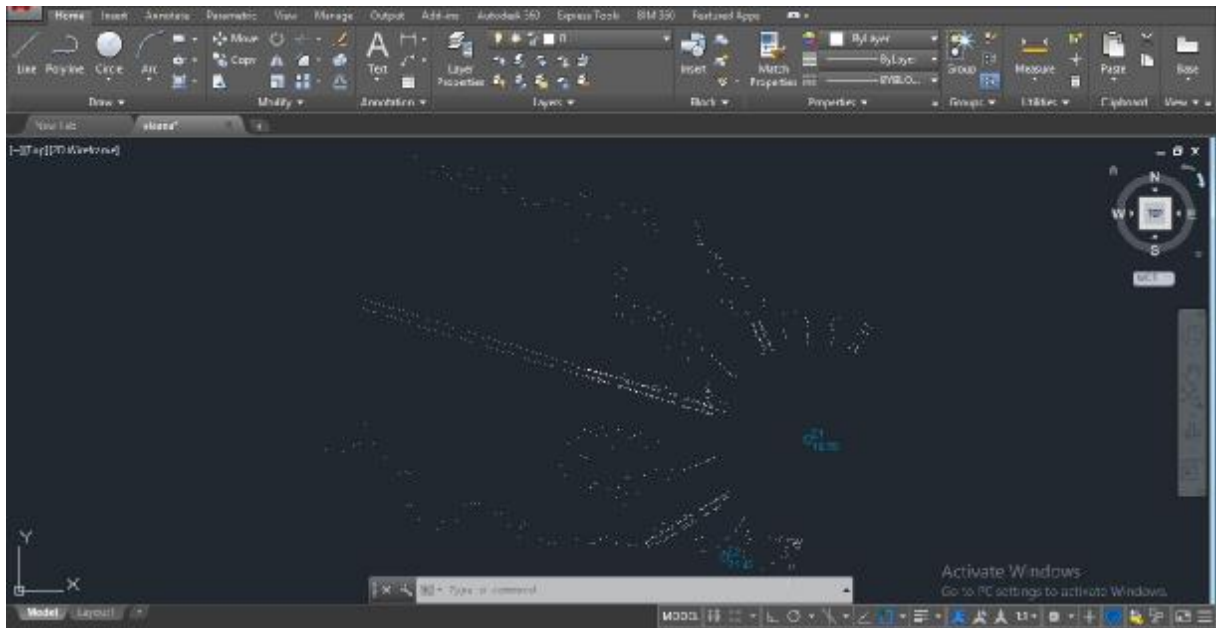


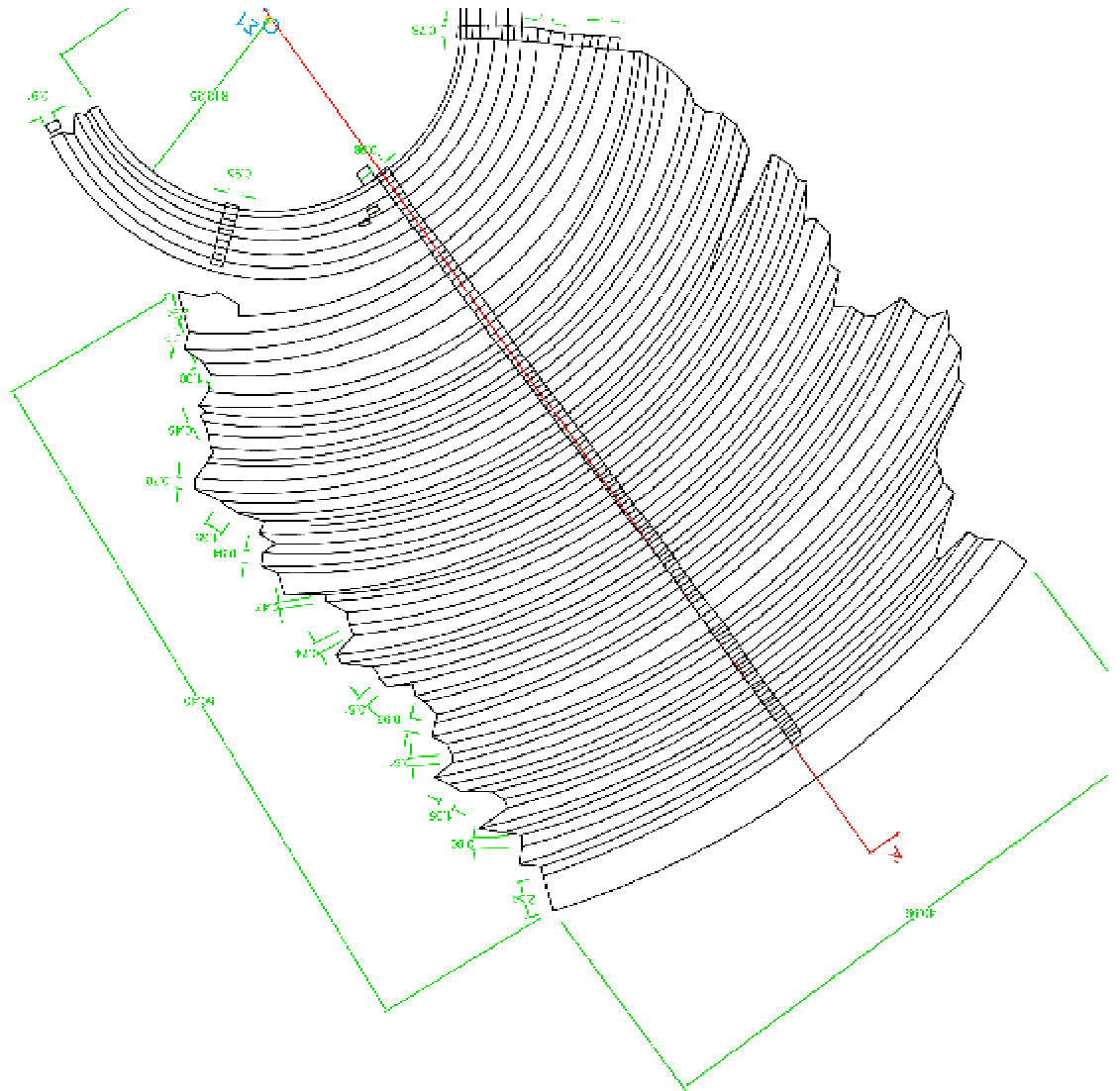
Εικόνα 4.7.: Υπολογισμός συντεταγμένων και υψομέτρου σημείου λεπτομερειών


Το σημαντικότερο επίτευγμα της επεξεργασίας των στοιχείων από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι η δυνατότητα της αυτόματης σχεδίασης της περιοχής που αποτυπώθηκε. Τα σημεία λεπτομέρειας αφού επεξεργάστηκαν σε φύλλα excel και μετατράπηκαν σε x και y με την εφαρμογή του προγράμματος επίλυσης απόδοσης εισήχθησαν στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad για την ολοκλήρωση του τελικού σταδίου της εργασίας.

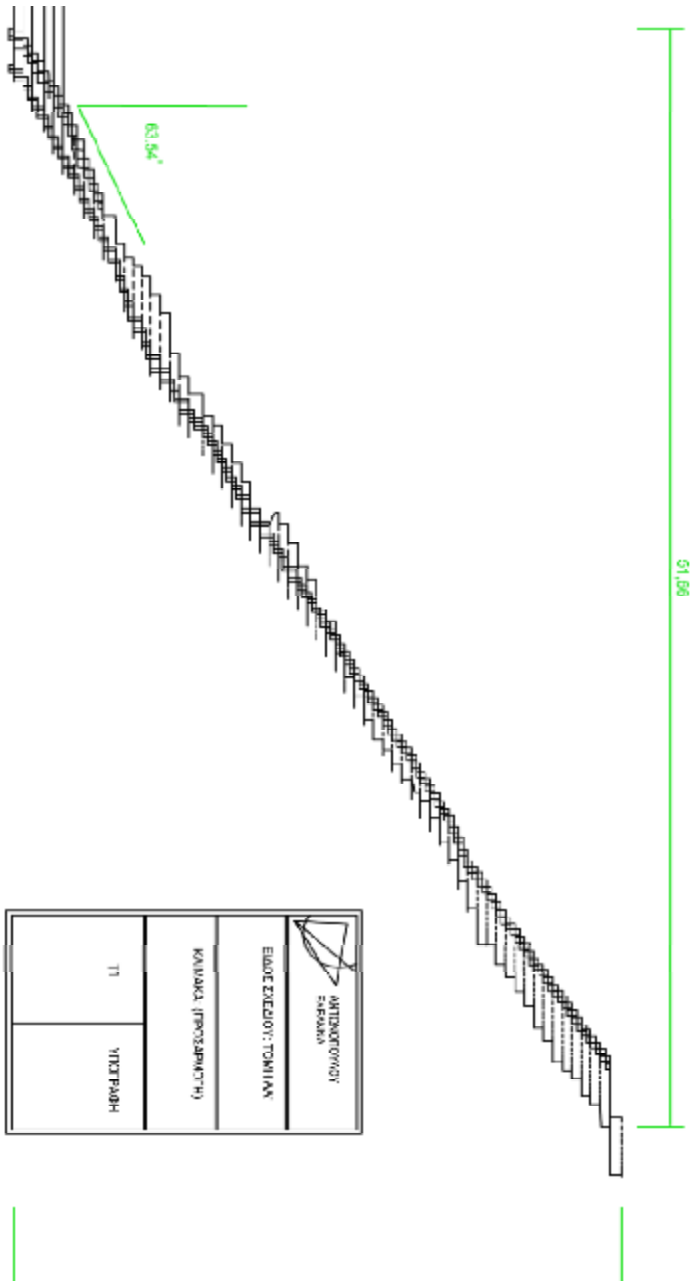
Στο Autocad, πραγματοποιήθηκε η εμφάνιση των σημείων σύμφωνα με τις παρακάτω εικόνες και το τελευταίο βήμα αποτέλεσε η ένωση των σημείων αυτών σύμφωνα με το σκαρίφημα (κροκί) και τις φωτογραφίες που είχαν ληφθεί από την περιοχή μελέτης μας.

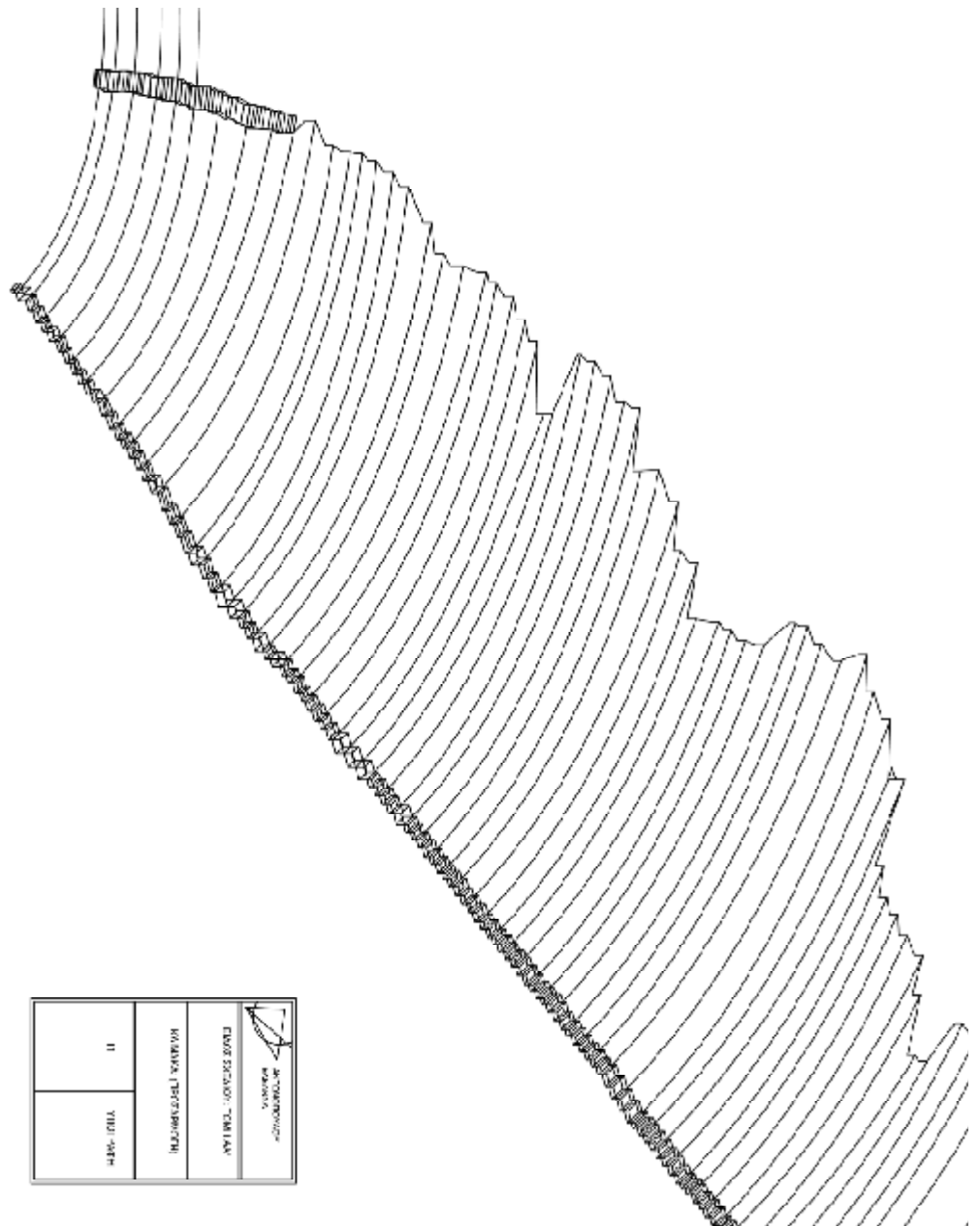






 ANILIN ENERJİ	ÇIĞIRI EKİMANLARI ÇIĞIRI EKİMANLARI	K1
---	--	----





Αποτελέσματα συντεταγμένων σημείων λεπτομέρειας που λήφθηκαν από total station:

ΣΗΜΕΙΑ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (X)	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (Ψ)	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (Z)
1	386867.7581	4165408.1058	18.65
2	386867.9168	4165408.6708	19.58
3	386868.3528	4165407.9832	18.65

4	386868.1351	4165407.9763	19.05
5	386868.6776	4165407.0129	19.15
6	386869.1665	4165406.9147	19.15
7	386868.5048	4165408.3459	19.11
8	386868.5351	4165408.3980	18.68
9	386866.0060	4165410.6879	19.47
10	386868.3966	4165409.3263	19.69
11	386866.8868	4165410.4749	20.3
12	386866.0299	4165410.7831	19.64
13	386868.2887	4165408.6875	20.41
14	386868.4554	4165408.6488	20.42
15	386868.1357	4165409.3159	19.1
16	386868.0450	4165408.8853	19.13
17	386869.1166	4165406.7483	18.73
18	386866.1399	4165406.7173	18.73
19	386867.3774	4165408.7112	19.04
20	386866.6220	4165407.1598	19.58
21	386866.4002	4165407.1877	19.14
22	386863.3284	4165410.4075	19.62
23	386863.1238	4165410.0603	19.58
24	386867.2825	4165408.4059	19.61
25	386867.4241	4165408.7317	19.58
26	386868.5084	4165404.3435	19.35
27	386868.3724	4165404.7895	19.28
28	386868.8211	4165406.7676	18.62
29	386868.6979	4165406.2850	18.65
30	386865.1583	4165406.2821	18.65
31	386862.4646	4165407.9987	19.17
32	386867.4935	4165404.7181	19.2
33	386867.1258	4165405.2549	19.18
34	386869.7286	4165409.3344	19.58
35	386869.9190	4165409.3136	19.5
36	386869.5653	4165409.4455	19.57
37	386869.9132	4165409.3511	19.59
38	386869.5709	4165410.2731	19.79

39	386869.5929	4165410.2259	19.77
40	386869.8935	4165409.2058	19.78
41	386869.5912	4165410.2697	19.83
42	386869.8553	4165410.2943	19.71
43	386869.8061	4165409.9862	20.23
44	386869.8868	4165410.3276	20.15
45	386870.1925	4165410.2543	20.24
46	386869.6461	4165409.8767	20.07
47	386870.0302	4165409.9081	20.07
48	386870.0801	4165409.9936	19.76
49	386869.6466	4165409.8797	20.13
50	386869.3271	4165410.3488	20.19
51	386868.8243	4165410.4796	20.56
52	386867.8181	4165410.8251	20.58
53	386868.4045	4165410.4867	20.65
54	386869.0196	4165410.5041	20.47
55	386867.4560	4165410.8412	20.6
56	386867.3412	4165410.2814	20.61
57	386867.6363	4165410.5916	20.8
58	386867.4195	4165410.5097	20.96
59	386869.1569	4165409.9724	20.23
60	386869.1424	4165409.6390	20.81
61	386869.2966	4165410.3862	20.61
62	386869.5062	4165409.9084	20.03
63	386868.2467	4165410.1661	20.05
64	386868.4511	4165410.2296	19.77
65	386869.1416	4165409.8377	20.07
66	386868.2120	4165409.8097	20.1
67	386863.2981	4165410.4637	19.82
68	386851.7562	4165411.3308	20.29
69	386852.2197	4165410.5862	20.75
70	386852.0904	4165411.5487	19.77
71	386852.5623	4165410.7259	19.75
72	386851.3300	4165411.0319	19.52
73	386851.9021	4165410.2564	20.92

74	386851.6877	4165411.3073	21.56
75	386852.1485	4165410.4883	20.9
76	386852.5397	4165411.8088	21.47
77	386853.0078	4165411.1284	20.9
78	386852.8479	4165411.8451	21.49
79	386853.4272	4165411.1660	21.15
80	386852.2150	4165411.5508	21.15
81	386852.6374	4165410.8256	21.13
82	386852.4422	4165411.7639	21.09
83	386852.9969	4165410.9953	21.38
84	386851.0313	4165410.8182	21.41
85	386850.4411	4165410.0551	21.59
86	386850.1834	4165410.4280	21.55
87	386850.7570	4165410.0070	21.67
88	386850.2280	4165410.4418	21.6
89	386850.1044	4165409.7850	21.82
90	386849.7511	4165410.1143	21.75
91	386850.3894	4165410.0200	21.81
92	386849.8843	4165410.1626	21.8
93	386851.4925	4165410.1195	22.03
94	386850.8605	4165410.7032	22.01
95	386851.4486	4165410.1585	22.02
96	386851.0372	4165410.8512	22.05
97	386850.9486	4165410.1209	22.17
98	386850.4688	4165410.5658	22.22
99	386851.2692	4165409.9855	22.42
100	386850.6275	4165410.6062	22.42
101	386855.5081	4165413.7138	22.56
102	386855.4806	4165413.5481	22.62
103	386855.6676	4165412.6558	22.69
104	386855.6190	4165413.6507	22.7
105	386855.7163	4165413.1103	22.81
106	386854.9717	4165413.2992	22.87
107	386855.7418	4165412.9101	22.86
108	386855.4643	4165413.5565	22.89

109	386862.9441	4165411.1328	23.03
110	386863.1031	4165411.4440	23.11
111	386862.6651	4165408.7871	23.13
112	386862.6689	4165408.6894	23.27
113	386859.1572	4165409.2918	23.22
114	386856.0700	4165412.8896	23.16
115	386863.0915	4165411.4942	23.32
116	386860.0548	4165408.9727	23.35
117	386855.2992	4165412.4810	23.49
118	386853.8165	4165412.5521	23.53
119	386854.2615	4165411.7644	23.5
120	386854.0357	4165412.7077	23.57
121	386854.4145	4165411.8745	23.62
122	386852.9760	4165411.8982	23.68
123	386853.4593	4165411.3296	23.62
124	386853.7039	4165412.5499	23.7
125	386854.1505	4165411.7309	23.82
126	386854.5098	4165413.1460	23.84
127	386854.8437	4165412.4701	23.88
128	386854.7795	4165413.2384	23.89
129	386855.1179	4165412.3889	23.98
130	386854.1223	4165412.7270	24
131	386854.4679	4165412.0992	24.02
132	386854.3927	4165412.9709	24.05
133	386854.7228	4165412.2201	24.11
134	386870.1763	4165410.3179	24.19
135	386855.0930	4165434.5366	24.23
136	386861.4204	4165440.6843	24.24
137	386852.8298	4165429.8785	24.36
138	386855.0295	4165434.5903	24.32
139	386863.8077	4165441.6903	18.79
140	386865.3914	4165442.2933	19.14
141	386861.5009	4165440.5984	19.19
142	386863.7811	4165441.8305	19.55
143	386854.7036	4165413.6296	19.53

144	386852.5572	4165418.5731	19.77
145	386855.2577	4165412.2553	19.86
146	386854.7785	4165413.5790	20.12
147	386852.5170	4165428.8339	20.16
148	386852.8030	4165429.9022	20.47
149	386852.5864	4165418.5634	20.8
150	386852.4488	4165428.7979	18.8
151	386861.1246	4165441.2735	18.79
152	386851.7773	4165428.9416	18.81
153	386851.6928	4165428.9849	19.12
154	386852.0061	4165429.9815	19.1
155	386851.6455	4165428.9799	19.12
156	386854.0953	4165412.8939	19.11
157	386854.2541	4165412.9946	19.19
158	386851.0725	4165423.3954	19.19
159	386851.1070	4165423.3965	19.31
160	386856.5173	4165437.6637	19.26
161	386852.2996	4165430.6609	19.3
162	386860.9243	4165441.3205	19.29
163	386856.5670	4165437.5985	19.45
164	386851.6354	4165429.1780	19.43
165	386851.6910	4165429.1457	19.51
166	386852.2087	4165430.7288	19.45
167	386851.9541	4165430.0536	19.45
168	386864.6683	4165437.1764	19.61
169	386865.4995	4165437.5052	19.61
170	386864.7259	4165437.1193	19.64
171	386865.5347	4165437.4615	19.64
172	386864.5032	4165437.4668	19.76
173	386865.3731	4165437.8341	19.74
174	386864.5885	4165437.4219	19.76
175	386865.3565	4165437.7466	20.08
176	386865.2609	4165436.3886	19.85
177	386865.8733	4165436.6403	19.79
178	386865.2571	4165436.3326	19.87

179	386865.9039	4165436.5897	19.77
180	386865.1035	4165436.8176	20.11
181	386865.7516	4165437.0761	19.98
182	386864.8237	4165436.6166	19.89
183	386865.7286	4165437.0153	19.89
184	386864.3301	4165438.1407	20
185	386864.7883	4165439.3417	20.02
186	386863.9100	4165439.1652	20.05
187	386864.7692	4165439.2358	20.16
188	386864.0041	4165439.0251	20.16
189	386856.9734	4165410.6118	20.19
190	386855.3595	4165412.3250	20.21
191	386864.7068	4165439.4524	20.33
192	386857.0312	4165410.6132	20.33
193	386865.0645	4165438.5458	20.36
194	386864.1451	4165438.4790	20.35
195	386865.0981	4165438.4704	20.46
196	386864.2572	4165438.2048	20.5
197	386864.9330	4165438.9094	20.54
198	386864.0277	4165438.9651	20.56
199	386864.9518	4165438.8401	20.79
200	386864.1315	4165438.5734	20.8
201	386854.9439	4165411.9573	18.39
202	386852.9641	4165412.1986	18.71
203	386851.9026	4165412.4526	18.39
204	386849.5909	4165422.8307	18.8
205	386852.8475	4165412.2296	18.72
206	386849.2002	4165418.9156	18.76
207	386848.8601	4165424.5938	18.82
208	386851.7696	4165412.4522	19.2
209	386849.3444	4165418.9460	19.23
210	386850.0175	4165429.6808	19.56
211	386850.2408	4165430.6337	19.47
212	386850.3397	4165429.5529	19.75
213	386850.3267	4165430.5288	19.78

214	386850.1940	4165429.5136	20.12
215	386849.6189	4165422.8317	20.12
216	386849.9161	4165429.6989	20.47
217	386850.3451	4165429.4765	20.48
218	386848.7713	4165424.5960	20.83
219	386849.7302	4165430.8237	20.84
220	386849.9433	4165430.7384	21.53
221	386849.0774	4165430.0017	20.98
222	386849.4066	4165430.8124	19.07
223	386859.2450	4165442.7797	19.21
224	386859.2090	4165442.8758	19.49
225	386852.4583	4165436.0128	19.48
226	386852.3719	4165436.0772	19.76
227	386849.6318	4165429.8451	19.79
228	386849.8937	4165430.6236	20.07
229	386849.6172	4165429.6875	20.12
230	386849.5446	4165429.7075	20.45
231	386849.1361	4165429.9931	20.47
232	386849.4473	4165430.8054	20.79
233	386849.8527	4165430.6756	20.86
234	386849.5255	4165429.8521	21.48
235	386851.0791	4165429.2871	19.06
236	386851.0123	4165429.3054	18.4
237	386850.7807	4165419.6738	19.32
238	386850.7413	4165419.6659	19.4
239	386850.8208	4165429.4298	19.43
240	386850.9894	4165430.3070	19.69
241	386850.8909	4165429.4316	19.8
242	386851.0821	4165430.2507	20.12
243	386856.0899	4165410.5227	20.11
244	386857.1601	4165408.8490	20.46
245	386854.9439	4165412.0473	20.47
246	386856.1682	4165410.5385	20.83
247	386853.5462	4165412.7054	20.85
248	386853.5128	4165412.7053	21.51

249	386856.8919	4165408.9014	19.45
250	386854.6028	4165411.7517	20.18
251	386851.3634	4165430.3654	20.42
252	386855.2820	4165438.5132	20.05
253	386850.7610	4165430.8790	19.48
254	386859.7395	4165442.3907	20.15
255	386855.3437	4165438.4897	20.19
256	386850.4701	4165429.6141	19.57
257	386850.6016	4165430.4495	20.54
258	386850.7031	4165430.9366	20.07
259	386850.6935	4165430.4333	20.49
260	386854.6587	4165436.5594	20.62
261	386860.9994	4165442.1916	20.71
262	386851.3028	4165430.4075	20.51
263	386854.6848	4165436.5377	20.83
264	386863.0007	4165444.2929	20.07
265	386859.8117	4165442.2776	20.48
266	386860.7688	4165442.1726	20.48
267	386863.1061	4165444.2264	20.16
268	386849.9709	4165409.7272	20.72
269	386866.4490	4165435.7720	20.53
270	386866.5071	4165435.8912	20.53
271	386863.1159	4165440.5435	20.77
272	386863.0214	4165440.8859	19.2
273	386865.9944	4165436.5834	19.24
274	386865.9148	4165436.7755	19.55
275	386866.1842	4165436.2239	18.84
276	386866.1510	4165436.2525	19.44
277	386864.3326	4165437.7247	19.77
278	386864.2757	4165437.8194	19.79
279	386864.5818	4165437.0129	20.13
280	386864.6001	4165437.1340	20.13
281	386863.7402	4165439.1318	20.48
282	386863.6276	4165439.1503	20.48
283	386864.0404	4165438.4085	20.83

284	386863.9817	4165438.4437	20.84
285	386865.6732	4165437.5168	21.46
286	386867.7773	4165440.5668	18.66
287	386869.6073	4165440.7119	19
288	386865.3130	4165442.4840	19
289	386867.8135	4165440.5133	18.75
290	386867.3215	4165439.6240	18.82
291	386867.1890	4165439.9956	18.7
292	386869.6049	4165440.8133	18.4
293	386867.2888	4165439.5979	18.98
294	386865.3377	4165438.3915	18.48
295	386865.1277	4165438.9194	18.8
296	386865.5579	4165437.5730	18.54
297	386865.4056	4165438.2211	18.81
298	386863.8548	4165439.2122	19.2
299	386865.2944	4165441.5517	19.84
300	386865.0544	4165438.9380	20.12
301	386863.8227	4165439.1272	20.07
302	386859.3729	4165433.9526	20.45
303	386858.8546	4165434.3261	20.16
304	386859.9020	4165433.3426	20.23
305	386859.4438	4165433.8217	20.3
306	386858.2380	4165434.9189	20.36
307	386857.0688	4165435.8737	20.42
308	386858.8137	4165434.3614	20.47
309	386858.3003	4165434.8575	20.74
310	386857.8594	4165431.2820	20.87
311	386860.9559	4165432.4575	21.46
312	386857.6580	4165431.0582	19.04
313	386857.5134	4165430.5796	18.43
314	386860.4843	4165432.8138	18.83
315	386859.9496	4165433.3207	19.55
316	386860.8760	4165432.4724	19.44
317	386860.6948	4165432.6876	19.44
318	386856.8998	4165436.0189	19.62

319	386865.1580	4165435.1281	19.76
320	386865.1729	4165435.2340	19.74
321	386861.5422	4165432.2593	19.23
322	386861.4935	4165432.3054	19.79
323	386865.0026	4165436.1606	20.1
324	386864.8684	4165436.3018	20.02
325	386865.2482	4165435.7959	20.06
326	386865.1686	4165435.8266	20.96
327	386860.2580	4165428.5166	21.51
328	386860.2844	4165428.4875	20.43
329	386859.9783	4165427.5389	20.82
330	386859.9486	4165427.5919	20.44
331	386859.0529	4165427.7727	20.81
332	386858.9713	4165427.7831	20.13
333	386858.9683	4165427.9136	20.44
334	386859.2945	4165428.8453	20.47
335	386870.8318	4165440.0773	20.46
336	386874.2378	4165436.4322	20.1
337	386874.2809	4165436.6110	20.11
338	386871.0555	4165439.3764	20.9
339	386874.2117	4165436.3964	20.32
340	386874.4516	4165437.2545	19.85
341	386874.4996	4165437.4385	19.78
342	386874.3350	4165436.9116	19.48
343	386874.3660	4165436.9239	20.36
344	386871.0139	4165437.8125	20.88
345	386870.9989	4165437.9618	20.09
346	386871.0114	4165437.2574	20.13
347	386871.0257	4165437.6185	20.36
348	386871.0633	4165438.9831	20.35
349	386871.0628	4165439.3383	19.9
350	386871.0304	4165438.5688	20.27
351	386870.9907	4165438.6004	20.5
352	386874.3919	4165438.2799	20.45
353	386877.8122	4165436.0094	19.78

354	386877.2695	4165436.6501	20.11
355	386877.7109	4165435.9971	19.41
356	386877.1047	4165436.3797	19.76
357	386877.8087	4165436.4358	19.76
358	386877.4615	4165435.4839	20.14
359	386877.7765	4165436.3646	19.47
360	386877.2612	4165436.7041	19.77
361	386878.4928	4165436.7951	19.55
362	386876.6279	4165435.9754	19.54
363	386874.4142	4165438.3200	19.24
364	386878.4679	4165436.7503	19.22
365	386876.7299	4165435.9652	18.83
366	386876.8857	4165436.0074	18.54
367	386877.5167	4165435.4576	18.8
368	386877.4937	4165435.6768	18.81
369	386879.5353	4165438.6704	19.24
370	386879.0339	4165438.9506	19.23
371	386879.1535	4165437.8984	19.51
372	386879.0276	4165438.8912	19.52
373	386878.8181	4165439.2194	19.43
374	386875.4100	4165440.1108	19.76
375	386879.5805	4165438.6809	19.75
376	386878.7379	4165439.1478	19.77
377	386874.4821	4165439.8008	20.13
378	386878.3820	4165438.3977	18.77
379	386870.8742	4165440.1095	18.59
380	386874.4751	4165439.7666	18.77
381	386878.6493	4165438.1465	18.76
382	386879.0253	4165437.8632	19.18
383	386878.3885	4165438.4144	19.22
384	386878.5752	4165438.1059	19.79
385	386875.3951	4165440.0510	19.52
386	386868.2371	4165437.2958	20.14
387	386868.3323	4165436.9412	18.82
388	386868.1233	4165437.4677	19.91

389	386868.0721	4165437.5927	19.21
390	386871.0425	4165436.7469	19.42
391	386871.0374	4165437.2258	19.16
392	386868.3122	4165436.8924	19.37
393	386871.0700	4165436.7026	19.16
394	386874.2320	4165439.0664	19.18
395	386874.2411	4165439.1129	18.81
396	386877.6643	4165437.9619	20.4
397	386877.6683	4165438.0112	19.49
398	386867.8675	4165438.2329	19.42
399	386867.8923	4165438.2657	18.81
400	386871.1694	4165439.3365	19.54
401	386871.1767	4165439.3909	19.42
402	386857.4102	4165430.6043	18.78
403	386858.8382	4165414.3615	18.84
404	386858.1908	4165415.2674	18.84
405	386858.1612	4165415.3234	19
406	386858.7849	4165414.4569	19.1
407	386858.4800	4165414.3033	19.3
408	386857.8817	4165415.0805	19.26
409	386858.7052	4165414.4029	19.43
410	386857.9261	4165415.0673	19.63
411	386858.5958	4165415.4527	19.31
412	386859.0903	4165414.7290	19.33
413	386858.8535	4165415.6108	19.38
414	386859.3782	4165414.8584	19.45
415	386858.8109	4165415.7006	19.46
416	386858.2564	4165415.2728	19.64
417	386858.5156	4165415.4520	19.53
418	386858.9974	4165414.6402	19.66
419	386858.4298	4165414.2407	19.6
420	386856.9288	4165414.4881	19.75
421	386857.4785	4165413.6758	19.75
422	386857.0058	4165414.4622	19.78
423	386857.5071	4165413.7520	19.8

424	386856.7362	4165414.3371	19.93
425	386857.2386	4165413.5166	19.92
426	386856.7926	4165414.3814	19.98
427	386857.3231	4165413.5818	19.98
428	386857.5484	4165414.8656	20.17
429	386858.1193	4165414.0155	20.17
430	386857.6241	4165414.8855	20.23
431	386858.1687	4165414.0949	20.19
432	386857.2323	4165414.6606	20.4
433	386857.7548	4165413.8659	20.38
434	386857.3064	4165414.6736	20.42
435	386857.8468	4165413.8813	20.55
436	386861.5961	4165411.6309	20.58
437	386861.5972	4165411.5536	20.59
438	386862.0762	4165412.2365	20.81
439	386862.0573	4165412.2136	20.81
440	386860.2750	4165410.5397	21.18
441	386860.6227	4165415.5912	20.85
442	386860.6590	4165410.8487	20.92
443	386860.5011	4165410.5877	21.08
444	386849.4965	4165409.8831	21.19
445	386849.7771	4165409.4644	21.19
446	386849.5739	4165409.9236	21.34
447	386849.8765	4165409.5225	21.3
448	386862.4561	4165413.1169	21.36
449	386862.3812	4165412.8142	21.37
450	386862.6837	4165413.4787	21.52
451	386862.6296	4165413.4294	21.52
452	386860.3537	4165415.9366	18.63
453	386859.5695	4165415.5148	18.79
454	386859.2344	4165415.8645	18.9
455	386859.8742	4165415.7564	18.82
456	386859.3040	4165415.8902	19.23
457	386858.8918	4165415.6647	19.32
458	386859.4283	4165414.9060	20.02

459	386859.5051	4165415.4571	19.31
460	386859.4075	4165416.1150	19.02
461	386860.2659	4165415.9927	19.21
462	386859.7695	4165416.1483	19.08
463	386860.0900	4165416.3822	19.25
464	386860.0370	4165416.3581	19.22
465	386859.7365	4165416.2357	19.56
466	386859.6785	4165416.1402	19.57
467	386860.0165	4165415.8259	19.4
468	386860.0306	4165416.4108	19.32
469	386860.4968	4165416.7772	19.34
470	386855.0968	4165429.2307	19.86
471	386855.0570	4165429.2955	19.47
472	386855.8488	4165429.0227	19.4
473	386855.7456	4165428.9722	19.44
474	386857.9461	4165428.6639	19.52
475	386857.9307	4165428.7237	19.65
476	386853.5988	4165429.7476	19.77
477	386853.4059	4165429.7955	19.62
478	386858.1909	4165428.2086	20.81
479	386857.9766	4165428.2724	19.74
480	386858.4788	4165428.0450	19.8
481	386858.4057	4165428.0742	20.07
482	386856.5303	4165428.7155	19.63
483	386856.4178	4165428.7067	2.11
484	386857.2647	4165428.5520	21.51
485	386857.1118	4165428.6578	21.74
486	386858.3940	4165429.6233	21.5
487	386858.1429	4165430.0958	21.73
488	386858.1755	4165430.0453	21.51
489	386857.7861	4165430.2877	21.77
490	386857.8456	4165430.2397	21.82
491	386858.0427	4165431.1303	21.52
492	386858.1782	4165431.0946	21.76
493	386857.7645	4165430.4057	21.52

494	386857.7118	4165430.4608	21.72
495	386859.7658	4165432.1272	21.51
496	386857.8202	4165429.4017	21.82
497	386858.4286	4165429.6078	21.51
498	386859.7834	4165432.1227	21.81
499	386857.4928	4165429.4776	21.5
500	386857.6862	4165430.1373	21.55
501	386857.7946	4165429.4128	21.37
502	386857.5663	4165429.4951	21.23
503	386856.7545	4165420.6279	21.83
504	386856.1494	4165420.2589	22.13
505	386857.5075	4165420.8342	21.85
506	386856.8122	4165420.6408	22.07
507	386855.3259	4165420.0737	21.85
508	386854.6759	4165419.8706	22.11
509	386856.0513	4165420.2072	21.9
510	386855.4242	4165420.0246	21.93
511	386858.6007	4165421.2484	21.79
512	386858.7833	4165426.8171	21.76
513	386860.4666	4165416.7403	22.13
514	386858.6926	4165421.2671	21.84
515	386857.9350	4165421.0230	22.12
516	386857.7608	4165420.9292	22.19
517	386858.7103	4165426.8178	21.85
518	386858.0728	4165421.0828	22.19
519	386854.6113	4165419.8801	21.18
520	386855.5325	4165427.9029	22.08
521	386855.4169	4165427.8789	21.86
522	386856.2236	4165427.6981	21.86
523	386856.1541	4165427.6146	22.04
524	386853.2902	4165428.6294	21.9
525	386853.2252	4165428.6364	22.27
526	386854.7845	4165428.1699	22.11
527	386854.7073	4165428.0993	22.21
528	386858.1855	4165427.1416	22.44

529	386858.0730	4165427.1641	22.2
530	386853.0589	4165419.8383	22.52
531	386853.0089	4165419.8428	22.18
532	386856.9550	4165427.4873	22.42
533	386856.8732	4165427.5100	22.19
534	386857.8602	4165427.1677	22.18
535	386857.5702	4165427.1417	22.36
536	386844.0000	4165431.5067	22.32
537	386844.2726	4165432.4598	22.22
538	386843.8000	4165431.4365	22.36
539	386844.0221	4165431.5692	22.2
540	386843.4837	4165431.7147	22.5
541	386843.8159	4165432.5442	22.26
542	386844.2804	4165432.3771	22.52
543	386843.5162	4165431.7091	22.46
544	386846.2976	4165409.7701	22.69
545	386844.0443	4165416.2059	22.57
546	386847.2706	4165409.6623	22.75
547	386846.3769	4165409.7887	22.53
548	386842.8052	4165424.1995	22.8
549	386843.9089	4165431.4510	22.53
550	386843.9842	4165416.1947	22.83
551	386842.8587	4165424.2046	22.37
552	386843.8431	4165432.4893	22.4
553	386843.5071	4165432.6694	22.52
554	386843.4192	4165432.7028	22.55
555	386848.0258	4165441.5268	22.58
556	386847.9854	4165441.5156	22.59
557	386843.1428	4165431.9194	22.74
558	386843.1055	4165431.9303	22.74
559	386843.4153	4165432.6105	22.54
560	386843.3316	4165432.5905	22.8
561	386847.5868	4165439.4726	22.54
562	386847.5404	4165439.4719	22.82
563	386844.1761	4165432.4789	22.79

564	386844.1851	4165432.5081	22.55
565	386857.0377	4165449.8047	22.86
566	386856.9822	4165449.8276	23.23
567	386858.0110	4165448.8911	22.87
568	386858.0125	4165448.9152	23.13
569	386858.8116	4165447.9799	22.89
570	386858.7896	4165448.0682	23.17
571	386849.8778	4165440.1371	22.87
572	386849.8359	4165440.1518	23.1
573	386849.8372	4165441.2725	22.78
574	386849.8127	4165441.2800	22.78
575	386858.9360	4165448.4405	22.9
576	386858.8946	4165448.4938	22.94
577	386845.5434	4165431.9225	22.98
578	386845.5850	4165431.9090	22.95
579	386845.2069	4165431.1179	23.08
580	386845.3024	4165431.1154	23.07
581	386845.7114	4165432.0080	23.19
582	386845.6078	4165432.0318	22.88
583	386845.5842	4165431.9421	22.87
584	386845.5287	4165431.9787	23.17
585	386844.9340	4165432.2367	22.88
586	386844.5962	4165431.2730	23.02
587	386843.6512	4165425.4179	23.12
588	386843.9853	4165431.5944	23.49
589	386844.6214	4165431.2691	23.54
590	386844.4307	4165417.1246	23.22
591	386847.3012	4165409.6941	23.53
592	386843.6051	4165425.4213	23.24
593	386844.4605	4165417.1619	23.09
594	386844.7238	4165432.2311	23.44
595	386844.4843	4165431.4222	23.14
596	386844.8737	4165432.2560	23.29
597	386844.7740	4165432.2148	23.13
598	386844.2392	4165432.3871	23.29

599	386844.0315	4165431.5536	23.37
600	386844.4462	4165431.4143	23.47
601	386844.2694	4165432.3508	23.48
602	386842.9145	4165432.7154	23.33
603	386842.2747	4165432.9295	23.45
604	386842.2235	4165432.9675	23.22
605	386842.3211	4165432.0173	23.44
606	386842.2935	4165432.0255	23.21
607	386842.4843	4165431.8699	23.07
608	386842.4760	4165431.8499	23.35
609	386842.0282	4165432.1365	23.59
610	386841.9867	4165432.1169	23.88
611	386846.3009	4165440.2389	23.53
612	386846.2466	4165440.2389	23.84
613	386856.6427	4165449.9479	23.33
614	386856.6239	4165449.9734	23.56
615	386842.6244	4165432.8571	23.55
616	386842.5799	4165432.8716	23.74
617	386842.7822	4165432.8806	23.56
618	386842.7372	4165432.8719	23.71
619	386841.5103	4165421.4121	23.74
620	386841.6031	4165432.2433	23.56
621	386841.8148	4165433.0926	23.8
622	386841.7464	4165432.1033	23.54
623	386841.5460	4165432.2597	23.78
624	386841.1828	4165432.3646	23.55
625	386841.4083	4165433.1240	23.83
626	386841.7613	4165433.0128	23.58
627	386841.1718	4165432.4034	23.95
628	386844.2917	4165410.5825	24.15
629	386843.5489	4165410.5272	23.88
630	386841.4627	4165421.4079	24.2
631	386844.3137	4165410.6558	23.89
632	386840.6983	4165421.6067	24.12
633	386841.7700	4165432.0632	32.75

634	386843.4689	4165410.5354	23.91
635	386840.7505	4165421.6030	23.76
636	386845.3977	4165409.8972	23.9
637	386844.3177	4165410.6536	24.11
638	386842.7150	4165417.7973	23.95
639	386845.5220	4165409.8779	24.14
640	386842.0500	4165417.4108	23.92
641	386841.3763	4165425.0471	24.17
642	386844.2478	4165410.6182	23.9
643	386842.0951	4165417.4354	23.9
644	386842.5960	4165431.9439	24.21
645	386843.1613	4165431.5880	23.91
646	386842.8692	4165432.7511	24.06
647	386842.6478	4165431.9290	24.43
648	386842.0486	4165424.7519	24.5
649	386842.7914	4165417.8121	24.24
650	386843.1276	4165431.5561	24.52
651	386842.1205	4165424.7837	24.24
652	386841.3106	4165425.0224	24.49
653	386842.7901	4165432.8957	24.33
654	386842.7338	4165432.9001	24.17
655	386842.2572	4165432.9218	24.29
656	386842.2334	4165432.9468	24.17
657	386856.6779	4165450.4352	24.53
658	386856.6680	4165450.4414	24.23
659	386846.4051	4165440.4152	24.53
660	386846.3547	4165440.4267	24.36
661	386842.3125	4165431.9874	24.46
662	386842.2932	4165432.0003	24.34
663	386842.4888	4165431.8662	24.22
664	386842.4259	4165431.8340	24.47
665	386842.0260	4165432.1304	24.24
666	386842.0339	4165432.1180	24.56
667	386842.6165	4165432.8488	24.21
668	386842.5534	4165432.8763	24.53

669	386845.5342	4165431.9661	24.57
670	386850.1729	4165410.5390	24.85
671	386847.0442	4165418.7221	24.56
672	386850.5709	4165411.6353	24.82
673	386850.2487	4165410.5717	24.57
674	386847.3837	4165430.3916	24.82
675	386847.4953	4165430.4892	24.57
676	386847.0115	4165418.7287	24.71
677	386847.4258	4165430.3704	24.56
678	386848.1819	4165430.1237	24.68
679	386847.2776	4165424.1230	24.59
680	386847.8664	4165430.3501	24.63
681	386848.1194	4165430.2076	24.56
682	386848.3627	4165416.6482	24.78
683	386850.4986	4165411.6445	24.55
684	386847.3160	4165424.1224	24.82
685	386848.3929	4165416.6549	24.6
686	386847.4356	4165430.5084	24.8
687	386860.0811	4165445.7862	24.92
688	386860.0085	4165445.7906	25.1
689	386851.7384	4165438.9494	24.92
690	386851.7141	4165438.9676	24.58
691	386851.8278	4165440.1821	24.57
692	386851.7847	4165440.1914	24.89
693	386859.4709	4165446.7923	24.59
694	386859.4469	4165446.8576	24.83
695	386846.9984	4165430.6098	24.08
696	386847.0703	4165430.5983	24.77
697	386847.7160	4165431.2975	24.56
698	386847.6425	4165431.3381	24.68
699	386847.7167	4165431.4407	24.56
700	386847.7340	4165431.3794	24.71
701	386847.1879	4165431.4534	24.57
702	386847.2191	4165431.3778	24.81
703	386848.7040	4165430.1253	24.57

704	386848.7007	4165430.1433	24.81
705	386848.8625	4165429.9752	24.56
706	386848.9388	4165429.9343	24.77
707	386848.2822	4165430.2070	24.92
708	386848.2640	4165430.2382	25.19
709	386848.9521	4165430.8969	24.89
710	386849.0010	4165430.9229	25.22
711	386851.6033	4165411.4728	24.91
712	386851.5021	4165411.4087	25.15
713	386871.1780	4165423.7450	24.86
714	386859.9600	4165408.0050	25.13
715	386847.9816	4165424.2786	24.73
716	386848.0964	4165424.2676	24.87
717	386848.8630	4165417.1844	24.9
718	386849.0115	4165417.2286	24.91
719	386848.5337	4165431.0993	24.89
720	386852.8973	4165439.1737	24.79
721	386848.4455	4165431.1576	24.78
722	386860.9344	4165445.4179	24.91
723	386852.9060	4165439.1290	24.81
724	386848.1180	4165431.1885	25.09
725	386847.9047	4165430.3609	24.9
726	386848.4900	4165431.1433	25.17
727	386848.1750	4165431.1739	24.98
728	386849.2163	4165430.9057	25.19
729	386852.4443	4165437.4512	25.25
730	386848.5605	4165431.0608	25.47
731	386849.1437	4165430.9872	25.53
732	386862.4313	4165445.3667	25.26
733	386860.9887	4165445.3654	25.3
734	386852.5162	4165437.4414	25.47
735	386862.5401	4165445.3909	25.25
736	386847.0791	4165431.6356	25.32
737	386846.0177	4165431.9586	25.35
738	386845.9891	4165431.9677	25.17

739	386846.5201	4165432.4993	25.41
740	386846.5168	4165432.5116	25.58
741	386846.0392	4165430.7815	25.4
742	386845.9714	4165430.7772	25.55
743	386845.7463	4165430.9320	25.24
744	386845.6777	4165430.9549	25.46
745	386859.4413	4165447.9689	25.23
746	386859.3802	4165448.0066	25.48
747	386859.6243	4165447.1768	25.24
748	386859.5722	4165447.2066	25.57
749	386851.3416	4165440.7526	25.27
750	386851.2839	4165440.7994	25.5
751	386857.8829	4165446.2575	25.6
752	386857.8630	4165446.3174	25.8
753	386845.1711	4165425.7230	25.6
754	386844.2781	4165424.2442	25.91
755	386845.2435	4165431.0816	25.59
756	386845.4076	4165416.0408	25.81
757	386844.3507	4165424.2793	25.58
758	386845.3265	4165431.0996	25.7
759	386845.5901	4165431.9306	25.56
760	386845.2345	4165431.0615	25.39
761	386845.3308	4165431.1352	25.42
762	386845.8398	4165417.3137	25.56
763	386849.0641	4165409.8240	25.79
764	386845.1195	4165425.7358	25.69
765	386845.8704	4165417.3219	25.78
766	386848.1462	4165409.6881	25.64
767	386845.4675	4165416.1075	25.58
768	386848.9877	4165409.7997	25.85
769	386848.1959	4165409.7444	25.88
770	386846.4800	4165431.6821	25.61
771	386845.8828	4165425.0929	25.67
772	386846.2399	4165430.8556	25.86
773	386846.4694	4165431.7371	26.03

774	386846.8030	4165416.6504	26.27
775	386849.6349	4165410.1294	25.96
776	386845.8393	4165425.0950	26.27
777	386846.8350	4165416.6479	26.23
778	386846.8990	4165431.5567	25.93
779	386846.6274	4165430.7497	25.82
780	386847.0141	4165431.6149	26.01
781	386846.8812	4165431.5738	25.77
782	386846.7642	4165430.6042	26.04
783	386846.1854	4165430.8711	26.23
784	386846.6660	4165430.7149	26.31
785	386846.7179	4165430.6172	25.91
786	386849.5875	4165410.0983	26.06
787	386846.0155	4165431.8663	25.91
788	386846.0522	4165431.8778	26.16
789	386845.7828	4165430.9792	25.9
790	386845.7748	4165430.9651	26.2
791	386850.6362	4165439.9144	26.21
792	386850.5911	4165439.9486	25.93
793	386846.2676	4165431.9232	25.92
794	386846.2935	4165431.9361	26.26
795	386846.5503	4165415.0356	26.28
796	386846.4922	4165414.9952	26.57
797	386848.9887	4165409.7729	26.53
798	386849.0691	4165409.8239	26.28
799	386846.0184	4165430.7875	26.29
800	386845.9741	4165430.7999	26.62
801	386845.0885	4165422.6638	26.21
802	386845.0522	4165422.6812	26.28
803	386841.3318	4165433.2118	26.49
804	386850.9323	4165451.6977	26.43
805	386850.7084	4165452.6177	26.42
806	386837.0899	4165433.5859	26.51
807	386837.6285	4165434.5607	26.41
808	386849.2722	4165454.3293	26.45

809	386848.0331	4165454.0506	26.44
810	386849.3123	4165452.4859	26.56
811	386849.7198	4165453.5079	26.27
812	386835.5238	4165435.0787	26.31
813	386835.2859	4165434.0573	26.3
814	386834.5130	4165434.1408	26.61
815	386834.9822	4165435.2490	26.26
816	386837.0777	4165434.6078	26.5
817	386836.7526	4165433.6772	26.32
818	386836.0473	4165433.8424	26.38
819	386836.3281	4165434.9503	26.58
820	386846.7583	4165454.9522	26.29
821	386835.2266	4165455.1895	26.5
822	386834.5073	4165455.1492	26.41
823	386837.1655	4165455.8559	26.28
824	386835.8992	4165454.6728	26.61
825	386832.6219	4165456.8032	26.32
826	386830.7712	4165456.9280	26.31
827	386833.2374	4165455.2964	26.42
828	386832.9966	4165455.9358	26.57
829	386841.8730	4165454.0060	26.59
830	386841.2038	4165454.3253	26.47
831	386844.5022	4165453.3017	26.28
832	386844.1673	4165453.6241	26.48
833	386838.8545	4165455.3159	26.25
834	386837.9583	4165455.7064	26.63
835	386841.3814	4165456.1884	26.29
836	386840.7251	4165456.4543	26.49
837	386826.5608	4165437.8873	26.63
838	386826.8804	4165436.4546	26.87
839	386825.7575	4165438.1137	26.51
840	386826.0518	4165436.7357	26.91
841	386827.8144	4165437.4068	26.84
842	386828.3174	4165436.1688	26.86
843	386827.2664	4165437.8396	26.64

844	386827.4815	4165436.3922	26.64
845	386823.7334	4165438.8287	26.8
846	386824.2886	4165438.5310	26.57
847	386822.8901	4165439.1607	26.84
848	386823.2299	4165437.6060	26.96
849	386825.2156	4165438.3491	26.83
850	386825.3689	4165437.1000	26.84
851	386824.1946	4165437.4908	26.8
852	386824.7922	4165437.2053	26.84
853	386828.6447	4165437.3173	26.65
854	386832.8094	4165435.9104	26.97
855	386832.6003	4165434.8646	26.6
856	386832.1601	4165436.2715	26.87
857	386831.8140	4165435.1402	27.2
858	386833.8097	4165434.5609	26.99
859	386834.2643	4165435.5458	26.63
860	386833.2711	4165434.7400	26.95
861	386833.5672	4165435.7706	26.61
862	386829.8937	4165436.9273	26.8
863	386829.6694	4165435.7564	26.66
864	386829.2318	4165437.0574	26.64
865	386828.7856	4165436.0006	26.75
866	386831.1878	4165435.4206	26.77
867	386831.4387	4165436.5090	26.97
868	386830.3443	4165435.6001	26.96
869	386830.6761	4165436.6018	26.86
870	386830.3690	4165457.3840	26.97
871	386855.3663	4165428.9727	26.61
872	386854.9965	4165428.1725	26.64
873	386855.7398	4165428.8736	26.85
874	386855.1110	4165428.1489	26.66
875	386854.9413	4165429.0956	27.03
876	386854.4864	4165428.3376	27.32
877	386855.2381	4165429.0352	27.65
878	386854.7312	4165428.2769	27.36

879	386856.2917	4165428.6632	27.34
880	386855.9597	4165427.9092	27.63
881	386856.6616	4165428.5050	27.35
882	386856.0193	4165427.8653	27.25
883	386855.7973	4165428.7908	26.99
884	386855.4562	4165428.0129	27.31
885	386856.2342	4165428.6679	27.33
886	386855.5576	4165428.0140	27.57
887	386854.7148	4165429.2297	27.39
888	386852.5777	4165428.9201	27.2
889	386852.8364	4165429.7371	27.31
890	386852.9342	4165428.7462	27.54
891	386853.2065	4165429.6297	27.34
892	386865.4302	4165435.9918	27.62
893	386866.0613	4165436.2115	27.35
894	386852.5239	4165428.9239	27.53
895	386852.7727	4165429.7789	27.99
896	386853.2931	4165428.6599	27.96
897	386853.5513	4165429.6007	28.31
898	386854.4372	4165428.3415	27.27
899	386854.7213	4165429.2107	27.27
900	386852.9706	4165428.7580	27.96
901	386853.2627	4165429.6338	28.02
902	386853.2429	4165428.6702	28.01
903	386853.5103	4165429.5672	28.39
904	386822.4174	4165460.3156	28.77
905	386821.1075	4165459.5107	28.56
906	386823.5092	4165458.5833	28.63
907	386823.0031	4165459.1993	28.3
908	386858.3008	4165427.1633	28.3
909	386858.4550	4165427.8392	28.57
910	386820.6347	4165459.9480	28.55
911	386818.6598	4165461.5401	28.61
912	386828.6450	4165458.6053	28.63
913	386826.9437	4165457.3490	29.43

914	386830.7576	4165458.9579	29.61
915	386829.6813	4165458.7605	30.06
916	386826.1826	4165459.9631	30.39
917	386824.5960	4165459.1469	30.79
918	386826.0177	4165457.3126	31.15
919	386825.4053	4165457.5896	31.53
920	386858.2335	4165427.1756	31.79
921	386857.2184	4165428.4265	32.24
922	386856.9422	4165427.6282	32.63
923	386857.5045	4165428.2212	33.01
924	386856.9791	4165427.6191	33.27
925	386856.7065	4165428.4740	33.79
926	386856.4358	4165427.7631	34.06
927	386857.1101	4165428.4304	34.48
928	386856.4859	4165427.7285	34.78
929	386858.0584	4165428.0651	35.13
930	386857.7354	4165427.3497	35.32
931	386858.3955	4165427.8508	35.66
932	386857.8150	4165427.3993	35.98
933	386857.6096	4165428.2085	36.42
934	386857.3282	4165427.7075	37.39
935	386858.0042	4165428.1151	37.77
936	386857.4377	4165427.6582	38.3
937	386822.4901	4165437.9791	38.04
938	386856.1609	4165452.8115	38.33
939	386854.1948	4165452.4109	38.65
940	386845.4624	4165443.0201	39.03
941	386856.2034	4165452.7595	39.39
942	386839.6930	4165433.8477	39.8
943	386839.5414	4165432.8002	40.13
944	386846.8695	4165446.3328	40.57
945	386846.2296	4165445.4166	40.92
946	386840.3112	4165432.6337	41.27
947	386840.4943	4165433.4910	41.65
948	386841.0083	4165432.2943	41.98

949	386840.3535	4165432.6212	42.25
950	386840.6013	4165433.5176	42.72
951	386845.5038	4165442.9897	42.93
952	386840.5991	4165433.4447	42.73
953	386840.6212	4165433.5110	42.67
954	386838.2592	4165420.2364	42.35
955	386838.2698	4165433.2302	42.33
956	386839.3626	4165410.8626	42.12
957	386850.9459	4165451.7497	41.96
958	386838.5441	4165434.1751	41.63
959	386836.4602	4165410.0445	41.58
960	386835.4219	4165410.5055	41.25
961	386837.9195	4165410.2242	41.28
962	386837.3374	4165410.0355	40.93
963	386840.2280	4165410.4389	40.93
964	386838.6413	4165433.1530	40.48
965	386838.6197	4165419.0576	40.51
966	386841.1308	4165410.0220	40.2
967	386846.4917	4165446.6962	40.11
968	386852.8421	4165452.3852	39.85
969	386838.7791	4165434.1361	39.79
970	386845.6132	4165445.7975	39.43
971	386842.0870	4165433.0931	39.42
972	386842.0300	4165433.1235	39.12
973	386845.5691	4165440.4802	38.98
974	386845.5271	4165440.5073	38.62
975	386841.5414	4165432.2849	38.68
976	386841.5932	4165432.2962	38.34
977	386841.8579	4165433.0429	38.13
978	386841.8531	4165433.0802	39.98
979	386845.5653	4165440.4695	37.97
980	386845.5155	4165440.4819	37.56
981	386842.0851	4165433.0995	37.54
982	386842.0350	4165433.0911	37.1
983	386856.5823	4165452.1599	37.25

984	386856.5404	4165452.1437	36.54
985	386856.5891	4165450.8239	36.58
986	386856.5594	4165450.8306	36.09
987	386841.4137	4165433.1966	36.2
988	386842.2008	4165410.0193	35.83
989	386839.1528	4165423.1054	35.73
990	386842.4558	4165409.8670	35.5
991	386842.0076	4165410.0160	35.52
992	386840.3011	4165432.5167	35.14
993	386841.0611	4165432.2788	35.08
994	386839.1034	4165423.1183	34.76
995	386840.3510	4165432.5284	34.69
996	386841.2125	4165432.4682	34.39
997	386841.7782	4165432.0873	34.28
998	386841.3786	4165433.2274	33.97
999	386841.1805	4165432.4101	34.04
1000	386840.5846	4165423.9786	33.64
1001	386842.5763	4165410.0373	33.59
1002	386841.7598	4165432.0928	33.31
1003	386840.6159	4165423.9772	33.35
1004	386834.7920	4165410.2596	32.87
1005	386814.5505	4165441.5671	32.97
1006	386814.9124	4165440.2813	32.57
1007	386813.8781	4165441.8777	32.55
1008	386814.2970	4165440.5117	32.15
1009	386815.6870	4165441.2482	32.17
1010	386816.0136	4165440.1197	31.88
1011	386815.2287	4165441.4015	31.82
1012	386815.4523	4165440.1702	31.6
1013	386812.0746	4165442.3988	31.47
1014	386812.4100	4165441.1186	31.14
1015	386806.7636	4165422.3137	31.15
1016	386811.7090	4165441.3076	30.8
1017	386813.3126	4165441.9582	30.83
1018	386813.4233	4165440.8008	30.51

1019	386812.7816	4165442.1273	30.36
1020	386813.0093	4165440.9583	30.13
1021	386816.5079	4165441.1182	30.05
1022	386819.9373	4165438.7285	29.61
1023	386820.3823	4165439.8273	29.63
1024	386819.1695	4165438.9468	29.38
1025	386819.6066	4165439.9624	29.32
1026	386821.2318	4165438.2929	29.1
1027	386821.5719	4165439.4828	28.98
1028	386821.0195	4165439.6247	28.26
1029	386820.5488	4165438.4202	28.29
1030	386817.2087	4165439.6294	28.28
1031	386817.6772	4165440.5816	28.18
1032	386817.0547	4165441.0770	30.2
1033	386816.8053	4165439.6846	30.41
1034	386818.5495	4165439.1697	30.86
1035	386818.8654	4165440.3234	31.15
1036	386817.9435	4165439.4064	31.18
1037	386818.3584	4165440.4521	31.42
1038	386825.3859	4165414.8700	31.57
1039	386824.7525	4165412.9232	32.66
1040	386826.7650	4165415.3199	32.26
1041	386826.0979	4165415.3440	33.34
1042	386822.4237	4165412.8248	33.72
1043	386821.5916	4165411.6113	34.12
1044	386824.3863	4165412.7405	34.45
1045	386823.5383	4165412.9565	34.87
1046	386832.4739	4165410.6501	34.87
1047	386831.2664	4165412.2727	35.23
1048	386833.3448	4165412.5280	35.57
1049	386832.7816	4165411.9665	35.94
1050	386828.1784	4165416.1322	36.25
1051	386827.2301	4165415.3473	36.59
1052	386830.1132	4165413.9781	37.32
1053	386829.2840	4165413.8986	37.58

1054	386819.2980	4165413.1530	37.95
1055	386812.0679	4165425.8528	38.36
1056	386811.6801	4165425.8063	38.74
1057	386813.6697	4165421.5105	39.11
1058	386813.1020	4165423.2598	39.45
1059	386810.0479	4165422.8012	39.81
1060	386809.0326	4165422.1844	40.26
1061	386811.2706	4165423.1368	40.57
1062	386810.4627	4165422.9779	40.82
1063	386817.8614	4165419.1709	41.39
1064	386817.2847	4165419.5582	41.97
1065	386818.2020	4165414.9536	42.32
1066	386817.6219	4165415.0375	42.69
1067	386815.3935	4165420.8004	42.76
1068	386814.6995	4165421.3902	42.74
1069	386816.6996	4165419.2574	42.89
1070	386816.0415	4165420.4866	42.91
1071	386846.2847	4165455.2727	42.99

Αποτελέσματα συντεταγμένων των δύο στάσεων που λήφθηκαν με τη χρήση GPS:

ΣΤΑΣΗ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (X)	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (Y)	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (Z)
s1	386871.178	386871.178	18.699
s2	386859.960	4165408.005	21.422

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Η αποτύπωση διαφόρων διατηρητέων μνημείων και ιστορικών συνόλων, είναι από τη μία πλευρά εργασία ιδιόμορφη και επίπονη, που χρειάζεται ειδικά όργανα μεγάλης ακριβείας, ειδικές μεθόδους και ειδικευμένο προσωπικό και απ' την άλλη είναι εργασία σημαντική για τη μελέτη των μνημείων και κατ' επέκταση για τη προβολή και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Οι τοπογραφικές μέθοδοι απαιτούν τον προσδιορισμό μεγάλου πλήθους σημείων ώστε να σχεδιαστεί το πραγματικό σχήμα. Για την εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος καταφεύγουμε στον προσδιορισμό μικρότερου αριθμού σημείων που τα ενώνουμε στη συνέχεια με αυθαίρετες γραμμές που χαράσσονται με βάση το «πραγματικό σχήμα» και που μπορούν να αποκλίνουν έστω και ελάχιστα από την πραγματικότητα. Η αποτύπωση με τοπογραφικές μεθόδους ενδείκνυται παρότι δεν υστερεί σε ακρίβεια, αλλά απαιτεί περισσότερο κόπο, ανάλογα με το είδος του μνημείου και αντιμετωπίζει πολλές φορές δυσκολίες που όμως αποφεύγονται με διάφορες τεχνικές.

Μια πρόταση, θα ήταν ο συνδιασμός τοπογραφικών μεθόδων με φωτογραμμετρικές. Στις φωτογραμμετρικές μεθόδους η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων γίνεται με την κατάλληλη φωτογράφιση του μνημείου, καταγράφοντας τόσο την ποιοτική όσο και τη μετρική πληροφορία. Συγκεκριμένα, η χρήση εκτός του total station ενός drone για φωτογραφήσεις, θα μείωνε κατά μεγάλο ποσοστό το χρόνο αποτύπωσης του θεάτρου του Άργους, καθώς θα διευκολυνόταν κατά πολύ η εργασία γραφείου. Με τη μέθοδο αυτή, είναι δυνατή η αναγωγή των φωτογραφιών, ώστε να λείψουν οι ανεπιθύμητες παραμορφώσεις προσφέροντας ουσιαστική βοήθεια στη σχεδιαστική απόδοση της κατάστασης. Ο συνδιασμός των δύο αυτών μεθόδων αποτελεί αναμφίβολα ένα πολύτιμο βοήθημα στα χέρια του μελετητή για κάθε είδους αποτύπωση συνδιάζοντας την ταχύτητα και υψηλή ακρίβεια αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφία

1. **Α. Μπαντέλας – Π. Σαββαΐδης – Ι. Υφαντής – Ι. Δούκας.** *Γεωδαισία II: Αποτυπώσεις και Χαράξεις Τεχνικών Έργων.* Αθήνα 2003, 2004
2. **Δρ. Ιωάννης Δ. Κοφίτσας.** *Μαθήματα Τοπογραφίας,* Τρίτη Έκδοση, Αθήνα 2009
3. **Κ.Κατσάμπαλος,** *παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης GPS,* Τεύχος Β, Εκδόσεις 2005
4. <https://www.scribd.com/doc/46249491/Τοπογραφία-θεματική-χαρτογραφία> (Διαδίκτυο)
5. http://odysseus.culture.gr/h/2/gh251.jsp?obj_id=733 (Διαδίκτυο)
6. <https://leica-geosystems.com/> (Διαδίκτυο)
7. <https://katherine-engineering.weebly.com/908rhogammaalphanualphamuepsilontaurhoetasigmaetasigmaf.html> (Διαδίκτυο)
8. <https://theancientwebgreece.wordpress.com/2015/03/30/%CF%84%CE%BF-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B1%CE%B9%CE%BF-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF-%CE%B8%CE%B5%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD/> (Διαδίκτυο)
9. <http://www.ekivolos.gr/To%20arxaio%20ellhniko%20theatro.htm> (Διαδίκτυο)