



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝ. ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

ΧΟΥΝΤΑΛΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Ορθοδοξία Αραμπατζή

Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Στέφανος Δογγούρης

Μέλος Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού Σ.Α.Τ.Μ.

ΑΘΗΝΑ,

Οκτώβριος 2016

“The sea, once it casts its spell, holds one in its net of wonder forever”

Jacques Yves Cousteau

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας, με επιτυχία. Πρωτίστως, ευχαριστώ θερμά την Επίκουρη Καθηγήτρια της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., κ. Ορθοδοξία Αραμπατζή, που σε συνεργασία με τον κ. Στέφανο Δογγούρη, μέλος του Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.ΔΙ.Π.) της σχολής, δέχθηκαν να επιβλέψουν την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, προσφέροντάς μου καθοδήγηση σε όλη τη διάρκεια και πραγματοποιώντας καίριες επισημάνσεις και παρατηρήσεις, με στόχο τη βελτιστοποίηση του αποτελέσματος αυτής. Επίσης, ευχαριστώ πολύ και τους καθηγητές της Σ.Α.Τ.Μ., κ. Δημοσθένη Σταθά και κ. Γιώργο Πανταζή, που αποτέλεσαν μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης.

Εν συνεχεία, θερμές ευχαριστίες πρέπει να αποδώσω στην Εφορεία Ενάλιων Αρχαιοτήτων, και, πιο συγκεκριμένα, στην καταδυόμενη αρχαιολόγο αυτής, κ. Δέσποινα Κουτσούμπα, η οποία συνέβαλλε τα μέγιστα, τόσο ως προς τη χορήγηση της απαραίτητης άδειας για της τοπογραφικές εργασίες, στον αρχαιολογικό χώρο Λαμπαγιαννά Αργολίδας, όσο και για την καίρια συνδρομή της κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου.

Ευχαριστώ, ακόμα, τον Δρ. Julien Beck, αρχαιολόγο και λέκτορα ελληνικής προϊστορίας του Πανεπιστημίου της Γενεύης, για την αρμονική ένταξή μας στην αρχαιολογική ερευνητική ομάδα, την κάλυψη των εξόδων διαμονής και διατροφής και την παροχή του μεγαλύτερου τμήματος του απαραίτητου καταδυτικού εξοπλισμού, για την ολοκλήρωση των εργασιών.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου, για την αμέριστη στήριξη και συμπαράστασή τους, όλα τα χρόνια των σπουδών μου, καθώς και τους φίλους και τις φίλες μου, που στάθηκαν δίπλα μου στο δύσκολο αυτό έργο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το υδάτινο στοιχείο καταλαμβάνει μεγάλη έκταση του ελλαδικού χώρου, καλύπτοντας, ταυτόχρονα, πολυάριθμες θέσεις πολιτιστικής κληρονομιάς, εξέχουσας σημασίας. Εκ των εν λόγω τοποθεσιών έχουν αναγνωρισθεί περισσότερες των χιλίων, το μεγαλύτερο κομμάτι των οποίων παραμένει αχαρτογράφητο και, επομένως, ανεκμετάλλευτο. Η έρευνα, η εξαγωγή συμπερασμάτων, καθώς και η ανάδειξη της παρούσας πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί αντικείμενο του τομέα της υποβρύχιας αρχαιολογίας, η ορθή ολοκλήρωσή τους, όμως, είναι αδύνατη δίχως τη μεσολάβηση τοπογραφικών μελετών. Ως γεωμετρική τεκμηρίωση μνημείου, ή διαφορετικά αποτύπωση, ορίζεται η καταγραφή της θέσης, της μορφής, του σχήματος και του μεγέθους του εκάστοτε μνημείου, στον τρισδιάστατο χώρο, σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Για την επίτευξή της χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, τόσο τοπογραφικές και τοπομετρικές (γεωδαιτικές μέθοδοι), όσο και φωτογραμμετρικές, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της εκάστοτε περιοχής μελέτης. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εντάσσεται στον τομέα των υποβρύχιας γεωδαιτικών αποτυπώσεων, με το υπό εξέταση αντικείμενό να είναι ο έλεγχος και η σύγκριση δύο διαφορετικών μεθόδων, καθώς και η προσέγγιση της αβεβαιότητας αυτών, βάσει πρακτικής εφαρμογής στον βυθισμένο αρχαιολογικό χώρο Λαμπαγιαννά Αργολίδας. Οι μέθοδοι που εξετάστηκαν ήταν ο καταβιβασμός σημείων, με χρήση στυλεού, και η τοπομετρική μέθοδος εμπροσθοτομίας, με χρήση τριπλευρισμού και υδραυλικής χωροστάθμησης. Πέραν της σύγκρισης αυτών, συντάχθηκε και ολοκληρωμένο τοπογραφικό διάγραμμα της παραλίας Λαμπαγιαννά και τμήματος του βυθισμένου αρχαιολογικού χώρου, όπου χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της μεθόδου του καταβιβασμού, καθότι, κρίθηκαν καταλληλότερα και ακριβέστερα, στην εν λόγω περίπτωση.

Λέξεις Κλειδιά: υποβρύχια αρχαιολογία, υποβρύχιας γεωδαιτικές αποτυπώσεις, αυτόνομη κατάδυση, καταβιβασμός, εμπροσθοτομία, τριπλευρισμός, υδραυλική χωροστάθμηση, Λαμπαγιαννά Αργολίδας

ABSTRACT

The water element occupies a large area of Greece, covering at the same time, numerous places of cultural heritage, with outstanding importance. More than a thousand of these locations have been identified, the largest part of which remains uncharted and therefore unused. The research, the conclusions, and the emergence of this cultural heritage are the subject of underwater archeology, their proper completion, however, requires the mediation of surveying engineering. Geometric monument documentation, or otherwise survey, is defined as the recording of the location, form, shape and size of each monument, in three-dimensional space, at a specific time. In pursuit of this, topographical, topometric and photogrammetric methods are used, according to the special features of the concerned area. This diploma thesis forms part of the segment of underwater geodetic renderings, examining and comparing two different methods of underwater survey, based on practical application on the submerged archaeological site in Lampagianna of Argolis. The methods that tested were projecting the points on the vertical, using stylet, and the topometric method of intersection, using trilateration and hydraulic leveling. Apart from the examination and comparison of those two methods, an integrated topographical diagram of the beach “Lampagianna” and part of the submerged archaeological site was drafted, using the results of basing down points, since was deemed appropriate and more accurate as a method, in this exact situation.

Key Words: underwater archaeology, underwater geodetic renderings, scuba diving, projecting the points on the vertical, topometric intersection, trilateration, hydraulic leveling, Lampagianna of Argolis

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	IV
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	V
ABSTRACT.....	VI
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	12
1.1. Γενική Τοποθέτηση Εξεταζόμενου Θέματος.....	12
1.2. Στόχευση Διπλωματικής Εργασίας.....	13
1.3. Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Αυτόνομη Κατάδυση.....	15
2.1. Ιστορικά Στοιχεία Καταδύσεως.....	15
2.2. Καταδυτικός Εξοπλισμός.....	17
2.3. Επικοινωνία Καταδυόμενων.....	24
2.4. Κίνδυνοι Αυτόνομης Κατάδυσης.....	26
2.4.1. Νάρκωση Αζώτου.....	26
2.4.2. Δηλητηρίαση Οξυγόνου.....	27
2.4.3. Βαροτραύματα στο Κεφάλι.....	27
2.4.4. Πνευμονικά Βαροτραύματα.....	28
2.4.5. Νόσος των Δυτών.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υποβρύχια Αρχαιολογία στην Ελλάδα	32
3.1. Αντικείμενο Υποβρύχιας Αρχαιολογίας.....	32
3.2. Ιστορικά Χαρακτηριστικά Ελληνικής Υποβρύχιας Αρχαιολογίας.....	33
3.3. Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων.....	36
3.4. Αποτυπώσεις Υποθαλάσσιων Μνημείων.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογική Προσέγγιση.....	39
4.1. Σύνταξη Τοπογραφικού Διαγράμματος.....	39
4.1.1. Αυτοσχέδιο Υπάιθρου.....	39
4.1.2. Δίκτυο Οριζόντιου και Κατακόρυφου Ελέγχου.....	40
4.1.3. Σημεία Λεπτομέρειας.....	44
4.1.4. Υποθαλάσσια Σημεία Αναφοράς.....	45

4.1.5. Υποθαλάσσια Σημεία Λεπτομέρειας	46
4.1.6. Ένταξη Αποτύπωσης	47
4.1.7. Ψηφιακή Σχεδίαση Τοπογραφικού Διαγράμματος.....	48
4.2. Εμπροσθοτομία σε Υποθαλάσσια Αποτύπωση.....	49
4.2.1. Ανάλυση Εμπροσθοτομίας στο Βυθό.....	49
4.2.2. Μετρήσεις Μηκών.....	50
4.2.3. Υδραυλική Χωροστάθμηση	50
4.2.4. Υπολογισμοί Εμπροσθοτομίας.....	51
4.2.5. Ψηφιακή Σχεδίαση για Εξαγωγή Συμπερασμάτων	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εφαρμογή	54
5.1. Περιοχή Μελέτης.....	54
5.1.1. Λόγοι Επιλογής	54
5.1.2. Γεωγραφική Θέση	55
5.1.3. Γεωμορφολογία	56
5.2. Προγραμματισμός Εργασιών Πεδίου	64
5.2.1. Αναγνώριση Παραλίας και Αρχαιολογικού Χώρου Λαμπαγιαννά.....	64
5.2.2. Προγραμματισμός Χρονικής Διάρκειας Εργασιών Πεδίου.....	65
5.2.3. Εξοπλισμός Τοπογραφικών Εργασιών	66
5.3. Εργασίες Πεδίου και Λήψη Δεδομένων	68
5.3.1. Αυτοσχέδια Υπαίθρου	68
5.3.2. Ίδρυση Σημείων Αναφοράς στο Έδαφος.....	69
5.3.3. Διαδικασία Ταχυμετρίας.....	70
5.3.4. Ίδρυση Σημείων Αναφοράς στη Θάλασσα	71
5.3.5. Διαδικασία Υποθαλάσσιας Ταχυμετρίας.....	72
5.3.6. Μετρήσεις Μετροταινίας – Υδραυλική Χωροστάθμηση	76
5.3.7. Μετρήσεις GPS	79
5.4. Επεξεργασία Ληφθέντων Δεδομένων.....	80
5.4.1. Πολυγωνομετρία και Επίλυση Όδευσης.....	81
5.4.2. Ταχυμετρία Σημείων Λεπτομέρειας Εδάφους	81
5.4.3. Υποθαλάσσια Ταχυμετρία	82
5.4.4. Συντεταγμένες Μεθόδου Εμπροσθοτομίας.....	83
5.5. Αποτελέσματα Τοπογραφικής Εργασίας.....	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα – Προτάσεις Περαιτέρω Μελέτης.....	86
6.1. Συμπεράσματα Διαδικασίας Απόδοσης Τοπογραφικού Διαγράμματος	86
6.2. Συμπεράσματα Μεθόδου Εμπροσθοτομίας στο Βυθό	87
6.3. Προτάσεις Μελετητικής Συνέχειας	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91
Έντυπη Βιβλιογραφία	91
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ.....	113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1: Το σκάφανδρο του Συμιακού Φώτη Μαστορίδη.....	17
Εικόνα 2.2: Παραδείγματα μασκών, (α) Μονοπτική μεσαίου όγκου από σιλικόνη, (β) Δυοπτική μικρού όγκου από σιλικόνη.....	18
Εικόνα 2.3: Στολές κατάδυσης, (α) Υγρού τύπου, (β) Στεγανού τύπου.....	19
Εικόνα 2.4: Πτερύγια-Πέδιλα, (α) Κλειστού τύπου με λεπίδα από ανθρακόνυμα, (β) Ανοικτού τύπου με λεπίδα από πεπιεσμένο πλαστικό.....	19
Εικόνα 2.5: Καταδυτικό μαχαίρι στο οποίο ξεχωρίζει η σιδερένια προεξοχή της λαβής.....	20
Εικόνα 2.6: Ρυθμιστές πλευστότητας –Τζάκετ, (α) Άδειος από αέρα, (β) Πληρωμένος με αέρα.....	21
Εικόνα 2.7: Ρυθμιστής αναπνοής, πρώτο και δεύτερο στάδιο.....	22
Εικόνα 2.8: Φιάλες αέρα διαφορετικής χωρητικότητας.....	23
Εικόνα 2.9: Όργανα καταδύσεως, (α)Κονσόλα αναλογικών οργάνων, (β)Υπολογιστής κατάδυσης.....	24
Εικόνα 2.10: Κέντρο Υπερβαρικής Ιατρικής Αθηνών, Θάλαμος αποσυμπίεσης.....	31
Εικόνα 3.1: Ευρήματα ναυαγίου Αντικυθήρων, (α) Ο Έφηβος, (β) Ο Μηχανισμός.....	33
Εικόνα 3.2: Το ναυάγιο του Βρετανικού, στη θαλάσσια περιοχή της νήσου Κέας.....	35
Εικόνα 4.1: Σκαρίφημα κλειστής ανεξάρτητης όδευσης.....	41
Εικόνα 4.2: Υποθαλάσσια Υδραυλική Χωροστάθμηση.....	51
Εικόνα 4.3: Ορθογώνιο Τρίγωνο Αποστάσεων.....	51
Εικόνα 4.4: Σκαρίφημα οριζόντιου τριγώνου εμπροσθοτομίας.....	52
Εικόνα 5.1: Η παρλία στην περιοχή Σαλάντι της Αργολίδας.....	59
Εικόνα 5.2: Η είσοδος του σπηλαίου Φράγγθι όπως φαίνεται από το εσωτερικό του.....	60
Εικόνα 5.3: Η γκρεμισμένη οροφή του σπηλαίου Φράγγθι από ψηλά.....	60
Εικόνα 5.4: Ο σκελετός του σπηλαίου Φράγγθι.....	61
Εικόνα 5.5: Το μεγαλύτερο catamaran παγκοσμίως, που κινείται αποκλειστικά με ηλιακή ενέργεια, MS Turanor PlanetSolar.....	62
Εικόνα 5.6: Τμήμα της λίθινης θεμελίωσης του εξωτερικού οχρωματικού τείχους.....	63
Εικόνα 5.7: Όργανα εργασιών πεδίου, (α) Total Station Topcon GTS-235N, (β) Τρίποδας Topcon, (γ) Πρίσμα Topcon, (δ) Στυλέος, (ε) Μετροταινία, (στ) Ξύλινες Σταδίες.....	66
Εικόνα 5.8: Διάφορα βοηθητικά υλικά, (α) Τσιμέντο, (β) Σιδερένιες Ράβδοι, (γ) Αλφαδολάστιχο, (δ) Καρφί Ρόκα, (ε) Πρόκες από ατσάλι.....	67
Εικόνα 5.9: Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός Topcon GTS-235N, στη κορυφή T1, κατά τη διάρκεια της ταχυμετρίας.....	70
Εικόνα 5.10: Στάδια παραγωγής υλικών σήμανσης υποθαλάσσιων σημείων αναφοράς, (α) Διάτρηση καλουπιών με σιδερένια ράβδο, (β) Πάκτωση στο έδαφος, (γ) Έγχυση μίγματος τσιμέντου, (δ) Τελικό αποτέλεσμα.....	71
Εικόνα 5.11: Δύτης επί το έργο, αποτύπωση ταχυμετρικών σημείων στο βυθό με κατάφωτο.....	73
Εικόνα 5.12: Υποθαλάσσια Ταχυμετρία, στο βάθος αναγνωρίζετε το κατάφωτο (κόκκινη έλλειψη).....	75
Εικόνα 5.13: Ήλοι από ατσάλι τοποθετημένοι στο κέντρο τετραγώνων από πλαστικό για τη σήμανση των υποθαλάσσιων σημείων λεπτομέρειας.....	76
Εικόνα 5.14: Μετρήσεις μετροταινίας, (α) Κορυφές κανάβου, (β) Σημεία λεπτομέρειας.....	77

Εικόνα 5.15: Όργανο Υδραυλικής Χωροστάθμησης	77
Εικόνα 5.16: Δύτης επί το έργο, Υδραυλική Χωροστάθμηση	78
Εικόνα 5.17: Υψομετρικές ενδείξεις σταδίας για τα σημεία λεπτομέρειας, (α) Η δεύτερη σταδία στη κορυφή Β, (β) Η δεύτερη σταδία στη κορυφή Γ	79
Εικόνα 5.18: Τοπογραφικές μετρήσεις με δέκτη GPS στην παραλία Λαμπαγιαννά.....	80

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Κύρια σήματα επικοινωνίας κατά την κατάδυση	25
Πίνακας 4.1: Πίνακας Οριζόντιων Γωνιομετρήσεων	41
Πίνακας 4.2: Πίνακας Κατακόρυφων Γωνιομετρήσεων	42
Πίνακας 5.1: Συντεταγμένες κορυφών όδευσης από μετρήσεις GPS	80
Πίνακας 5.2: Συντεταγμένες και υψόμετρα κορυφών από επίλυση της όδευσης	81
Πίνακας 5.3: Απόσπασμα φύλλου υπολογισμών συντεταγμένων και υψομέτρων σημείων λεπτομέρειας στη στεριά, με στάση οργάνου στην κορυφή T1 της όδευσης	82
Πίνακας 5.4: Απόσπασμα φύλλου υπολογισμών συντεταγμένων και υψομέτρων σημείου αναφοράς στη θάλασσα, με στάση οργάνου στην κορυφή T1 της όδευσης.....	83
Πίνακας 5.5: Απόσπασμα φύλλου υπολογισμών μεθόδου εμπροσθοτομίας, με χρήση μετρήσεων μετροταινίας και υδραυλικής χωροστάθμησης	84
Πίνακας 6.1: Σύγκριση συντεταγμένων και υψομέτρου κορυφών τετραγώνου αναφοράς	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 5.1: Δορυφορική απεικόνιση παραλίας Λαμπαγιαννά και περιχώρων	56
Χάρτης 5.2: Απόσπασμα τοπογραφικής αποτύπωσης παραλίας και τμήματος αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά Αργολίδας	57
Χάρτης 5.3: Απόσπασμα τοπογραφικής αποτύπωσης παραλίας και τμήματος αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά Αργολίδας	57
Χάρτης 5.4: Απόσπασμα τοπογραφικής αποτύπωσης παραλίας και τμήματος αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά Αργολίδας	57
Χάρτης 5.5: Δορυφορική απεικόνιση θέσης αρχαιολογικών χώρων	58
Χάρτης 5.6: Δορυφορική απεικόνιση της παραλίας Λαμπαγιαννά, όπου αναγνωρίζονται τα όριο του βυθισμένου οικισμού	63
Χάρτης 5.7: Αυτοσχέδιο βόρειου τμήματος ακτογραμμής και παραλίας Λαμπαγιαννά.....	68
Χάρτης 5.8: Αυτοσχέδιο νότιου τμήματος ακτογραμμής και παραλίας Λαμπαγιαννά.....	69
Χάρτης 5.9: Αυτοσχέδιο υποθαλάσσιων σημείων εντός του κανάβου, (α) στην πινακίδα υποθαλάσσιας καταγραφής, (β) η μεταφορά του στο χαρτί	73
Χάρτης 5.10: Αυτοσχέδιο υποθαλάσσιων σημείων εκτός κανάβου, (α), (β), (γ) στην πινακίδα υποθαλάσσιας καταγραφής, (δ) η μεταφορά τους στο χαρτί.....	74
Χάρτης 6.1: Απόσπασμα διαδικασίας σύγκρισης επάνω στο σχέδιο	88
Χάρτης 6.2: Απόσπασμα διαδικασίας σύγκρισης επάνω στο σχέδιο	89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί μία διευρυμένη εισαγωγή της εν λόγω διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζεται και αναλύεται το υπό εξέταση θέμα των υποβρύχιων γεωδαιτικών αποτυπώσεων, εν συνεχεία, εκτίθενται οι στόχοι που τέθηκαν και, τέλος, πραγματοποιείται περιγραφή της δομής της συγκεκριμένης εργασίας.

1.1. Γενική Τοποθέτηση Εξεταζόμενου Θέματος

Η Ελλάδα, λόγω των ιδιαίτερα προνομιακών γεωγραφικών χαρακτηριστικών της και του ήπιου κλίματος, έχει αποτελέσει, σύμφωνα με τα αρχαιολογικά ευρήματα, τόπο κατοικίας για το ανθρώπινο είδος, για περισσότερα από 100.000 χρόνια (Παλαιολιθική Εποχή). Γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία αρχαίων λειψάνων σε ολόκληρη την έκτασή της, τόσο χερσαία, όσο και υποθαλάσσια.

Το υδάτινο στοιχείο καλύπτει μεγάλα τμήματα της επικράτειάς της, κρύβοντας, ταυτόχρονα, πολυάριθμα σημεία ιδιαίτερου αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Με την ακτογραμμή της να ξεπερνά τα 17.000 χιλιόμετρα, τα νησιά της να πλησιάζουν τα 3.500, τις περισσότερες από 40 φυσικές λίμνες, τους 29 ποταμούς και τις αναγνωρισμένες υποβρύχιες αρχαιολογικές θέσεις να είναι περισσότερες από 1.000, γίνεται εμφανής η εξέχουσα σημασία υποβρύχια πολιτιστική κληρονομιά, που η ίδια παρουσιάζει.

Καθότι, επομένως, το μεγαλύτερο ποσοστό των αρχαιολογικών αυτών θέσεων παραμένει αχαρτογράφητο, αναδεικνύεται η σημασία των υποβρύχιων γεωδαιτικών αποτυπώσεων, τόσο σε επίπεδο ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς, όσο και σαν βοηθητικό εργαλείο για τον τομέα της υποβρύχιας αρχαιολογίας.

Οι διαδικασίες αποτύπωσης, εντός του υδάτινου περιβάλλοντος, διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό, σε σχέση με τις χερσαίες. Ταυτόχρονα, βέβαια, προβληματισμοί επί των εργασιών προκύπτουν και από το βάθος της υπό μελέτης περιοχής. Όλα τα προαναφερθέντα δημιουργούν την ανάγκη επιστημονικής μελέτης των μεθόδων υποβρύχιας αποτύπωσης, καθώς και την πρακτική εφαρμογή αυτών.

1.2. Στόχευση Διπλωματικής Εργασίας

Με βάση όσα αναλύθηκαν προηγουμένως, η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε, έχοντας διττή στόχευση, εντός των πλαισίων των υποβρύχιων γεωδαιτικών αποτυπώσεων, με πρακτική εφαρμογή σε βυθισμένο αρχαιολογικό χώρο. Η βοήθεια της επιβλέπουσας αρχής του δημοσίου, Εφορείας Ενόπιων Αρχαιοτήτων, και, κυρίως, της καταδύμενης αρχαιολόγου αυτής, Κουτσούμπας Δ., ήταν καταλυτική για την επιλογή, ως κατάλληλης περιοχή μελέτης, του βυθισμένου πρωτοελλαδικού οικισμού (3.000 π.Χ.) της παραλίας του Λαμπαγιαννά.

Αφενός, αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε το σύνολο των υποθαλάσσιων και χερσαίων εργασιών που απαιτούνται για τη σύνταξη τοπογραφικού διαγράμματος βυθισμένου αρχαιολογικού χώρου και περιβάλλουσας περιοχής, αντίστοιχα. Αφετέρου, υπό εξέταση και σύγκριση τέθηκαν, ως προς την απόδοση και την ορθότητά τους, δύο διαφορετικές μέθοδοι υποβρύχιας γεωδαιτικής αποτύπωσης, καθώς και η αβεβαιότητα αυτών.

Το βάθος που εντοπίζεται ο βυθισμένος οικισμός του Λαμπαγιαννά, το οποίο κυμαίνεται από την ισοβαθή του ενός έως και εκείνη των τεσσάρων μέτρων, παρέχει δυνατότητα χρήσης της μεθόδου του καταβιβασμού σημείων, με χρήση στυλεού. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται στο μεγαλύτερο ποσοστό των υποβρύχιων αποτυπώσεων, που την επιτρέπουν (βάθος μερικών μέτρων), καθώς, συνδυάζει χαμηλό κόστος, ταχύτητα και ακρίβεια εντοπισμού, αποδεκτή για την αρχαιολογική έρευνα. Στα αποτελέσματα της εν λόγω μεθόδου στηρίχθηκε το τοπογραφικό διάγραμμα της παραλίας Λαμπαγιαννά και τμήματος του αρχαιολογικού χώρου αυτής.

Όσο, όμως, το βάθος αποτύπωσης αυξάνει, η μέθοδος καταβιβασμού γίνεται ιδιαίτερα χρονοβόρα, παρουσιάζει μικρότερη ακρίβεια εντοπισμού και μεγαλώνει το κόστος εφαρμογής της. Έτσι, απαραίτητη γίνεται η χρήση εναλλακτικών μεθόδων, μία εκ των οποίων, είναι η μέθοδος της εμπροσθοτομίας, με χρήση τριπλευρισμού με μετροταινία και υδραυλικής χωροστάθμησης.

Η αποτύπωση κοινής υποθαλάσσιας περιοχής, με χρήση των δύο προαναφερθέντων μεθόδων, και η σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών δίνει δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων περί της ορθότητάς τους και της ακρίβειας που επιτρέπουν.

1.3. Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η εν λόγω διπλωματική εργασία διαρθρώνεται σε έξι επιμέρους κεφάλαια, μέσω των οποίων, πραγματοποιείται αναφορά στο θεωρητικό της υπόβαθρο, παρουσιάζεται η ακολουθούμενη μεθοδολογία, αναλύεται η εφαρμογή που έλαβε χώρα και εκτίθενται τα αποτελέσματά της και τα συμπεράσματα, εξ' αυτών.

Πιο συγκεκριμένα, στο δεύτερο κεφάλαιο, που ακολουθεί, επιχειρείται ανάλυση της έννοιας της αυτόνομης κατάδυσης. Πραγματοποιείται μία ιστορική αναδρομή περί της κατάδυσης, παρουσιάζεται ο απαραίτητος εξοπλισμός αυτής, αναλύεται ο τρόπος επικοινωνίας των αυτοδυτών και, τέλος, αναδεικνύονται οι κίνδυνοι που τη διέπουν.

Στο κεφάλαιο, υπ' αριθμόν τρία, εξετάζεται ο τομέας της υποβρύχιας αρχαιολογίας στον ελλαδικό χώρο. Πραγματοποιείται ανάλυση του αντικείμενου, με το οποίο η ίδια ασχολείται, εκτίθενται τα ιστορικά χαρακτηριστικά της, παρουσιάζεται η επιβλέπουσα αρχή του δημοσίου και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη σχέση, που τη συνδέει με τις τοπογραφικές εργασίες.

Στο επόμενο στάδιο, επιχειρείται ανάλυση της μεθοδολογίας, υπό την οποία προσεγγίστηκε το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Καθότι, η στόχευση της εργασίας ήταν διττή, το κεφάλαιο τέσσερα διακλαδώνεται σε δύο ενότητες. Στην πρώτη, εξ' αυτών, πραγματοποιείται περιγραφή όλων των εργασιών, είτε πεδίου, είτε περιβάλλοντος γραφείου, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη σύνταξη τοπογραφικού διαγράμματος βυθισμένου αρχαιολογικού χώρου και περιχώρων. Αντίστοιχα, στη δεύτερη, παρουσιάζεται η μέθοδος υποβρύχιας αποτύπωσης με εμπροσθοτομία, χρησιμοποιώντας τριπλευρισμό με μετροταινία και υδραυλική χωροστάθμηση. Αναλύονται οι απαραίτητες εργασίες, για την ολοκλήρωσή της, και παρατίθενται οι απαιτούμενοι υπολογισμοί για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελεί το κύριο μέρος της εν λόγω διπλωματικής εργασίας, καθότι παρουσιάζει την εφαρμογή που έλαβε χώρα στα πλαίσιά της. Αρχικά, περιγράφεται η περιοχή μελέτης και, εν συνεχεία, αναλύονται διεξοδικά όλες οι τοπογραφικές εργασίες που διενεργήθηκαν, ώστε να προκύψουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, τα οποία και παρουσιάζονται.

Καταλήγοντας, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν εκ των αποτελεσμάτων, τόσο ως προς τη διαδικασία απόδοσης τοπογραφικού διαγράμματος βυθισμένου αρχαιολογικού χώρου, όσο και ως προς τη σύγκριση των δύο διαφορετικών μεθόδων υποβρύχιας αποτύπωσης. Επίσης, πραγματοποιούνται προτάσεις μελλοντικής μελέτης επάνω στο ίδιο αντικείμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Αυτόνομη Κατάδυση

Η ονομασία της συγκεκριμένης μεθόδου κατάδυσης προκύπτει από τη χρήση αυτόνομης καταδυτικής συσκευής και, ταυτόχρονα, χρησιμεύει στη διάκρισή της από τις υπόλοιπες μορφές κατάδυσης. Ο όρος, με τον οποίο, συνηθίζεται να αναφέρετε είναι SCUBA diving (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus). Σε αντίθεση με το δύτε που είναι εξαρτημένος από το υδρομηχανικό σύστημα, μέσω του οποίου αντλεί ατμοσφαιρικό αέρα ή μείγματα αερίων από σταθμό, ο αυτοδύτης φέρει συσκευή συμπιεσμένου αέρα, γεγονός που αποδίδει μεγαλύτερη αυτονομία στην υποβρύχια κίνηση αλλά και περιορίζει το χρόνο παραμονής του στο βυθό. Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μία ιστορική αναδρομή για την κατάδυση, παρουσιάζεται ο απαιτούμενος εξοπλισμός και η “γλώσσα” επικοινωνίας των δυτών, και αναλύονται οι κίνδυνοι που τη διατρέχουν.

2.1. Ιστορικά Στοιχεία Καταδύσεως

Ενδείξεις για την αρχαιότερη υποβρύχια δραστηριότητα προέρχονται από τη Μεσοποταμία και χρονολογούνται στο 4.500 π.Χ., όπου ανασκαφικές εργασίες έφεραν στην επιφάνεια μαργαριτάρια και στρείδια, προφανώς αλιεμένα από πρώιμους δύτες. Επίσης, στολίδια φτιαγμένα με σμάλτο κοχυλιών έχουν βρεθεί στην περιοχή της Αιγύπτου και χρονολογούνται στο 3.200 π.Χ.

Αποδεδειγμένα, λοιπόν, η ενασχόληση του ανθρώπινου είδους με τον υποβρύχιο κόσμο έχει ξεκινήσει χιλιάδες χρόνια πριν. Η ιδέα της πρώτης γνωστής αναπνευστικής συσκευής υποβρυχίως, μίας ανεστραμμένης χύτρας πάνω από το κεφάλι του δύτε, με στόχο να συγκρατεί τον ατμοσφαιρικό αέρα, ανήκει στον Αριστοτέλη. Επίσης, αναφορές για δύτες που πριόνιζαν τα υποβρύχια φράγματα προστασίας των Συρακούσιων, έχει κάνει ο Θουκυδίδης, ενώ, ο Αρριανός εξιστορεί πως ο Αλέξανδρος χρησιμοποίησε δύτες στην πολιορκία της Τύρου.

Φημισμένοι μηχανικοί της εποχής του Μεσαίωνα, όπως ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι, σχεδίασαν, υλοποίησαν και έθεσαν σε λειτουργία μηχανισμούς που μπορούσαν να παρατείνουν την παραμονή του δύτε στο νερό, κυρίως για λόγους πολεμικούς ή κατασκευαστικούς. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι κώδωνες και οι ασκοί, καθώς και αρκετά ακόμα, με σχετική επιτυχία για τους σκοπούς που προορίζονταν.

Η πρώτη ολοκληρωμένη κατασκευή αναπνευστικής συσκευής πραγματοποιήθηκε από τον Roger Bacon το 1240. Έκτοτε ακολούθησε περίοδος ύφεσης μέχρι της αρχές του 17^{ου} αιώνα και, μετέπειτα, στη βιομηχανική επανάσταση, οπότε και θεμελιώθηκε η πρακτική τεχνική της κατάδυσης με τη βοήθεια των ραγδαία αναπτυσσόμενων επιστημών. Σημαντικότατο γεγονός για την ανάπτυξη της καταδυτικής λειτουργίας και την κατανόηση της συμπεριφοράς του ανθρώπου σε υπερβαρικό περιβάλλον, αποτέλεσε η ανακάλυψη του άγγλου Robert Boyle, ο οποίος περί το 1660 μελέτησε τις φυσικές ιδιότητες του συμπιεσμένου αέρα. Ο νόμος του Boyle περιγράφει την επίδραση της αλλαγής της πίεσης στον όγκο και την πυκνότητα των αερίων, ιδιότητες υψίστης σημασίας για την καταδυτική φυσιολογία.

Η πρώτη παρουσίαση ανταποκρινόμενης συσκευής στους στόχους της κατάδυσης, δημοσιεύθηκε από το μαθηματικό Scott στο περιοδικό *Technica Curiosa* το έτος 1664 και ήταν ένας κώδων. Λίγα χρόνια μετέπειτα και συγκεκριμένα το 1669, ο Σινκλέρ δημοσίευσε τα σχέδια ενός καταδυτικού μηχανήματος που είχε χρησιμοποιηθεί το 1588 και το 1665 σε αναζήτηση ναυαγίων, με στόχο τους θησαυρούς. Οι Halley και Smithton, λίγο αργότερα, βελτίωσαν σχεδιαστικά τον κώδωνα και πραγματοποίησαν τις πρώτες εφαρμογές του σε μια ποικιλία υποβρύχιων δραστηριοτήτων. Ακολούθως, ο μαθηματικός και φυσικός Giovanni Alfonso Borelli εμπνεύστηκε και διατύπωσε τη σύσταση σχεδόν ολόκληρου του εξοπλισμού (κώδωνα, υποβρύχιο, καταδυτική συσκευή κ.λπ.) σε θεωρητικό μόνο επίπεδο. Πρακτικά, όμως, οι συσκευές που περιέγραψε δε δοκιμάστηκαν ποτέ. Γύρω στο 1840, οι Benoit Rouquayrol και Auguste Denayrouze πραγματοποίησαν βελτιώσεις στο πρωτόγονο σκάφανδρο του Augustus Siebe, ενώ, το 1878 παρουσιάστηκε η πρώτη συσκευή κλειστού κυκλώματος.

Το 1862, ο Συμιακός Φώτης Μαστορίδης, ο οποίος εργαζόταν στα λιμενικά έργα που έφτιαχναν τότε οι Άγγλοι στις Ινδίες, έφερε στο νησί της Σύμης ένα σκάφανδρο, το οποίο αποτελούσε αναμνηστικό δώρο της αγγλικής ναυαγοσωστικής εταιρείας. Ήταν μια ολόσωμη λαστιχένια στολή με χάλκινο θώρακα, πάνω στον οποίο στερεωνόταν σφιχτά μια χάλκινη περικεφαλαία. Στο μπροστινό της μέρος υπήρχε ένα χοντρό γυαλί για να έχει ορατότητα ο δύτης, ενώ ένα μαρκούτσι που συνδεόταν με την αεραντλία του σκάφους, του επέτρεπε να αναπνέει. Ο εξοπλισμός συμπληρωνόταν με βαριά μεταλλικά παπούτσια και μολυβένια βαρίδια που ζύγιζαν γύρω στα 15 κιλά. Για να πείσει τους συμπατριώτες του για τη χρησιμότητα και την ασφάλεια που θα παρείχε ο νέος τρόπος στην αλιεία των σφουγγαριών που τους πρότεινε, φόρεσε το σκάφανδρο στη γυναίκα του Ευγενία και, έπειτα, την κατέβασε στο βυθό του λιμανιού. Έτσι, στη Σύμη άρχισε να χρησιμοποιείται το σκάφανδρο από τα 1863 και έπειτα. Το 1864 υιοθετήθηκε και από τα άλλα νησιά των Δωδεκανήσων, ενώ το ίδιο έκαναν το 1866 και τα νησιά του Αργοσαρωνικού.



Εικόνα 2.1: Το σκάφανδρο του Συμιακού Φώτη Μαστορίδη
Πηγή: <http://www.sportsmag.gr/>, 2016

Έναυσμα για την αυτόνομη κατάδυση παρείχε η σημαντικότερη εφεύρεση των πτερυγίων κολύμβησης, από τον υποπλοίαρχο του γαλλικού ναυτικού Κορλύ, το 1920, επιλύοντας το πρόβλημα της προώθησης υποβρυχίως. Από εκεί και έπειτα, η επινόηση και τελειοποίηση του ρυθμιστή πίεσης από τους Jacques-Yves Cousteau και Εμίλ Γκανιό, άλλαξε σε μεγάλο βαθμό τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα.

Η αλματώδης ανάπτυξη της μελέτης και της τεχνολογίας των καταδύσεων, τα επόμενα χρόνια, οφείλεται κυρίως στην τελειοποίηση του καταδυτικού υλικού. (Παπαρηγοράκης Μ.-Ε., 1997)

2.2. Καταδυτικός Εξοπλισμός

Ο ανθρώπινος οργανισμός εκ φύσεως δεν έχει δημιουργηθεί για να επιβιώνει στο υδάτινο περιβάλλον, πόσο, μάλλον, στο βυθό. Η αυτόνομη κατάδυση, επομένως, και οποιαδήποτε άλλη μορφή κατάδυσης, θα ήταν αδύνατη χωρίς τον απαραίτητο εξειδικευμένο εξοπλισμό. Με την πάροδο των χρόνων, τα συστατικά του εξοπλισμού έχουν διαφοροποιηθεί, έχουν εξελιχθεί και εκσυγχρονιστεί, ώστε να διευκολύνεται σε ιδιαίτερα μεγάλο βαθμό η προσαρμογή στον υδάτινο κόσμο. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν τα βασικά συστατικά του εξοπλισμού της αυτόνομης κατάδυσης.

- Μάσκα

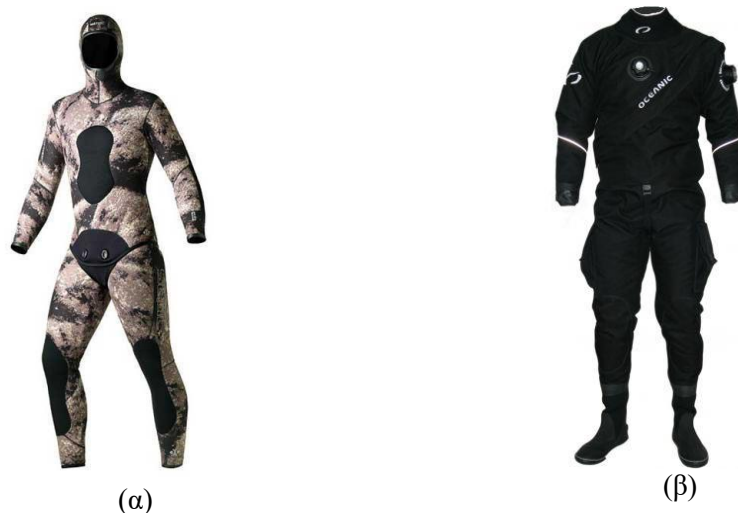
Για να επιτευχθεί η ορατότητα εντός του νερού απαιτείται ένα μεσοδιάστημα από αέρα, ανάμεσα στον οφθαλμό και το υδάτινο περιβάλλον. Το συγκεκριμένο ρόλο κατέχει η μάσκα, η οποία κατασκευάζεται από λάστιχο ή σιλικόνη, σε συνδυασμό με γυαλί. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διάκρισης масκών, όπως, ανάλογα με το είδος και τη διάταξη του φακού που φέρουν, χωρίζονται σε μονοπτικές, δυοπτικές και πολυοπτικές, ή ανάλογα με την ποσότητα αέρα που μπορούν να εγκλωβίσουν, χωρίζονται σε μικρού, μεσαίου και μεγάλου τύπου.



Εικόνα 2.2: Παραδείγματα масκών, (α) Μονοπτική μεσαίου όγκου από σιλικόνη, (β) Δυοπτική μικρού όγκου από σιλικόνη
Πηγή: <http://must-dive.gr/>, 2016

- Στολή Κατάδυσης

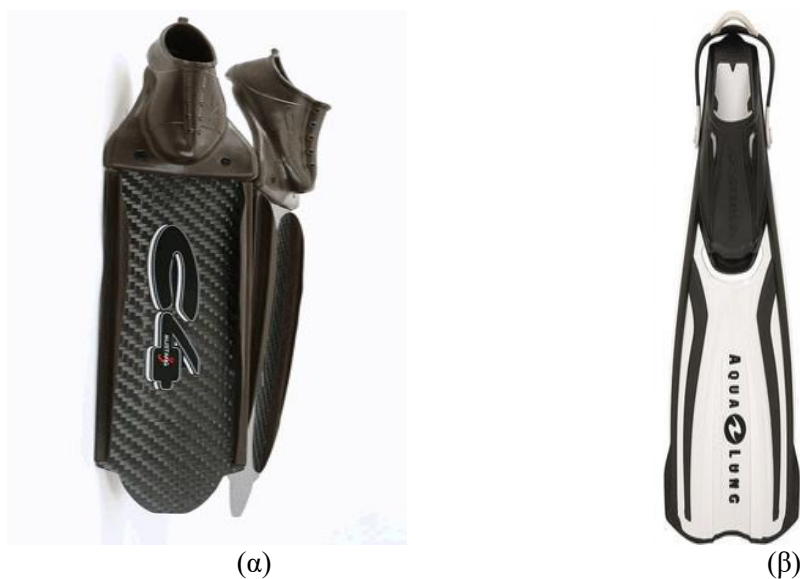
Είναι το μέσον εκείνο που παρέχει θερμική προστασία στον αυτοδύτη, ενώ, ταυτόχρονα, εμποδίζει μικροτραυματισμούς και εκδορές από την επαφή με στοιχεία του βυθού. Η βασική διάκριση των στολών κατάδυσης γίνεται σε στεγανού, ημιστεγανού και υγρού τύπου. Η στολές ξηρού-στεγανού τύπου, δεν επιτρέπουν την είσοδο του νερού και η χρήση τους, συνηθίζεται, σε εξειδικευμένες καταδύσεις, δύσκολων συνθηκών και με υψηλές απαιτήσεις ασφάλειας. Αντίθετα, οι υγρού τύπου αφήνουν το νερό να εισέλθει εντός τους, αλλά το διατηρούν σε θερμοκρασία σώματος, ώστε να μην αισθάνεται κρύο ο αυτοδύτης, και είναι η περισσότερο διαδεδομένη λύση στον τομέα της κατάδυσης. Οι ημιστεγανές στολές αποτελούν μία ενδιάμεση κατηγορία, που αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια, και συνδυάζουν χαρακτηριστικά και των δύο προαναφερθέντων. Η στολή κατάδυσης συνοδεύεται και από παρελκόμενα, όπως είναι τα μποτάκια, τα καλτσάκια και τα γάντια, που χρησιμεύουν στην πλήρη κάλυψη του σώματος.



Εικόνα 2.3: Στολές κατάδυσης, (α) Υγρού τύπου, (β) Στεγανού τύπου
Πηγή: <http://diveworldgr.blogspot.gr/>, 2016

- Πτερύγια

Τα πέδιλα, όπως διαφορετικά είναι γνωστά, αποτελούν το προωθητήριο μέσο του αυτοδύτη. Έχουν ελαφριά κατασκευή και παρέχουν άνεση, ευελιξία και ταχύτητα. Ο διαχωρισμός τους γίνεται σε ανοικτού και κλειστού τύπου. Στην αυτόνομη κατάδυση, προτιμούνται κυρίως τα πέδιλα ανοικτού τύπου, διότι επιτρέπουν μεγαλύτερο εύρος κινήσεων του ποδιού, καλύτερη θερμική προστασία (με χρήση μπότας) και προστασία από κτυπήματα κατά την προετοιμασία της κατάδυσης. Η ευκαμψία των πτερυγίων ποικίλει και εξαρτάται απόλυτα από το υλικό κατασκευής τους.



Εικόνα 2.4: Πτερύγια-Πέδιλα, (α) Κλειστού τύπου με λεπίδα από ανθρακόνυμα, (β)
Ανοικτού τύπου με λεπίδα από πεπιεσμένο πλαστικό
Πηγή: <http://must-dive.gr/>, 2016

- Αναπνευστήρας

Η χρήση του αναπνευστήρα διευκολύνει την παρακολούθηση του βυθού εκ της επιφάνειας, καταργώντας την ανάγκη εξόδου από το νερό για αναπνοή. Είναι απαραίτητος σε όλα τα ήδη κατάδυσης, ενώ, συγκεκριμένα στην αυτόνομη αποτελεί μέτρο ασφαλείας. Το μήκος του δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 35 εκατοστά και η διάμετρός του κυμαίνεται από 20 έως 25mm. Καθοριστικός παράγοντας ως προς την επιλογή του είναι το επιστόμιο που διαθέτει, το οποίο πρέπει να κατασκευάζεται από ιδιαίτερα μαλακό υλικό, ώστε να μην κουράζει και να μην τραυματίζει τα ούλα. Επίσης, στο άκρο του σωλήνα συνηθίζεται η ύπαρξη ανακλαστικής ταινίας, που καθιστά το δύτε ορατό από απόσταση, κατά τη διάρκεια επίπλευσης στην επιφάνεια. Τέλος, εξελικτική τροποποίηση, των τελευταίων ετών, αποτελεί η τοποθέτηση ανεπίστροφης βαλβίδας, η οποία διευκολύνει στο καθαρισμό του αναπνευστήρα από το νερό.

- Καταδυτικό Μαχαίρι

Ένα από τα σημαντικότερα εξοπλιστικά υλικά, όσο αναφορά την ασφάλεια του αυτοδύτη. Στη κατάδυση, το μαχαίρι δεν θεωρείται και δεν χρησιμεύει σαν όπλο, άλλα σαν εργαλείο, που μπορεί να αποτρέψει εξαιρετικά επικίνδυνες καταστάσεις, όπως είναι η εμπλοκή σε σκοινί ή σε δίχτυα. Παράλληλα, η κρούση του πάνω στη φιάλη αέρα, δίνει τη δυνατότητα στον αυτοδύτη να τραβήξει ηχητικά την προσοχή των συντρόφων του. Για το λόγο αυτό, στο πίσω μέρος της λαβής του εμφανίζεται, συνήθως, σιδερένια προεξοχή.



Εικόνα 2.5: Καταδυτικό μαχαίρι στο οποίο ξεχωρίζει η σιδερένια προεξοχή της λαβής
Πηγή: <http://knife.gr/>, 2016

- Ζώνη Βαρών

Συνιστά εργαλείο ελέγχου της πλευστότητας του αυτοδύτη, κατά την κατάδυση. Η ζώνη πρέπει απαραίτητα να διαθέτει πόρπη ταχείας απελευθέρωσης, για λόγους ασφαλείας, ενώ απαιτείται, και ορθή κατανομή των βαρών, ώστε να αποφεύγεται η επιβάρυνση της μέσης. Επίσης, απαγορευτική είναι η εμπλοκή της ζώνης είτε με τη φιάλη αέρα, είτε με το ρυθμιστή πλευστότητας. Το σύνολο των βαρών συνηθίζεται, να μην υπερβαίνει το 10% του βάρους του αυτοδύτη, με εξαίρεση εργασίες που απαιτούν σταθεροποίηση στον πυθμένα.

- Ρυθμιστής Πλευστότητας (Buoyancy Control Device)

Το BCD, όπως είναι συντομογραφικά γνωστό, είναι το εργαλείο εκείνο που επιτρέπει τον απόλυτο έλεγχο της πλευστότητας στον αυτοδύτη. Αποτελείται από ένα σάκο μεταβλητού όγκου, εντός του οποίου μπορεί να προστεθεί ή να αφαιρεθεί αέρας, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή πλευστότητα τη δεδομένη χρονική στιγμή. Η προσθήκη αέρα μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μηχανικά, με παροχή αέρα χαμηλής πίεσης που φέρει το ίδιο, είτε με το στόμα, ενώ, η αφαίρεση εκτελείται από βαλβίδες ταχείας και βραδείας ανακούφισης, με τις οποίες είναι εφοδιασμένο. Ταυτόχρονα, ο ρυθμιστής πλευστότητας λειτουργεί και ως μέσο ασφάλειας, προσφέρει τη δυνατότητα άκοπης παραμονής στην επιφάνεια και, σε περιπτώσεις ανάγκης χρησιμοποιείται ως σωσίβιο.



(α)



(β)

Εικόνα 2.6: Ρυθμιστές πλευστότητας –Τζάκετ, (α) Άδειος από αέρα, (β) Πληρωμένος με αέρα.

Πηγή: <http://www.bwdiveco.com/>, 2016

- Ρυθμιστής Αναπνοής

Είναι το καταλυτικό εκείνο κομμάτι του εξοπλισμού, που επιτρέπει την εύκολη και άνετη αναπνοή, κατά την κατάδυση, και προσφέρει ασφάλεια στο βυθό. Η λειτουργία του επικεντρώνεται στο να καθιστά τον αέρα της φιάλης αναπνεύσιμο, μειώνοντας την απόλυτη πίεσή του στο κατάλληλο επίπεδο, της μίας ατμόσφαιρας. Ο ρυθμιστής αποτελείται από έναν εξαιρετικά αξιόπιστο μηχανισμό, ο οποίος χωρίζεται σε δύο τμήματα. Το πρώτο στάδιο αποτελείται από το τμήμα του που προσαρμόζεται στο κλείστρο της φιάλης, ενώ, το δεύτερο είναι εκείνο που καταλήγει στο στόμα του αυτοδύτη. Ταυτόχρονα, παρέχει δυνατότητα εξόδων, για την πλήρωση με αέρα του ρυθμιστή πλευστότητας, για τη λειτουργία μετρητικών οργάνων για τη φιάλη και για εφεδρικό αναπνευστικό τμήμα. Οι ρυθμιστές αναπνοής διακρίνονται σε ισορροπημένους και μη ισορροπημένους. Οι πρώτοι παρέχουν με σταθερή πίεση ολόκληρο τον αέρα που περιέχει η φιάλη, σε αντίθεση με τους δεύτερους, που μειώνουν την πίεση, αυξάνοντας την αντίσταση αναπνοής, όσο μειώνεται η πίεση εντός της φιάλης. Απαραίτητη είναι η τακτική συντήρησή τους, ώστε να μην παρουσιαστεί πρόβλημα κατά τη διάρκεια κατάδυσης, κάτι που μπορεί να αποβεί μοιραίο.



Εικόνα 2.7: Ρυθμιστής αναπνοής, πρώτο και δεύτερο στάδιο
Πηγή: <http://www.ukdiving.co.uk/>, 2016

- Φιάλη Αέρα

Αποτελείται από ένα κύλινδρο, κατασκευασμένο με εξαιρετικής αντοχής μεταλλικό στοιχείο, ικανό να μεταφέρει με ασφάλεια αέρα υψηλής πίεσης. Οι φιάλες κατασκευάζονται με σχήμα και μέγεθος αντίστοιχο του τύπου και του εργοστασίου παρασκευής τους. Οι πιο συνηθισμένες χωρητικότητες είναι αυτές των 10, 12, 15 και 18 λίτρων. Ο ατμοσφαιρικός αέρας (πίεση μία ατμόσφαιρα) εισάγεται υπό πίεση 200 έως 300 ατμοσφαιρών, ενώ, τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιούνται είναι το ατσάλι και το κράμα αλουμινίου.

Εξαιτίας της διαρκούς πίεσης στην οποία βρίσκονται οι φιάλες, καθορίζονται προδιαγραφές κατασκευής αυτών από φορείς του δημοσίου. Οι γνωστότεροι είναι ο DOT (Department of Transportation) των Η.Π.Α, ο DIN (Deutsche Industrie Normen) της Γερμανίας και ο EURS (European Standards). Καθένας εκ των φορέων καθορίζει την χάραξη επάνω στη φιάλη διαφόρων κατασκευαστικών στοιχείων, που θεωρεί σημαντικά. Τέτοια στοιχεία είναι το υλικό κατασκευής (3ΑΑ για το ατσάλι και 3ΑΛ για το αλουμινίου), η ημερομηνία κατασκευής, η πίεση λειτουργίας, η χωρητικότητα της φιάλης, ο αριθμός της φιάλης και η ημερομηνία υδροστατικού ελέγχου.

Στις φιάλες τοποθετούνται κλείστρα, επάνω στα οποία αναρτάται ο ρυθμιστής αναπνοής, που διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Τα κλείστρα "Κ", τα οποία είναι βαλβίδες παροχής αέρα με μοναδική επιλογή το κλειστό-ανοιχτό, και τα κλείστρα "J" που διαθέτουν μηχανισμό ελατηρίου υπό τάση, έτσι ώστε να κλείνουν σε μια δεδομένη πίεση της φιάλης.



Εικόνα 2.8: Φιάλες αέρα διαφορετικής χωρητικότητας
Πηγή: <http://blog.seabreeze.gr/>, 2016

- Κονσόλα οργάνων

Είναι θήκες, επάνω στις οποίες εδράζονται όλα τα απαραίτητα όργανα, βάσει των οποίων πραγματοποιείται η παρακολούθηση της πορείας της κατάδυσης, όπως το βαθύμετρο, για έλεγχο του βάθους, το μανόμετρο, για έλεγχο της πίεσης στη φιάλη αέρα και, κατά συνέπεια, των αποθεμάτων αέρα και η πυξίδα, για έλεγχο της κατεύθυνσης υποβρυχίως. Σε ορισμένες περιπτώσεις, στα προαναφερθέντα όργανα προστίθεται και θερμομέτρο, για παρακολούθηση της θερμοκρασίας. Τα εν λόγω όργανα, που περιέχονται στις συνήθεις κονσόλες ελέγχου, είναι αναλογικά, διαθέτουν, δηλαδή, μηχανική λειτουργία και παρέχουν ένα ικανοποιητικό πλέγμα πληροφοριών, ούτως ώστε να παραμένει ο αυτοδύτης μέσα στα προαποφασισμένα όρια της κατάδυσής του.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας, βέβαια, έδωσε τη δυνατότητα ηλεκτρονικού υπολογισμού όλων των παραμέτρων μίας κατάδυσης, μέσω των υπολογιστών κατάδυσης (Dive Computers). Αν και οι υπολογιστές κατάδυσης γίνονται όλο και περισσότερο αξιόπιστοι, εντούτοις, όπως και τα αναλογικά όργανα δεν υποκαθιστούν την πραγματική κατάσταση της φυσιολογίας ενός αυτοδύτη, για το λόγο αυτό απαιτείται απόλυτη προσοχή του ίδιου και συνεχής επανεκτίμηση των ορίων των δυνατοτήτων του. (Συμεωνίδης Ν., 2000)



Εικόνα 2.9: Όργανα καταδύσεως, (α)Κονσόλα αναλογικών οργάνων, (β)Υπολογιστής κατάδυσης

Πηγή: <http://www.diveshop.gr/>, 2016

2.3. Επικοινωνία Καταδυόμενων

Η αυτόνομη κατάδυση εντάσσει τον ανθρώπινο οργανισμό σε ένα περιβάλλον καινούριο, στο οποίο πολλές από τις δυνατότητές του στην επιφάνεια παύουν να ισχύουν. Η σημαντικότερη εξ' αυτών είναι η ομιλία, δηλαδή η δυνατότητα επικοινωνίας με τους συντρόφους του, κατά τη διάρκεια της κατάδυσης. Για το συγκεκριμένο λόγο, ήταν απαραίτητη η ανάπτυξη ενός διαφορετικού συστήματος επικοινωνίας στο βυθό, με χρήση σημάτων με τα χέρια. Το εν λόγω σύστημα είναι διεθνές και χρησιμοποιείται από όλους τους καταδυόμενους, ανεξαιρέτως, ώστε να μην δημιουργούνται ασυνεννοησίες κατά τη διάρκεια κατάδυσης, ακόμα και μεταξύ ατόμων που δεν έχουν συνυπάρξει ξανά στο υδάτινο περιβάλλον.

Η τεχνολογία έχει προοδεύσει στο συγκεκριμένο τομέα, καθώς, τα τελευταία χρόνια, έχουν κατασκευασθεί συσκευές που επιτρέπουν την κανονική ομιλία του ανθρώπου, εντός του υδάτινου στοιχείου. Το γεγονός ότι δεν έχουν τελειοποιηθεί ακόμα (π.χ. πρόβλημα εμβέλειας), σε συνδυασμό με το μεγάλο σχετικά κόστος, έχει αποτρέψει, προς ώρας, τη χρήση τους στην αυτόνομη κατάδυση.

Στη συνέχεια εκτίθεται πίνακας (2.1), στον οποίο παρουσιάζονται τα κυριότερα σήματα της καταδυτικής γλώσσας.

Πίνακας 2.1: Κύρια σήματα επικοινωνίας κατά την κατάδυση

Σήμα	Επεξήγηση	Σήμα	Επεξήγηση
	<i>Όλα καλά</i>		<i>Έλεγξε αέρα</i>
	<i>Κοίτα</i>		<i>Κρύο</i>
	<i>Επάνω</i>		<i>Κίνδυνος</i>
	<i>Κάτω</i>		<i>Λίγος αέρας</i>
	<i>Μείνετε μαζί</i>		<i>Σταμάτα</i>
	<i>Ερώτηση</i>		<i>Πρόβλημα</i>
	<i>Επανάλαβε</i>		<i>Σκάφος</i>

2.4. Κίνδυνοι Αυτόνομης Κατάδυσης

Το υδάτινο περιβάλλον χαρακτηρίζεται ως υπερβαρικό, λόγω του ότι η πίεση εντός του υπερβαίνει τη μία ατμόσφαιρα (1 atm), γεγονός που το καθιστά εντελώς διαφορετικό σε σύγκριση με το συνηθισμένο περιβάλλον διαβίωσης του ανθρώπινου οργανισμού. Η οποιαδήποτε, επομένως, δραστηριότητα στο νερό εγκυμονεί κινδύνους, πόσο μάλλον, όταν αναφερόμαστε στο βυθό. Η αυτόνομη κατάδυση, είτε πραγματοποιείται με ψυχαγωγικό χαρακτήρα, είτε διατρέχετε από εργασιακά πρέπει, αποτελεί μία δραστηριότητα του ανθρώπου, εντός του υδάτινου περιβάλλοντος, που για να ολοκληρωθεί με ασφάλεια απαιτεί την απόλυτη προσοχή του αυτοδύτη, καθώς οι κίνδυνοι που την πλαισιώνουν είναι πολυάριθμοι. Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται οι σημαντικότεροι κίνδυνοι, που εγκυμονούν κατά την αυτόνομη κατάδυση, και οφείλονται στο υπερβαρικό χαρακτήρα του περιβάλλοντος.

2.4.1. Νάρκωση Αζώτου

Το άζωτο (N_2) είναι ένα αέριο ευρέως διαδεδομένο στην ατμόσφαιρα του πλανήτη μας, καθότι καταλαμβάνει περίπου το 77% αυτής. Σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος, σε θερμοκρασία, δηλαδή, $25^\circ C$ και πίεση 1atm, είναι διαφανές, άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο, χωρίς επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Αντίθετα, όταν εισπνευσθεί σε συνθήκες μεγάλης μερικής πίεσης, επιφέρει ναρκωτικές διαταραχές, που παρομοιάζονται με εκείνες του οινοπνεύματος.

Ο όρος νάρκωση αζώτου χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα συμπτώματα μέθης ή νάρκωσης που εμφανίζει προοδευτικά ο αυτοδύτης, κατά την έκθεση σε υπερβαρικό περιβάλλον. Σύγχρονες μελέτες έχουν δείξει ότι η αύξηση που προκαλεί, η απορρόφηση αζώτου, στον όγκο της μεμβράνης των νευρικών κυττάρων, δημιουργεί διαταραχές στη νευροδιαβίβαση, έχοντας ως αποτέλεσμα τη νάρκωση. Το θεωρητικό όριο ασφαλείας είναι τα 40 μέτρα βάθος, καθώς η νάρκωση δεν εμφανίζεται, σχεδόν ποτέ, σε πίεση μικρότερη των 3,5 ατμοσφαιρών, η επίδραση, όμως, ενδέχεται να εμφανιστεί σε μικρότερο βάθος, κάτι που εξαρτάται από τη ψυχοσωματική κατάσταση και την εμπειρία του αυτοδύτη, καθώς και από άλλους παράγοντες.

Οι εκδηλώσεις της νάρκωσης του αζώτου παρουσιάζουν ποικιλία ανάλογα με το βάθος της κατάδυσης και την ευαισθησία του αυτοδύτη. Στα συμπτώματα της νάρκωσης του αζώτου εντάσσονται το αίσθημα ελαφρότητας στο κεφάλι, η ανησυχία, η ευφορία, η αδυναμία πνευματικής συγκέντρωσης, το αίσθημα υπέρμετρης ασφάλειας, η μη δυνατότητα διεκπεραίωσης απλών πρακτικών και πνευματικών ασκήσεων, η βραδύτητα, η αμνησία, οι κρίσεις γέλιου, η απώλεια συνείδησης και διάφορα άλλα. Παρά ταύτα, η νάρκωση δεν επιφέρει μόνιμες διαταραχές στον οργανισμό, καθώς, με τη μείωση της πίεσης του αναπνεόμενου αέρα και την επιστροφή στην επιφάνεια, τα συμπτώματα υποχωρούν σταδιακά, έως ότου εξαφανιστούν, αφήνοντας σε πολλές περιπτώσεις αμνησία του γεγονότος.

Με βάση όσα προαναφέρθηκαν, η νάρκωση του αζώτου δεν αποτελεί άμεσο κίνδυνο, αλλά έμμεσο, καθώς αν δεν αναγνωρισθεί νωρίς, μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένους χειρισμούς στο βυθό, οι οποίοι με τη σειρά τους θα δημιουργήσουν μεγαλύτερα προβλήματα.

2.4.2. Δηλητηρίαση Οξυγόνου

Το οξυγόνο (O_2) αποτελεί σημαντικό συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας, καθώς είναι απαραίτητο για το μεγαλύτερο εύρος των ζώντων οργανισμών, που το χρησιμοποιούν με τη διαδικασία της αναπνοής. Είναι χημικά καθαρό αέριο, το οποίο, υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες ($25^\circ C$ και $1atm$), είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο. Εν αντιθέσει, σε συγκεκριμένες συνθήκες υπερβαρικού περιβάλλοντος, το εν λόγω αέριο μπορεί να μετατραπεί σε δηλητήριο.

Η τοξικότητα του οξυγόνου εμφανίζεται όταν, το ίδιο, εισπνευσθεί με μεγάλη μερική πίεση. Μερική πίεση $0,6$ ατμοσφαιρών είναι ικανή να επηρεάσει αρνητικά το κεντρικό νευρικό σύστημα, ενώ, όταν η μερική πίεσή του φθάσει και ξεπεράσει τις $1,6$ ατμόσφαιρες, η πιθανότητα εκδήλωσης βλαβών τόσο στο κεντρικό νευρικό σύστημα, όσο και στο αναπνευστικό, προσεγγίζει το 90% .

Τα συμπτώματα που παρουσιάζονται από τη δηλητηρίαση οξυγόνου είναι το μούδιασμα και οι συσπάσεις των χειλιών και άλλων μυών του προσώπου, η ναυτία, ο ίλιγγος, οι διαταραχές στην αναπνοή, η ευφορία, η μέθη, το αίσθημα κόπωσης, σε ασυνήθιστα μεγάλο βαθμό, η απώλεια συνείδησης και οι διαταραχές στην όραση. Σε ακραίες περιπτώσεις δηλητηρίασης εμφανίζονται και γενικευμένοι σπασμοί, αντίστοιχοι εκείνων των επιληπτικών κρίσεων.

2.4.3. Βαροτραύματα στο Κεφάλι

Ο όρος βαρότραυμα χρησιμοποιείται για να περιγράψει την παθολόγνα κατάσταση που προκαλεί ένα πεδίο με ανομοιόμορφα κατανομημένη πίεση, σε κάποια περιοχή του ανθρώπινου σώματος. Οι περιοχές εκείνες που επηρεάζονται από τέτοια δυσβαρικά πεδία είναι οι αεροφόροι χώροι, που στο κεφάλι του ανθρώπου εντοπίζονται στα αυτιά, στις παραρινικές κοιλότητες και στα δόντια. Κατά τη διάρκεια της αυτόνομης κατάδυσης δημιουργείται και τεχνητός αεροφόρος χώρος, από τη χρήση της μάσκας.

Όσο το βάθος της κατάδυσης μεγαλώνει, η υδροστατική πίεση αυξάνεται, πιέζοντας, ταυτόχρονα τους αεροφόρους χώρους που προαναφέρθηκαν. Η διαφορά πίεσης αυτή, μεταξύ της εσωτερικής των αεροφόρων χώρων και της εξωτερικής-υδροστατικής, δημιουργεί στον αυτοδύτη αίσθημα δυσφορίας και πόνου, το οποίο μεγαλώνει αν αγνοηθεί και συνεχιστεί η κατάδυση. Τελικά, μπορεί να προκληθεί σύνθλιψη του αεροφόρου χώρου, δηλαδή βαρότραυμα.

Η αποφυγή σύνθλιψης, για τους αυτοδύτες, είναι σχετικά εύκολη υπόθεση και βασίζεται στην διατήρηση ίσης πίεσης εντός των αεροφόρων χώρων, με την πίεση του υδάτινου περιβάλλοντος, σε κάθε χρονικό σημείο της κατάδυσης. Η συγκεκριμένη ισορροπία επιτυγχάνεται με προσθήκη αέρα στους αεροφόρους χώρους και η διαδικασία ονομάζεται εξίσωση. Η εξίσωση πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την ευχέρεια κάθε αυτοδύτη, με τον πιο συνηθισμένο, να είναι το κλείσιμο των ρινικών αναπνευστικών οδών με το χέρι και η, ταυτόχρονη, προσπάθεια εκπνοής.

2.4.4. Πνευμονικά Βαροτραύματα

Αεροφόροι χώροι στο ανθρώπινο σώμα, πέραν αυτών του κεφαλιού που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, εντοπίζονται και στους πνεύμονες. Τα βαροτραύματα που προκαλούνται στη συγκεκριμένη περιοχή είναι εξαιρετικά πιο σοβαρά από εκείνα του κεφαλιού.

Κατά το στάδιο της καθόδου σε μία κατάδυση δημιουργούνται πρόσφορες συνθήκες εμφάνισης πνευμονικού βαροτραύματος καθόδου, ή, διαφορετικά, σύνθλιψης. Η μεγάλη και συνεχώς αυξανόμενη υδροστατική πίεση, κατά τη κάθοδο, μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό του πνευμονικού ιστού, όταν η εν λόγω διαδικασία λαμβάνει χώρα με ταυτόχρονη συνεχόμενη εκπνοή ή με λιγοστό αέρα εντός των πνευμόνων. Σε ελαφριές περιπτώσεις σύνθλιψης παρουσιάζεται αιμόπτυση, ενώ, σε σοβαρότερες εμφανίζεται οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια. Το συγκεκριμένο βαρότραυμα απασχολεί κυρίως τους ελεύθερους δύτες, καθώς, ο αυτοδύτης μπορεί να το αποφύγει εύκολα, αναπνέοντας με κανονικό ρυθμό κατά τη κάθοδο.

Αντίστοιχα, στο στάδιο ανάδυσης από το βυθό, υπάρχουν πιθανότητες πρόκλησης πνευμονικού βαροτραύματος ανόδου, αναφερόμενο και ως σύνδρομο πνευμονικής υπερδιάτασης. Στην περίπτωση που ο αυτοδύτης κρατήσει την αναπνοή του, κατά τη διάρκεια της ανάδυσης, ή υπάρξει παγίδευση αέρα στους πνεύμονες, από διαφορετικά αίτια, όπως είναι το κρουλόγημα και η φλεγμονή του αναπνευστικού, τότε η μείωση της υδροστατικής πίεσης του περιβάλλοντος οδηγεί στη διόγκωση του αέρα στους πνεύμονες και, κατ' επέκταση στην υπερδιάτασή τους.

Ξεκινώντας την ανάδυσή του ο αυτοδύτης, διατηρεί εντός των πνευμόνων μία ποσότητα αέρα που εισπνεύστηκε, μέσο του ρυθμιστή, στο βάθος που βρισκόταν. Ο συγκεκριμένος αέρας έχει την αντίστοιχη εξισωμένη πίεση, με το βάθος στο οποίο εισπνεύστηκε. Καθώς η ανάδυση συνεχίζεται, στο θώρακα του αυτοδύτη ασκείται ολοένα και μικρότερη υδροστατική πίεση, η οποία μεταδίδεται στον αέρα εντός των πνευμόνων, προκαλώντας τη διόγκωσή του. Με τη συγκράτηση της αναπνοής, ο όγκος των πνευμόνων αυξάνεται, οι ίδιοι διατείνονται και, σε κάποιο σημείο, θα διαρραγούν, γεγονός που προκαλείται από τα ιδιαίτερα μικρά περιθώρια διάτασης του πνεύμονα. Έπειτα, ένα μέρος των αναπνευστικών βρογχιόλιων συνθλίβεται, οι πνευμονικές κυψελίδες τραυματίζονται και το αίμα αναμιγνύεται με τον αέρα, εντός των πνευμόνων, κάτι που εξηγεί και το σύμπτωμα της αιμόπτυσης.

Σε αντιστοιχία με την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει ο διαστελόμενος αέρας, το σύνδρομο πνευμονικής υπερδιάτασης διακρίνεται σε τέσσερα διαφορετικά είδη. Το πρώτο ονομάζεται εμβολή αέρα και αποτελεί τη σοβαρότερη περίπτωση, καθώς ο αέρας εισέρχεται στη ροή του αίματος και μπορεί να τη σταματήσει σε οποιοδήποτε σημείο. Αν κάτι τέτοιο λάβει χώρα εντός του αρτηριακού συστήματος, η κατάσταση γίνεται εξαιρετικά επικίνδυνη, ακόμη και για τη ζωή του αυτοδύτη. Τα αποτελέσματα της εμβολής κάνουν την εμφάνισή τους ιδιαίτερα γρήγορα και η αντιμετώπισή της απαιτεί άμεση μεταφορά σε θάλαμο αποσυμπίεσης. Στη δεύτερη περίπτωση, ο αέρας διαφεύγει στην πλευρική κοιλότητα του πνεύμονα και οδηγεί στη σύνθλιψή του. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται πνευμοθώρακας και προκαλεί οξύ πόνο, ενώ, χρίζει άμεσης ιατρικής περίθαλψης. Τα δύο τελευταία είδη είναι το μεσοθωράκιο και το υποδόριο εμφύσημα. Στο πρώτο, ο αέρας διαφεύγει προς το κέντρο τους στήθους, ασκώντας πίεση στη καρδιά και τα μεγαλύτερα αιμοφόρα αγγεία, ενώ, στο δεύτερο, η διέξοδος βρίσκεται στους μαλακούς ιστούς βάσης του λαιμού, δημιουργώντας διόγκωση του σημείου και αλλάζοντας τη φωνή του αυτοδύτη.

2.4.5. Νόσος των Δυτών

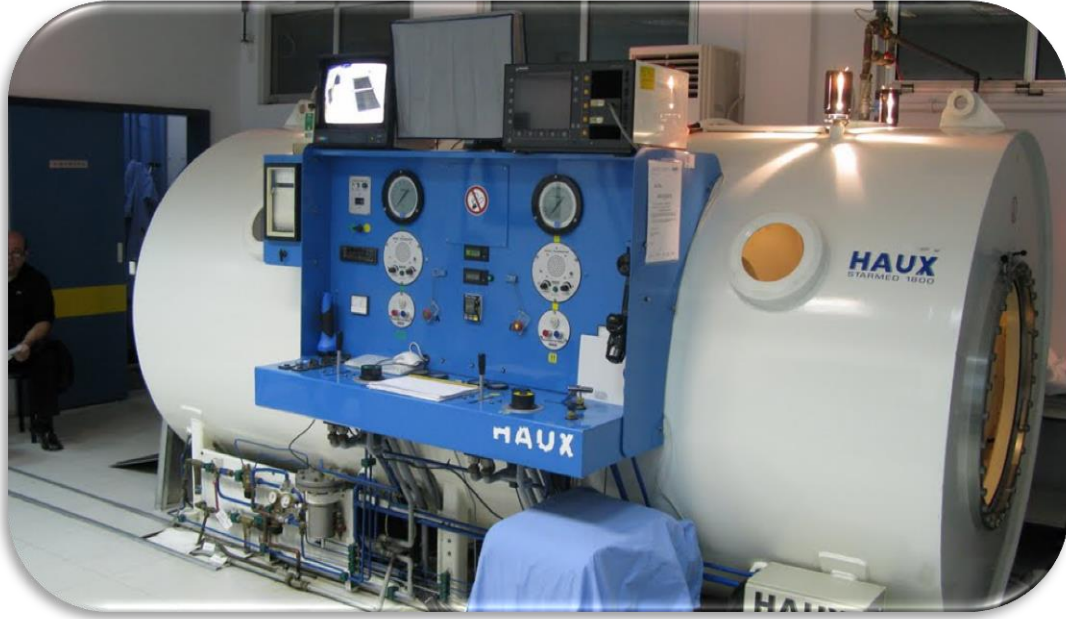
Το μεγαλύτερο τμήμα του ανθρώπινου οργανισμού αποτελείται από υγρά, τα οποία όταν έρθουν σε επαφή με ένα αέριο εκκινούν άμεσα τη διάλυση τμήματος αυτού, εντός της μάζας τους. Κατά την αυτόνομη κατάδυση, εισπνέεται αέρας αυξημένης πίεσης, αποτελούμενος, σε ποσοστό της τάξης του 77%, από άζωτο (N₂), όπως εξίσου και ο ατμοσφαιρικός αέρας. Επομένως, το αέριο που θα διαδοθεί σε μεγαλύτερο βαθμό στο σώμα και στους ιστούς, από του οποίους αποτελείται, είναι το άζωτο, ενώ, η διαλυόμενη ποσότητά του εξαρτάται από το βάθος της κατάδυσης και τον χρόνο παραμονής σε αυτό. Στο στάδιο της ανάδυσης, ο οργανισμός αποβάλλει τη συγκεκριμένη ποσότητα αζώτου, καθώς το εν λόγω αέριο δεν συμμετέχει σε καμία βιολογική εργασία του, όντας αδρανές. Από την παρούσα διαδικασία προκύπτουν φυσαλίδες εντός του κυκλοφορικού συστήματος.

Όταν έχουν τηρηθεί οι κανόνες καταδύσεων και έχουν ακολουθηθεί ορθός οι ειδικοί πίνακες αποσυμπίεσης, οι φυσαλίδες που προκύπτουν είναι ιδιαίτερα μικρές σε όγκο και ονομάζονται ασυμπτωματικές, αφού δεν δημιουργούν προβλήματα. Σε αντίθετη περίπτωση, που οι κανόνες ασφαλείας παραβιαστούν για τον οποιοδήποτε λόγο, έχουμε εμφάνιση της νόσου των δυτών, όπως ονομάζεται η παθολογική εκείνη κατάσταση που προκαλείται όταν το πλήθος και το μέγεθος των φυσαλίδων αζώτου δεν επιτρέπουν την απομάκρυνσή τους από τον οργανισμό, με συνέπεια τη φραγή της ροής του αίματος σε ένα ή περισσότερα σημεία.

Σε γενικές γραμμές, για την ασφάλεια των καταδυόμενων, οποιαδήποτε ενόχληση ακολουθεί την έκθεσή τους σε υπερβαρικό περιβάλλον, όσο ασαφής και ασυνήθιστη να είναι, απαιτείται να θεωρείται νόσος των δυτών, μέχρι αποδείξεως του εναντίου. Πιο συγκεκριμένα, τα συμπτώματα, που προκαλούνται από τη νόσο, διακρίνονται σε ελαφρά και βαριά και κάνουν την εμφάνισή τους από τα πρώτα, κίολας, λεπτά έως και 12 ώρες μετά την κατάδυση. Η πάροδος του χρόνου, βέβαια, μειώνει τις πιθανότητες εκδήλωσης της νόσου.

Στα ελαφρά συμπτώματα εντάσσονται ο πόνος των αρθρώσεων, οι δερματικές εκδηλώσεις (π.χ. ερυθρήματα) και η διόγκωση συγκεκριμένων ομάδων λεμφαδένων. Στα πιο βαριά συμπτώματα συγκαταλέγονται ο βήχας, η δύσπνοια και η αναπνευστική δυσχέρεια, που υποδεικνύουν πνευμονική νόσο, οι πονοκέφαλοι με μορφή ημικρανιών, οι διαταραχές της όρασης και η παράλυση των κάτω άκρων, όπου η νόσος έχει νευρολογική μορφή έπειτα από προσβολή του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού, η μείωση της ακοής, οι ίλιγγοι, η ναυτία και η δυσκολία συντονισμού στις κινήσεις, όπου αναφερόμαστε σε νόσο του έσω ωτός. Τέλος, η βαρύτερη εκδήλωση της νόσου ονομάζεται σοκ και συνοδεύει, τις περισσότερες φορές, την πνευμονική προσβολή, εμφανίζοντας απώλεια συνείδησης, χαμηλή αρτηριακή πίεση και χαμηλή καρδιακή παροχή, θέτοντας σε άμεσο κίνδυνο τη ζωή του αυτοδύτη, ειδικά στην περίπτωση που εκδηλωθεί πρώιμα.

Στην περίπτωση που η ολοκλήρωση της κατάδυσης ακολουθηθεί από ενδείξεις οποιασδήποτε μορφής της νόσου των δυτών, απαιτείται, όσο το δυνατόν, γρηγορότερη μεταφορά σε θάλαμο αποσυμπίεσης και σε καμία περίπτωση δεν επιχειρείται επανακατάδυση για τη θεραπεία της ήδη εκδηλωμένης νόσου ή της υποψίας νόσου.



Εικόνα 2.10: Κέντρο Υπερβαρικής Ιατρικής Αθηνών, Θάλαμος αποσυμπίεσης
Πηγή: <http://greekdivers.blogspot.gr/>, 2016

Υπάρχουν συγκεκριμένοι παράγοντες οι οποίοι ευνοούν την εκδήλωση της νόσου των δυτών. Τέτοιοι είναι η παχυσαρκία, η μεγάλη ηλικία, η λήψη οινοπνεύματος πριν την έναρξή της, η αφυδάτωση, η χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, η αυξημένη σωματική δραστηριότητα εντός του νερού, οι πρόσφατες ορθοπεδικές κακώσεις ή τα τραύματα και διάφοροι άλλοι. (PADI, 2008)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υποβρύχια Αρχαιολογία στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μία χώρα, στην οποία το υδάτινο στοιχείο επικρατεί σε όλα τα μήκη και πλάτη της έκτασής της. Με περισσότερα από 17.000 χιλιόμετρα ακτογραμμής, που αντιστοιχούν στο 25%, περίπου, του συνόλου των ακτών της μεσογείου, με σχεδόν 3.500 νησιά και με περισσότερες από 1.000 αναγνωρισμένες υποβρύχιες θέσεις αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, αποτελεί μία χώρα με εξέχουσας σημασίας υποβρύχια πολιτιστική κληρονομιά. Στο κεφάλαιο αυτό, επιχειρείται μία προσέγγιση της επιστήμης της αρχαιολογίας, και πιο συγκεκριμένα της υποθαλάσσιας εκδοχής της. Αναλύεται το αντικείμενο που η ίδια εξετάζει, εκτίθενται ιστορικά στοιχεία που τη χαρακτηρίζουν, παρουσιάζεται η επιβλέπουσα αρχή του δημοσίου και αναδεικνύεται η σχέση που τη συνδέει με τις τοπογραφικές εργασίες.

3.1. Αντικείμενο Υποβρύχιας Αρχαιολογίας

Ο όρος αρχαιολογία, σύμφωνα με τον πιο πρόσφατο και ακριβή ορισμό του, περιγράφει τη συστηματική μελέτη των υλικών καταλοίπων του απώτερου ή πιο πρόσφατου ανθρώπινου παρελθόντος μέσω της εφαρμογής θεωρίας και μεθόδου. Η δουλειά των αρχαιολόγων είναι το να καταγράψουν στο σύνολό τους τις πληροφορίες, χωρίς να τίθεται ζήτημα για το πόσο σημαντικές ή ασήμαντες παρουσιάζονται, μιας και κάθε ίχνος θα μπορούσε να αποκαλύψει, στη συνέχεια, κάτι με ιδιαίτερα μεγάλη σημασία, το οποίο θα βοηθούσε στην κατανόηση των συμβάντων του παρελθόντος. Είναι, επίσης, εκείνοι που προστατεύουν τις αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς, της οποίας μόνο το 30% είναι τεχνητά σκευάσματα, γεγονός που αναδεικνύει ότι, οι άυλες πτυχές της ζωής είναι το αντικείμενο που οι ίδιοι προσπαθούν να προστατεύσουν περισσότερο.

Η υποβρύχια αρχαιολογία, ως αντικείμενο, δεν διαφέρει σε τίποτα με τη χερσαία, καθώς το μόνο που αλλάζει είναι ο περιβάλλον χώρος των μνημείων, τα οποία εντοπίζονται στο βυθό της θάλασσας, των ποταμών και των λιμνών. Οι κανόνες διαχείρισης της αρχαιολογικής μαρτυρίας διατηρούνται ίδιοι, με εκείνους της χερσαίας αρχαιολογίας, ωστόσο η υποβρύχια αρχαιολογία απαιτεί, από τους εμπλεκόμενους αρχαιολόγους, ιδιαίτερες δεξιότητες.

Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής της, ασκήθηκε έντονη κριτική, βασιζόμενη στην υπόθεση ότι η μελέτη σχετικά ή εντελώς σύγχρονων θέσεων, της μεσαιωνικής και μεταγενέστερων αυτής περιόδων, δεν είναι ουσιαστική, καθώς αποτελεί επανάληψη των όσων ήδη είναι γνωστά, με δαπανηρότερη ερευνητική μέθοδο. Παρά ταύτα, η σύγχρονη υποβρύχια αρχαιολογία, μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών συστημάτων και της ανάπτυξης αυτούσιας τεχνικής, διαμόρφωσε ολοκληρωτικά καινούριο εννοιολογικό πλαίσιο και συνεισέφερε τα μέγιστα στην αρχαιολογική επιστήμη, συνολικά. Ταυτόχρονα, απέδειξε ότι ο βυθός κρύβει μερικές από τις αρχαιότερες και σημαντικότερες θέσεις αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. (Bowens A., 2009)

3.2. Ιστορικά Χαρακτηριστικά Ελληνικής Υποβρύχιας Αρχαιολογίας

Από τις πρώτες, κίολας, περιόδους κατοίκησης του ελλαδικού χώρου, η θάλασσα διαδραμάτισε σημαντικότατο ρόλο στην ζωή των κατοίκων. Όντας σε συνεχή επαφή μαζί της, δεν γινόταν παρά να στραφούν σε εκείνη, για να τραφούν, να ταξιδέψουν και να εμπορευτούν. Η σχέση αυτή, που αναπτύχθηκε μεταξύ ανθρώπων και θάλασσας και οι μαρτυρίες που έμειναν πίσω της, δεν θα μπορούσαν να αφήσουν αμέτοχη την αρχαιολογική κοινότητα.

Το πρώτο καταδυτικό σκάφανδρο παρουσιάστηκε στην Ελλάδα το 1862, από τον Συμιακό Φώτη Μαστορίδη, για να χρησιμοποιηθεί ευρέως από τους Δωδεκανήσιους σφουγγαράδες. Το ίδιο θα αποτελέσει και τον καταδυτικό εξοπλισμό των πρώτων υποβρύχιων ερευνών στη χώρα. Το 1884, ο Χ. Τσουντας, θεμελιωτής της ελληνικής προϊστορικής αρχαιολογίας, με την βοήθεια σφουγγαράδων, θα ερευνήσει τα στενά της Σαλαμίνας, στα πλαίσια της αναζήτησης λειψάνων της περίφημης αρχαίας ναυμαχίας. Παρότι η έρευνα αποδείχθηκε άκαρπη, αποτελεί, ουσιαστικά, την πρώτη επιστημονική εξερεύνηση του βυθού στην περιοχή της Μεσογείου.

Επόμενος ιστορικός σταθμός για την ενάλια αρχαιολογία στη χώρα, θα είναι το «ναυάγιο των Αντικυθήρων», που ανακαλύφθηκε τυχαία από Σύμιους σφουγγαράδες το 1900. Το ναυάγιο του πλοίου, το οποίο κατά βάση μετέφερε μια συλλογή χάλκινων και μαρμάρινων αγαλμάτων από την Ελλάδα στην Ρώμη, γύρω στο 80 π.Χ., προσέελκυσε την προσοχή της Ελληνικής Αρχαιολογικής Υπηρεσίας, η οποία οργάνωσε και διεξήγαγε μια επίπονη και επικίνδυνη έρευνα. Τα μοναδικά, όμως, ευρήματα, που ήρθαν στο φώς, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζει ο χάλκινος Έφηβος των Αντικυθήρων, καθώς και ο περίφημος Υπολογιστής των Αντικυθήρων, αντάμειψαν σε μεγάλο βαθμό τους κόπους των δυτών και φανέρωσαν στο ευρύ κοινό τον αρχαιολογικό πλούτο των ελληνικών θαλασσών.



(α)



(β)

Εικόνα 3.1: Ευρήματα ναυαγίου Αντικυθήρων, (α) Ο Έφηβος, (β) Ο Μηχανισμός
Πηγή: <http://greekvoyager.com/>, 2016

Στα χρόνια που ακολούθησαν, και παρά την ύπαρξη κάποιων εντυπωσιακών τυχαίων ευρημάτων (του Ποσειδώνα και του Αναβάτη του Αρτεμισίου, και του Εφήβου του Μαραθώνα), δεν πραγματοποιήθηκαν υποβρύχιες έρευνες στην Ελλάδα. Την ίδια εποχή, όμως, η επιστημονική πρόοδος, με την εφεύρεση της συσκευής αυτόνομης κατάδυσης, το 1946, έδωσε νέα ώθηση στην εξερεύνηση των θαλασσών.

Την δεκαετία του 1950, διενεργήθηκαν οι πρώτες υποβρύχιες αναγνωριστικές έρευνες, σε πρώτο στάδιο από την Αγγλική Αρχαιολογική Σχολή (Κρήτη, Χίος, Ηραίο Περαχώρας, Κεγχραιές) και, στη συνέχεια, από την Ελληνική Αρχαιολογική Υπηρεσία στο λιμάνι της αρχαίας Φειάς, στην Ηλεία, υπό την διεύθυνση του Ν. Γιαλούρη, του πρώτου Έλληνα καταδύομένου αρχαιολόγου. Κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας, πραγματοποιεί μεγάλο αριθμό αναγνωριστικών ερευνών στο Αιγαίο, ο πρωτοπόρος Αμερικανός ερευνητής Ρ. Throckmorton. Ωστόσο, οι προσπάθειες αυτές αποβαίνουν άκαρπες, αφού αντιμετώπισαν την αδιαφορία τόσο της επίσημης πολιτείας, όσο και των ακαδημαϊκών.

Το πρόβλημα της προστασίας της υποβρύχιας πολιτισμικής κληρονομιάς, έρχεται στο προσκήνιο, με την ανάπτυξη του καταδυτικού τουρισμού. Το 1970, η συστηματική σύλληψη του κεραμικού φορτίου ενός βυζαντινού ναυαγίου του 12ου αιώνα, στο Πελαγονήσι των Σποράδων, θα οδηγήσει τον γενικό επιθεωρητή αρχαιοτήτων Σ. Μαρινάτο να επιτρέψει στον Χ. Κριτζά και στον Ρ. Throckmorton, να προχωρήσουν στην ανασκαφή του ναυαγίου. Ένα χρόνο αργότερα, βρίσκεται στην Ελλάδα ο Harold Eugene Edgerton, ένας ακόμη πρωτοπόρος στον τομέα της υποβρύχιας έρευνας, ο οποίος, με την βοήθεια νέων ηχοβολιστικών μηχανημάτων (sonar), θα αναζητήσει τα λείψανα της ναυμαχίας της Ναυπάκτου και της χαμένης αρχαίας πόλης της Ελίκης. Ταυτόχρονα, η Αρχαιολογική Υπηρεσία θα ερευνήσει ξανά την Φειά και το νεολιθικό σπήλαιο της Αλεπότρυπας Δυρού.

Κατά τη διάρκεια των ανωτέρω αρχαιολογικών ερευνών, ωριμάζει η ιδέα δημιουργίας ιδιωτικού φορέα, ο οποίος, απαλλαγμένος από την κρατική γραφειοκρατία, θα ασχολείται αποκλειστικά με την ενάλια αρχαιολογική κληρονομιά της χώρας. Έτσι, το 1973, ο Χ. Κριτζάς, ο Ρ. Throckmorton, ο Γ. Παπαθανασόπουλος και ο Ν. Τσούχλος ιδρύουν το Ινστιτούτο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών (Ι.Ε.Ν.Α.Ε.). Στηριζόμενο στην ιδιωτική πρωτοβουλία και στην υποστήριξη Ελλήνων και ξένων εθελοντών, το Ι.Ε.Ν.Α.Ε. θα αποτελέσει σημαντικότατο κεφάλαιο για την ελληνική ενάλια αρχαιολογία.

Εξίσου αισθητή, την ίδια εποχή, γίνεται και η απουσία μιας αντίστοιχης κρατικής υπηρεσίας. Το 1976, λοιπόν, ιδρύεται η Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων (Ε.Ε.Α.). Ο Jacques-Yves Cousteau είναι από τους πρώτους που συνεργάστηκε μαζί της, εξερευνώντας διάφορα ναυάγια, μεταξύ των οποίων αυτά του Βρετανικού στην Κέα και της γαλλικής ναυαρχίδας La Thérèse στο Ηράκλειο.



Εικόνα 3.2: Το ναυάγιο του Βρετανικού, στη θαλάσσια περιοχή της νήσου Κέας
Πηγή: <http://www.naftemporiki.gr/>, 2014

Ιδιαίτερα δύσκολη περίοδος αποδεικνύεται η δεκαετία του 1980. Από την μία πλευρά, η Ε.Ε.Α., με περιορισμένα μέσα και προσωπικό, καθώς, και με ευρύτατη ζώνη ευθύνης, πραγματοποιεί καταγραφές ναυαγίων, ελάχιστες σωστικές έρευνες σε καταβυθισμένους οικισμούς (Παυλοπέτρι Λακωνίας, Αστακός Αιτωλοακαρνανίας) και περιορίζετε ουσιαστικά, σε ρόλο επιβλέποντος των θαλάσσιων τεχνικών έργων. Το 1978, απαγορεύεται η αυτόνομη κατάδυση σε όλη την επικράτεια, πέραν των περιοχών εκείνων που έχουν καθοριστεί από την Ε.Ε.Α. ως τόποι μη αρχαιολογικής σημασίας, μία ρύθμιση που προκάλεσε, έκτοτε, συνεχείς προστριβές μεταξύ καταδυτικών κέντρων και πολιτείας. Το Ι.Ε.Ν.Α.Ε., από την άλλη μεριά, πραγματοποιεί αρκετές αναγνωριστικές έρευνες, αλλά οι προσπάθειες διεξαγωγής μίας κανονικής ανασκαφής αποτυγχάνουν.

Μια νέα αρχή λαμβάνει χώρα το έτος 1989, όταν το Ι.Ε.Ν.Α.Ε. ξεκινάει, σε συνεργασία με την Ε.Ε.Α., την ανασκαφή του φορτίου του ναυαγίου της νήσου Δοκού, στον Αργολικό Κόλπο, του αρχαιότερου γνωστού ναυαγίου στον κόσμο (2400 π.Χ.). Η αποκάλυψη του κεραμικού φορτίου του ναυαγίου προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τον πολιτισμό της Πρώιμης Εποχής του Χαλκού στο Αιγαίο, και έρχεται εις πέρας με χρήση των πλέον σύγχρονων τεχνικών και μεθόδων. Ακολούθως, πραγματοποιούνται οι ανασκαφές στο κυπρομυκηναϊκό ναυάγιο των Ιρίων Αργολίδας (1200 π.Χ.) και στο πρώιμο ελληνιστικό ναυάγιο στην Αντιδραγονέρα Κυθήρων.

Το 1998, εγκαινιάζετε η έκθεση του φορτίου του ναυαγίου των Ιρίων, στο Μουσείο Σπετσών, η πρώτη έκθεση αρχαίου ναυαγίου στην Ελλάδα. Την ίδια χρονική περίοδο, ξεκίνησε και η πρώτη ελληνική υποβρύχια έρευνα στο εξωτερικό, στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, από το Ελληνικό Κέντρο Αλεξανδρινών Μελετών. Τέλος, αρχίζει και η συστηματική δραστηριοποίηση της Ε.Ε.Α., με τις έρευνες στους αρχαιολογικούς χώρους των κλασικών ναυαγίων της Αλοννήσου (Περιστέρα και Κυρά Παναγιά), του εμπορικού πλοίου του 16ου αιώνα στην Ζάκυνθο, των οικισμών της Μεθώνης και της Τορώνης και του αρχαίου λιμανιού της Σάμου, με ανανεωμένο προσωπικό και καινούριο εξοπλισμό. (Νάκας Γ., 2007, <http://www.onassis.org/>)

3.3. Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων

Σήμερα, το ρόλο της επιβλέπουσας αρχής επί της υποβρύχιας πολιτιστικής κληρονομιάς συνεχίζει να διαδραματίζει η Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων, που αποτελεί Ειδική Περιφερειακή Υπηρεσία του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού, με την αρμοδιότητά της να εκτίνεται σε ολόκληρη την Ελληνική επικράτεια. Η ίδρυσή της, όπως προαναφέρθηκε, έλαβε χώρα το 1976 (ΦΕΚ 207/Α/10-8-1976) και η αποστολή της είναι η προστασία των ενάλιων αρχαιοτήτων, που συνίστανται σε ναυάγια αρχαίων πλοίων, οικισμών ή αρχαίων λιμενικών εγκαταστάσεων, που βρίσκονται εντός των θαλασσών, των λιμνών και των ποταμών. Από το 2003, που κηρύχτηκαν ως μνημεία τα ναυάγια πλοίων και αεροσκαφών άνω των 50 ετών από την ημερομηνία ναυαγήσεώς τους, συμπεριλαμβανομένων και των κινητών στοιχείων που περικλείουν, διότι παρουσιάζουν ιστορικό, τεχνολογικό, επιστημονικό και πολιτιστικό ενδιαφέρον, η Ε.Ε.Α. προστατεύει και αυτά (ΦΕΚ 1701/Β/19-11-2003).

Αναλυτικότερα, στις δραστηριότητες της Ε.Ε.Α. εντάσσονται, ο εντοπισμός, η έρευνα εναλίων αρχαίων και η μέριμνα για την διασφάλιση αυτών, η συντήρηση εναλίων αρχαίων, η οργάνωση μουσείων εναλίων αρχαίων, η εποπτεία έργου Ινστιτούτων εναλίων δραστηριοτήτων, ωκεανογραφικών ιδρυμάτων και αποστολών, ο έλεγχος των θαλασσιών και υποβρυχίων δραστηριοτήτων, που μπορούν να προκαλέσουν άμεση ή έμμεση βλάβη σε μνημεία, η προώθηση της διαδικασίας της κήρυξης ενάλιων αρχαιολογικών χώρων (άρθρο 15 του Ν. 3028, ΦΕΚ 153/Α/28-6-2002) και, τέλος, η ίδρυση και λειτουργία των χώρων αυτών ως επισκέψιμων, με συνοδευόμενη κατάδυση (άρθρο 11 του Ν3409, ΦΕΚ 273/Α/4-11-2005).

Η Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων λειτουργεί ως αυτοτελής διεύθυνση της Γενικής Διεύθυνσης Αρχαιοτήτων και Πολιτιστικής Κληρονομιάς με έδρα την Αθήνα και, στην εν λόγω υπηρεσία, υπάγονται γραφεία, που λειτουργούν στην Περιφερειακή Ενότητα Θεσσαλονίκης με έδρα τη Θεσσαλονίκη και στην Περιφερειακή Ενότητα Ηρακλείου με έδρα το Ηράκλειο.

Ειδικότερα, αντικείμενα αρμοδιότητας της Εφορείας είναι:

- Δημόσια και ιδιωτικά έργα στη θάλασσα (λιμενικά έργα κλπ.)
- Έργα επί του αιγιαλού και της παραλίας
- Χορηγήσεις αδειών για υποβρύχιες έρευνες, ιχθυοκαλλιέργειες, υδατοκαλλιέργειες, οστρακαλιείες, ποντίσεις καλωδίων
- Άδεια υποβρύχιας φωτογράφισης, κινηματογράφησης και βιντεοσκόπησης κλπ.
- Χορήγηση αμοιβών για παράδοση αρχαίων
- Χειρισμός υποθέσεων για αρχαιοκαπηλίες και κατασχέσεις, χορήγηση νόμιμων αδειών κατοχής αρχαίων αντικειμένων
- Αρχαιολογικός έλεγχος για υποδείξεις εναλίων αρχαιοτήτων
- Συντήρηση για την προστασία και την ανάδειξη των εναλίων αρχαιοτήτων

3.4. Αποτυπώσεις Υποθαλάσσιων Μνημείων

Η αρχαιολογική έρευνα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις τοπογραφικές εργασίες, καθώς η προσπάθεια διάσωσης της πολιτιστικής κληρονομιάς, με στόχο την προσωποποίηση της ιστορίας, όπως αυτή αντανακλάται μέσω των μνημείων, δημιούργησε την ανάγκη αποτύπωσης και, γενικότερα, τεκμηρίωσης αυτών. Ταυτόχρονα, η δημιουργία μητρώων και αρχείων μνημείων, σε συνδυασμό με την αναγκαιότητα δημοσιοποίησης των μελετών, έκαναν, σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό, απαραίτητη την αποτύπωση των μνημείων. Στην τεκμηρίωση μνημείων χρησιμοποιείται πληθώρα τοπογραφικών μεθόδων, όπως είναι οι καθαρά τοπογραφικές, οι τοπομετρικές και οι φωτογραμμετρικές μέθοδοι.

Η διαδικασία με την οποία συλλέγονται, επεξεργάζονται και αποδίδονται στοιχεία των αρχαιολογικών χώρων, ονομάζεται τεκμηρίωση. Ενώ, ειδικότερα, ως γεωμετρική τεκμηρίωση, ή διαφορετικά αποτύπωση, ορίζεται η καταγραφή της θέσης, της μορφής, του σχήματος και του μεγέθους του εκάστοτε μνημείου, στον τρισδιάστατο χώρο σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Τα υποθαλάσσια μνημεία εντείνουν ακόμα περισσότερο την ανάγκη για γεωμετρική τεκμηρίωση, καθώς ο ακριβής εντοπισμός της θέσης τους και η απόδοση της μορφής, του σχήματος και του μεγέθους τους είναι στοιχεία απαραίτητα για τη διευκόλυνση της πρόσβασης και τη δημοσιοποίησή αυτών.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην υποβρύχια αποτύπωση, ως προς τις βασικές αρχές τους, δεν διαφοροποιούνται από εκείνες που χρησιμοποιούνται επίγεια. Έτσι, στις αποτυπώσεις υποθαλάσσιων μνημείων εφαρμόζονται τόσο τοπογραφικές μέθοδοι, όσο και τοπομετρικές και φωτογραμμετρικές.

Συνηθέστερα, όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν, πραγματοποιείται χρήση τοπογραφικών μεθόδων για την γεωμετρική τεκμηρίωση των υποθαλάσσιων μνημείων, οι οποίες, όμως, αντιμετωπίζουν προβλήματα όταν το βάθος αυτών αυξάνεται. Εκεί, καταλληλότερες είναι οι τοπομετρικές μέθοδοι, που βασίζονται σε άμεσες μετρήσεις μηκών και γωνιών επάνω στο υπό αποτύπωση αντικείμενο. Με τη σειρά τους, αυτές εμφανίζουν δυσκολίες στην εφαρμογή όταν το εξεταζόμενο μνημείο παρουσιάζει μεγάλη χωρική κατανομή. Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα και οι φωτογραμμετρικές μέθοδοι, οι οποίες προσφέρουν προδιαγεγραμμένη και ενιαία ακρίβεια, σχετική ταχύτητα και μικρό οικονομικό κόστος. Τέλος, ο συνδυασμός μεταξύ των προαναφερθέντων μεθόδων, σε αντιστοιχία με τις ιδιαιτερότητες της εκάστοτε περιοχής, προσφέρει τα πιο ολοκληρωμένα και ακριβή αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογική Προσέγγιση

Αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου αποτελεί η γενική παρουσίαση των απαιτούμενων διαδικασιών και υπολογισμών για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης τοπογραφικής εργασίας. Πέραν της σύνταξης τοπογραφικού διαγράμματος της περιοχής μελέτης, στόχευση αποτέλεσε και η αξιολόγηση της μεθόδου υποβρύχιας αποτύπωσης με χρήση τριπλευρισμού με μετροταινία και υδραυλικής χωροστάθμησης. Αρχικά προσεγγίζονται όλα τα στάδια των κλασικών τοπογραφικών εργασιών και, στη συνέχεια, αναλύονται και τα αντίστοιχα της προαναφερθείσας μεθόδου. Σε κάθε στάδιο περιγράφονται τόσο οι εργασίες πεδίου που προηγούνται, όσο και οι απαιτούμενοι υπολογισμοί για την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

4.1. Σύνταξη Τοπογραφικού Διαγράμματος

Η αποτύπωση μίας περιοχής είναι μία δύσκολη και απαιτητική εργασία, το αποτέλεσμα της οποίας είναι το τοπογραφικό διάγραμμα. Προηγείται πληθώρα διεργασιών ούτως ώστε να προκύψουν τα κατάλληλα δεδομένα για αυτό. Στη συγκεκριμένη ενότητα επιχειρείται περιγραφή τους και ανάλυση του μαθηματικού υποβάθρου της επεξεργασίας.

4.1.1. Αυτοσχέδιο Υπάιθρου

➤ Εργασία πεδίου

Το πρώτο και ένα από τα σημαντικότερα στάδια μίας τοπογραφικής εργασίας, που λαμβάνει χώρα αμέσως μετά από την αναγνώριση της περιοχής μελέτης, είναι η σύνταξη του αυτοσχέδιου πεδίου. Ο όρος αυτοσχέδιο παραπέμπει αυτόματα σε εργασία που υλοποιείται με το χέρι.

Το κροκί, όπως είναι ευρέως γνωστό, αποτελεί ένα πρόχειρο διάγραμμα, το οποίο συντάσσεται με ελεύθερο χέρι, χωρίς κλίμακα και φέρει οπωσδήποτε κατά προσέγγιση προσανατολισμό, δηλαδή βορά. Εντός αυτού απεικονίζονται όλα εκείνα τα στοιχεία του χώρου που έχουν επιλεγεί προς αποτύπωση, σε σωστή σχετική θέση μεταξύ τους.

Κατά τη συνέχιση των εργασιών πεδίου, το αυτοσχέδιο συμπληρώνεται συνεχώς με νέα στοιχεία, στα οποία συγκαταλέγονται οι θέσεις των σημείων πύκνωσης του δικτύου, η θέση των σημείων λεπτομέρειας με την αρίθμησή τους και διάφορα σχόλια που αφορούν το σχεδιασμό.

Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η απεικόνισή του σε σωστό μέγεθος χαρτιού (A4), ούτως ώστε να διευκολύνεται η διαχείρισή του στο πεδίο. Για τη σύνταξή του απαιτείται ορθή αντίληψη του χώρου, καθώς και της σχετικής θέσης και μεγέθους των αντικειμένων που απεικονίζει. Τέλος, πρέπει να είναι πλήρες, καθαρό και ευανάγνωστο, χωρίς ταυτόχρονα να παρουσιάζει ασάφειες.

➤ *Υπολογισμοί*

Το συγκεκριμένο στάδιο δεν ακολουθείται από επεξεργασία και υπολογισμούς, καθότι ολόκληρη η διαδικασία σύνταξης του αυτοσχεδίου αρχίζει και τελειώνει στο πεδίο.

4.1.2. Δίκτυο Οριζώντιου και Κατακόρυφου Ελέγχου

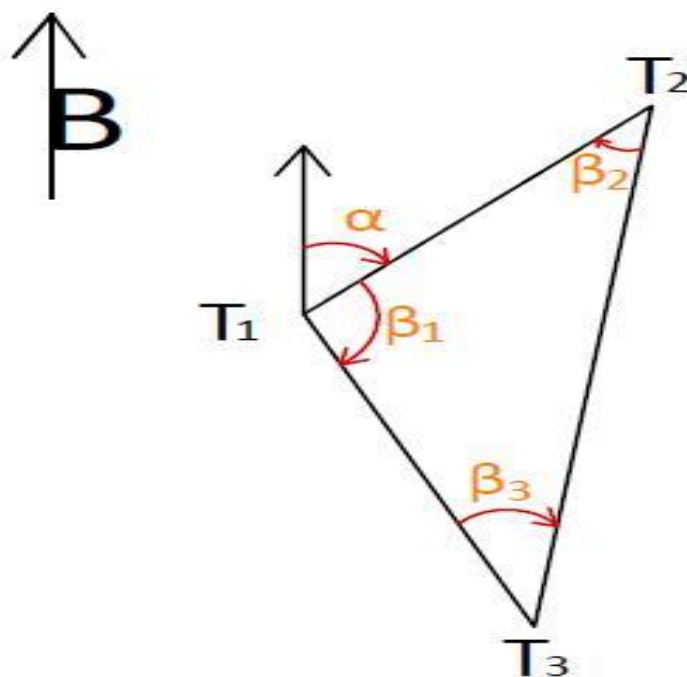
➤ *Εργασία Πεδίου*

Όταν οι τοπογραφικές εργασίες περιλαμβάνουν αρχαιολογικούς χώρους, συχνά χρησιμοποιούνται αυθαίρετα συστήματα αναφοράς, ώστε να διατηρηθεί η υψηλή εσωτερική ακρίβεια των δημιουργηθέντων δικτύων. Η πύκνωση τέτοιων αυθαίρετων συστημάτων πραγματοποιείται με τη μέθοδο της πολυγωνομετρίας. Καθότι το σύστημα αναφοράς είναι τοπικό, η πολυγωνική όδευση που δημιουργείται είναι ανεξάρτητη και, καθώς, αποτελεί κλειστό πολύγωνο, ονομάζεται κλειστή.

Η επιλογή των θέσεων εγκατάστασης των κορυφών του δικτύου μίας αποτύπωσης, απαιτεί εμπειρία και προϋποθέτει την καλή αναγνώριση των ιδιοτήτων της περιοχής μελέτης, ώστε να αποφευχθούν τα “τυφλά” σημεία. Από τις συγκεκριμένες θέσεις, θα πραγματοποιηθούν μεταγενέστερα, στο σύνολό τους, οι μετρήσεις των σημείων λεπτομέρειας.

Ο αριθμός των κορυφών της όδευσης πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός, ώστε να υπάρχει ταυτόχρονα, πλήρης κάλυψη της περιοχής και ελαχιστοποίηση σφαλμάτων και χρόνου μετρήσεων. Εγκαθίστανται σε σημεία που διατηρούν εύκολη πρόσβαση και αρκετό χώρο για την πραγματοποίηση των εργασιών.

Μετά από την επιλογή και ίδρυση των κορυφών του δικτύου, ακολουθούν οι επίγειες μετρήσεις, με χρήση ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού. Μετρώνται, οριζόντιες και κατακόρυφες γωνίες, κεκλιμένα μήκη, ύψος στόχευσης και ύψος ανακλαστήρα, για κάθε στάση του οργάνου. Συνηθίζεται, οι μετρήσεις μηκών και γωνιών να πραγματοποιούνται σε περισσότερες των δύο επαναλήψεων, για μεγαλύτερη ακρίβεια των υπολογισμών.



Εικόνα 4.1: Σκαρίφημα κλειστής ανεξάρτητης όδευσης
Πηγή: *Ιδία διπλωματική εργασία, 2016*

➤ *Υπολογισμοί*

Οι μετρήσεις με το όργανο δεν αποτελούν τα τελικά δεδομένα για την επίλυση της όδευσης, εφόσον πρέπει, αρχικά, να υποστούν επεξεργασία. Για τις γωνίες, καθότι μετρημένες περισσότερες της μίας φορές, υπολογίζεται ο γενικός μέσος όρος, ενώ τα μήκη μετατρέπονται από κεκλιμένα σε οριζόντια.

Κατά τη στάση του οργάνου σε μία κορυφή της όδευσης και με επιλογή δύο επαναλήψεων των μετρήσεων, τόσο τα κεκλιμένα μήκη, όσο και η γωνίες μετρώνται τέσσερις φορές, καθώς η κάθε επανάληψη γίνεται σε δύο θέσεις του οργάνου.

Οι υπολογισμοί μέχρι την κατάληξη στο γενικό μέσο όρο οριζόντιας γωνίας είναι:

$$\text{Μέση Τιμή} = \{ \text{Οριζ.Γ. θέση 1} + (\text{Οριζ.Γ. θέση 2} - 200) \} / 2$$

$$\text{Μέση Ανοιγμένη Τιμή} = \text{Μέση T.2} - (\text{απόσταση Μέσης T.1 από το 0})$$

$$\text{Γενικός Μέσος Όρος} = (\text{Μ.Α.Τ.1} + \text{Μ.Α.Τ.2}) / 2$$

Πίνακας 4.1: Πίνακας Οριζόντιων Γωνιομετρήσεων

ΣΤΑΣΗ	ΣΚΟΠΕΥΣΗ ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΣΗ ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΤΙΜΗ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	σ_0	σ_x
		Οριζ.Γ. Θέση1	Οριζ.Γ. Θέση2	Μέση T.1				
				Μέση T.2	Μ.Α.Τ.1	Γ.Μ.Ο.		
					Μ.Α.Τ.2			

Οι υπολογισμοί για τον γενικό μέσο όρο κατακόρυφης γωνίας είναι:

$$\text{Μέση Τιμή} = \{ \text{Κατ.Γ. θέση1} - [(\text{Κατ.Γ. θέση1} + \text{Κατ.Γ. θέση2} - 400) / 2] \}$$

$$\text{Γενικός Μέσος Όρος} = (\text{Μέση T.}_1 + \text{Μέση T.}_2) / 2$$

Πίνακας 4.2: Πίνακας Κατακόρυφων Γωνιομετρήσεων

ΣΤΑΣΗ	ΣΚΟΠΕΥΣΗ ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΣΗ ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΤΙΜΗ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	σ_0	σ_x
		Κατ.Γ. θέση1	Κατ.Γ. θέση2	Μέση T.1	X	Γ.Μ.Ο.		
				Μέση T.2				

Τα κεκλιμένα μήκη μετατρέπονται σε οριζόντια έπειτα από τον πολλαπλασιασμό τους με το ημίτονο της αντίστοιχης κατακόρυφης γωνίας (γενικός μέσος όρος).

$$\text{Οριζόντιο Μήκος (D)} = \text{Κεκλ. Μήκος (S)} * \text{Ημίτονο(Γ.Μ.Ο. Κατ.Γ.)}$$

Έπειτα από την παραπάνω εργασία, ακολουθεί η επίλυση του δικτύου με δεδομένα τις τελικές οριζόντιες γωνίες και τα οριζόντια μήκη. Επειδή η όδευση είναι ανεξάρτητη, δίνονται αυθαίρετα οι συντεταγμένες μίας εκ των κορυφών και η γωνία διεύθυνσης της πρώτης πλευράς. Η επίλυση χωρίζεται σε τρία στάδια, τα οποία αφορούν τον γωνιακό έλεγχο, τον γραμμικό έλεγχο και την υψομετρία.

Κατά το γωνιακό έλεγχο ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Σε κάθε κλειστό πολύγωνο n κορυφών, το άθροισμα των γωνιών του δίνεται από τις σχέσεις:

$$\text{Εσωτερικές γωνίες } \Sigma\beta = (2n-4) * 100^s$$

$$\text{Εξωτερικές γωνίες } \Sigma\beta = (2n+4) * 100^s$$

Η συνολική γωνιακή διόρθωση $W\beta$ υπολογίζεται ως εξής:

$$W\beta = \Sigma\beta (\text{θεωρητικό}) - \Sigma\beta (\text{μετρήσεων})$$

Με την παραδοχή ότι όλες οι γωνίες μετρήθηκαν με την ίδια ακρίβεια και τρόπο, η διόρθωση για κάθε μία είναι : $\delta\beta = W\beta/n$

Πριν γίνει η διόρθωση το (W_β) ελέγχεται αν είναι μικρότερο από αυτό που ορίζουν οι προδιαγραφές βάσει του Π.Δ. 696/74.

Οι διορθωμένες γωνίες δίνονται από τη σχέση: $\beta (\text{τελική}) = \beta' + \delta\beta$

Κατόπιν, υπολογίζονται οι γωνίες διεύθυνσης κάθε πλευράς λαμβάνοντας υπόψη τις διορθωμένες γωνίες β , με βάση το 3^ο Θεμελιώδες Πρόβλημα.

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + 200 + \beta_2 - \varepsilon * 400$$

Για τον γραμμικό έλεγχο έχουμε:

Με δοσμένες τις συντεταγμένες της κορυφής 1, χρησιμοποιώντας το 1^ο θεμελιώδες πρόβλημα, υπολογίζονται τα $\Delta X'$, $\Delta Y'$ μεταξύ των κορυφών:

$$\Delta X' = D * \sin \alpha \quad \text{και} \quad \Delta Y' = D * \cos \alpha$$

και οι προσωρινές συντεταγμένες X' , Y' : $X_2 = X_1 + \Delta X'_{12}$ και $Y_2 = Y_1 + \Delta Y'_{12}$

Υπολογίζονται οι διορθώσεις κατά X' και Y' , όπως στην ανοικτή πλήρως εξαρτημένη όδευση:

$$W_X = X_1 - X_1' \quad \text{και} \quad W_Y = Y_1 - Y_1'$$

Κατόπιν υπολογίζεται το $W_s = \sqrt{W_X^2 + W_Y^2}$

Πριν γίνει η διόρθωση το (W_s) ελέγχεται αν είναι μικρότερο από αυτό που ορίζουν οι προδιαγραφές βάσει του Π.Δ. 696/74.

Κατόπιν, όπως και στην ανοικτή πλήρως εξαρτημένη όδευση βρίσκονται οι λόγοι :

$$W_X / \Sigma D \quad \text{και} \quad W_Y / \Sigma D$$

και ακολουθούν οι διορθώσεις των συντεταγμένων κάθε κορυφής:

$$\delta X_{i-1,i} = (W_X / \Sigma D) * D_{i-1,i}$$

$$\delta Y_{i-1,i} = (W_Y / \Sigma D) * D_{i-1,i}$$

Με αυτό τον τρόπο διορθώνονται οι προσωρινές τιμές των $\Delta X'$ και $\Delta Y'$:

$$\Delta X = \Delta X' + \delta X \quad \text{και} \quad \Delta Y = \Delta Y' + \delta Y$$

και υπολογίζονται οι τελικές συντεταγμένες των κορυφών:

$$X_2 = X_1 + \Delta X \quad \text{και} \quad Y_2 = Y_1 + \Delta Y$$

Τελευταίο στάδιο είναι η υψομετρία της όδευσης:

Υπολογίζονται οι υψομετρικές διαφορές μεταξύ των κορυφών:

$$\Delta H = \{D/\tan(\text{Κατ. Γ.})\} + Y.O. - Y.Σ. ,$$

όπου D το οριζόντιο μήκος, $\tan(\text{Κατ.Γ.})$ η εφαπτομένη της κατακόρυφης γωνίας, Y.O. το ύψος οργάνου και Y.Σ. το ύψος στόχου.

Εξάγονται τα υψόμετρα των κορυφών:

$$H_2 = H_1 + \Delta H_{12}$$

(Μπαλοδήμος Δ.-Δ., Σταθάς Δ. και Αραμπατζή Ο., 2006)

4.1.3. Σημεία Λεπτομέρειας

➤ *Εργασία Πεδίου*

Τα σημεία εκείνα που θα αποδώσουν στο τελικό τοπογραφικό διάγραμμα τη μορφή του εδάφους (υψομετρικά σημεία), τις ανθρώπινες κατασκευές, το οδικό δίκτυο, τη βλάστηση, την ακτογραμμή και άλλα, ονομάζονται σημεία λεπτομέρειας ή, αλλιώς, ταχυμετρικά σημεία. Στο παρόν στάδιο περιλαμβάνονται όλες οι μετρήσεις για τα συγκεκριμένα σημεία, με χρήση της μεθόδου των πολικών συντεταγμένων.

Για την εφαρμογή της μεθόδου, ο εξοπλισμός που απαιτείται περιλαμβάνει έναν ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό, ένα τρίποδα, ένα στυλεό, ένα πρίσμα και μία μετροταινία για τη μέτρηση του ύψους οργάνου.

Η διαδικασία αρχίζει με την κέντρωση και την οριζοντίωση του οργάνου σε κάποια από τις κορυφές της όδευσης (στάση οργάνου), στη συνέχεια, πραγματοποιείται μηδενισμός του οριζόντιου δίσκου αυτού στη πλησιέστερη στάση της όδευσης, ώστε να δοθεί ορθός προσανατολισμός. Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται μόλις παρθούν μετρήσεις για όλα τα ορατά ταχυμετρικά σημεία, από τη συγκεκριμένη στάση, και επαναλαμβάνεται στις επόμενες, έως ότου καλυφθούν οι ανάγκες τις αποτυπωμένης περιοχής.

Οι μετρήσεις για κάθε σημείο λεπτομέρειας περιλαμβάνουν τη κεκλιμένη απόσταση από τη στάση του οργάνου, την οριζόντια γωνία που σχηματίζεται από τη στάση μηδενισμού, τη στάση οργάνου και το ίδιο, και τη κατακόρυφη γωνία. Να σημειωθεί ότι, κάθε νέο σημείο που μετριέται, αναγράφεται ταυτόχρονα στο αυτοσχέδιο πεδίου, στη σχετική θέση του.

➤ *Υπολογισμοί*

Έχοντας προσδιορίσει τις ορθογώνιες συντεταγμένες και τα υψόμετρα των κορυφών της όδευσης, με χρήση του 1^{ου} Θεμελιώδους Προβλήματος και της σχέσης της τριγωνομετρικής υψομετρίας, υπολογίζονται οι ορθογώνιες συντεταγμένες και τα υψόμετρα όλων των σημείων λεπτομέρειας.

Οι τύποι που χρησιμοποιούνται, παραδείγματος χάριν θεωρώντας ως στάση οργάνου την κορυφή Α και μετρούμενο ταχυμετρικό σημείο το 1, για τον προσδιορισμό των ορθογώνιων συντεταγμένων είναι:

$$X_1 = X_A + \{D_{A1} * \sin(\alpha_{A1})\}$$

$$Y_1 = Y_A + \{D_{A1} * \cos(\alpha_{A1})\}$$

Όπου, D_{A1} το οριζόντιο μήκος και α_{A1} η γωνία διεύθυνσης.

Ο τύπος της τριγωνομετρικής υψομετρίας, για το αντίστοιχο παράδειγμα, είναι:

$$H_1 = H_A + \{S_{A1} * \cos(Z_{A1})\} + Y.O. - Y.Σ.$$

Όπου, S_{A1} το κεκλιμένο μήκος, Z_{A1} η κατακόρυφη γωνία, $Y.O.$ το ύψος οργάνου και $Y.Σ.$ το ύψος στόχου.

4.1.4. Υποθαλάσσια Σημεία Αναφοράς

➤ *Εργασία Πεδίου*

Για την επίτευξη των στόχων της εν λόγω διπλωματικής εργασίας, απαραίτητη ήταν η ίδρυση σημείων αναφοράς στο βυθό. Υλοποιήθηκαν τέσσερα τέτοια σε σχηματισμό τετραγώνου κανάβου, με διαστάσεις 8*8 μέτρα.

Λόγω της αμμώδους υφής του βυθού και των ιδιοτήτων του υδάτινου περιβάλλοντος (υποθαλάσσια ρεύματα), η ίδρυση των συγκεκριμένων σημείων έπρεπε να βασιστεί σε στερεά υλικά, χωρίς θετική πλευστότητα, όπως το σίδηρο και το τσιμέντο. Η χρήση ενός σχηματισμού από αυτά, σχετικά μεγάλου μεγέθους, πακτωμένου στο βυθό, θα εξάλειφε την πιθανότητα μετακίνησης.

Την ολοκλήρωση της υλοποίησής τους ακολουθούν οι απαιτούμενες μετρήσεις προσδιορισμού των ορθογώνιων συντεταγμένων και του υψόμετρου τους. Στην περίπτωση που το βάθος της αποτύπωσης το επιτρέπει, χρησιμοποιείται η αντίστοιχη ταχυμετρική μέθοδος, με αυτή του εδάφους. Υπεισέρχονται, βέβαια, διαφοροποιήσεις, καθότι το νερό σαν στοιχείο διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από τον αέρα.

Ο εξοπλισμός μετρήσεων, πέραν των οργάνων και των παρελκόμενων που αναφέρθηκαν στην παραπάνω ενότητα, συμπληρώνεται και με τον καταδυτικό, που φέρει ο στυλεοφόρος για να διατηρηθεί στο βυθό. Η εκτέλεση των μετρήσεων απαιτεί, τουλάχιστον, τρία άτομα. Το ένα εξ' αυτών χειρίζεται το όργανο, εκτός νερού, το δεύτερο καταδύεται και τοποθετεί την ακμή του στυλεού στα εξεταζόμενα σημεία του βυθού και το τρίτο επιπλέει στην επιφάνεια, με αποστολή την επίβλεψη της κατάστασης του αυτοδύτη και την κατακορύφωση του στυλεού, βάση της αεροστάθμης, ενώ, ταυτόχρονα, δίνει το σήμα έναρξης των μετρήσεων, όταν το κατάφωτο βρεθεί στη σωστή θέση. Για την ορθή εκτέλεση των εργασιών, απαιτείται, από όλα τα μέλη του συνεργείου, απόλυτη προσοχή και γνώση των υποχρεώσεων καθενός.

Το υδάτινο περιβάλλον δημιουργεί επιπλέον αβεβαιότητα στις μετρήσεις, λόγω κυματισμού και υποθαλάσσιων ρευμάτων. Το συγκεκριμένο ζήτημα επιλύεται, σε βαθμό ικανοποιητικό για τους σκοπούς της εργασίας, με πολλαπλές μετρήσεις κάθε σημείου, δημιουργώντας, δηλαδή, πολύγωνο σφάλματος θέσης. Για τα συγκεκριμένα σημεία αναφοράς, πραγματοποιήθηκαν τρεις στοχεύσεις.

➤ *Υπολογισμοί*

Οι ορθογώνιες συντεταγμένες και τα υψόμετρα των σημείων αναφοράς του βυθού, προκύπτουν με τους ίδιους υπολογισμούς των σημείων λεπτομέρειας του εδάφους (4.1.3. Σημεία Λεπτομέρειας). Η μοναδική διαφορά έγκειται στην ύπαρξη τριών προβολών του ίδιου σημείου, με αποτέλεσμα οι τελικές συντεταγμένες και το υψόμετρο να αναφέρονται στο κέντρο του υλοποιούμενου τριγώνου σφάλματος θέσης.

4.1.5. Υποθαλάσσια Σημεία Λεπτομέρειας

➤ *Εργασία Πεδίου*

Καθώς, η περιοχή μελέτης είναι αρχαιολογικός χώρος, οι επεμβάσεις του τοπογραφικού συνεργείου δεν μπορούν να είναι ανεξέλεγκτες. Έτσι, τα σημεία λεπτομέρειας στο βυθό δεν γίνεται να ιδρυθούν, όπως τα σημεία αναφοράς. Το γεγονός αυτό, δημιουργεί στις εργασίες μετρήσεων αυτών χρονικούς περιορισμούς.

Καθότι το πλήθος των σημείων λεπτομέρειας είναι σχετικά μεγάλο και η διάρκεια παραμονής του αυτοδύτη στο βυθό περιορισμένη, υπάρχει αναγκαιότητα επίσπευσης των μετρήσεων. Ακολουθείται το ίδιο μοντέλο, με αυτό που περιγράφει στα υποθαλάσσια σημεία αναφοράς, διαφοροποιημένο μονάχα στον αριθμό στοχεύσεων του εκάστοτε σημείου, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι δύο. Δημιουργείται, με τον τρόπο αυτό, ευθύγραμμο τμήμα σφάλματος θέσης, λόγω κυματισμού και υποθαλάσσιων ρευμάτων.

➤ *Υπολογισμοί*

Οι ορθογώνιες συντεταγμένες και τα υψόμετρα των σημείων λεπτομέρειας του βυθού, προκύπτουν με τους ίδιους υπολογισμούς των σημείων λεπτομέρειας του εδάφους (4.1.3. Σημεία Λεπτομέρειας). Με τις τελικές συντεταγμένες και το υψόμετρο να προσδιορίζονται με χρήση απλού μέσου όρου, από αυτές των δύο προβολών του εκάστοτε σημείου, αποδίδοντας ουσιαστικά το μέσο του σχηματιζόμενου ευθύγραμμου τμήματος.

4.1.6. Ένταξη Αποτύπωσης

➤ *Εργασία Πεδίου*

Όπως προαναφέρθηκε, όταν η προς αποτύπωση περιοχή είναι αρχαιολογικός χώρος, συνηθίζεται η χρήση τοπικών συστημάτων αναφοράς, ώστε να αποφεύγεται η διατάραξη της εσωτερικής ακρίβειας του εκάστοτε δικτύου από την ένταξη στο κρατικό σύστημα αναφοράς. Καθότι, όμως, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα μεταγενέστερων τοπογραφικών εργασιών, είναι αναγκαία η χρήση κοινού συστήματος αναφοράς, για να δίνετε η δυνατότητα ένωσης μεταξύ τους. Τη δυνατότητα αυτή προσφέρει το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87).

Για την υλοποίηση της ένταξης της αποτύπωσης στο κρατικό σύστημα, είναι αναγκαίος ο δορυφορικός εντοπισμός της ορισμένης αρχής του αυθαίρετου συστήματος και μίας διεύθυνσης αυτού. Σύμφωνα με τις επιταγές της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, ο πραγματικού χρόνου κινηματικός εντοπισμός (Real Time Kinematic positioning) είναι αρκετός.

Ο απαραίτητος εξοπλισμός για την επίτευξη των μετρήσεων είναι ένας δέκτης δορυφορικού εντοπισμού, που αποτελείται από την κεραία, το βασικό δέκτη και το χειριστήριο, και ένας στυλεός, πάνω στον οποίο εγκαθίσταται ο δέκτης. Με τη μέτρηση δύο κορυφών της υλοποιημένης όδευσης λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την ένταξη της αποτύπωσης.

➤ *Υπολογισμοί*

Ο δορυφορικός εντοπισμός αποδίδει αυτόματα, ως μετρήσεις, τις ορθογώνιες συντεταγμένες του εκάστοτε σημείου στο κρατικό σύστημα αναφοράς και το γεωμετρικό του υψόμετρο. Τα γεωμετρικά υψόμετρα δεν χρησιμοποιούνται σε γεωδαιτικές εργασίες και, επομένως, είναι απαραίτητη η γνώση της αποχής του γεωειδούς, ώστε να μετατραπούν τα γεωδαιτικά σε ορθομετρικά υψόμετρα, δηλαδή να αναφέρονται στη μέση στάθμη της θάλασσας (μσθ).

4.1.7. Ψηφιακή Σχεδίαση Τοπογραφικού Διαγράμματος

Στο συγκεκριμένο στάδιο, οι εργασίες πεδίου και οι διάφοροι υπολογισμοί έχουν ολοκληρωθεί και απομένουν διαδικασίες σε περιβάλλον γραφείου και μόνο.

Μέχρι τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, η παρουσίαση ενός τοπογραφικού διαγράμματος γινόταν μόνο σε αναλογική μορφή, χρησιμοποιώντας τα σχέδια όπως αυτά αποδίδονταν στο χαρτί ή σε διαφανές.

Τα τελευταία χρόνια, η παράλληλη ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων, των περιφερειακών μονάδων εκτύπωσης (plotter), αλλά, και των σχεδιαστικών προγραμμάτων, έχει οδηγήσει σε ψηφιακή απόδοση της συλλεγόμενης γεωμετρικής πληροφορίας. Ο παραδοσιακός τρόπος σχεδίασης έχει αντικατασταθεί πλέον, οριστικά, από την ολοκληρωμένη ψηφιακή διαδικασία.

Με τον όρο ψηφιακή σχεδίαση περιγράφεται η ολοκληρωμένη ηλεκτρονική διαδικασία, βάσει της οποίας παράγονται τα τοπογραφικά διαγράμματα. Στις μέρες μας, χρησιμοποιείται για την απόδοση όλων των διαγραμμάτων ανεξαρτήτως κλίμακας εκτύπωσης (μεγάλη, μεσαία ή μικρή). Η σχεδίαση αυτή λαμβάνει χώρα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, με χρήση κατάλληλων σχεδιαστικών προγραμμάτων, και αποδίδεται με κλίμακα 1:1 ή, ορθότερα, θεωρητικά χωρίς κλίμακα, βασιζόμενη στα αυτοσχέδια πεδίου.

Εκτός των βασικών σχεδιαστικών προγραμμάτων, μεγάλη ανάπτυξη έχει επιτευχθεί και σε ειδικά λογισμικά, ώστε να διευκολυνθεί συγκεκριμένα η σχεδίαση τοπογραφικών διαγραμμάτων. Τα εν λόγω λογισμικά επικεντρώνονται στην αυτόματη εισαγωγή και απεικόνιση των σημείων λεπτομέρειας (ραπορτάρισμα), με βάση τις ορθογώνιες συντεταγμένες τους, στη διαστασιολόγηση γεωμετρικών σχημάτων, στη σχεδίαση υψομετρικών-ισοϋψών καμπυλών, στην εισαγωγή τοπογραφικών συμβολισμών, στη σχεδίαση κανάβου, στην εισαγωγή υπομνήματος και άλλα.

Η διαδικασία που περιγράφει παραπάνω, εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της αντίστοιχης αναλογικής. Βασικότερα εξ' αυτών είναι το γεγονός ότι οι συντεταγμένες των σημείων διατηρούν την αβεβαιότητα προσδιορισμού τους από την αποτύπωση, χωρίς επιβαρύνσεις λόγω σχεδίασης, η μεγάλη βελτίωση της ταχύτητας παραγωγής, καθώς μειώνεται εξαιρετικά ο χρόνος των εργασιών, η απλούστερη και καλύτερη αξιοποίηση της ποσοτικής και ποιοτικής πληροφορίας και η προσφερόμενη δυνατότητα πολλαπλής αναπαραγωγής, χωρίς παραμορφώσεις του τοπογραφικού διαγράμματος και των πληροφοριών που περιλαμβάνει.

Το κυριότερο μειονέκτημα της ψηφιακής σχεδίασης είναι οι απαιτήσεις της στον εξοπλιστικό τομέα, κάτι που μεταφράζεται σε επιπλέον κόστος. Επίσης, απαραίτητη είναι και η προσεκτική διαχείριση και αποθήκευση των ψηφιακών αρχείων, τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εκάστοτε εργασίας, όσο και μετά την ολοκλήρωσή της, σε περισσότερες της μίας μονάδας ηλεκτρονικού υπολογιστή, ώστε να αποφευχθεί απώλειά τους.

4.2. Εμπροσθοτομία σε Υποθαλάσσια Αποτύπωση

Ο καταβιβασμός σημείων, με χρήση κατάφωτου και στόχευσης αυτού από τη στεριά, είναι η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος στις υποθαλάσσιες αποτυπώσεις, ενώ, μία μορφή της περιγράφει στην προηγούμενη ενότητα, για τα υποθαλάσσια σημεία αναφοράς (4.1.4. Υποθαλάσσια Σημεία Αναφοράς). Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα είναι σχετικά γρήγορες και προσφέρουν αποδεκτές ακρίβειες προσδιορισμού των συντεταγμένων των σημείων, ειδικότερα σε μικρά βάθη. Όσο, βέβαια, το βάθος της εξεταζόμενης περιοχής αυξάνεται, η ορθή εκτέλεση της εργασίας δυσχεραίνει και, σε ορισμένες περιπτώσεις, καθίσταται αδύνατη.

Για το συγκεκριμένο λόγο, έχουν αναπτυχθεί διαφορετικοί τρόποι αποτύπωσης περιοχών του βυθού. Ένας εξ' αυτών, που αποτέλεσε και αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η χρήση της μεθόδου της εμπροσθοτομίας. Στη συνέχεια, περιγράφονται οι εργασίες πεδίου και οι απαιτούμενοι υπολογισμοί, για την επίτευξή της, καθώς, και ο τρόπος, με τον οποίο θα προκύψουν συμπεράσματα για την ορθότητα και την αβεβαιότητά της.

4.2.1. Ανάλυση Εμπροσθοτομίας στο Βυθό

Με το συγκεκριμένο όρο περιγράφεται η μέθοδος προσδιορισμού των ορθογώνιων συντεταγμένων (x,y) ενός σημείου, όταν είναι γνωστή η θέση τουλάχιστον δύο άλλων σημείων. Τα σημεία γνωστής θέσης απαιτείται να είναι προσβάσιμα και οι μετρήσεις, λαμβάνουν χώρα, από αυτά προς το άγνωστο.

Η αρχή της μεθόδου έγκειται στην επίλυση ενός τριγώνου, του οριζόντιου επιπέδου, όταν είναι γνωστή η σχετική θέση των δύο κορυφών του και τα οριζόντια μήκη των πλευρών του. Καθότι, η μέτρηση γωνιών (οριζόντιες και κατακόρυφες) υποθαλάσσια είναι ιδιαίτερα δύσκολη και ο απευθείας προσδιορισμός οριζόντιων μηκών πρακτικά αδύνατος, μετρώνται οι κεκλιμένες αποστάσεις του αγνώστου σημείου από τα γνωστά και οι υψομετρικές διαφορές μεταξύ τους.

4.2.2. Μετρήσεις Μηκών

Τα δύο σημεία γνωστής θέσης, απαιτείται να έχουν ιδρυθεί στο βυθό και να έχουν αποδοθεί σε αυτά ορθογώνιες συντεταγμένες και ορθομετρικά υψόμετρα, βάσει μετρήσεων μεθόδου καταβιβασμού. Ενώ, παράλληλα, πρέπει να βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση από την υπό αποτύπωση περιοχή.

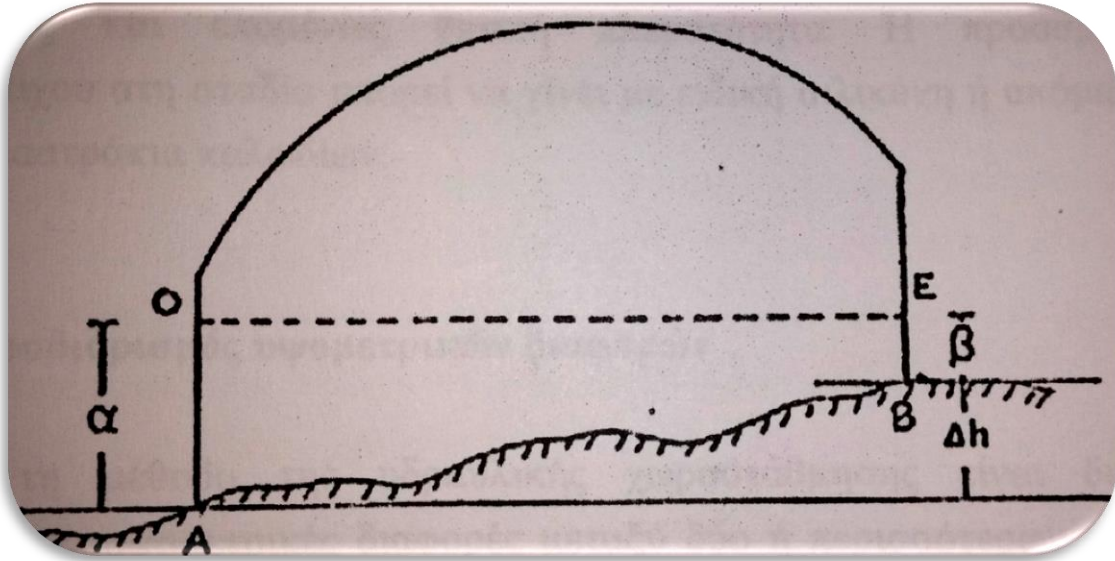
Τα κεκλιμένα μήκη μετρώνται με χρήση μετροταινίας, η άκρη της οποίας τοποθετείται σε γνωστό σημείο και, έπειτα, επεκτείνεται έως το επιθυμητό άγνωστο. Για καθένα εκ των αγνώστων σημείων πραγματοποιούνται μετρήσεις και από τα δύο σημεία γνωστών συντεταγμένων. Η διαδικασία αυτή απαιτεί αυτόνομη κατάδυση τουλάχιστον ενός ατόμου εκ' του συνεργείου και από το πλήθος των άγνωστων σημείων εξαρτάται ο αριθμός των καταδύσεων.

4.2.3. Υδραυλική Χωροστάθμιση

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών και βασίζεται στην αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων. Για την εκτέλεσή της απαιτείται σύστημα, που θα υλοποιεί οριζόντιο επίπεδο, βάσει υδροστατικής πίεσης, και θα αποδίδει κάποιου είδους υψομετρικής ένδειξης, σε καθένα εκ' των δύο σημείων τοποθέτησής του. Η διαφορά μεταξύ των ενδείξεων, αποτελεί την υψομετρική διαφορά των σημείων.

Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να δημιουργηθεί από δύο σταδίες, που θα προσφέρουν υψομετρικές ενδείξεις, συνδεδεμένες με πλαστικό σωλήνα (π.χ. αλφαδολάστιχο). Ο σωλήνας, εντός της θάλασσας θα γεμίζει με νερό, ενώ, κατά την κατακορύφωση των σταδίων σε δύο σημεία, η υδροστατική πίεση θα ωθεί το νερό προς τα πάνω, δημιουργώντας νοητό οριζόντιο επίπεδο και αποδίδοντας υψομετρική ένδειξη για κάθε σημείο. Με αφαίρεση των ενδείξεων αυτών προκύπτει η υψομετρική διαφορά των δύο σημείων.

Η παραπάνω περιγραφή παρουσιάζεται στην εικόνα 4.2, όπου με διακεκομμένη γραμμή ορίζεται το νοητό οριζόντιο επίπεδο, ο και ε είναι οι ενδείξεις κάθε σταδίας, Α και Β τα σημεία ενδιαφέροντος και Δh η υψομετρική διαφορά τους. Γίνεται, λοιπόν, εμφανές ότι με την αφαίρεση των ενδείξεων ο και ε, προκύπτει το Δh.



Εικόνα 4.2: Υποθαλάσσια Υδραυλική Χωροστάθμιση

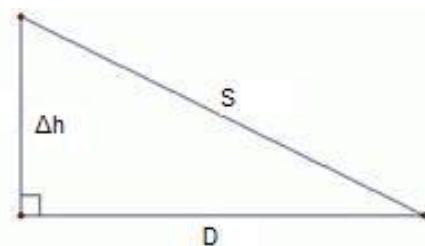
Πηγή: Διπλωματική Εργασία ‘‘Μεθοδολογική προσέγγιση της αποτύπωσης βυθισμένων μνημείων’’, Καρδίτσας Αλέξανδρος-Μπολόσης Παναγιώτης-Παπαγεωργίου Κυριάκος, 2001

Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη αυτόνομη κατάδυση δύο ατόμων, για τη στήριξη των σταδίων, καθώς και η ύπαρξη τουλάχιστον ενός ακόμα αυτοδύτη ή ελεύθερου δύτε, εάν το βάθος το επιτρέπει, για το συντονισμό ανάγνωσης των ενδείξεων. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται και από τα δύο σημεία γνωστής θέσης.

4.2.4. Υπολογισμοί Εμπροσθοτομίας

Αρχικά βήμα των υπολογισμών είναι η μετατροπή των κεκλιμένων μηκών, από τις μετρήσεις με μετροταινία, σε οριζόντια, με χρήση των υψομετρικών διαφορών, από την υδραυλική χωροστάθμιση. Αυτό επιτυγχάνεται με τον τύπο, που βασίζεται στο Πυθαγόρειο Θεώρημα:

$$D = \sqrt{(S^2 - \Delta h^2)}$$



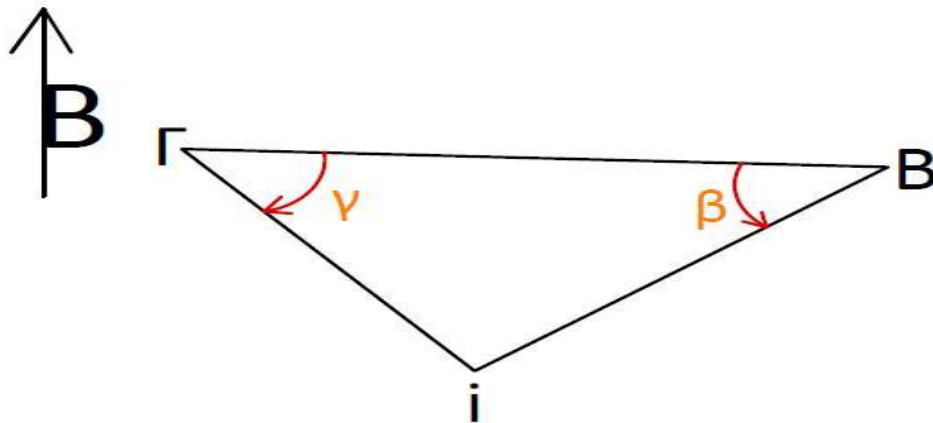
Εικόνα 4.3: Ορθογώνιο Τρίγωνο Αποστάσεων

Πηγή: <http://www.helppost.gr/>, 2016

Όπου, D η οριζόντια απόσταση μεταξύ δύο σημείων, S η κεκλιμένη απόσταση και Δh η υψομετρική διαφορά.

Έπειτα υπολογίζονται οι εσωτερικές οριζόντιες γωνίες του τριγώνου που σχηματίζουν τα δύο γνωστά σημεία και το άγνωστο, με εφαρμογή του νόμου του συνημίτονου στο τρίγωνο ΒΓi, ως εξής:

$$\beta = \arccos\left(\frac{D_{Bi}^2 + D_{B\Gamma}^2 - D_{\Gamma i}^2}{2 \cdot D_{B\Gamma} \cdot D_{Bi}}\right) \quad \text{και} \quad \gamma = \arccos\left(\frac{D_{\Gamma i}^2 + D_{B\Gamma}^2 - D_{Bi}^2}{2 \cdot D_{B\Gamma} \cdot D_{\Gamma i}}\right)$$



Εικόνα 4.4: Σκαρίφημα οριζόντιου τριγώνου εμπροσθοτομίας
Πηγή: *Ίδια διπλωματική εργασία, 2016*

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι γωνίες διεύθυνσης α_{Bi} και $\alpha_{\Gamma i}$:

$$\alpha_{Bi} = \alpha_{B\Gamma} - \beta \quad \text{και} \quad \alpha_{\Gamma i} = \alpha_{\Gamma B} + \gamma$$

Οι ορθογώνιες συντεταγμένες του σημείου i δίνονται, πλέον, από τις σχέσεις:

$$X_i = X_B + \{D_{Bi} \cdot \sin(\alpha_{Bi})\} \quad \text{και} \quad X_i = X_{\Gamma} + \{D_{\Gamma i} \cdot \sin(\alpha_{\Gamma i})\}$$

$$Y_i = Y_B + \{D_{Bi} \cdot \cos(\alpha_{Bi})\} \quad \text{και} \quad Y_i = Y_{\Gamma} + \{D_{\Gamma i} \cdot \cos(\alpha_{\Gamma i})\}$$

Ενώ, το ορθομετρικό υψόμετρο του i :

$$H_i = H_B + \Delta h_{Bi} \quad \text{και} \quad H_i = H_{\Gamma} + \Delta h_{\Gamma i}$$

Οι ορθογώνιες συντεταγμένες θα προκύψουν ίδιες από οποιαδήποτε κορυφή και αν υπολογιστούν, κάτι που δεν συμβαίνει με το ορθομετρικό υψόμετρο του σημείου. Επομένως, τέλος, ως τελικό υψόμετρο του σημείου i λαμβάνεται ο μέσος όρος των δύο αποτελεσμάτων, από τις δύο κορυφές.

4.2.5. Ψηφιακή Σχεδίαση για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Όπως έχει προαναφερθεί, η σήμανση μεγάλου αριθμού σημείων μέσα στον αρχαιολογικό χώρο είναι απαγορευτική, για τις τοπογραφικές εργασίες. Γίνεται, επομένως, κατανοητό ότι, οι δύο μέθοδοι αποτύπωσης εξετάζουν ίδιο τμήμα του αρχαιολογικού χώρου, όμως, δεν χρησιμοποιούν τα ίδια σημεία λεπτομέρειας, καθώς λαμβάνουν χώρα διαφορετική χρονική στιγμή και τα σημεία αυτά δεν έχουν σημαθεί.

Πέραν, λοιπόν, των ιδρυμένων σημείων αναφοράς του βυθού, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγκριση των μεθόδων, βάσει ορθογώνιων συντεταγμένων και ορθομετρικών υψομέτρων, μεταξύ των υπολοίπων σημείων, καθότι δεν είναι τα ίδια. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη δημιουργία σχεδίου και στη σύγκριση επάνω σε αυτό.

Για τη ψηφιακή σχεδίαση ισχύουν όσα ειπώθηκαν στην ενότητα 4.1.7. Ψηφιακή Σχεδίαση Τοπογραφικού Διαγράμματος. Στο σχέδιο απεικονίζεται η ίδια περιοχή, αποτυπωμένη και από τις δύο μεθόδους, και πραγματοποιείται σύγκριση τόσο μεταξύ της θέσης των σημείων αναφοράς, όσο και μεταξύ των διευθύνσεων των ευθειών, που ορίζουν τα σημεία λεπτομέρειας.

Με τη παραπάνω διαδικασία, και υποθέτοντας ότι η μέθοδος του καταβιβασμού σημείων είναι απολύτως ακριβής, είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για την ορθότητα της μεθόδου της εμπροσθοτομίας και, ταυτόχρονα, η προσέγγιση της αβεβαιότητάς της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εφαρμογή

Στο παρόν κεφάλαιο, αρχικά, παρατίθεται μία ολοκληρωμένη περιγραφή της περιοχής μελέτης, στην οποία έλαβε χώρα η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Περιγράφονται οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή της περιοχής, η θέση της, η γεωμορφολογία και γίνεται εκτενείς αναφορά στα ιστορικά χαρακτηριστικά της. Εν συνεχεία, γίνεται ανάλυση της εφαρμογής, που ακολούθησε τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ξεκινώντας από τον προγραμματισμό των εργασιών, αναλύοντας τις εργασίες πεδίου και την λήψη των δεδομένων και, μέσω της επεξεργασίας αυτών, καταλήγοντας στα αποτελέσματα που προέκυψαν.

5.1. Περιοχή Μελέτης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το προφίλ της περιοχής μελέτης, του αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά. Αναφέρονται οι λόγοι επιλογής του, προσεγγίζεται η θέση του και αναλύεται η γεωμορφολογία του χώρου. Τέλος, αναδεικνύονται τα ιστορικά χαρακτηριστικά του, καθώς και αυτά των αρχαιολογικών χώρων που τον περιβάλλουν.

5.1.1. Λόγοι Επιλογής

Ο συγκεκριμένος αρχαιολογικός χώρος επιλέχθηκε ανάμεσα σε διάφορους άλλους που προτάθηκαν διότι παρουσίαζε πληθώρα πλεονεκτημάτων έναντι των υπολοίπων.

Η ενεργή αρχαιολογική έρευνα που λάμβανε χώρα την ίδια χρονική περίοδο αποτέλεσε το σημαντικότερο εξ' αυτών. Η παρουσία επιβλέποντος αρχαιολόγου κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου κατέστησε δυνατή την αποδοχή της διπλωματικής εργασίας από την αρμόδια υπηρεσία του Ελληνικού Κράτους, την Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων. Το ρόλο του επιβλέποντα πεδίου κατείχε η καταδυόμενη αρχαιολόγος της υπηρεσίας Κουτσούμπα Δέσποινα.

Σημαντικότετος παράγον ήταν, επίσης, το βάθος στο οποίο εκτεινόταν ο αρχαιολογικός χώρος, το οποίο φτάνει έως και τα 3 μέτρα. Το γεγονός αυτό έκανε απαραίτητη την κατάδυση για την ολοκλήρωση των εργασιών αλλά ταυτόχρονα όντας σχετικά μικρό δε δημιούργησε μεγάλες εξοπλιστικές ανάγκες και χρονικούς προβληματισμούς.

Δύο ακόμα πλεονεκτήματα αφορούσαν τη θέση του αρχαιολογικού χώρου. Το κυριότερο ήταν η εύκολη πρόσβαση που παρείχε από τη στεριά, καθότι βρίσκεται σε απόσταση μόνο μερικών μέτρων από την παραλία. Σε αντίθετη περίπτωση η χρησιμοποίηση κάποιου μεταφορικού μέσου τύπου βάρκας θα ήταν απαραίτητη, γεγονός ιδιαίτερα δύσκολο και χρονοβόρο. Τέλος, καταλυτικό παράγον αποτέλεσε και η σχετικά μικρή απόσταση της περιοχής μελέτης από την πόλη της Αθήνας, του τόπου μόνιμης διαμονής του γράφοντος, καθώς σε οποιαδήποτε περίπτωση λάθους ή συμπληρωματικών εργασιών η πρόσβαση σε αυτήν ήταν εύκολη.

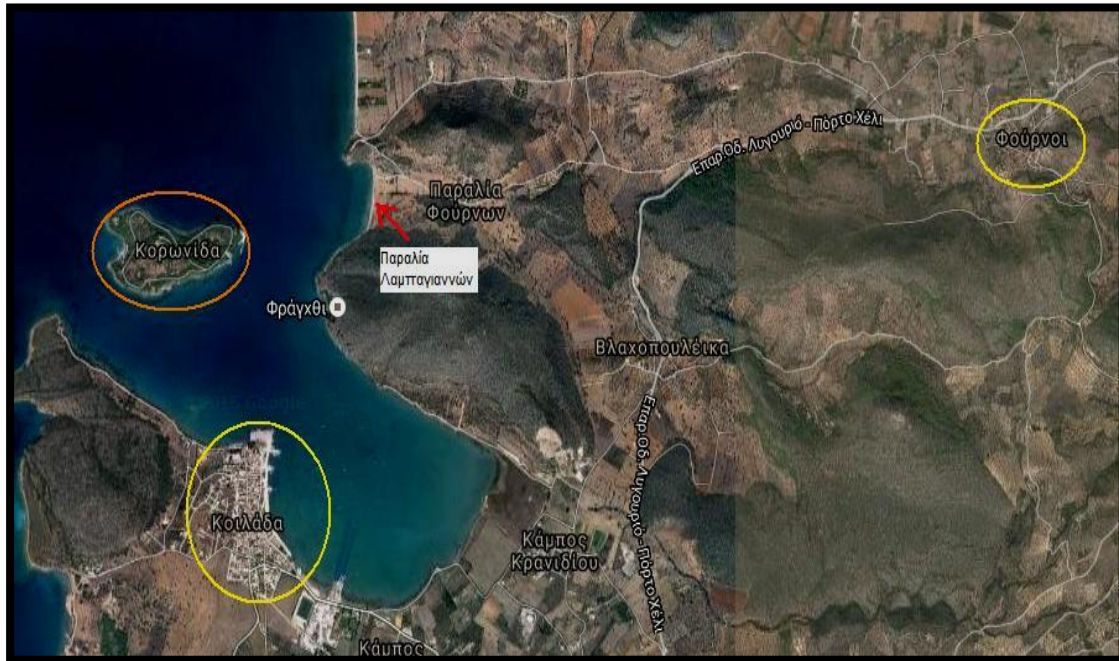
5.1.2. Γεωγραφική Θέση

Το γεωγραφικό διαμέρισμα στο οποίο εντάσσεται η περιοχή μελέτης της εργασίας είναι η Πελοπόννησος. Ο Μωρέας ή Μωριάς, όπως είναι αλλιώς γνωστή, είναι η μεγαλύτερη χερσόνησος της Ελλάδας και αποτελεί την νότια απόληξη του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας. Η σύνδεση με τη Στερεά Ελλάδα πραγματοποιείται μέσω της διώρυγας του Ισθμού της Κορίνθου, που κατασκευάστηκε το 1893 και την κατέστησε ουσιαστικά σε νησί, καθώς και μέσω της γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου, έργο που ολοκληρώθηκε και δόθηκε προς χρήση το έτος 2004.

Η διοικητική διαίρεση της Πελοποννήσου γίνεται σε επτά νομούς, τους νομούς Αχαΐας, Ηλείας, Μεσσηνίας, Αρκαδίας, Λακωνίας, Κορινθίας και Αργολίδας. Ο συγκεκριμένος αρχαιολογικός χώρος του Λαμπαγιαννά βρίσκεται στο νομό Αργολίδας, ο οποίος συνορεύει βόρεια με το νομό Κορινθίας και νοτιοδυτικά με αυτόν της Αρκαδίας. Το ανατολικό τμήμα του νομού βρέχεται από τον Σαρωνικό κόλπο, ενώ το νότιο από τον Αργολικό. Στο ανατολικότερο και ταυτόχρονα νοτιότερο κομμάτι του νομού εδράζεται ο καλλικρατικός δήμος Ερμιονίδας, που περιλαμβάνει τη δημοτική ενότητα Κρανιδίου.

Στην ακτογραμμή της δημοτικής αυτής ενότητας και πιο συγκεκριμένα στο τμήμα που βρέχεται από τον Αργολικό κόλπο βρίσκεται η ομώνυμη παραλία Λαμπαγιαννά. Η κοντινότεροι οικισμοί στην παραλία είναι το παραδοσιακό χωριό των Φούρνων, που απέχει τέσσερα χιλιόμετρα από αυτή, και ο παραθαλάσσιος οικισμός της Κοιλιάδας, σε απόσταση δωδεκάμισι χιλιομέτρων. Επίσης, ακριβώς απέναντι από την παραλία Λαμπαγιαννά και σε απόσταση περίπου ενός χιλιομέτρου βρίσκεται η νησίδα Κορωνίδα, που αποτελεί ιδιόκτητο νησί της εφοπλιστικής οικογένειας Λιβανού.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται όσα προαναφέρθηκαν, με το κόκκινο βέλος να δείχνει την τοποθεσία της παραλίας Λαμπαγιαννά, τη νησίδα Κορωνίδα να εντάσσεται στην πορτοκαλί έλλειψη και τους οικισμούς της Κοιλιάδας και των Φούρνων στις κίτρινες ελλείψεις.



Χάρτης 5.1: Δορυφορική απεικόνιση παραλίας Λαμπαγιαννά και περιχώρων
Πηγή: <https://www.google.gr/maps/>, 2016

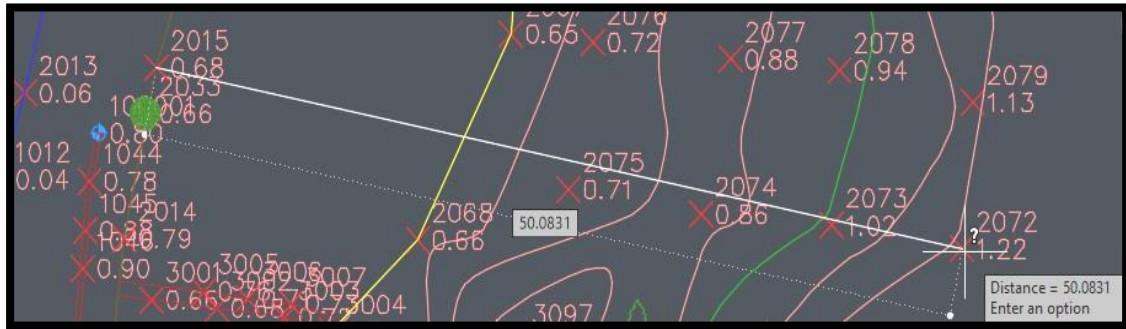
5.1.3. Γεωμορφολογία

Η παραλία του Λαμπαγιαννά εκτείνεται σε μία απόσταση της τάξης των 350 μέτρων. Παρουσιάζει τη μορφή ενός μικρού κολπίσκου, καθώς τόσο στο νότιο, όσο και στο βόρειο άκρο της βρίσκονται λόφοι που φτάνουν έως και τη θάλασσα, αποκόπτοντας τη σύνδεση με τη διπλανή ακτογραμμή.

Το έδαφος πίσω από την παραλία είναι σε μεγάλο βαθμό επίπεδο, με την υψομετρική διαφορά δύο σημείων που σχηματίζουν ευθεία διεύθυνσης κάθετης στην παραλία και απέχουν μεταξύ τους 50 περίπου μέτρα, να μην ξεπερνά τους 60 πόντους. Κάτι που ουσιαστικά σημαίνει ότι η κλίση του εδάφους, μέχρι εκείνο το σημείο, είναι της τάξης του 1%. Από εκεί και έπειτα, όμως, η κλίση αρχίζει και μεγαλώνει σταδιακά.

Για την απόδειξη των προαναφερθέντων περί κλίσης εδάφους παρουσιάζονται στη συνέχεια δύο αποσπάσματα του σχεδίου. Με μπλε χρώμα συμβολίζεται η ακτογραμμή, με καφέ το πέρας της παραλίας και με το σύμβολο X το κάθε σημείο, στο οποίο δίπλα αναγράφεται τόσο ο αύξων αριθμός (πάνω δεξιά), όσο και το υψόμετρό του (κάτω δεξιά).

Στο πρώτο απόσπασμα φαίνεται η οριζόντια απόσταση μεταξύ των σημείων 2015 και 2072, που είναι 50 μέτρα, με την υψομετρική διαφορά αυτών να είναι 54 εκατοστά. Ενώ στο δεύτερο φαίνεται η οριζόντια απόσταση μεταξύ των σημείων 1019 και 3052, που είναι 56 περίπου μέτρα, με την υψομετρική διαφορά τους να φτάνει τα 30 εκατοστά. Και στις δύο περιπτώσεις είναι εμφανές ότι η διευθύνσεις των ευθειών που ορίζουν τα εκάστοτε δύο σημεία προσεγγίζουν την καθετότητα με την ακτογραμμή.



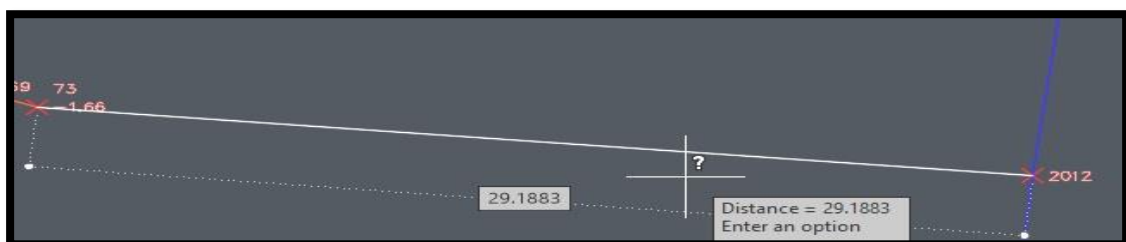
Χάρτης 5.2: Απόσπασμα τοπογραφικής αποτύπωσης παραλίας και τμήματος αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά Αργολίδας
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2016



Χάρτης 5.3: Απόσπασμα τοπογραφικής αποτύπωσης παραλίας και τμήματος αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά Αργολίδας
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2016

Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την κλίση στη στεριά, παύουν να ισχύουν υποθαλάσσια, καθώς οι υψομετρικές διαφοροποιήσεις γίνονται εντονότερες, με την κλίση να είναι της τάξης του 5%. Για την απόδειξη των διαφορών, χρησιμοποιείται και στη συγκεκριμένη περίπτωση απόσπασμα του σχεδίου.

Εδώ φαίνεται η οριζόντια απόσταση μεταξύ του υποθαλάσσιου σημείου 73 και του σημείου 2012 της ακτογραμμής, που είναι 29,2 μέτρα. Εφόσον το 2012 αποτελεί σημείο της ακτογραμμής, το υψόμετρό του τείνει στο μηδέν. Έτσι η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο σημείων αυτών είναι 1,66 μέτρα.



Χάρτης 5.4: Απόσπασμα τοπογραφικής αποτύπωσης παραλίας και τμήματος αρχαιολογικού χώρου Λαμπαγιαννά Αργολίδας
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2016

5.1.4. Ιστορικά Χαρακτηριστικά

Ο χώρος γύρω από την περιοχή μελέτης παρουσιάζει πληθώρα σημαντικών αρχαιολογικών ευρημάτων. Ο εξεταζόμενος βυθισμένος οικισμός στην παραλία Λαμπαγιαννά περιβάλλεται από δύο ακόμα αρχαιολογικούς χώρους ιδιαίτερης σημασίας. Βόρεια και σε απόσταση μερικών μόνο χιλιομέτρων εδράζεται ένας ακόμα βυθισμένος οικισμός στην περιοχή Σαλάντι, ενώ νότια βρίσκεται το σπήλαιο Φράγχθι, με το μονοπάτι που οδηγεί σε αυτό να ξεκινά από την ίδια την παραλία του Λαμπαγιαννά.



Χάρτης 5.5: Δορυφορική απεικόνιση θέσης αρχαιολογικών χώρων
Πηγή: <https://www.google.gr/maps/>, 2016

✚ Βυθισμένος Οικισμός στην περιοχή Σαλάντι

Ο προϊστορικός οικισμός αυτός βρίσκεται στο μέσο του όρμου των Διδύμων, λίγα χιλιόμετρα βορειότερα της παραλίας του Λαμπαγιαννά και του σπηλαιού Φράγχθι. Εκτείνεται, με κατεύθυνση βορειοδυτικά-νοτιοανατολικά, σε μια ζώνη μήκους 400 μέτρων και πλάτους 30 μέτρων περίπου, παράλληλα με την παραλία και μέχρι την ισοβαθή των 4 μέτρων, κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Λόγω ανόδου του επιπέδου της στάθμης του ύδατος, καθώς και των αλουβιακών αποθέσεων στο μυχό του όρμου η συνολική έκταση που καταλαμβάνει ο οικισμός δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί.

Η επιφανειακές έρευνες, που έλαβαν χώρα το 1998 από τους αρχαιολόγους της Εφορείας Εναλίων Αρχαιοτήτων Δ. Χανιώτη και Α. Τεγονίδου, και το 2000 από την Χ. Αγουρίδη, κατέδειξαν ότι ο οικισμός θα πρέπει να καταλάμβανε μια έκταση 20 περίπου στρεμμάτων και να βρισκόταν κατά την πρώιμη Εποχή του Χαλκού σε χαμηλή κοιλάδα, με αρκετή απόσταση από τη θάλασσα, με βάση την ελαφρά κλίση του βυθού. Οι τοίχοι θεμελιώσεως των κτηρίων του οικισμού, που είναι ορατοί σήμερα στην επιφάνεια του βυθού, είναι κατασκευασμένοι από αργούς λίθους και είναι κυρίως δύο τύπων: διπλοί πάχους 50-60 εκατοστών με ενδιάμεσο γέμισμα και μονοί πάχους 30 εκατοστών. Στο δεύτερο τύπο ανήκει και ημικυκλικό κτίσμα διαμέτρου 4 μέτρων. Αμφότεροι οι παραπάνω τύποι συναντώνται συχνά σε οικισμούς της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδος κατά την πρώιμη Χαλκοκρατία.

Από την κεραμική που ανευρέθει, όπου κυριαρχούν οι ραμφόστομες φιάλες, τα χονδροειδή αγγεία οικιακής χρήσεως, τα ανοικτά αγγεία με ανάγλυφες ταινίες στο άνω μέρος τους καθώς και μυλόλιθοι και τρυπητήρια από ηφαιστειακό υλικό του Σαρωνικού, ο οικισμός χρονολογείται στην πρώιμη Εποχή του Χαλκού και μάλιστα στην δεύτερη και πιο ώριμη φάση της.



Εικόνα 5.1: Η παρλία στην περιοχή Σαλάντι της Αργολίδας
Πηγή: <http://www.argolikeseidhseis.gr/>, 2014

✚ Σπήλαιο Φράγγθι

Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα, από αρχαιολογική σκοπιά, σπήλαια σε ολόκληρη την Ευρώπη και κατέχει εξέχουσα θέση στις προϊστορικές τοποθεσίες της Ελλάδας. Έχει βάθος 150 μέτρα και πλάτος εισόδου περίπου 30 μέτρα. Οι ανασκαφές που έχουν πραγματοποιηθεί επικεντρώθηκαν στο μπροστινό χώρο του σπηλαίου και καλύπτουν μία επιφάνεια της τάξης των 700 τετραγωνικών μέτρων. Εμπόδιο στην αρχαιολογική σκαπάνη αποτέλεσε η πτώση της οροφής του, η οποία έχει καταπλακώσει το υπόλοιπο τμήμα του σπηλαίου. Η ανάληψη των ανασκαφών έγινε από το πανεπιστήμιο της Ιντιάνα (ΗΠΑ) τη χρονολογική περίοδο 1969 έως 1979, υπό την αιγίδα της Αμερικανικής Σχολής Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα, με επικεφαλής καθηγητή τον Thomas Jacobsen.



Εικόνα 5.2: Η είσοδος του σπηλαίου Φράγγθι όπως φαίνεται από το εσωτερικό του
Πηγή: <http://www.archaiologia.gr/>, 2016



Εικόνα 5.3: Η γκρεμισμένη οροφή του σπηλαίου Φράγγθι από ψηλά
Πηγή: <http://www.paratiritis-news.com/>, 2013

Το συγκεκριμένο σπήλαιο διασώζει στρωματογραφική ακολουθία από την αρχή, τουλάχιστον, της Ανώτερης Παλαιολιθικής (40000-10000 π.Χ.) έως και το τέλος της Νεολιθικής περιόδου (7000-3000 π.Χ.).

Στην Παλαιολιθική και Μεσολιθική περίοδο το Φράγγθι υπήρξε καταφύγιο μετακινούμενων κυνηγών, τροφосуλλεκτών και ψαράδων, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν για τις καθημερινές τους ανάγκες εργαλεία φτιαγμένα από σκληρές και αιχμηρές πέτρες, όπως ο πυριτόλιθος και ο οψιανός. Ιδιαίτερη σημασία στην ιστορία του σπηλαίου κατέχει η Μεσολιθική περίοδος, καθώς συνδέεται με κοινωνικοοικονομικές μεταβολές. Πραγματοποιούνται οι πρώτοι ενταφιασμοί, τα ταξίδια ανοιχτής θαλάσσης και εμφανίζονται τα πρώτα δείγματα συστηματικής αλιείας.

Στη Νεολιθική, η κατοίκηση επεκτάθηκε εκτός του σπηλαίου, στον παρακείμενο υπαίθριο χώρο. Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του οικισμού, το οποίο ονομάζεται Παραλία, είναι σήμερα καταβυθισμένο λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Σπήλαιο και υπαίθριος χώρος αποτέλεσαν το χώρο δραστηριοτήτων μιας κοινότητας γεωργών και κτηνοτρόφων, η οποία διατηρούσε επαφές με πολλές περιοχές του νοτίου Αιγαίου.

Οι κάτοικοι του οικισμού χρησιμοποιούσαν πλήθος λίθινων εργαλείων, όπως λεπίδες για δρεπάνια, μαχαιράκια, αιχμές βελών, μυλόπετρες, τσεκουράκια και αξίνες, αλλά και πολλά οστέινα, όπως αγκίστρια, σπάτουλες και σουβλιά. Πολλά είδη της καθημερινής τους εργαλειοθήκης δεν έχουν σωθεί, λόγω του φθαρτού τους χαρακτήρα. Για την εξυπηρέτηση των καθημερινών τους αναγκών, οι κάτοικοι είχαν διαμορφώσει το εσωτερικό του σπηλαίου σε επιμέρους χώρους χρήσης, κάποιοι από τους οποίους περιείχαν λιθόστρωτα δάπεδα ή εστίες φωτιάς. Στον υπαίθριο χώρο, τα σπίτια τους ήταν απλές κατασκευές με λίθινη θεμελίωση, δάπεδα από πατημένο πηλό και τοίχους σοβατισμένους για μόνωση και καθαριότητα. Τόσο το σπήλαιο όσο και ο υπαίθριος χώρος χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς και ως τόποι ενταφιασμού.

Μία από τις καινοτομίες της περιόδου είναι η κατασκευή αγγείων και ειδωλίων από ψημένο πηλό. Κάποια από τα αγγεία έφεραν περίτεχνη πολύχρωμη διακόσμηση. Όπως οι προκάτοχοί τους, έτσι και οι Νεολιθικοί κάτοικοι του σπηλαίου φρόντιζαν για τον καλλωπισμό τους φτιάχνοντας κοσμήματα από απλά φυσικά υλικά, όπως τα θαλάσσια κοχύλια.



Μεσολιθική ταφή
Neolithic burial

Εικόνα 5.4: Ο σκελετός του σπηλαίου
Φράγγθι

Πηγή: <http://www.cityofnafplio.com/>, 2013

Πέραν όσων προαναφέρθηκαν, ιδιαίτερης σημασίας ανακάλυψη θεωρείται ο σκελετός. Πρόκειται για τον αρχαιότερο πλήρη σκελετό στην Ελλάδα, που χρονολογείται 8000-10000 χρόνια πίσω. Ήταν άντρας 25 χρονών με ύψος 1,56, ο οποίος δέχθηκε ισχυρό χτύπημα στο κεφάλι. Ο νεκρός είχε καλυφθεί από πέτρες, αλλά δεν υπήρξαν κοσμήματα ή αφιερώματα. Τα πόδια του ήταν λυγισμένα και τα χέρια στο στήθος στην στάση του εμβρύου. Ο προσανατολισμός της ταφής ήταν με το κεφάλι να κοιτάει προς το νότο και τα πόδια στο βορά.

Βρέθηκαν, ακόμα, δύο σκελετοί παιδιών με αντίστροφο προσανατολισμό. Όλα τα προαναφερθέντα ευρήματα εκτίθενται στο αρχαιολογικό μουσείο της πόλης του Ναυπλίου. (Κύρου Α.-Κ., 1990)

✚ Βυθισμένος Οικισμός στην παραλία Λαμπαγιαννά

Ο αρχαιολογικός αυτός χώρος, κοντά στο χωριό Φούρνοι Αργολίδας, εντοπίστηκε κατά τη διάρκεια της έρευνας συνεργασίας της Εφορείας Εναλίων Αρχαιοτήτων και του Πανεπιστημίου της Γενεύης, υπό την αιγίδα της Ελβετικής Αρχαιολογικής Σχολής, στον Αργολικό Κόλπο. Στόχευση ήταν η εξερεύνηση του βυθισμένου αρχαίου τοπίου και η εύρεση των ιχνών της ανθρώπινης κατοίκησης στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή του σπηλαίου Φράγγθι. Η έρευνα, που ξεκίνησε το 2014 με την αποστολή TerraSubmersa και το ηλιακό σκάφος PlanetSolar και συνεχίζει, διεξάγεται υπό τη διεύθυνση της Δρ. Αγγελικής Γ. Σίμωνι, προϊσταμένης της Εφορείας Εναλίων Αρχαιοτήτων, και του καθηγητή Karl Reber, διευθυντή της Ελβετικής Αρχαιολογικής Σχολής. Οι επί τόπου υπεύθυνοι των εργασιών είναι η καταδυόμενη αρχαιολόγος της Ε.Ε.Α., Κουτσούμπα Δέσποινα, και ο λέκτορας ελληνικής προϊστορίας του Πανεπιστημίου της Γενεύης, Julien Beck.



Εικόνα 5.5: Το μεγαλύτερο catamaran παγκοσμίως, που κινείται αποκλειστικά με ηλιακή ενέργεια, MS Turanor PlanetSolar
Πηγή: <http://www.tribune.gr/>, 2014

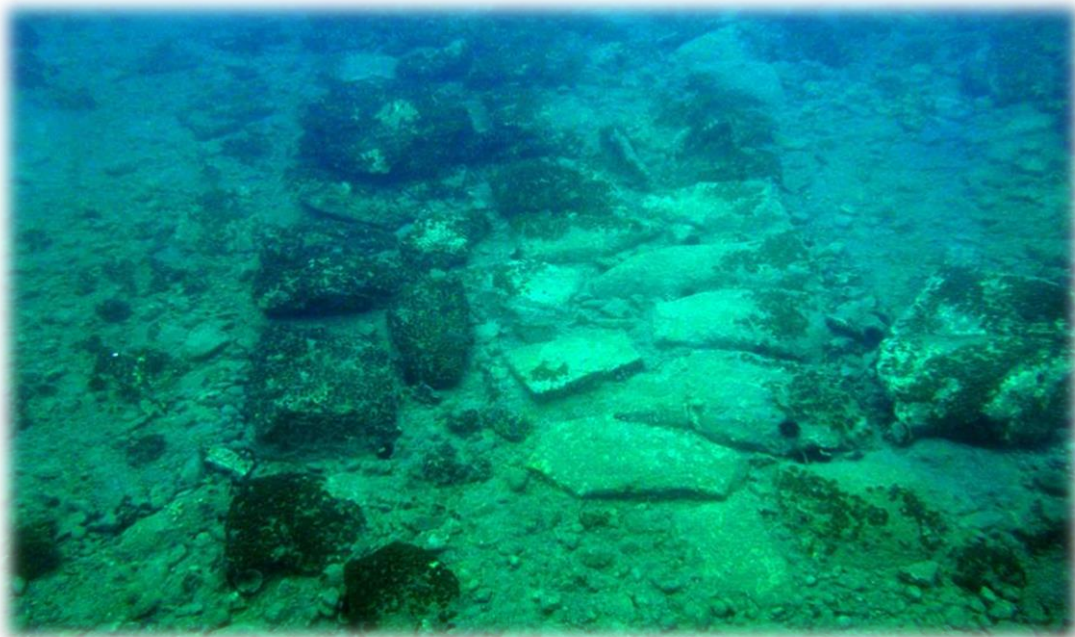
Πέρα από την πληθώρα των ευρημάτων που έφεραν στην επιφάνεια τα πρώτα στάδια των ερευνών, τα τελευταία χρόνια, οι εργασίες έχουν επικεντρωθεί στον βυθισμένο οικισμό της παραλίας Λαμπαγιαννά. Ο οικισμός αυτός καταλαμβάνει μεγάλη έκταση, που ξεπερνά τα 12 στρέμματα, και εντοπίζεται σε βάθος από ένα έως και τρία μέτρα. Ο όγκος του σε συνδυασμό με τον αμμώδη βυθό καθιστούν ορατά τα όριά του, λόγω αντίθεσης, ακόμα και στις δορυφορικές απεικονίσεις της εταιρίας Google.



Χάρτης 5.6: Δορυφορική απεικόνιση της παραλίας Λαμπαγιαννά, όπου αναγνωρίζονται τα όρια του βυθισμένου οικισμού

Πηγή: <https://www.google.gr/maps/>, 2016

Πρόκειται για έναν τειχισμένο παραθαλάσσιο Πρωτοελλαδικό οικισμό της 3^{ης} χιλιετίας π.Χ. Στα εξωτερικά όριά του βρίσκεται το τείχος και δύο πεταλοειδείς πύργοι, που ξεπερνούν σε μέγεθος αντίστοιχους άλλων αρχαιολογικών χώρων, όπως αυτούς της Λέρνας.



Εικόνα 5.6: Τμήμα της λίθινης θεμελίωσης του εξωτερικού οχυρωματικού τείχους

Πηγή: <http://www.kathimerini.gr/>, 2015

Στο εσωτερικό του οικισμού εντοπίζονται πληθώρα τοίχων, πλακόστρωτα δάπεδα που παραπέμπουν σε δρόμους και πλατείες, τουλάχιστον δύο κυκλικά κτίρια και αρκετά αψιδωτά. Επίσης, εμφανίζονται διαφορετικά είδη χτισίματος τοίχων, όπως για παράδειγμα με κάθετες ή πλάγιες πέτρες και άλλα. Με λίγα λόγια, παρουσιάζεται η θεμελίωση μεγάλου πλήθους κτισμάτων όλων των χαρακτηριστικών πρωτοελλαδικών τύπων (ορθογώνια, κυκλικά, αψιδωτά) και πλακόστρωτα.

Η κεραμική που περισυλλέγη, από το χώρο του οικισμού, είναι χαρακτηριστική της δεύτερης Πρωτοελλαδικής περιόδου, η οποία εντάσσεται στα μέσα της 3^{ης} χιλιετίας π.Χ. Βρέθηκαν, επίσης, πληθώρα λίθινων εργαλείων, λεπίδες οψιδιανού και διάφορα άλλα αντικείμενα. Ανάμεσα στα καλύτερα εκπροσωπούμενα σχήματα, βρίσκονται φιάλες και λεκάνες όλων των μεγεθών, όπως συμβαίνει και στις περισσότερες αρχαιολογικές θέσεις της ίδιας περιόδου.

Τα ευρήματα, από τη μέχρι στιγμής έρευνα, δεν δείχνουν να εκτείνονται στην τρίτη Πρωτοελλαδική περίοδο. Η ιδιαίτερα μεγάλη ποσότητα θραυσμάτων από αγγεία, η χρονολογική ομοιογένεια των ευρημάτων, καθώς και το μέγεθος των θραυσμάτων υποδεικνύουν μια ξαφνική εγκατάλειψη του χώρου, ο οποίος δεν κατοικήθηκε ξανά μεταγενέστερα.

5.2. Προγραμματισμός Εργασιών Πεδίου

Πριν από την έναρξη της συγκεκριμένης τοπογραφικής εργασίας, έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες, για την ορθή ολοκλήρωσή της και την εξαγωγή των επιθυμητών δεδομένων, αποτέλεσε η σωστή αναγνώριση της περιοχής μελέτης. Η διαδικασία αυτή εντάσσεται στην προετοιμασία των εργασιών και οδήγησε στην σωστή επιλογή του απαραίτητου εξοπλισμού. Όλα τα παραπάνω αποδείχθηκαν καθοριστικά για την διεκπεραίωση της εργασίας, εντός των χρονικών περιορισμών που τέθηκαν και ταυτόχρονα με το μικρότερο δυνατό κόστος.

5.2.1. Αναγνώριση Παραλίας και Αρχαιολογικού Χώρου Λαμπαγιαννά

Η διαδικασία της αναγνώρισης πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές φάσεις, τα αποτελέσματα των οποίων, συνδυαστικά, δημιούργησαν τη σωστή εικόνα για την περιοχή μελέτης.

Στην πρώτη φάση, επιχειρήθηκε εξέταση σε περιβάλλον γραφείου. Με χρήση του λογισμικού της εταιρίας Google, GoogleEarth, σχηματίστηκε μία πρώτη εικόνα για το χώρο του μνημείου και για αυτόν που τον περιβάλλει, όπως φαίνεται στο χάρτη 4.6. Συσχετίζοντας όσα διακρίνονταν από τη δορυφορική απεικόνιση του λογισμικού, με τις γνώσεις που αποκτήθηκαν από περαιτέρω συζητήσεις με την επιβλέποντα πεδίου, καταδύομενη αρχαιολόγο Κουτσούμπα Δ., προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα για τον χώρο:

- Η παραλία καλύπτεται από βότσαλο, καταλαμβάνοντας μία λωρίδα γης της τάξης των 10 μέτρων, με ορισμένες σχετικά μικρές αυξομειώσεις.
- Μετά το πέρας της παραλίας, εμφανίζεται χωμάτινη έκταση, με αρκετά μικρή κλίση εδάφους, καλυπτόμενη από κοντή κυρίως βλάστηση.
- Εμφανίζονται θεμελιώσεις τοιχίων εκτός θάλασσας, χωρίς να είναι γνωστό το κατά πόσο σχετίζονται με τον αρχαιολογικό χώρο ή αποτελούν μεταγενέστερες κατασκευές.
- Το ορατό τμήμα του βυθισμένου οικισμού καταλαμβάνει μεγάλη έκταση, που ξεπερνά τα 12 στρέμματα, και εντοπίζεται σε βάθος από ένα έως και τρία μέτρα.

Για τη δεύτερη φάση της αναγνώρισης, απαραίτητη ήταν η μετάβαση στο πεδίο. Εκεί, διαπιστώθηκε η ορθότητα των συμπερασμάτων της πρώτης φάσης, εξοικειώθηκαν τα μέλη της αποστολής με το χώρο και την έκταση που αυτός καταλαμβάνει και πραγματοποιήθηκε αναγνωριστική βουτιά, στην οποία υποδείχθηκαν από την αρχαιολόγο συγκεκριμένες θεμελιώσεις τοιχίων του βυθισμένου οικισμού.

5.2.2. Προγραμματισμός Χρονικής Διάρκειας Εργασιών Πεδίου

Κατά την προετοιμασία της αποστολής τέθηκαν συγκεκριμένοι χρονικοί περιορισμοί, που έπρεπε να ληφθούν υπόψη.

Έναν πρώτο περιορισμό δημιούργησαν τα όργανα που παραλήφθηκαν από το εργαστήριο του Τομέα Τοπογραφίας της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο περιορισμός αυτός είχε να κάνει με την λήξη του ακαδημαϊκού έτους 2014-2015 και το κλείσιμο της σχολής την Παρασκευή 24 Ιουλίου. Την ημέρα εκείνη το σύνολο των οργάνων έπρεπε να έχει επιστραφεί στο εργαστήριο της σχολής.

Ο δεύτερος περιορισμός δημιουργήθηκε από την αναγκαιότητα ένταξης των τοπογραφικών εργασιών στην αρχαιολογική έρευνα. Καθώς η παρουσία επιβλέποντα αρχαιολόγου ήταν επιβεβλημένη, έπρεπε οι τοπογραφικές εργασίες να λάβουν χώρα την ίδια χρονική περίοδο με τις εργασίες της αρχαιολογικής αποστολής. Οι περίοδος των εργασιών αυτών ξεκίνησε από τις 13 Ιουλίου 2015 και ολοκληρωνόταν στις 21 Αυγούστου του ίδιου έτους.

Ο συνδυασμός αυτών των δύο περιορισμών δημιουργούσε μία περίοδο 10 ημερών, εντός των οποίων έπρεπε να ολοκληρωθούν οι τοπογραφικές εργασίες. Έτσι, αποφασίστηκε το συνεργείο να μεταβεί στην περιοχή μελέτης στις 14 Ιουλίου, με την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου να λαμβάνει χώρα την Τετάρτη 22 Ιουλίου.

5.2.3. Εξοπλισμός Τοπογραφικών Εργασιών

Για τη μη ύπαρξη χρονοτριβών κατά τη διεκπεραίωση των τοπογραφικών εργασιών, έπρεπε να αποφασιστεί και να συγκεντρωθεί ολόκληρος ο απαιτούμενος εξοπλισμός, πριν τη μετάβαση του συνεργείου στην περιοχή. Πέρα των οργάνων που παραλήφθηκαν, όπως προαναφέρθηκε, από το εργαστήριο του Τομέα Τοπογραφίας, απαραίτητη ήταν και η συγκέντρωση διαφόρων άλλων υλικών, που θα έλυναν συγκεκριμένα προβλήματα, όπως η σήμανση σημείων ελέγχου στη στεριά και στη θάλασσα, η κατασκευή των σταδίων για την υδραυλική χωροστάθμιση και άλλα.

Στα όργανα συμπεριλήφθηκαν:

- ✓ Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός της εταιρίας Topcon, GTS-235N (σφάλμα μέτρησης διευθύνσεων $\pm 27''$, σφάλμα μέτρησης μηκών $\pm 2\text{mm} \pm 2\text{ppm}$)
- ✓ Τρίποδας της εταιρίας Topcon
- ✓ Πρίσμα της εταιρίας Topcon
- ✓ Στυλεός μήκους 1,8 μέτρων
- ✓ Δύο μετροταινίες 25 μέτρων
- ✓ Δύο ξύλινες σταδίες παλαιού τύπου
- ✓ Ξύλινοι πάσσαλοι

Όλα τα προαναφερθέντα όργανα, με εξαίρεση τους πασσάλους, παρουσιάζονται στην εικόνα 5.7 παρακάτω.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Εικόνα 5.7: Όργανα εργασιών πεδίου, (α) Total Station Topcon GTS-235N, (β) Τρίποδας Topcon, (γ) Πρίσμα Topcon, (δ) Στυλεός, (ε) Μετροταινία, (στ) Ξύλινες Σταδίες

Πηγή: <http://www.topcon.eu/>, 2016

Στα υπόλοιπα υλικά εντάσσονται:

- ✓ Τσιμέντο ενός κιλού
- ✓ Έξι σιδερένιες ράβδοι, μήκους 70 εκατοστών η κάθε μία
- ✓ Αλφαδολάστιχο μήκους 20 μέτρων
- ✓ Ένα κουτί καρφιά ρόκα
- ✓ Πρόκες από ατσάλι
- ✓ Άδεια πλαστικά μπουκάλια νερού

Όλα τα παραπάνω υλικά, εκτός από τα μπουκάλια του νερού, εμφανίζονται στην εικόνα 5.8 που ακολουθεί.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)

Εικόνα 5.8: Διάφορα βοηθητικά υλικά, (α) Τσιμέντο, (β) Σιδερένιες Ράβδοι, (γ) Αλφαδολάστιχο, (δ) Καρφί Ρόκα, (ε) Πρόκες από ατσάλι

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί, η σημαντικότερη συνεισφορά της αρχαιολογικής ομάδας στον τομέα του εξοπλισμού, καθώς αυτή προμήθευσε το τοπογραφικό συνεργείο με ένα πρίσμα της εταιρίας Leica, ένα στυλεό μήκους 3,2 μέτρων, δύο πινακίδες υποβρύχιας καταγραφής και το μεγαλύτερο κομμάτι του εξοπλισμού καταδύσεων, όπως αυτός περιγράφει στο 2^ο κεφάλαιο.

Στο σύνολό τους, τα παραπάνω όργανα και υλικά, χρησίμευσαν ολοκληρωτικά στις εργασίες πεδίου, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αποφεύχθηκαν στο απόλυτο οι ελλείψεις. Λόγω της ιδιαιτερότητας της υφής των τοπογραφικών εργασιών η απόλυτη πρόβλεψη των απαραίτητων υλικών είναι ουσιαστικά αδύνατη, πόσο δε όταν περιλαμβάνονται υποθαλάσσιες εργασίες. Βέβαια, η ορθή επιλογή των οργάνων και των υλικών για την διεκπεραίωση του μεγαλύτερου τμήματος των εργασιών, βοήθησε εξαιρετικά στο να μην χαθεί πολύτιμος από τον ήδη περιορισμένο χρόνο.

5.3. Εργασίες Πεδίου και Λήψη Δεδομένων

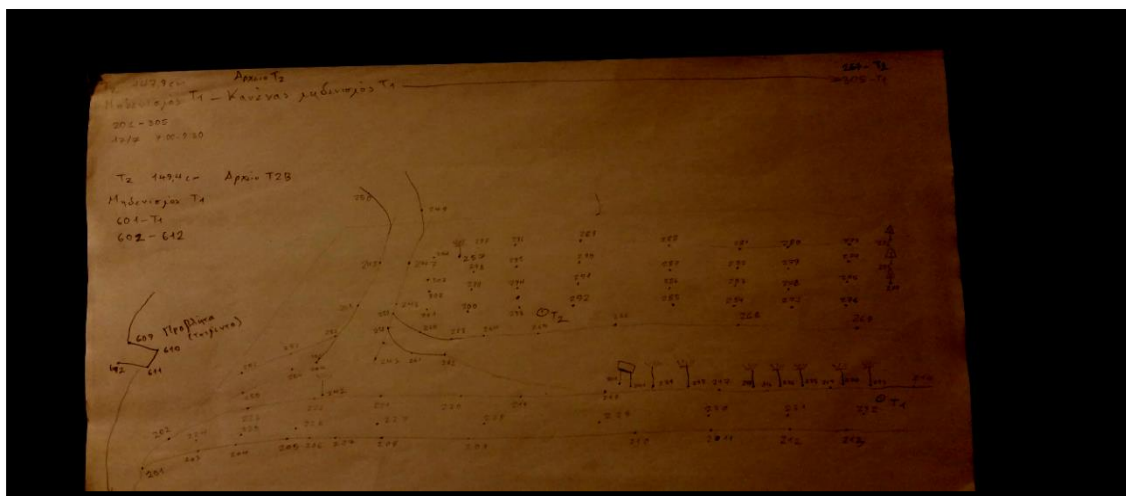
Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται μια εκτενής περιγραφή του συνόλου των εργασιών υπαίθρου, που έλαβαν χώρα στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, και εκθέτονται τα ληφθέντα δεδομένα. Συμβαδίζοντας με τη χρονική ακολουθία των εργασιών, αναλύεται ο σχεδιασμός των αυτοσχέδιων, η ίδρυση σημείων αναφοράς στην παραλία, η ταχυμετρία, η ίδρυση σημείων αναφοράς εντός της θάλασσας και η αντίστοιχη ταχυμετρία, οι χρήσεις των μετροταινιών, η υδραυλική χωροστάθμηση και τέλος, η απόδοση συντεταγμένων και προσανατολισμού στο σχέδιο.

5.3.1. Αυτοσχέδια Υπαίθρου

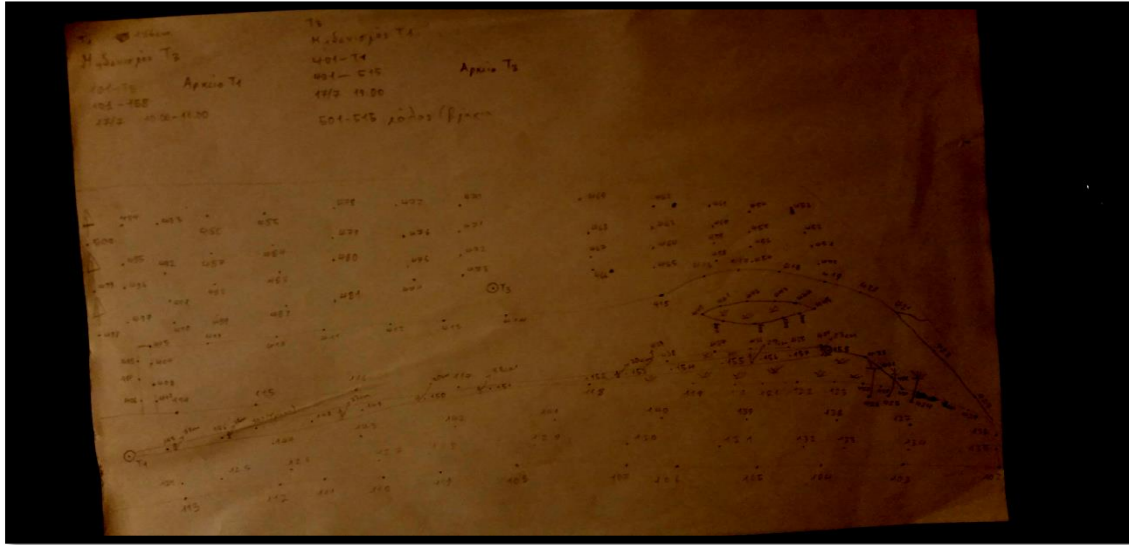
Στην εργασία αυτή δίνετε ιδιαίτερα μεγάλη προσοχή, καθότι αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες για την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου και τη σύνταξη του τοπογραφικού διαγράμματος. Το αυτοσχέδιο, όπως περιγράφει και στο κεφάλαιο 4 (4.1.1. Αυτοσχέδιο Υπαίθρου), είναι ένα “τοπογραφικό διάγραμμα” δίχως κλίμακα και με ελεύθερη σχεδίαση. Σε αυτό απεικονίζονται τα συστατικά της φυσικής γήινης επιφάνειας, διατηρώντας μία σχετική αναλογία μεταξύ τους. Η σύνταξή του πρέπει να είναι προσεκτική, καθώς, απαιτείται να γίνεται απόλυτα κατανοητό, ακόμα και από τρίτους.

Εφόσον η εξεταζόμενη περιοχή κάλυπτε μεγάλη έκταση, η απεικόνισή της σε ένα και μόνο αυτοσχέδιο ήταν αδύνατη. Δημιουργήθηκαν, έτσι, δύο διαφορετικά φύλλα, τα οποία αναπαριστούσαν το βόρειο και το νότιο τμήμα της υπό αποτύπωσης περιοχής, εκτός της θάλασσας. Φυσικά, υπήρξε και πληθώρα άλλων αυτοσχέδιων τα οποία σχεδιάστηκαν σε μεταγενέστερα στάδια των εργασιών, όπου και θα παρουσιαστούν.

Τα κροκί, όπως ονομάζονται αλλιώς τα αυτοσχέδια, παρουσιάζονται στους παρακάτω δύο χάρτες (5.7 και 5.8).



Χάρτης 5.7: Αυτοσχέδιο βόρειου τμήματος ακτογραμμής και παραλίας Λαμπαγιαννά
Πηγή: Ίδια διπλωματική εργασία, 2015



Χάρτης 5.8: Αυτοσχέδιο νότιου τμήματος ακτογραμμής και παραλίας Λαμπαγιαννά
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

5.3.2. Ίδρυση Σημείων Αναφοράς στο Έδαφος

Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν στον προγραμματισμό των τοπογραφικών εργασιών, και κυρίως στο κομμάτι της αναγνώρισης της περιοχής μελέτης, αποφασίστηκε να εκπονηθεί τοπογραφικό διάγραμμα που θα κάλυπτε και ένα μεγάλο κομμάτι γης, πίσω από την παραλία. Στην συγκεκριμένη απόφαση οδήγησε η ύπαρξη θεμελιώσεων τοιχίων στη στεριά και η άποψη της αρχαιολογικής ομάδας ότι ενδέχεται ο βυθισμένος οικισμός να εκτείνεται και κάτω από το έδαφος. Στην περίπτωση που η υπόθεση αυτή, μελλοντικά, αποδειχθεί αληθής και προκύψουν αρχαιολογικές εργασίες εκτός της θάλασσας, το τοπογραφικό της περιοχής θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο.

Για τον λόγο αυτό και για να επιτευχθεί η κάλυψη ολόκληρης της έκτασης, ιδρύθηκε ένα τριγωνικό δίκτυο τριών σημείων πάνω στο έδαφος. Η θέση των σημείων επιλέχθηκε προσεκτικά ώστε να μη δημιουργούνται τυφλές περιοχές. Το πρώτο (T1), που θεωρήθηκε και ως αρχή του αυθαίρετου συστήματος, σημάνθηκε με μεγάλο ήλο από ατσάλι, πάνω σε βράχο, κοντά στη μέση περίπου της παραλίας. Τα άλλα δύο τοποθετήθηκαν πιο πίσω, βορειοανατολικά και νοτιοανατολικά αντίστοιχα (T2 και T3), και σημάνθηκαν με ξύλινο πάσσαλο, στη κεφαλή του οποίου καρφώθηκε πρόκα από ατσάλι για τον καλύτερο ορισμό τους.

Έτσι, ορίστηκε μία κλειστή ανεξάρτητη όδευση τριών σημείων. Με χρήση του ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού και του κατάφωτου, μετρήθηκαν οριζόντιες και κατακόρυφες γωνίες, καθώς και κεκλιμένες αποστάσεις μεταξύ των σημείων αυτών, σε δύο επαναλήψεις από την εκάστοτε στάση του οργάνου.

5.3.3. Διαδικασία Ταχυμετρίας

Αφού ιδρύθηκαν οι κορυφές της όδευσης και μετρήθηκαν, ώστε να τους αποδοθούν συντεταγμένες, ακολούθησαν οι μετρήσεις των σημείων λεπτομέρειας, με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων.

Με χρήση του γεωδαιτικού σταθμού Topcon GTS-235N και του κατάφωτου της ίδιας εταιρίας, μετρήθηκαν συνολικά, και από τις τρεις κορυφές του δικτύου, 285 ταχυμετρικά σημεία, για την αποτύπωση αποκλειστικά και μόνο της παραλίας και του περιβάλλοντα χώρου. Τα σημεία αυτά όριζαν την ακτογραμμή, το πέρας της παραλίας, το οδικό δίκτυο της περιοχής, κύριο και δευτερεύον, διάφορες κατασκευές (π.χ. προβλήτα), τη θεμελίωση τοιχίων και την υψηλή βλάστηση (δένδρα), ενώ, τέλος, αρκετά περιέγραφαν τη μορφολογία του εδάφους, αποτελούσαν δηλαδή υψομετρικά σημεία.

Η διαδικασία αυτή έλαβε χώρα πρωινές (6:00 έως 10:30) και απογευματινές (18:30 έως 21:00) μόνο ώρες, για να αποφευχθεί η μεγάλη επίδραση των ηλιακών ακτινών στις μετρήσεις. Ταυτόχρονα, διατηρήθηκε σε ολόκληρη τη διάρκειά τους ακριβώς το ίδιο σύστημα οργάνων-παρατηρητή.



Εικόνα 5.9: Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός Topcon GTS-235N, στη κορυφή T1, κατά τη διάρκεια της ταχυμετρίας.
Πηγή: Ίδια διπλωματική εργασία, 2015

Ένα πρόβλημα που προέκυψε κατά τη διεκπεραίωση της εργασίας αυτής, ήταν η μη απόδοση προσανατολισμού στο όργανο, κατά τη στάση του στην κορυφή T2. Με λίγα λόγια, δεν πραγματοποιήθηκε σωστός μηδενισμός του οριζώντιου γωνιομετρικού δίσκου του οργάνου. Αυτό έγινε αντιληπτό από το συνεργείο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, καθότι οι μετρούμενες οριζόντιες γωνίες των ταχυμετρικών σημείων απέκλιναν σε ιδιαίτερα μεγάλο βαθμό από αυτές που προβλέπονταν. Έτσι, η κορυφή μηδενισμού (T1) μετρήθηκε στο ενδιάμεσο των εργασιών, ως ένα ακόμα σημείο λεπτομέρειας, λύνοντας το πρόβλημα που είχε δημιουργηθεί.

5.3.4. Ίδρυση Σημείων Αναφοράς στη Θάλασσα

Από την αναγνώριση της περιοχής είχε γίνει αντιληπτή η μεγάλη έκταση που καταλάμβανε ο αρχαιολογικός χώρος, η οποία σε συνδυασμό με τη φύση της αρχαιολογικής έρευνας και τον στόχο της διπλωματικής αυτής εργασίας, καθιστούσαν την αποτύπωσή του ιδιαίτερα πολύπλοκη. Για τον λόγο αυτό, και έπειτα από υπόδειξη της υπεύθυνης αρχαιολόγου πεδίου, αποφασίστηκε η αποτύπωση τμήματος του αρχαιολογικού μνημείου.

Απαραίτητη στη συνέχιση των τοπογραφικών εργασιών ήταν η ίδρυση σημείων αναφοράς κοντά στο επιθυμητό τμήμα του υπό αποτύπωση οικισμού. Λόγω της αμμώδους υφής του βυθού, τα σημεία αναφοράς ιδρύθηκαν με χρήση καλουπιών από τσιμέντο, στο μέσο των οποίων εγκαταστάθηκαν σιδερένιοι ράβδοι. Ως καλούπι χρησιμοποιήθηκαν πάτοι άδειων μπουκαλιών νερού, ύψους 5 εκατοστών. Οι ράβδοι από σίδηρο τοποθετήθηκαν στο κέντρο των καλουπιών, εντός των οποίων έγινε η έγχυση μίγματος τσιμέντου. Τα στάδια της διαδικασίας αυτής, καθώς και το αποτέλεσμα, εμφανίζονται στις παρακάτω εικόνες (5.10α έως 5.10δ).



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνα 5.10: Στάδια παραγωγής υλικών σήμανσης υποθαλάσσιων σημείων αναφοράς, (α) Διάτρηση καλουπιών με σιδερένια ράβδο, (β) Πάκτωση στο έδαφος, (γ) Έγχυση μίγματος τσιμέντου, (δ) Τελικό αποτέλεσμα
Πηγή: Ίδια διπλωματική εργασία, 2015

Αποφασίστηκε η εγκατάσταση τεσσάρων τέτοιων σημείων, που θα σχημάτιζαν ένα τετράγωνο, πλευράς οκτώ μέτρων, στο βυθό, εντός του οποίου βρίσκονταν θεμελιώσεις δύο γωνιακών τοιχίων ιδιαίτερης σημασίας, σύμφωνα με τους αρχαιολόγους. Για την εργασία αυτή, χρησιμοποιήθηκε πολυεστερικό σχοινί βυθού, το οποίο δεν έχει άνωση, και μία βαριά μικρού μεγέθους.

Δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικά κομμάτια σχοινιού με μήκος 8 και 11,31 μέτρα αντίστοιχα, δηλαδή με μήκος ίσο με την πλευρά και τη διαγώνιο του τετραγώνου. Η πρώτη κορυφή (Α) πακτώθηκε στο βυθό με τη βαριά, σε τυχαίο σημείο. Στη συνέχεια με το κομμάτι σχοινιού 8 μέτρων και τη χρήση υποβρύχιας πυξίδας, εγκαταστάθηκε η δεύτερη κορυφή (Β). Τέλος, για τις δύο τελευταίες κορυφές (Γ, Δ), χρησιμοποιήθηκαν και τα δύο κομμάτια σχοινιού. Δένοντας τη μία άκρη κάθε κομματιού στην αντίστοιχη υπάρχουσα κορυφή και τραβώντας τα έως ότου συναντηθούν οι άλλες δύο άκρες τους, οριζόταν το σημείο των κορυφών, όπου και πακτώθηκαν με τη βαριά.

Έτσι, εγκαταστάθηκε ένα τετράγωνο κανάβου (διαστάσεων 8*8), που κάλυπτε 64 τετραγωνικά μέτρα βυθού, και αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμο στην εξέλιξη των εργασιών.

5.3.5. Διαδικασία Υποθαλάσσιας Ταχυμετρίας

Η διαδικασία αυτή ακολουθεί τα ίδια βήματα με την αντίστοιχη, που λαμβάνει χώρα εκτός νερού, προσαρμοσμένα βέβαια, στις ιδιαιτερότητες που προκύπτουν λόγω της θάλασσας.

Το σύστημα που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί, αποτελούταν πέραν του ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού και του παρατηρητή σε αυτόν, από έναν αυτοδύτη, που τοποθετούσε την ακμή του στυλεού (3,2 μέτρα) στα σημεία του βυθού προς αποτύπωση, και έναν, ακόμα, ελεύθερο δύτη, που σταθεροποιούσε το κατάφωτο, βάση αεροστάθμης, και έδινε το σήμα για την έναρξη των μετρήσεων. Το σύστημα αυτό, για να λειτουργήσει με ακρίβεια, απαιτούσε την απόλυτη προσοχή του συνεργείου και την αρμονική συνεργασία μεταξύ των ατόμων.

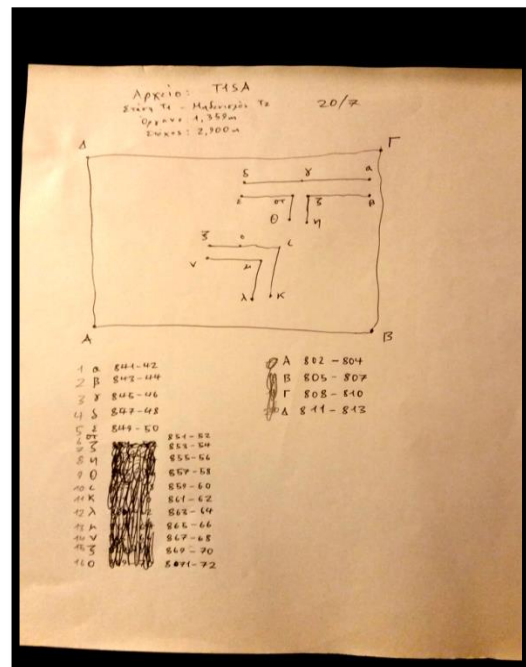


Εικόνα 5.11: Δύτης επί το έργο, αποτύπωση ταχυμετρικών σημείων στο βυθό με κατάφωτο
Πηγή: <http://www.patrisnews.com/>, 2016

Πρώτο στάδιο της διαδικασίας αποτέλεσε η δημιουργία αυτοσχέδιων πάνω στις πινακίδες υποθαλάσσιας καταγραφής, τα οποία ενημερώνονταν συνεχώς από τον δύτη του συνεργείου. Αυτά τα αυτοσχέδια παρουσιάζονται στους χάρτες 5.9 και 5.10, τόσο πάνω στις πινακίδες υποθαλάσσιας καταγραφής, όσο και στην τελική τους μορφή, ύστερα από την μεταφορά τους στο χαρτί.



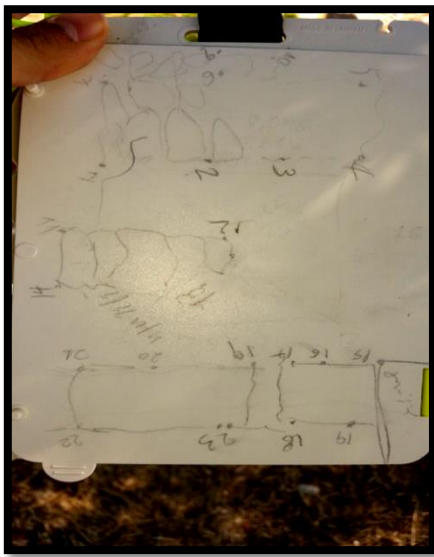
(α)



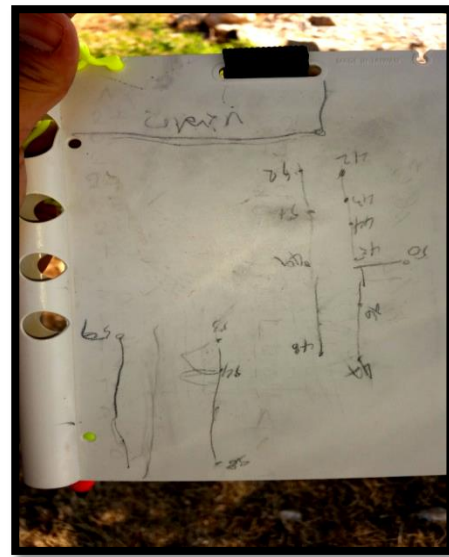
(β)

Χάρτης 5.9: Αυτοσχέδιο υποθαλάσσιων σημείων εντός του κανάβου, (α) στην πινακίδα υποθαλάσσιας καταγραφής, (β) η μεταφορά του στο χαρτί
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

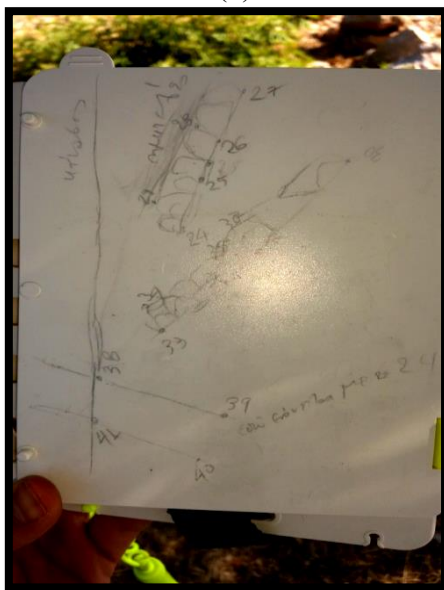
Μετρήθηκαν με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω 80 σημεία λεπτομερειών που όριζαν θεμελιώσεις τοιγίων του αρχαιολογικού μνημείου, εντός και εκτός κανάβου, κορυφές του κανάβου και κάποια ακόμα που θεωρήθηκε ότι υπάρχει πιθανότητα να αποτελούν πλάγιες γραμμές οδού. Λόγω κυματισμού των υδάτων, γεγονός που δυσκόλευε την σταθεροποίηση του κατάφωτου, αποφασίστηκε να μετρηθούν όλα τα σημεία περισσότερες από μία φορές. Τα σημεία αναφοράς, δηλαδή οι κορυφές του τετραγώνου, για μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήθηκαν τρεις φορές το καθένα, ενώ, όλα τα υπόλοιπα από δύο. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τη στάση της όδευσης T1, η οποία αποτέλεσε την αρχή του αυθαίρετου συστήματος και, επομένως, θεωρείται χωρίς σφάλμα.



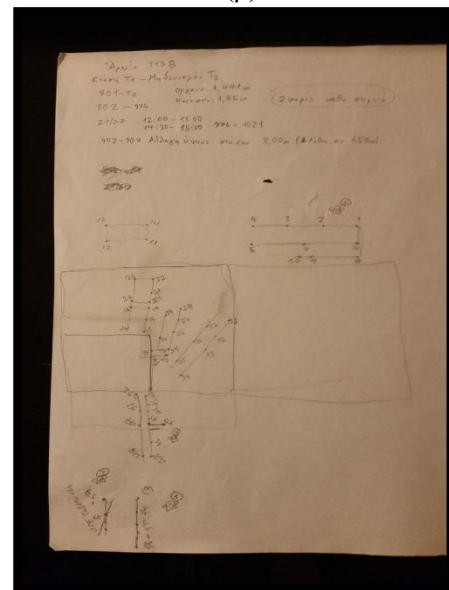
(α)



(β)



(γ)



(δ)

Χάρτης 5.10: Αυτοσχέδιο υποθαλάσσιων σημείων εκτός κανάβου, (α), (β), (γ) στην πινακίδα υποθαλάσσιας καταγραφής, (δ) η μεταφορά τους στο χαρτί

Πηγή: *Ιδία διπλωματική εργασία, 2015*

Κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού αντιμετωπίστηκε πληθώρα προβλημάτων, λόγω κυρίως του προσανατολισμού της παραλίας, που κοιτάει προς τη δύση.

Η πρώτη προσπάθεια πραγματοποιήθηκε απογευματινές ώρες με τη θέση του ηλίου να είναι ακριβώς πίσω από το κατάφωτο (δύση), εμποδίζοντας, έτσι, σε πολύ μεγάλο βαθμό την ορατότητα του παρατηρητή στο όργανο. Μετά τις πρώτες μετρήσεις, με τον ήλιο να κατεβαίνει ακόμα χαμηλότερα, ο εντοπισμός του πρίσματος μέσα από το όργανο έγινε αδύνατος και η προσπάθεια εγκαταλείφθηκε. Η δεύτερη έλαβε χώρα το αμέσως επόμενο πρωινό, χωρίς και αυτή να στεφθεί με επιτυχία. Ο ήλιος αυτή τη φορά βρισκόταν στην ευθεία μπροστά από το κατάφωτο (ανατολή), γεγονός που αρχικά έδειξε να μην επηρεάζει τις μετρήσεις, διαψεύδει, βέβαια, στη συνέχεια. Με το πέρας ορισμένων μετρήσεων, παρατηρήθηκαν από τον χειριστή του οργάνου πολύ μεγάλες σχετικά διαφοροποιήσεις τόσο στις οριζόντιες γωνίες, όσο και στα κεκλιμένα μήκη κατά τις μετρήσεις ίδιου σημείου. Αρχικά, θεωρήθηκε σφάλμα λόγω κυματισμού, όταν συνέχισε, όμως, να επαναλαμβάνετε και στα επόμενα σημεία, έγινε συνειδητό ότι η κάθετη αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στο πρίσμα σε συνδυασμό με την αντανάκλαση του νερού αποτελούσαν την πηγή του προβλήματος. Έτσι, διεκόπη και αυτή η προσπάθεια.

Έπειτα από συνεννόηση μεταξύ των ατόμων του συνεργείου και βάση των όσων είχαν προηγηθεί, αποφασίστηκε οι μετρήσεις να πραγματοποιηθούν μεσημεριανές ώρες, που ο ήλιος θα βρισκόταν κατακόρυφα πάνω από το κατάφωτο. Η συγκεκριμένη χρονική περίοδος αποφεύγεται όταν αναφερόμαστε σε εργασίες με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τις μετρήσεις. Λόγω των ιδιοτήτων της περιοχής, όμως, αποτέλεσε τη μοναδική εφικτή λύση.



Εικόνα 5.12: Υποθαλάσσια Ταχυμετρία, στο βάθος αναγνωρίζετε το κατάφωτο (κόκκινη έλλειψη)

Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

5.3.6. Μετρήσεις Μετροταινίας – Υδραυλική Χωροστάθμιση

Από το πρώτο κιόλας κεφάλαιο της εργασίας αυτής έγινε αναφορά στη χρήση δύο διαφορετικών μεθόδων υποθαλάσσιας αποτύπωσης, με στόχευση τη σύγκριση μεταξύ τους. Η δεύτερη μέθοδος περιλαμβάνει μετρήσεις κεκλιμένων μηκών με μετροταινία και υδραυλική χωροστάθμιση για τον ορισμό των σημείων λεπτομέρειας. Επειδή οι διαδικασίες των μετρήσεων στην περίπτωση αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες, επιλέχθηκε να αποτυπωθούν μόνο οι θεμελιώσεις των τοιχιών εντός του ιδρυμένου τετραγώνου και η συνέχεια της μίας εξ' αυτών.

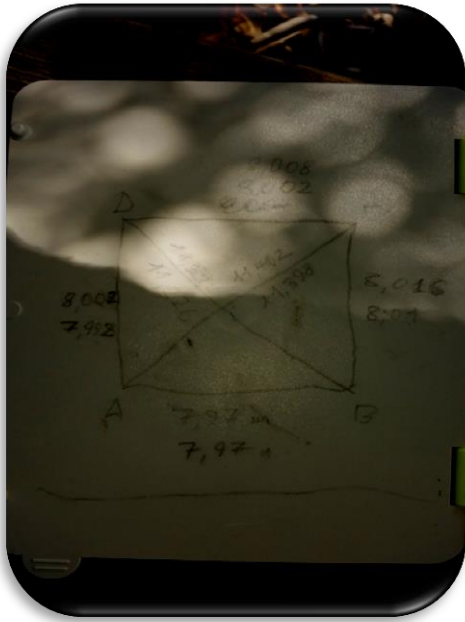
Τα σημεία αναφοράς εντός του βυθού για τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι αναγκαία. Ως τέτοια χρησιμοποιήθηκαν οι κορυφές του κανάβου, Β και Γ, λόγω τις κοντινότερης απόστασής τους από την υπό αποτύπωση περιοχή. Με βάση αυτά τα δύο σημεία, πραγματοποιήθηκαν όλες οι μετρήσεις της δεύτερης μεθόδου.

Αρχικά, έγινε μία πρόχειρη σήμανση των 19 σημείων λεπτομέρειας, με ήλους από ατσάλι καρφωμένους σε ένα τετράγωνο από παχύ πλαστικό, επάνω στο οποίο αναγράφηκε ο αύξων αριθμός του εκάστοτε σημείου.

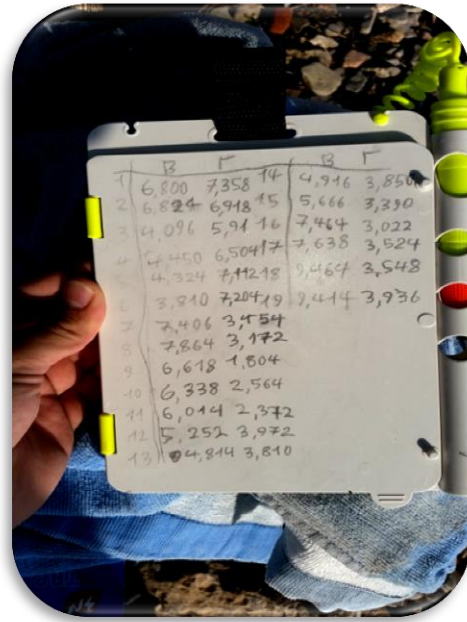


Εικόνα 5.13: Ήλοι από ατσάλι τοποθετημένοι στο κέντρο τετραγώνων από πλαστικό για τη σήμανση των υποθαλάσσιων σημείων λεπτομέρειας
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

Εν συνεχεία, μετρήθηκε η κεκλιμένη απόσταση καθενός εξ' αυτών των σημείων, τόσο από τη κορυφή Β, όσο και από τη Γ, με χρήση μετροταινιών. Επειδή η ορατότητα στο βυθό ήταν περιορισμένη θεωρήθηκε απαραίτητη η παρουσία ελεύθερου δύτη στην επιφάνεια που θα επέβλεπε την εργασία του αυτοδύτη και θα την διέκοπτε σε περιπτώσεις λάθους, όπως για παράδειγμα ο εγκλωβισμός της μετροταινίας ανάμεσα σε λίθους και η λανθασμένη απόδοση του μήκους. Η άκρη της μετροταινίας στερεωνόταν στο τμήμα τις σιδερένιας ράβδου, που προεξείχε σε κάθε κορυφή, και, στη συνέχεια, επεκτεινόταν αυτή έως το επιθυμητό σημείο. Καθότι η εργασία αυτή έλαβε χώρα στο βυθό, οι μετρήσεις αναγράφηκαν σε πινακίδα υποβρύχιας καταγραφής και παρουσιάζονται παρακάτω.



(α)



(β)

Εικόνα 5.14: Μετρήσεις μετροταινίας, (α) Κορυφές κανάβου, (β) Σημεία λεπτομέρειας
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

Για την ολοκλήρωση των εργασιών λήψης δεδομένων της μεθόδου αυτής, έπρεπε να διενεργηθεί υδραυλική χωροστάθμηση μεταξύ των προς προσδιορισμό σημείων και των σημείων αναφοράς (B και Γ). Η υδραυλική χωροστάθμηση είναι μία μέθοδος υπολογισμού υψομετρικών διαφορών εντός της θάλασσας, που χρησιμοποιεί ως μέσο την υδροστατική πίεση και βασίζεται στην αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων. Για να διεκπεραιωθεί η εργασία αυτή, απαραίτητη ήταν η κατασκευή του οργάνου.

Το αναφερόμενο ως όργανο, αποτελείται από τις δύο ξύλινες σταδίες παλαιού τύπου, επάνω στις οποίες έχει προσαρμοστεί κατάλληλα το αλφαδολάστιχο, σταθεροποιημένο από καρφιά ρόκα. Οι δύο άκρες του αλφαδολάστιχου τοποθετούνται στις ακμές έναρξης των μετρήσεων των σταδίων αντίστοιχα. Ο σχηματισμός αυτός παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα (5.15).



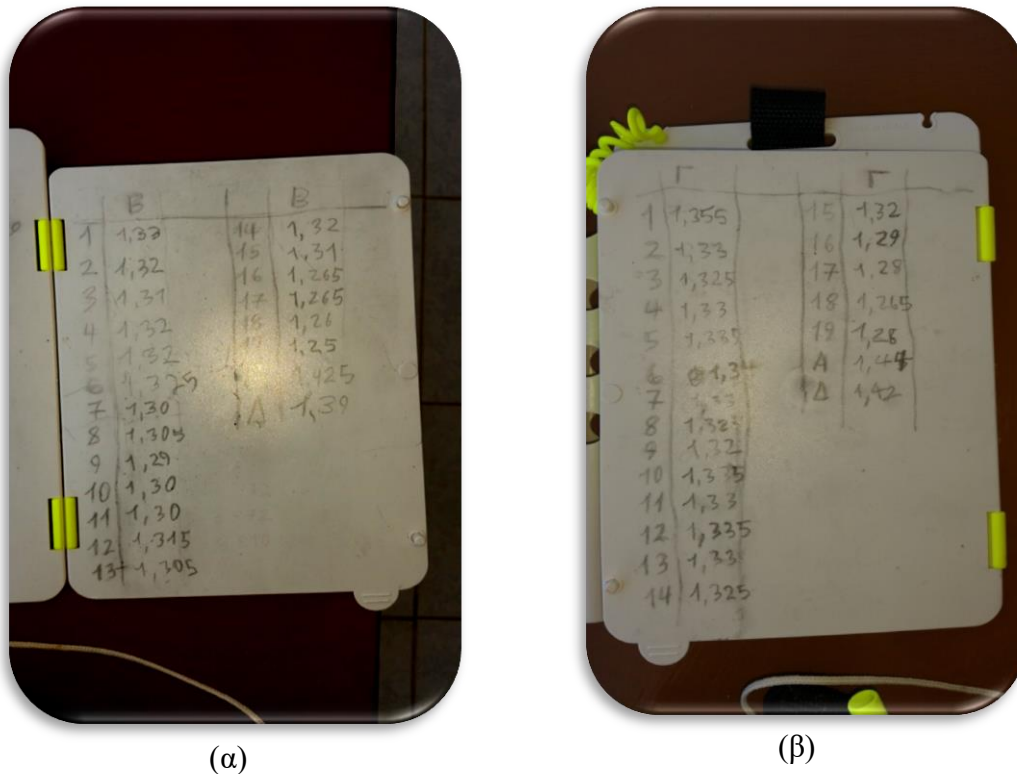
Εικόνα 5.15: Όργανο Υδραυλικής Χωροστάθμησης
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

Εισάγοντας το συγκεκριμένο σχηματισμό στη θάλασσα, το αλφαδολάστιχο γεμίζει με νερό. Τοποθετώντας, έπειτα, κατακόρυφα τη σταδία στο βυθό, η υδροστατική πίεση του εκάστοτε σημείου ωθεί το νερό προς τα πάνω, δημιουργώντας ένα κενό αέρα μέσα στο αλφαδολάστιχο, που αντικατοπτρίζεται σε μία υψομετρική ένδειξη επάνω στη σταδία. Με την αφαίρεση των υψομετρικών αυτών ενδείξεων, υπολογίζεται η υψομετρική διαφορά των δύο σημείων όπου έχουν στηθεί οι σταδίες, όπως αναλύθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 5.16: Δύτης επί το έργο, Υδραυλική Χωροστάθμιση
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2015

Είναι εμφανές, ότι για την εργασία αυτή απαραίτητη ήταν η ταυτόχρονη ύπαρξη δύο αυτοδυτών στο βυθό, ενός για κάθε σταδία. Επίσης, επιλέχθηκε να υπάρχει και ελεύθερος δύτες στην επιφάνεια για επίβλεψη και συντονισμό των αυτοδυτών κατά τη λήψη των ενδείξεων. Ο ένας αυτοδύτης κράταγε σταθερή τη σταδία του στο σημείο αναφοράς και ο άλλος μετακινούνταν στα σημεία λεπτομέρειας. Η αναγραφή των ενδείξεων από τις σταδίες πραγματοποιούνταν σε ίδιο χρόνο για το κάθε σημείο, με τη βοήθεια του ελεύθερου δύτε.



Εικόνα 5.17: Υψομετρικές ενδείξεις σταδίας για τα σημεία λεπτομέρειας, (α) Η δεύτερη σταδία στη κορυφή Β, (β) Η δεύτερη σταδία στη κορυφή Γ
Πηγή: *Ίδια διπλωματική εργασία, 2015*

5.3.7. Μετρήσεις GPS

Σε μεταγενέστερο χρόνο, αποφασίστηκε η ένταξη του τοπογραφικού διαγράμματος στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87), ώστε να διευκολύνετε η περαιτέρω χρήση του ή η συμπλήρωσή του από επόμενες τοπογραφικές εργασίες στην περιοχή. Για τον λόγο αυτό, με χρήση του διπλόσυχνου δέκτη της εταιρίας Leica, 1200 Smart Rover, μετρήθηκαν σε πραγματικό χρόνο (RTK) οι συντεταγμένες και τα υψόμετρα των κορυφών της όδευσης, T1 και T3. Η ένταξη πραγματοποιήθηκε με βάση τις συντεταγμένες και το υψόμετρο της κορυφής T1, που είχε θεωρηθεί και η αρχή του αυθαίρετου συστήματος, ενώ, αυτές της κορυφής T3 χρησιμοποιήθηκαν για τον προσανατολισμό του σχεδίου.

Πίνακας 5.1: Συντεταγμένες κορυφών όδευσης από μετρήσεις GPS

Κορυφή	Τετμημένη Χ (m)	Τεταγμένη Υ (m)	Υψόμετρο Η (m)
<i>T1</i>	423239,410	4142435,901	0,899
<i>T3</i>	423254,685	4142369,531	0,698



Εικόνα 5.18: Τοπογραφικές μετρήσεις με δέκτη GPS στην παραλία Λαμπαγιαννά
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2016

5.4. Επεξεργασία Ληφθέντων Δεδομένων

Στο σύνολό τους, οι διαδικασίες που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα (5.3 Εργασίες Πεδίου και Λήψη Δεδομένων), αποτελούν μόνο το αρχικό στάδιο της τοπογραφικής εργασίας. Για την ολοκλήρωση της εργασίας και την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι απαραίτητη η επεξεργασία των δεδομένων που προήλθαν από τις παραπάνω μετρήσεις, βάση της μεθοδολογίας που περιγράφει στο τρίτο κεφάλαιο. Η επεξεργασίες που διενεργήθηκαν παρουσιάζονται στην παρούσα ενότητα, με μερική απόδοση των αποτελεσμάτων τους. Το σύνολο των αποτελεσμάτων παρατίθεται εξ' ολοκλήρου στα αντίστοιχα παραρτήματα πινάκων και χαρτών.

5.4.1. Πολυγωνομετρία και Επίλυση Όδευσης

Γενικότερα, σε εφαρμογές γεωμετρικής αποτύπωσης μνημείων χρησιμοποιούνται, συνήθως, τοπικά αυθαίρετα συστήματα αναφοράς, ώστε να διασφαλίζεται, στον απαιτούμενο βαθμό, η εσωτερική ακρίβεια των αντίστοιχων δικτύων. Η δημιουργία τριγωνικής κλειστής ανεξάρτητης όδευσης αποτέλεσε βασικό υπόβαθρο για την ολοκλήρωση και της συγκεκριμένης τοπογραφικής εργασίας

Έπειτα από τις μετρήσεις αυτού του δικτύου οριζοντίου και κατακόρυφου ελέγχου, μέσω των υπολογισμών που περιγράφηκαν στην ενότητα 4.1.2. Δίκτυο Οριζόντιου και Κατακόρυφου Ελέγχου, προέκυψαν τα οριζόντια μήκη των πλευρών της όδευσης και οι διορθωμένες οριζόντιες γωνίες αυτής (Παράρτημα Πινάκων-Πίνακας 1). Έτσι, επιλύθηκε η κλειστή ανεξάρτητη όδευση, βάση μεθοδολογίας, με τις συντεταγμένες της κορυφής T1 να δίδονται αυθαίρετα ως, τετμημένη $X=1000,000\text{m}$, τεταγμένη $Y=1000,00\text{m}$ και το υψόμετρο αυτής $H=0,899\text{m}$. Η γωνία διεύθυνσης της πλευράς T1T2, ορίστηκε εξ' ίσου αυθαίρετα στα $50,0000\text{grad}$. Η ολοκληρωμένη επίλυση της όδευσης παρατίθεται στο Παράρτημα Πινάκων, στο τέλος της εργασίας (Πίνακας 2), ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται οι υπολογισμένες συντεταγμένες των κορυφών, από τη διαδικασία αυτή (πίνακας 5.2). Σημειώνεται ότι το σφάλμα κλεισίματος της όδευσης, για τα γωνιακά μεγέθη προέκυψε στα $0,0160\text{grad}$, ενώ για τα γραμμικά στα $0,0144\text{m}$.

Πίνακας 5.2: Συντεταγμένες και υψόμετρα κορυφών από επίλυση της όδευσης

Κορυφή	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Υψόμετρο H (m)
T1	1000,000	1000,000	0,899
T2	1034,193	1034,188	0,935
T3	1005,080	932,011	0,663

4.4.2. Ταχυμετρία Σημείων Λεπτομέρειας Εδάφους

Στο στάδιο αυτό, υπολογίζονται οι ορθογώνιες συντεταγμένες και τα υψόμετρα όλων των σημείων λεπτομέρειας που μετρήθηκαν, εκτός του νερού. Οι υπολογισμοί χρησιμοποιούν τις σχέσεις του 1^{ου} Θεμελιώδους Προβλήματος και της τριγωνομετρικής υψομετρίας, που αναλύθηκαν στην ενότητα 4.1.3. Σημεία Λεπτομέρειας. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται τμήμα των αποτελεσμάτων, ενώ, οι υπολογισμοί όλων των 285 σημείων εκτίθενται στους πίνακες 3,4 και 5 του παραρτήματος πινάκων, βάση της κορυφής στάσης του ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού (T1, T2 και T3 αντίστοιχα).

Πίνακας 5.3: Απόσπασμα φύλλου υπολογισμών συντεταγμένων και υψομέτρων σημείων λεπτομέρειας στη στεριά, με στάση οργάνου στην κορυφή T1 της όδευσης

Σημείο	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Γωνία Διεύθυνσης	Οριζόντιο Μήκος (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
(T ₃)'	399,9940	100,0520	68,186	195,2438	68,186	1005,089	932,004	0,653
1001	29,7180	100,1860	191,902	224,9678	191,901	926,652	822,669	0,148
1002	29,2740	100,2020	176,248	224,5238	176,247	933,773	836,669	0,150
1003	28,8780	100,2320	160,350	224,1278	160,349	940,672	851,030	0,125
1004	28,4860	100,2440	142,975	223,7358	142,974	947,920	866,849	0,161

5.4.3. Υποθαλάσσια Ταχυμετρία

Εδώ, ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία με την περίπτωση των σημείων του εδάφους, αλλά προστέθηκε ένας επιπλέον υπολογισμός λόγω μετρήσεων. Τα θαλάσσια ρεύματα, σε συνδυασμό με τον επιφανειακό κυματισμό, καθιστούσαν τη σταθεροποίηση του κατάφωτου εξαιρετικά δύσκολη, προσδίδοντας σφάλμα στις μετρήσεις. Η επίλυση που υιοθετήθηκε, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ήταν να μετρηθούν τα σημεία αναφοράς του βυθού τρεις φορές και τα σημεία λεπτομέρειας δύο. Με τον τρόπο αυτό, στη πρώτη περίπτωση υπήρξε δημιουργία τριγώνου σφάλματος και στη δεύτερη ευθείας. Το κέντρο του τριγώνου και το μέσο της ευθείας αποτέλεσαν τις αποδεκτές τελικές τιμές για το εκάστοτε σημείο.

Απόσπασμα των υπολογισμών παρουσιάζεται στον πίνακα 5.4, και το σύνολό τους στον πίνακα 6 του παραρτήματος πινάκων.

Πίνακας 5.4: Απόσπασμα φύλλου υπολογισμών συντεταγμένων και υψομέτρων σημείου αναφοράς στη θάλασσα, με στάση οργάνου στην κορυφή T1 της όδευσης

Σημείο	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Γωνία Διεύθυνσης	Οριζόντιο Μήκος (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
A'	273,6100	101,2920	66,058	323,6100	66,044	938,446	1023,936	-1,983
A''	273,6040	101,2920	66,128	323,6040	66,114	938,378	1023,955	-1,984
A'''	273,6060	101,2940	66,118	323,6060	66,104	938,388	1023,954	-1,986

Σημείο	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
A	938,404	1023,948	-2,034

5.4.4. Συντεταγμένες Μεθόδου Εμπροσθοτομίας

Από τις μετρήσεις που έλαβαν χώρα με μετροταινία και υδραυλική χωροστάθμηση, προέκυψαν οι συντεταγμένες των σημείων λεπτομέρειας, με χρήση της μεθόδου της εμπροσθοτομίας στο χώρο. Η συγκεκριμένη μέθοδος περιγράφει στο υποκεφάλαιο 4.2. Εμπροσθοτομία σε Υποθαλάσσια Αποτύπωση του προηγθέντος κεφαλαίου.

Στον πίνακα 5.5 που ακολουθεί εκτίθεται απόσπασμα υπολογισμών της μεθόδου και στον πίνακα 7 του παραρτήματος πινάκων, το σύνολο αυτών.

Πίνακας 5.5: Απόσπασμα φύλλου υπολογισμών μεθόδου εμπροσθοτομίας, με χρήση μετρήσεων μετροταινίας και υδραυλικής χωροστάθμησης

Σημείο	Κεκλιμένο Μήκος D_{B_i} (m)	Κεκλιμένο Μήκος $D_{Γ_i}$ (m)	Υψομετρική Διαφορά ΔH_{B_i} (m)	Υψομετρική Διαφορά $\Delta H_{Γ_i}$ (m)	Οριζόντιο Μήκος S_{B_i} (m)	Οριζόντιο Μήκος $S_{Γ_i}$ (m)	Γωνία β (grad)	Γωνία γ (grad)	Γωνία Διεύθυνσης α_{B_i} (grad)	Γωνία Διεύθυνσης $\alpha_{Γ_i}$ (grad)
A'	7,970	11,400	0,012	0,122	7,970	11,399	100,5528	49,2863	205,8785	155,7177
Δ'	11,224	8,005	-0,023	0,102	11,224	8,004	50,5239	98,3278	255,9075	204,7591

Σημείο	Τετμημένη X_{B_i} (m)	Τεταγμένη Y_{B_i} (m)	Ύψος H_{B_i} (m)	Τετμημένη $X_{Γ_i}$ (m)	Τεταγμένη $Y_{Γ_i}$ (m)	Ύψος $H_{Γ_i}$ (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
A'	938,371	1023,954	-2,054	938,371	1023,954	-2,078	938,371	1023,954	-2,066
Δ'	930,468	1024,723	-2,089	930,468	1024,723	-2,098	930,468	1024,723	-2,094

5.5. Αποτελέσματα Τοπογραφικής Εργασίας

Το τελικό προϊόν των τοπογραφικών εργασιών είναι τα τοπογραφικά διαγράμματα, που σχεδιάζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, με χρήση διαφόρων λογισμικών ψηφιακής σχεδίασης. Και στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, ως τελικά αποτελέσματα ορίζονται δυο τοπογραφικά διαγράμματα, σχεδιασμένα σε περιβάλλον λογισμικού Autocad Civil 3d 2016, της εταιρίας Autodesk. Στο ένα αποτυπώνεται η παραλία του Λαμπαγιαννά και τμήμα του βυθισμένου αρχαιολογικού χώρου, ενώ στο δεύτερο, οι θεμελιώσεις των τοιχίων και ο κánaβος, που αποτυπώθηκαν και με τις δύο μεθόδους πουπραγματεύτηκαν στην εργασία.

Για λόγους διατήρησης της υψηλής εσωτερικής ακρίβειας των μετρήσεων του δικτύου, καθότι υπό αποτύπωση περιοχή ήταν αρχαιολογικός χώρος, επιλέχθηκε η διατήρηση του αυθαίρετου συστήματος αναφοράς και κατά τον σχεδιασμό. Έτσι, τα σημεία εισήχθησαν στο λογισμικό με συντεταγμένες εκ' του αυθαίρετου και, βάση των αυτοσχέδιων πεδίου, ολοκληρώθηκε η σχεδίαση του διαγράμματος. Πέραν των περιγραφικών στοιχείων της περιοχής, όπως είναι η ακτογραμμή, το οδικό δίκτυο, οι θεμελιώσεις τοιχίων, οι τεχνητές κατασκευές, το πέρας της παραλίας και η βλάστηση, σχεδιάστηκε και υψομετρική επιφάνεια, μετά το πέρας της παραλίας, με ισοδιάσταση κύριων ισοϋψών καμπυλών 0,5 του μέτρου (ισοδιάσταση δευτερευουσών καμπυλών 0,10 του μέτρου αντίστοιχα). Η συγκεκριμένη ισοδιάσταση είναι ιδιαίτερα μικρή και δεν συνηθίζεται να χρησιμοποιείται σε τοπογραφικά διαγράμματα, όμως, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο σε μεταγενέστερη αρχαιολογική σκαπάνη στο έδαφος.

Για την ένταξη του σχεδίου στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87, εισήχθησαν και οι κορυφές T1 και T3 με συντεταγμένες από το GPS. Το σχέδιο ενοποιήθηκε, ώστε να αποτελεί ένα στοιχείο (επιλογή block), και στη συνέχεια μεταφέρθηκε με σημείο αναφοράς την κορυφή της όδευσης T1, έως ότου η ίδια συμπέσει με την αντίστοιχη των μετρήσεων GPS. Τέλος, έγινε στρέψη του σχεδίου, μέχρι να συμπέσει και η πλευρά T1T3 με την αντίστοιχη των μετρήσεων δορυφορικού εντοπισμού. Με το συγκεκριμένο τρόπο δόθηκαν συντεταγμένες και υψόμετρα στα σημεία, από το ΕΓΣΑ '87, καθώς και σωστός προσανατολισμός, χωρίς να υπάρξει επίδραση στην εσωτερική ακρίβεια του δικτύου.

Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε, ούτως ώστε να καταστήσει τις μεταγενέστερες προσθήκες στο τοπογραφικό διάγραμμα, της παραλίας Λαμπαγιαννά και τμήματος του βυθισμένου οικισμού, ευκολότερες, βάση χρήσης κοινού συστήματος αναφοράς.

Το δεύτερο τοπογραφικό διάγραμμα που εξήχθη και παρουσίαζε την αποτύπωση με δύο διαφορετικές μεθόδους της ίδιας περιοχής, αποτέλεσε αντικείμενο εξαγωγής συμπερασμάτων, βάση της στόχευσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, και παρέμεινε σχεδιασμένο στο αυθαίρετο σύστημα αναφοράς.

Τα εν λόγω τοπογραφικά διαγράμματα παρουσιάζονται στο παράρτημα σχεδίων, στο τέλος της εργασίας αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα – Προτάσεις Περαιτέρω Μελέτης

Η διενέργεια ολόκληρης της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται για να καταλήξει σε συγκεκριμένα συμπεράσματα περί των δύο βασικών ζητημάτων, που τέθηκαν αρχικά. Τα εν λόγω ζητήματα ήταν πρώτον, η ολοκληρωμένη γεωμετρική τεκμηρίωση τμήματος του βυθισμένου οικισμού της παραλίας του Λαμπαγιαννά και του περιβάλλοντα χώρου αυτής και δεύτερον, η χρήση της μεθόδου της εμπροσθοτομίας, με στόχευση την κρίση της ορθότητας των αποτελεσμάτων της και την προσέγγιση των ακριβειών που επιτυγχάνει. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν όσον αφορά τα δύο θέματα της διπλωματικής εργασίας και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα επάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

6.1. Συμπεράσματα Διαδικασίας Απόδοσης Τοπογραφικού Διαγράμματος

Από την ολοκλήρωση τόσο των εργασιών πεδίου, όσο και εκείνων που έλαβαν χώρα σε περιβάλλον γραφείου, και κατέστησαν δυνατή τη σύνταξη τοπογραφικού διαγράμματος της περιοχής μελέτης, προέκυψαν συμπεράσματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρο για μεταγενέστερες τοπογραφικές εργασίες υποβρύχιας αποτύπωσης.

Αρχικά, πρέπει να επισημανθεί η σημασία του σταδίου προετοιμασίας. Στην περίπτωση που η τοπογραφική εργασία διατρέχεται από χρονικούς περιορισμούς, όπως συμβαίνει στο μεγαλύτερο ποσοστό αυτών, ο χρόνος που θα διατεθεί για την προετοιμασία τόσο των ατόμων του συνεργείου, σε επίπεδο εκπαίδευσης, όσο και του απαραίτητου εξοπλισμού, αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει άμεσα την ολοκλήρωσή της ή μη. Εδώ, πρέπει να σημειωθεί, βέβαια, ότι όσο προσεγμένη και αν είναι η προετοιμασία, κατά τη διάρκεια των εργασιών, λόγω της ιδιαίτερης υφής τους, προκύπτουν προβλήματα που δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν εκ των προτέρων. Η προσεγμένη και πλήρης, όμως, προετοιμασία δημιουργεί τα απαραίτητα χρονικά περιθώρια για την επίλυσή τους.

Άξια αναφοράς, επίσης, είναι η συμβολή της μεθόδου του καταβιβασμού σημείων, με χρήση μόνο στυλεού και πρίσματος, στην υποβρύχια αποτύπωση. Όταν οι συνθήκες την επιτρέπουν, δηλαδή το βάθος της περιοχής μελέτης δεν ξεπερνά τα λίγα μέτρα, αποτελεί μια μέθοδο που συνδυάζει ακρίβεια, υψηλή ταχύτητα και μικρό κόστος, γεγονός που την καθιστά ιδανική επιλογή.

Τέλος, αναφορά πρέπει να γίνει και στην αβεβαιότητα που προστίθεται στις μετρήσεις της μεθόδου του καταβιβασμού σημείων, από το υδάτινο περιβάλλον, δηλαδή από τον κυματισμό και τα υποθαλάσσια ρεύματα. Ο τρόπος, με τον οποίο επιλέχθηκε να αντιμετωπιστεί, ήταν οι πολλαπλές σκοπεύσεις του εκάστοτε σημείου, βάσει του ίδιου συστήματος οργάνου-παρατηρητή (ισοβαρείς μετρήσεις), και η δημιουργία σχημάτων (τρίγωνο στα σημεία αναφοράς, ευθεία στα σημεία λεπτομέρειας) σφάλματος θέσης. Από τον υπολογισμό της απόστασης των προβολών κάθε σημείου από την τελική του θέση (κέντρο σχήματος σφάλματος θέσης), έγινε προσέγγιση της συγκεκριμένης αβεβαιότητας για την περιοχή μελέτης στο χρονικό διάστημα των μετρήσεων, η οποία κυμαίνεται σε τάξη μεγέθους 2 με 3 εκατοστά του μέτρου, για τα μήκη, ενώ στα υψόμετρα η απόκλιση ήταν μηδαμινή, καθώς δεν ξεπερνούσε τα 2 με 3 χιλιοστά. Το γεγονός αυτό αναδεικνύει ότι ο καταβιβασμός σημείων, σε περιπτώσεις μικρού βάθους και ελαφριού κυματισμού, προσφέρει ακρίβεια προσδιορισμού ορθογώνιων συντεταγμένων και ορθομετρικών υψομέτρων ικανοποιητική για τους σκοπούς της αρχαιολογικής έρευνας, χωρίς τη διενέργεια διορθώσεων.

6.2. Συμπεράσματα Μεθόδου Εμπροσθοτομίας στο Βυθό

Η μέθοδος της εμπροσθοτομίας πραγματοποιήθηκε με τριπλευρισμό με μετροταινία και με υδραυλική χωροστάθμηση και χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση του ιδρυμένου τετραγώνου κανάβου στο βυθό, καθώς και μερικών θεμελιώσεων τοιχιών, τα οποία είχαν ήδη αποτυπωθεί με καταβιβασμό σημείων. Η συγκεκριμένη διαδικασία έλαβε χώρα έχοντας ως στόχευση την εξαγωγή συμπερασμάτων για την ορθότητά της και την ακρίβεια που επιτυγχάνει.

Κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων, πραγματοποιήθηκε θεώρηση απόλυτης ακρίβειας του εντοπισμού της μεθόδου του καταβιβασμού, και με βάση αυτή ελέγχθηκε το αποτέλεσμα της εμπροσθοτομίας. Σύγκριση πραγματοποιήθηκε τόσο σε επίπεδο ορθογώνιων συντεταγμένων και ορθομετρικών υψομέτρων, για τις κορυφές του τετραγώνου αναφοράς, όσο και ανάμεσα στις διευθύνσεις των ευθειών που σχημάτιζαν τα σημεία λεπτομέρειας.

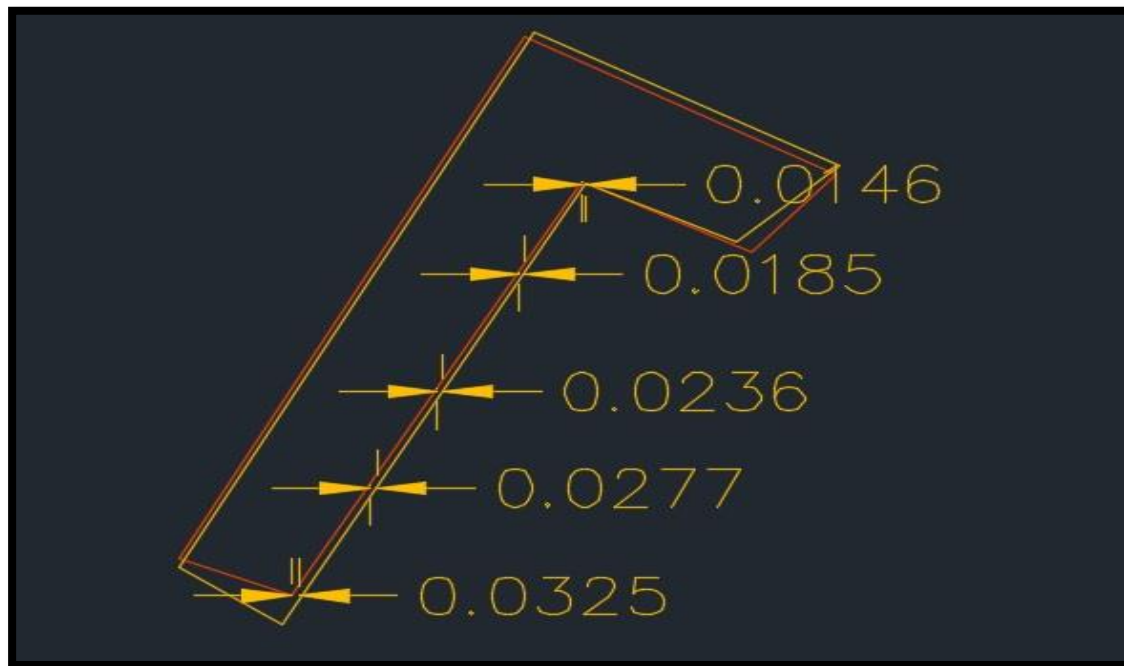
Σύγκριση, με χρήση των ορθογώνιων συντεταγμένων και των ορθομετρικών υψομέτρων έγινε στις κορυφές Α και Δ του ιδρυμένου τετραγώνου και τα αποτελέσματά της παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (6.1), όπου Α και Δ τα σημεία του καταβιβασμού και Α' και Δ' τα αντίστοιχα της εμπροσθοτομίας.

Πίνακας 6.1: Σύγκριση συντεταγμένων και υψομέτρου κορυφών τετραγώνου αναφοράς

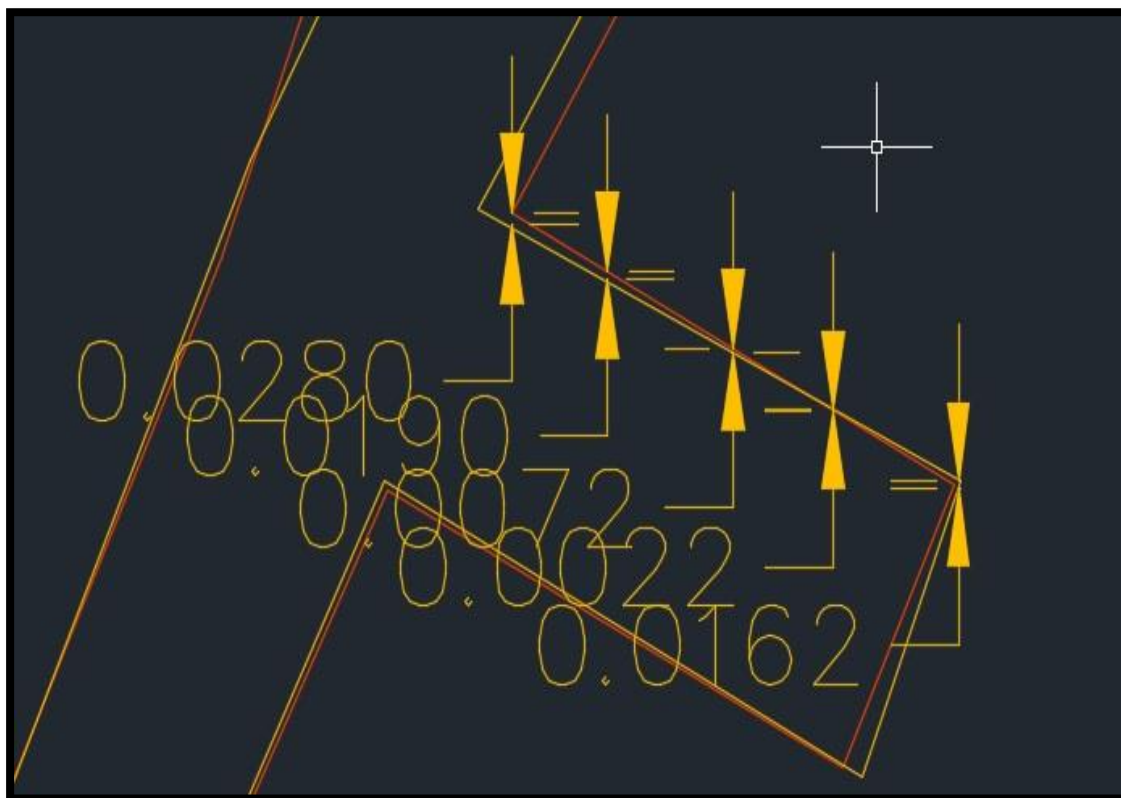
Σημείο	Τετμημένη X (m)	Διαφορά ΔX (m)	Τεταγμένη Y (m)	Διαφορά ΔY (m)	Ύψος H (m)	Διαφορά ΔH (m)
A	938,404	0,033	1023,948	-0,006	-2,034	0,032
A'	938,371		1023,954		-2,066	
Δ	930,457	-0,011	1024,758	0,035	-2,074	0,020
Δ'	930,468		1024,723		-2,094	

Ο πίνακας 6.1 αναδεικνύει ότι η απόκλιση της μεθόδου της εμπροσθοτομίας, από εκείνη του καταβιβασμού, κυμαίνεται για τα μήκη περί τα 3,5 εκατοστά του μέτρου, ενώ για τα υψόμετρα περί τα 2,6 εκατοστά. Η σύγκριση δύο μόνο σημείων, βέβαια, δεν αποτελεί ασφαλές δείγμα.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε σύγκριση και ανάμεσα στις διευθύνσεις των ευθειών που σχηματίζουν τα σημεία λεπτομέρειας και περιέγραφαν όρια θεμελίωσης τοιχίων. Η σύγκριση έγινε σε ολόκληρη την αποτυπωμένη έκταση, χωρίζοντας κάθε ευθεία των σημείων του καταβιβασμού σε πέντε ίσα τμήματα και μετρώντας την κάθετη απόσταση αυτών από την αντίστοιχη ευθεία της εμπροσθοτομίας. Δύο αποσπάσματα του σχεδίου, στα οποία εμφανίζεται η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζονται στους χάρτες 6.1 και 6.2.



Χάρτης 6.1: Απόσπασμα διαδικασίας σύγκρισης επάνω στο σχέδιο
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2016



Χάρτης 6.2: Απόσπασμα διαδικασίας σύγκρισης επάνω στο σχέδιο
Πηγή: Ιδία διπλωματική εργασία, 2016

Όπως φανερώνουν τα αποσπάσματα τις διαδικασίας της σύγκρισης επάνω στο σχέδιο, αλλά και το σύνολο των μετρήσεων που διενεργήθηκαν, η απόκλιση των ευθειών της μεθόδου της εμπροσθοτομίας από αυτές του καταβιβασμού (κίτρινο χρώμα-εμπροσθοτομία, πορτοκαλί χρώμα-καταβιβασμός), κυμαίνεται, στο μεγαλύτερο εύρος της από 1 έως 4 εκατοστά του μέτρου, ενώ, μία μέση τιμή είναι τα 2,3 εκατοστά. Υπάρχουν, βέβαια, και μερικές εξαιρέσεις, όπου η απόκλιση εκτοξεύεται και ξεπερνά τα 15 εκατοστά, γεγονός που κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στο διαφορετικό σχήμα των λίθων που αποτελούσαν τις θεμελιώσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία της σύγκρισης, μπορούμε με ασφάλεια να ορίσουμε ως ορθή τη μέθοδο της εμπροσθοτομίας, με τριπλευρισμό και υδραυλική χωροστάθμηση, καθώς, επίσης, και να προσεγγίσουμε την ακρίβεια που προσφέρει, στα 3 εκατοστά για τα μήκη, η οποία είναι ικανοποιητική από αρχαιολογικής σκοπιάς. Η μέθοδος αυτή μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη σε υποβρύχιες αποτυπώσεις, μεγαλύτερου βάθους, όπου ο καταβιβασμός γίνεται ιδιαίτερα δύσκολος και λιγότερο ακριβής.

6.3. Προτάσεις Μελετητικής Συνέχειας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί ένα πρώτο βήμα στον τομέα της υποβρύχιας αποτύπωσης, με χρήση μεθόδων κλασικής γεωδαισίας. Ο συγκεκριμένος τομέας, όμως, παρουσιάζει πληθώρα θεμάτων που μπορούν να εξετασθούν σε μεταγενέστερες μελέτες.

Μία τέτοια περίπτωση, είναι ο ακριβής προσδιορισμός της ακρίβειας της μεθόδου της εμπροσθοτομίας, με βάση ικανό πλήθος ιδρυμένων σταθερών σημείων στο βυθό. Επίσης, ζήτημα που προκύπτει, σε αυτού του είδους τις τοπογραφικές εργασίες, και χρήζει περεταίρω μελέτης είναι η επιρροή στην αβεβαιότητα των μετρήσεων του κυματισμού της θάλασσας και των υποθαλάσσιων ρευμάτων, καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής του.

Με το βυθό των ελληνικών θαλασσών να κρύβει περισσότερες από 1.000 θέσεις αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, οι περισσότερες εκ των οποίων αχαρτογράφητες, γίνεται εμφανές ότι ο τομέας των αποτυπώσεων υποθαλάσσιων μνημείων έχει ακόμα εξαιρετικά μεγάλο έργο μπροστά του. Ενώ, ταυτόχρονα, η εξέλιξη της τεχνολογίας, όσον αφορά τα όργανα, δημιουργεί καινούρια πεδία, που απαιτούν εξέταση από τον ίδιο τον τοπογράφο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Έντυπη Βιβλιογραφία

- Αγατζά – Μπαλοδίδιμου Α.-Μ., Σταθάς Δ., Μπιλλήρης Χ., Μητσακάκη Χ. και Τσακίρη Μ., *Εισαγωγή στη Γεωδαισία*, Σημειώσεις μαθήματος, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2008
- Μπαλοδίδιμος Δ.-Δ. και Σταθάς Δ., *Γεωδαιτικά όργανα και μέθοδοι μέτρησης γωνιών και μηκών*, Σημειώσεις μαθήματος, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 1993
- Μπαλοδίδιμος Δ.-Δ. και Αραμπατζή Ο., *Υψομετρία*, Σημειώσεις μαθήματος, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2004
- Μπαλοδίδιμος Δ.-Δ., Σταθάς Δ. και Αραμπατζή Ο., *Γεωδαισία-Δίκτυα-Αποτυπώσεις-Χαράξεις*, Σημειώσεις μαθήματος, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2006
- Αγατζά – Μπαλοδίδιμου Α.-Μ., Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., Μπίθας Α. και Σιούλης Α., *Ειδικά θέματα γεωδαισίας*, Σημειώσεις μαθήματος, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2000
- Παγανής Κ.-Π., *Τοπογραφικό Σχέδιο*, Σημειώσεις μαθήματος, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2004
- Τσούλης Δ., *Εισαγωγή στην Τοπογραφία*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2005
- Μπαντέλας Α.-Γ., Σαββαΐδης Π.-Δ., Υφαντής Ι.-Μ. και Δούκας Ι.-Δ., *Γεωδαισία: Γεωδαιτικά όργανα και μέθοδοι μέτρησης και υπολογισμών*, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε., Τόμος Ι, Δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη 2007-2008
- Μπαντέλας Α.-Γ., Σαββαΐδης Π.-Δ., Υφαντής Ι.-Μ. και Δούκας Ι.-Δ., *Γεωδαισία: Αποτυπώσεις – Χαράξεις τεχνικών έργων*, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε., Τόμος ΙΙ, Δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη 2008-2010
- Λάμπρου Ε. και Πανταζής Γ., *Εφαρμοσμένη Γεωδαισία*, Εκδόσεις Ζήτη, Δεύτερη έκδοση διορθωμένη, Θεσσαλονίκη 2011
- Μούζας Α., *Υποβρύχιες αποτυπώσεις: Εισαγωγή στις επιστήμες της θάλασσας*, Εκδόσεις Ερωδίας, Θεσσαλονίκη 2010
- Καρδίτσας Α., Μπολόσης Π. και Παπαγεωργίου Κ., *Μεθοδολογική προσέγγιση της αποτύπωσης βυθισμένων μνημείων*, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2001
- Δρακωνάκης Γ.-Ι., *Επίδραση της ραδιομετρίας υποβρύχιων εικόνων στην 2D και 3D ανακατασκευή*, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2016
- Κύρου Α.-Κ., *Στο σταυροδρόμι του Αργολικού*, Ιδιωτική έκδοση, Τόμος Α', Αθήνα 1990

- Θεοδούλου Θ., *Συνοπτική αναδρομή στην υποβρύχια αρχαιολογική έρευνα στην Ελλάδα*, Επιστημονικό περιοδικό της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κρήτης: Αριάδνη, Τόμος 17^{ος}, Ρέθυμνο 2011
- Θεοδούλου Θ., *Σύνοψη της ενάλιας και παράκτιας αρχαιολογικής έρευνας στην Κρήτη μέχρι το 2014*, Ιδιωτική έκδοση, Ρέθυμνο 2015
- Γκάτσος Β.-Α., *Η των Ερμιωνέων πόλις*, Ιδιωτική έκδοση, Πειραιάς 1996
- Ανδρεάδης Κ., *Εγχειρίδιο για την υποβρύχια ξενάγηση: Υπηρεσίες ξενάγησης στο σπορ της κατάδυσης αναψυχής με αυτόνομη υποβρύχια αναπνευστική συσκευή*, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε., Πρώτη έκδοση, Θεσσαλονίκη 2007
- Συμεωνίδης Ν., *Αυτόνομη Κατάδυση*, Εκδόσεις Καλλιεργητής, Αθήνα 2000
- Παπαρηγοράκης Μ.-Ε., *Ο υποβρύχιος άνθρωπος: Μία πλήρη σπουδή των καταδύσεων*, Εκδόσεις Χριστάκης, Αθήνα 1997
- Bowens A., *Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice*, Blackwell Publishing, Nautical Archaeology Society (NAS), Second edition, Portsmouth 2009
- Professional Association of Diving Instructor (PADI), *The Encyclopedia of Recreational DIVING*, Published by PADI, 3.03 Version, U.S.A. 2008
- Eric M., Kovacic R., Berginc G., Pugelj M., Stopinsek Z. and Solina F., *The impact of the latest 3D technologies on the documentation of underwater heritage sites*, IEEE publisher, 2014

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

<http://www.archaiologia.gr/>

<http://www.katadisi.gr/>

<http://www.yppo.gr/>

<http://global.topcon.com/>

<http://fig.net/>

<http://www.autodesk.com/>

<https://el.wikipedia.org/>

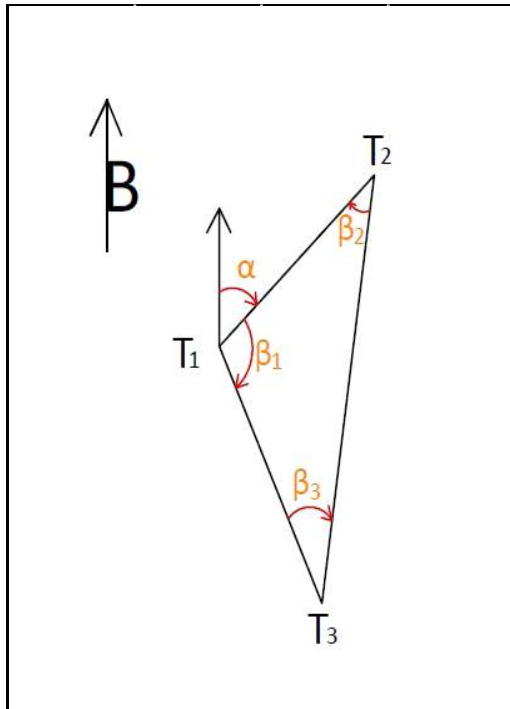
http://www.onassis.org/enim_deltio/35_07/article_2.php

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

		ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΓΩΝΙΕΣ						ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ				ΜΗΚΗ		
Στάση	Ύψος Οργάνου (m)	Σκόπευση προς	Ύψος Στόχου (m)	Θέση I	Θέση II	Μέση Τιμή	Μέση Ανηγμένη Τιμή	Γενικός Μ.Ο.	Θέση I	Θέση II	Μέση Τιμή	Γενικός Μ.Ο.	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Οριζόντιο Μήκος (m)
T₁	1,297	T₂	1,645	0,0000	200,0000	0,0000	0,0000	0,0000	99,4960	300,5060	99,4950	99,4945	48,351	48,352
	1,297	T₃	1,645	145,2480	345,2460	145,2470	145,2470	145,2445	99,8980	300,1040	99,8970	99,8950	68,180	68,177
T₁	1,297	T₂	1,645	100,0000	300,0080	100,0040	0,0000		99,4960	300,5080	99,4940		48,352	48,357
	1,297	T₃	1,645	245,2440	45,2480	245,2460	145,2420		99,8940	300,1080	99,8930		68,179	68,175
T₂	1,497	T₃	1,645	0,0000	199,9960	399,9980	0,0000	0,0000	100,0720	299,9280	100,0720	100,0725	106,233	106,234
	1,497	T₁	1,645	32,3220	232,3200	32,3210	32,3230	32,3210	99,8460	300,1560	99,8450	99,8460	48,351	48,354
T₂	1,497	T₃	1,645	100,0000	300,0020	100,0010	0,0000		100,0740	299,9280	100,0730		106,236	106,239
	1,497	T₁	1,645	132,3220	332,3180	132,3200	32,3190		99,8480	300,1540	99,8470		48,359	48,357
T₃	1,508	T₁	1,645	0,0000	199,9960	399,9980	0,0000	0,0000	99,6480	300,3520	99,6480	99,6480	68,187	68,186
	1,508	T₂	1,645	22,4180	222,4180	22,4180	22,4200	22,4185	99,7500	300,2500	99,7500	99,7500	106,244	106,243
T₃	1,508	T₁	1,645	100,0000	300,0020	100,0010	0,0000		99,6500	300,3540	99,6480		68,189	68,191
	1,508	T₂	1,645	122,4200	322,4160	122,4180	22,4170		99,7520	300,2520	99,7500		106,242	106,243
Τελικό Οριζόντιο Μήκος (m):														
													D_{T1T2}	48,353
													D_{T2T3}	106,239
													D_{T3T1}	68,182

Πίνακας 1: Πολυγωνομετρία



Γωνίες (grad)		Οριζόντια Μήκη (m)	
β_1	145,2445	D_{T1T2}	48,353
β_2	32,3210	D_{T2T3}	106,239
β_3	22,4185	D_{T3T1}	68,182

Οριζόντιοι αυθαίρετα			
α_{T1T2}	50,0000	X_{T1}	1000,000
		Y_{T1}	1000,000

1. Γωνιακός Έλεγχος - Διορθώσεις Γωνιών

Εσωτερικές γωνίες πολυγώνου n κορυφών: $\Sigma\beta=(2n-4)*100^g$

Για n=3: $\Sigma\beta(\text{θεωρητικό})= 200,0000$

$\Sigma\beta(\text{μετρημένες})= 199,9840$

Συνολική γωνιακή διόρθωση W_β : 0,0160

Διόρθωση για κάθε μία γωνία δ_β : 0,00533

Διορθωμένες Εσωτερικές Γωνίες β	
β_1	145,2498
β_2	32,3263
β_3	22,4238

Εξωτερικές Γωνίες β'	
β_1'	254,7502
β_2'	367,6737
β_3'	377,5762

3° Θεμελιώδες Πρόβλημα: $\alpha_{T2T3}= 217,6737$

$\alpha_{T3T1}= 395,2498$

Υπολογιστικός έλεγχος: $\alpha_{T1T2}= 50,0000$

2. Γραμμικός Έλεγχος - Διορθώσεις			
1ο Θεμελιώδες Πρόβλημα για τον υπολογισμό ΔX' και ΔY' μεταξύ των		Προσωρινές Συντεταγμένες (m)	
$\Delta X_{T_1T_2}' = 34,19073419$		$X_{T_2}' = 1034,191$	
$\Delta Y_{T_1T_2}' = 34,19073419$		$Y_{T_2}' = 1034,191$	
$\Delta X_{T_2T_3}' = -29,11638792$		$X_{T_3}' = 1005,074$	
$\Delta Y_{T_2T_3}' = -102,1712341$		$Y_{T_3}' = 932,020$	
$\Delta X_{T_3T_1}' = -5,082710803$		$X_{T_1}' = 999,992$	
$\Delta Y_{T_3T_1}' = 67,99228761$		$Y_{T_1}' = 1000,012$	
Διόρθωση κατά X' και Y':		$W_X = 0,008$	$W_S = 0,014453917$
		$W_Y = -0,012$	
Λόγοι διορθώσεων:		$W_X/\Sigma D = 0,000037547$	και $W_Y/\Sigma D = -0,000052913$
Διορθώσεις συντεταγμένων κάθε κορυφής (m)		Διορθωμένες προσωρινές τιμές ΔX' και ΔY' (m)	
$\delta X_{T_1T_2} = 0,002$		$\Delta X_{T_1T_2} = 34,193$	
$\delta Y_{T_1T_2} = -0,003$		$\Delta Y_{T_1T_2} = 34,188$	
$\delta X_{T_2T_3} = 0,004$		$\Delta X_{T_2T_3} = -29,112$	
$\delta Y_{T_2T_3} = -0,006$		$\Delta Y_{T_2T_3} = -102,177$	
$\delta X_{T_3T_1} = 0,003$		$\Delta X_{T_3T_1} = -5,080$	
$\delta Y_{T_3T_1} = -0,004$		$\Delta Y_{T_3T_1} = 67,989$	
Τελικές Συντεταγμένες Κορυφών (m)			
X_{T_2}	1034,193	Y_{T_2}	1034,188
X_{T_3}	1005,080	Y_{T_3}	932,011
Υπολογιστικός έλεγχος:		$X_{T_1} = 1000,000$	$Y_{T_1} = 1000,000$
Τριγωνομετρική Υψομετρία Όδεσης			
Ορίζεται από μετρήσεις GPS (m):		$H_{T_1} = 0,899$	
Υψομετρικές διαφορές κορυφών (m)		Τελικά Υψόμετρα Κορυφών (m)	
$\Delta H_{T_1T_2}$	0,036	H_{T_2}	0,935
$\Delta H_{T_1T_3}$	-0,236	H_{T_3}	0,663

Πίνακας 2: Επίλυση Κλειστής Ανεξάρτητης Όδεσης

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Στάση Σκόπευσης: T ₁	
X	1000,000
Y	1000,000
H	0,899

Στάση Μηδενισμού: T ₃	
X	1005,080
Y	932,011
H	0,663

Γωνία Διεύθυνσης α_{T3T1} (grad): 395,2498

Ύψος Οργάνου (m): 1,360

Ύψος Στόχου (m): 1,550

Σημείο	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Γωνία Διεύθυνσης	Οριζόντιο Μήκος (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
(T ₃)'	399,9940	100,0520	68,186	195,2438	68,186	1005,089	932,004	0,653
1001	29,7180	100,1860	191,902	224,9678	191,901	926,652	822,669	0,148
1002	29,2740	100,2020	176,248	224,5238	176,247	933,773	836,669	0,150
1003	28,8780	100,2320	160,350	224,1278	160,349	940,672	851,030	0,125
1004	28,4860	100,2440	142,975	223,7358	142,974	947,920	866,849	0,161
1005	28,5800	100,2720	126,737	223,8298	126,736	953,661	882,040	0,168
1006	28,9060	100,3360	110,085	224,1558	110,083	959,225	897,746	0,128
1007	28,6080	100,4020	92,294	223,8578	92,292	966,217	914,113	0,126
1008	28,6380	100,4940	73,239	223,8878	73,237	973,160	931,859	0,141
1009	29,5060	100,6640	54,325	224,7558	54,322	979,405	949,734	0,142
1010	32,2140	100,9540	36,667	227,4638	36,663	984,670	966,696	0,160
1011	41,3760	102,0880	17,537	236,6258	17,528	990,463	985,294	0,134
1012	78,8560	105,6400	6,495	274,1058	6,470	994,058	997,441	0,134
1013	1,4280	99,5580	12,827	196,6778	12,827	1000,669	987,191	0,798
1014	9,2500	100,0980	30,173	204,4998	30,173	997,869	969,902	0,663
1015	12,2680	100,1700	47,328	207,5178	47,328	994,424	953,002	0,583
1016	14,0980	100,1360	64,273	209,3478	64,273	990,596	936,419	0,572
1017	16,1400	100,0080	73,689	211,3898	73,689	986,886	927,487	0,700
1018	18,3880	100,0600	87,110	213,6378	87,110	981,482	914,881	0,627
1019	20,4960	99,9800	102,479	215,7458	102,479	974,911	900,640	0,741
1020	21,0540	99,9840	118,664	216,3038	118,664	969,941	885,206	0,739
1021	22,2520	100,0040	136,130	217,5018	136,130	963,045	868,982	0,700
1022	23,6420	100,0560	153,185	218,8918	153,185	955,206	853,511	0,574
1023	49,3440	103,0360	6,407	244,5938	6,400	995,875	995,107	0,404
1024	31,3680	100,8620	19,281	226,6178	19,279	992,172	982,382	0,448
1025	27,8940	100,4540	34,771	223,1438	34,770	987,636	967,502	0,461
1026	26,1360	100,3360	50,580	221,3858	50,579	983,327	952,248	0,442
1027	25,9100	100,2920	65,456	221,1598	65,455	978,643	938,127	0,409
1028	25,5280	100,1540	79,987	220,7778	79,987	974,355	924,236	0,516
1029	26,2580	100,1920	97,911	221,5078	97,911	967,547	907,624	0,414

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

1030	26,8520	100,1440	113,640	222,1018	113,640	961,335	893,140	0,452
1031	26,6880	100,1580	132,012	221,9378	132,012	955,404	875,749	0,381
1032	27,2460	100,1060	155,759	222,4958	155,759	946,099	853,865	0,450
1033	27,8840	100,1040	174,643	223,1338	174,643	937,925	836,762	0,424
1034	28,5480	100,1520	190,390	223,7978	190,389	930,476	822,759	0,254
1035	26,7320	99,9720	188,642	221,9818	188,642	936,151	822,492	0,792
1036	26,1620	99,9320	166,899	221,4118	166,899	944,918	842,452	0,887
1037	25,1600	99,9480	144,747	220,4098	144,747	954,386	862,628	0,827
1038	23,5500	99,9720	124,257	218,7998	124,257	963,837	881,122	0,764
1039	22,9400	99,9320	102,732	218,1898	102,732	971,045	901,433	0,819
1040	22,7360	99,9360	82,092	217,9858	82,092	977,115	921,163	0,792
1041	21,8900	99,9500	61,558	217,1398	61,558	983,626	940,660	0,757
1042	21,8820	100,0440	42,010	217,1318	42,010	988,831	959,502	0,680
1043	21,6060	100,0180	21,972	216,8558	21,972	994,250	978,794	0,703
1044	18,2320	96,0980	2,701	213,4818	2,696	999,433	997,364	0,874
1045	14,3740	96,8900	5,434	209,6238	5,428	999,183	994,634	0,974
1046	13,1120	97,5180	7,510	208,3618	7,504	999,017	992,560	1,002
1047	12,6860	98,4300	12,923	207,9358	12,919	998,394	987,181	1,028
1048	13,4480	99,0600	20,166	208,6978	20,164	997,254	980,024	1,007
1049	14,7780	99,2700	30,758	210,0278	30,756	995,175	969,625	1,062
1050	15,0180	99,7360	46,134	210,2678	46,134	992,592	954,465	0,900
1051	15,0840	99,8880	62,418	210,3338	62,418	989,913	938,403	0,819
1052	14,9100	100,0120	72,157	210,1598	72,157	988,533	928,760	0,695
1053	14,8060	99,9900	84,992	210,0558	84,992	986,631	916,066	0,722
1054	14,7680	99,9860	95,574	210,0178	95,574	985,023	905,607	0,730
1055	14,6260	99,9960	109,264	209,8758	109,264	983,118	892,048	0,716
1056	14,5160	100,0420	121,375	209,7658	121,375	981,454	880,050	0,629
1057	14,4360	99,9920	143,714	209,6858	143,714	978,219	857,946	0,727

Πίνακας 3: Ταχυμετρία Σημείων Λεπτομέρειας Εδάφους, Στάση Σκόπευσης T1

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Στάση Σκόπευσης: T₂	
X	1034,193
Y	1034,188
H	0,935

Στάση Μηδενισμού: T₁	
X	1000,000
Y	1000,000
H	0,899

Γωνία Διεύθυνσης α_{T1T2} (grad): 50,0000

Ύψος Οργάνου (m): 1,479
1,494

Ύψος Στόχου (m): 1,550
1,500

Σημείο	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Γωνία Διεύθυνσης	Οριζόντιο Μήκος (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
2001	133,7020	100,5300	93,728	383,7020	93,725	1010,460	1124,858	0,084
2002	136,2280	100,0240	91,578	386,2280	91,578	1014,536	1123,631	0,829
2003	133,7040	100,5660	87,440	383,7040	87,437	1012,055	1118,776	0,087
2004	132,8900	100,6040	82,783	382,8900	82,779	1012,212	1113,996	0,079
2005	131,7900	100,6560	77,022	381,7900	77,018	1012,462	1108,077	0,070
2006	128,1340	100,7900	63,960	378,1340	63,955	1012,656	1094,408	0,070
2007	122,2040	101,0020	53,501	372,2040	53,494	1011,571	1082,664	0,022
2008	111,4580	101,1740	42,317	361,4580	42,310	1010,114	1068,978	0,084
2009	91,6360	101,4000	33,138	341,6360	33,130	1007,900	1054,344	0,135
2010	67,3940	101,7400	29,718	317,3940	29,707	1005,588	1042,204	0,052
2011	34,1940	101,4060	33,536	284,1940	33,528	1001,693	1025,949	0,123
2012	15,0140	101,0720	42,557	265,0140	42,551	997,907	1011,963	0,147
2013	6,0240	100,8880	50,216	256,0240	50,211	995,493	1002,197	0,164
2014	393,5840	99,9680	51,611	243,5840	51,611	1001,555	994,207	0,890
2015	0,0860	100,1220	43,331	250,0860	43,331	1003,512	1003,590	0,781
2016	14,6780	100,1100	30,719	264,6780	30,719	1008,082	1018,005	0,811
2017	47,0780	100,0540	22,115	297,0780	22,115	1012,101	1033,173	0,845
2018	95,0720	100,1160	24,755	345,0720	24,755	1015,387	1050,286	0,819
2019	117,4680	99,9160	34,350	367,4680	34,350	1017,394	1064,150	0,909
2020	128,7760	99,9200	47,284	378,7760	47,284	1018,720	1078,868	0,923
2021	135,1160	99,8620	65,623	385,1160	65,623	1018,990	1098,025	1,006
2022	136,8360	99,8740	79,540	386,8360	79,540	1017,863	1112,033	1,021
2023	137,0300	99,9340	88,571	387,0300	88,571	1016,273	1120,927	0,956
2024	135,4980	100,2800	87,333	385,4980	87,332	1014,471	1119,264	0,480
2025	133,8180	100,3400	75,112	383,8180	75,111	1015,306	1106,885	0,463
2026	131,0040	100,3200	63,815	381,0040	63,814	1015,433	1095,182	0,543
2027	124,6980	100,3860	50,976	374,6980	50,975	1014,462	1081,190	0,555
2028	114,2920	100,4900	39,513	364,2920	39,512	1013,175	1067,646	0,560
2029	94,0820	100,4140	29,350	344,0820	29,349	1011,603	1052,925	0,673
2030	64,7260	100,8160	26,343	314,7260	26,341	1008,554	1040,227	0,526

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

2031	27,3880	100,5080	31,349	277,3880	31,348	1004,802	1023,286	0,614
2032	7,0460	100,3860	43,708	257,0460	43,707	1000,063	1006,885	0,599
2033	398,2760	100,1500	45,613	248,2760	45,613	1002,825	1001,073	0,757
2034	4,8960	100,0360	39,486	254,8960	39,486	1004,210	1008,495	0,842
2035	12,8080	100,1560	31,349	262,8080	31,349	1008,043	1016,898	0,787
2036	19,2160	100,1020	28,484	269,2160	28,484	1008,975	1020,945	0,818
2037	30,2460	99,5280	26,808	280,2460	26,807	1008,666	1026,003	1,063
2038	60,4560	99,8220	21,764	310,4560	21,764	1012,722	1037,747	0,925
2039	74,7620	104,2420	21,784	324,7620	21,736	1014,081	1042,431	0,914
2040	84,7820	100,1120	20,896	334,7820	20,896	1016,339	1045,045	0,827
2041	83,5620	99,9380	22,041	333,5620	22,041	1015,145	1045,277	0,885
2042	128,4320	99,9500	44,431	378,4320	44,431	1019,427	1076,093	0,899
2043	138,1260	99,9060	43,182	388,1260	43,182	1026,185	1076,621	0,928
2044	139,6820	99,8800	47,982	389,6820	47,982	1026,450	1081,541	0,954
2045	168,8720	99,3900	39,638	18,8720	39,636	1045,771	1072,095	1,244
2046	169,8400	99,4080	35,178	19,8400	35,176	1044,979	1067,670	1,191
2047	205,9580	98,5980	39,176	55,9580	39,167	1064,355	1059,174	1,727
2048	204,9120	98,8300	44,121	54,9120	44,114	1067,698	1062,884	1,675
2049	227,5000	98,2060	59,469	77,5000	59,445	1089,964	1054,763	2,540
2050	224,2020	99,6800	64,810	74,2020	64,809	1093,753	1059,738	2,690
2051	139,6500	99,8640	48,517	389,6500	48,517	1026,340	1082,065	0,968
2052	144,0960	99,9020	48,621	394,0960	48,621	1029,690	1082,600	0,939
2053	143,7920	99,8940	60,838	393,7920	60,838	1028,270	1094,737	0,965
2054	141,0100	99,9700	62,170	391,0100	62,170	1025,443	1095,739	0,893
2055	139,2140	99,9520	75,460	389,2140	75,460	1021,469	1108,568	0,921
2056	141,4080	99,9280	76,687	391,4080	76,687	1023,875	1110,178	0,951
2057	221,8500	98,3640	31,764	71,8500	31,754	1062,893	1047,776	1,680
2058	161,1060	99,5120	36,029	11,1060	36,028	1040,446	1069,669	1,140
2059	175,6720	99,1760	34,477	25,6720	34,474	1047,721	1065,897	1,310
2060	157,1020	99,5800	28,074	7,1020	28,073	1037,318	1062,087	1,049
2061	144,5620	99,9680	29,794	394,5620	29,794	1031,651	1063,873	0,879
2062	133,6280	99,6120	23,986	383,6280	23,986	1028,092	1057,385	1,010
2063	143,2440	99,4420	21,303	393,2440	21,302	1031,937	1055,370	1,051
2064	112,7380	100,7240	11,247	362,7380	11,246	1027,980	1043,562	0,736
2065	11,8020	100,5700	13,904	261,8020	13,903	1022,718	1026,337	0,740
2066	375,2260	100,3560	21,748	225,2260	21,748	1025,799	1014,125	0,742
2067	369,4900	100,2480	30,138	219,4900	30,138	1025,110	1005,452	0,747
2068	372,4800	100,1540	42,702	222,4800	42,702	1019,426	994,121	0,761
2069	351,9260	99,6260	47,252	201,9260	47,251	1032,764	986,958	1,142
2070	341,5220	99,4380	48,911	191,5220	48,909	1040,687	985,712	1,296
2071	329,1740	99,1720	51,957	179,1740	51,953	1050,887	984,991	1,540
2072	322,8780	99,3480	44,529	172,8780	44,527	1052,594	993,641	1,320
2073	333,4540	99,6040	40,635	183,4540	40,634	1044,635	994,918	1,117
2074	345,9080	99,8440	38,724	195,9080	38,724	1036,680	995,544	0,959

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

2075	359,4380	100,0880	37,708	209,4380	37,708	1028,623	996,894	0,812
2076	358,9140	100,1020	29,500	208,9140	29,500	1030,076	1004,977	0,817
2077	340,9920	99,7640	30,444	190,9920	30,444	1038,486	1004,048	0,977
2078	328,2640	99,6520	32,627	178,2640	32,627	1045,117	1003,445	1,042
2079	316,2600	99,3860	37,692	166,2600	37,690	1053,246	1001,668	1,228
2080	307,2440	99,1220	33,862	157,2440	33,859	1055,262	1007,683	1,331
2081	318,1980	99,3900	28,411	168,1980	28,410	1047,802	1009,250	1,136
2082	329,3440	99,6260	25,385	179,3440	25,385	1042,286	1010,128	1,013
2083	353,1300	100,0260	22,646	203,1300	22,646	1033,080	1011,569	0,855
2084	356,0460	100,0060	13,969	206,0460	13,969	1032,868	1020,282	0,863
2085	321,5000	99,4220	16,423	171,5000	16,422	1041,302	1019,384	1,013
2086	304,6700	99,0420	21,631	154,6700	21,629	1048,325	1017,815	1,189
2087	292,3540	98,8680	27,401	142,3540	27,397	1055,747	1017,276	1,351
2088	272,5400	98,5680	24,820	122,5400	24,814	1057,468	1025,585	1,422
2089	274,5780	98,6740	16,578	124,5780	16,574	1049,547	1027,947	1,209
2090	279,7500	98,8360	9,462	129,7500	9,460	1042,639	1029,926	1,037
2091	361,2980	99,5600	2,237	211,2980	2,237	1033,798	1031,986	0,879
2092	155,3300	99,5760	7,074	5,3300	7,074	1034,785	1041,237	0,911
2093	210,8500	99,0100	10,569	60,8500	10,568	1042,825	1040,285	1,028
2094	235,5960	99,7840	17,606	85,5960	17,606	1051,350	1038,138	0,924
2095	245,9300	98,6960	25,774	95,9300	25,769	1059,909	1035,834	1,392
2096	226,7340	98,4840	30,420	76,7340	30,411	1062,596	1045,056	1,588
2097	211,8680	98,6580	23,708	61,8680	23,703	1053,769	1047,552	1,364
2098	188,0920	98,7960	18,603	38,0920	18,600	1044,670	1049,556	1,216
2099	159,0880	99,4180	17,617	9,0880	17,616	1036,699	1051,625	1,025
2100	166,8660	99,1100	23,513	16,8660	23,511	1040,349	1056,878	1,193
2101	188,7320	98,7800	25,190	38,7320	25,185	1048,588	1054,854	1,347
2102	207,2340	98,4300	29,691	57,2340	29,682	1057,426	1052,661	1,596
2103	215,8840	98,4040	35,542	65,8840	35,531	1064,743	1052,330	1,755
(T ₁)'	0,0000	99,9520	48,357	250,0000	48,357	999,999	999,994	0,900
(T ₁)''	0,0000	100,0380	48,361	250,0000	48,361	999,997	999,992	0,900
2104	133,3060	100,4900	96,887	383,3060	96,884	1009,077	1127,760	0,183
2105	131,3560	100,5040	107,080	381,3560	107,077	1003,281	1136,706	0,081
2106	129,1760	100,4440	114,896	379,1760	114,893	997,278	1142,989	0,128
2107	102,5000	100,2720	192,410	352,5000	192,408	903,586	1175,478	0,107
2108	98,9560	100,3140	196,027	348,9560	196,025	893,328	1170,507	-0,038
2109	96,2160	100,2860	199,721	346,2160	199,719	884,831	1166,772	0,032
2110	94,0840	100,2640	204,843	344,0840	204,841	876,533	1164,967	0,080
2111	92,7300	100,0840	206,837	342,7300	206,837	872,224	1162,825	0,156
2112	91,9060	100,1420	205,767	341,9060	205,766	871,420	1160,064	0,470
2113	91,2160	100,1580	208,302	341,2160	208,301	868,043	1159,821	0,412
2114	92,4720	100,1200	210,811	342,4720	210,811	868,582	1164,627	0,532

Πίνακας 4: Ταχυμετρία Σημείων Λεπτομέρειας Εδάφους, Στάση
Σκόπευσης T2

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Στάση Σκόπευσης: T ₃	
X	1005,080
Y	932,011
H	0,663

Στάση Μηδενισμού: T ₁	
X	1000,000
Y	1000,000
H	0,899

Γωνία Διεύθυνσης α_{TIT3} (grad): 195,2498

Ύψος Οργάνου (m): 1,472

Ύψος Στόχου (m): 1,550

Σημείο	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Γωνία Διεύθυνσης	Οριζόντιο Μήκος (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
(T ₁)'	399,9980	99,7060	68,186	395,2478	68,185	999,995	1000,006	0,900
3001	2,7140	99,8140	58,867	397,9638	58,867	1003,197	990,848	0,757
3002	7,0280	99,7940	58,408	2,2778	58,408	1007,169	990,381	0,774
3003	11,5640	99,7480	58,192	6,8138	58,192	1011,296	989,870	0,815
3004	14,7560	99,6760	57,789	10,0058	57,788	1014,125	989,087	0,879
3005	6,1620	99,7100	59,309	1,4118	59,308	1006,395	991,305	0,855
3006	9,0420	99,7540	59,020	4,2918	59,020	1009,056	990,896	0,813
3007	11,9240	99,7380	58,980	7,1738	58,980	1011,712	990,616	0,828
3008	13,1180	99,9600	45,338	8,3678	45,338	1011,022	976,958	0,613
3009	9,7560	99,9600	31,875	5,0058	31,875	1007,584	963,788	0,605
3010	5,0720	100,0200	18,946	0,3218	18,946	1005,176	950,957	0,579
3011	388,6100	99,6880	6,646	383,8598	6,646	1003,413	938,444	0,618
3012	218,9700	100,1200	10,475	214,2198	10,475	1002,760	921,796	0,565
3013	209,6160	100,2860	23,043	204,8658	23,043	1003,321	909,036	0,481
3014	212,9480	100,1740	32,799	208,1978	32,799	1000,868	899,484	0,495
3015	216,2020	100,1260	41,050	211,4518	41,050	997,736	891,623	0,504
3016	219,2360	100,1520	49,516	214,4858	49,516	993,910	883,771	0,467
3017	218,7000	99,9720	60,350	213,9498	60,350	991,962	873,104	0,612
3018	216,2980	100,0220	70,521	211,5478	70,521	992,358	862,647	0,561
3019	218,1380	100,0220	83,468	213,3878	83,468	987,656	850,382	0,556
3020	223,5160	99,7980	96,201	218,7658	96,201	977,132	839,960	0,890
3021	231,8280	99,9880	105,930	227,0778	105,930	961,370	835,519	0,605
3022	235,9480	99,8280	117,224	231,1978	117,224	949,906	828,584	0,902
3023	240,2880	99,8320	114,746	235,5378	114,746	944,301	834,684	0,888
3024	241,3300	99,8080	108,154	236,5798	108,154	946,299	841,226	0,911
3025	241,6760	99,8480	101,413	236,9258	101,413	949,501	847,185	0,827
3026	240,2400	100,0140	94,529	235,4898	94,529	955,070	851,794	0,564
3027	239,4760	99,9840	101,082	234,7258	101,082	952,637	845,598	0,610
3028	238,6800	99,9320	107,693	233,9298	107,693	950,362	839,255	0,700
3029	238,7500	100,0000	104,685	233,9998	104,685	951,791	841,904	0,585

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

3030	234,5760	100,0520	103,505	229,8258	103,505	958,342	839,659	0,500
3031	230,6640	100,0660	94,112	225,9138	94,112	967,821	845,589	0,487
3032	227,4340	100,0480	84,506	222,6838	84,506	975,602	852,813	0,521
3033	225,8200	100,0680	79,746	221,0698	79,746	979,166	856,593	0,500
3034	227,7780	100,1760	69,188	223,0278	69,188	980,596	867,300	0,394
3035	230,2120	100,2400	58,074	225,4618	58,074	982,468	878,521	0,366
3036	236,2740	100,2760	41,670	231,5238	41,670	985,279	895,347	0,404
3037	248,6160	100,5320	26,182	243,8658	26,181	988,434	911,803	0,366
3038	278,0580	100,6240	16,788	273,3078	16,787	989,747	925,177	0,420
3039	231,9120	100,1100	34,041	227,1618	34,041	990,993	901,022	0,526
3040	225,2020	100,0800	42,173	220,4518	42,173	991,764	891,996	0,532
3041	222,6780	100,0480	56,216	217,9278	56,216	989,457	878,009	0,543
3042	219,8240	99,9780	65,440	215,0738	65,440	989,730	868,397	0,608
3043	219,5260	100,0660	75,004	214,7758	75,004	987,828	859,018	0,507
3044	222,1140	100,0040	80,342	217,3638	80,342	983,437	854,639	0,580
3045	224,9600	100,1380	71,554	220,2098	71,554	982,745	864,032	0,430
3046	226,8620	100,1960	62,073	222,1118	62,073	983,951	873,645	0,394
3047	229,2680	100,2600	49,605	224,5178	49,605	986,445	886,040	0,382
3048	231,2840	100,2400	42,331	226,5338	42,331	987,943	893,304	0,425
3049	209,6560	100,0340	49,470	204,9058	49,470	1001,272	882,688	0,559
3050	199,2820	99,8760	48,448	194,5318	48,448	1009,236	883,742	0,679
3051	188,3560	99,7520	49,761	183,6058	49,761	1017,753	883,891	0,779
3052	174,8300	99,4460	52,761	170,0798	52,759	1028,973	884,972	1,044
3053	166,1940	99,3240	47,698	161,4438	47,695	1032,232	892,799	1,091
3054	174,6180	99,6840	41,293	169,8678	41,292	1023,903	895,258	0,790
3055	186,0620	99,9200	36,720	181,3118	36,720	1015,705	896,862	0,631
3056	202,1560	100,0500	33,488	197,4058	33,488	1006,444	898,551	0,559
3057	199,8080	100,2060	23,922	195,0578	23,922	1006,935	908,161	0,508
3058	176,2000	99,8140	27,373	171,4498	27,373	1016,948	907,345	0,665
3059	162,6440	99,4540	33,432	157,8938	33,431	1025,614	905,630	0,872
3060	153,9640	99,2740	40,357	149,2138	40,354	1033,965	903,831	1,045
3061	142,8620	99,2680	37,517	138,1118	37,515	1036,070	910,870	1,016
3062	151,0220	99,4440	28,692	146,2718	28,691	1026,520	912,946	0,836
3063	166,1480	99,8620	20,643	161,3978	20,643	1016,844	915,048	0,630
3064	193,8300	100,3120	14,969	189,0798	14,969	1007,635	917,262	0,512
3065	149,1280	100,2060	5,994	144,3778	5,994	1009,676	928,163	0,566
3066	128,1120	99,3140	15,802	123,3618	15,801	1019,829	926,342	0,755
3067	126,0080	99,0980	24,053	121,2578	24,051	1027,802	924,129	0,926
3068	124,7200	99,1520	32,092	119,9698	32,089	1035,603	922,109	1,012
3069	107,6560	98,9020	35,045	102,9058	35,040	1040,083	930,412	1,189
3070	102,6420	98,8340	27,963	97,8918	27,958	1033,023	932,937	1,097
3071	100,4940	99,1280	20,467	95,7438	20,465	1025,499	933,378	0,865
3072	81,1420	98,8900	11,085	76,3918	11,083	1015,410	936,028	0,778
3073	52,6540	99,3080	18,886	47,9038	18,885	1017,987	945,797	0,790

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

3074	71,8560	99,1860	24,465	67,1058	24,463	1026,349	944,096	0,898
3075	84,1240	98,9960	29,366	79,3738	29,362	1032,915	941,359	1,048
3076	90,3060	98,8320	35,834	85,5558	35,828	1039,990	940,070	1,242
3077	80,4340	98,9100	39,227	75,6838	39,221	1041,475	946,630	1,257
3078	74,0380	99,0440	32,566	69,2878	32,562	1033,926	947,118	1,074
3079	62,2300	99,4260	26,739	57,4798	26,738	1026,072	948,571	0,826
3080	39,0080	99,6640	21,728	34,2578	21,728	1016,216	950,668	0,700
3081	31,0400	99,7480	31,110	26,2898	31,110	1017,565	960,506	0,708
3082	48,9420	99,6660	33,280	44,1918	33,280	1026,370	957,589	0,760
3083	61,1060	99,2760	37,134	56,3558	37,132	1033,822	955,519	1,007
3084	72,6660	99,0400	41,968	67,9158	41,963	1041,826	952,276	1,218
3085	63,6900	99,1680	48,483	58,9398	48,479	1043,820	961,155	1,219
3086	52,3980	99,4900	42,207	47,6478	42,206	1033,801	962,937	0,923
3087	40,8360	99,6540	38,682	36,0858	38,681	1025,851	964,643	0,795
3088	24,9560	99,8380	36,561	20,2058	36,561	1016,490	966,746	0,678
3089	24,7960	99,7540	45,682	20,0458	45,682	1019,228	975,447	0,762
3090	35,8980	99,6920	47,297	31,1478	47,296	1027,308	973,758	0,814
3091	45,3500	99,5500	49,467	40,5998	49,466	1034,531	971,754	0,935
3092	53,4700	99,3660	53,271	48,7198	53,268	1041,981	970,427	1,116
3093	52,4860	99,2820	63,450	47,7358	63,446	1048,319	978,441	1,301
3094	44,2220	99,3600	60,704	39,4718	60,701	1040,350	981,413	1,195
3095	35,4560	99,6440	57,931	30,7058	57,930	1031,950	983,332	0,909
3096	22,8880	99,7520	55,659	18,1378	55,659	1020,724	985,426	0,802
3097	26,8500	99,4940	60,108	22,0998	60,106	1025,529	988,532	1,063
3098	40,8820	99,3320	63,035	36,1318	63,032	1038,964	985,160	1,246
3099	47,1940	99,1620	67,404	42,4438	67,398	1046,759	984,977	1,472
3100	246,0240	100,2140	138,635	241,2738	138,634	921,365	821,506	0,119
3101	249,1000	100,1960	146,997	244,3498	146,996	910,760	819,265	0,132
3102	250,9220	100,2140	155,938	246,1718	155,937	901,642	815,320	0,061
3103	252,7200	100,1680	163,044	247,9698	163,043	893,525	813,105	0,155
3104	254,1160	100,1520	172,924	249,3658	172,924	884,029	808,524	0,172
3105	255,6920	100,1500	183,187	250,9418	183,186	873,646	804,409	0,153
3106	257,2500	100,1340	196,782	252,4998	196,782	860,579	798,435	0,171
3107	258,9500	100,1240	208,484	254,1998	208,484	848,262	794,630	0,179
3108	260,2520	100,1060	223,116	255,5018	223,116	834,285	788,451	0,214
3109	261,0540	100,1240	230,628	256,3038	230,628	826,679	785,853	0,136
3110	262,7300	100,0980	247,971	257,9798	247,971	809,193	779,966	0,203
3111	264,9120	100,0720	270,967	260,1618	270,967	785,459	773,298	0,279
3112	266,0360	100,1040	283,513	261,2858	283,513	772,395	770,033	0,122
3113	267,1040	100,1080	299,808	262,3538	299,808	756,182	764,875	0,076
3114	267,8720	100,0800	320,406	263,1218	320,406	736,946	756,614	0,182

Πίνακας 5: Ταχυμετρία Σημείων Λεπτομέρειας Εδάφους, Στάση
Σκόπευσης T3

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Στάση Σκόλευσης: T ₁				Στάση Μηδενισμού: T ₂				
X	1000,000	X	1034,193					
Y	1000,000	Y	1034,188					
H	0,899	H	0,935					
Γωνία Διεύθυνσης α _{T2T1} (grad): 250,0000								
Ύψος Οργάνου (m): 1,359								
Ύψος Στόχου (m): 2,900								
1,441								
Σημείο	Οριζόντια Γωνία	Κατακόρυφη Γωνία	Κεκλιμένος ο Μήκος (m)	Γωνία Διεύθυνσης ης	Οριζόντιο Μήκος (m)	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Ύψος H (m)
A'	273,6100	101,2920	66,058	323,6100	66,044	938,446	1023,936	-1,983
A''	273,6040	101,2920	66,128	323,6040	66,114	938,378	1023,955	-1,984
A'''	273,6060	101,2940	66,118	323,6060	66,104	938,388	1023,954	-1,986
B'	280,7160	101,2720	68,724	330,7160	68,710	939,133	1031,880	-2,015
B''	280,6980	101,2720	68,777	330,6980	68,763	939,077	1031,888	-2,016
B'''	280,7240	101,2720	68,757	330,7240	68,743	939,108	1031,903	-2,016
Γ'	278,2020	101,2580	76,310	328,2020	76,295	931,070	1032,704	-2,150
Γ''	278,2020	101,2580	76,311	328,2020	76,296	931,069	1032,704	-2,150
Γ'''	278,2020	101,2580	76,320	328,2020	76,305	931,061	1032,708	-2,150
Δ'	271,7760	101,1900	73,890	321,7760	73,877	930,403	1024,780	-2,023
Δ''	271,7900	101,1920	73,849	321,7900	73,836	930,447	1024,782	-2,025
Δ'''	271,7560	101,1920	73,755	321,7560	73,742	930,522	1024,713	-2,023
1'	278,7060	101,3560	74,589	328,7060	74,572	932,881	1032,498	-2,231
1''	278,7320	101,3560	74,649	328,7320	74,632	932,841	1032,551	-2,232
2'	278,8240	101,3160	74,006	328,8240	73,990	933,465	1032,367	-2,172
2''	278,7980	101,3160	74,074	328,7980	74,058	933,391	1032,370	-2,173
3'	277,6720	101,3560	74,522	327,6720	74,505	932,423	1031,375	-2,229
3''	277,6740	101,3560	74,541	327,6740	74,524	932,407	1031,385	-2,230
A						938,404	1023,948	-2,034
B						939,106	1031,890	-2,066
Γ						931,066	1032,705	-2,200
Δ						930,457	1024,758	-2,074
1						932,861	1032,524	-2,231
2						933,428	1032,369	-2,172
3						932,415	1031,380	-2,229

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

4'	275,9640	101,3520	74,563	325,9640	74,546	931,568	1029,567	-2,225
4''	275,9620	101,3520	74,561	325,9620	74,544	931,569	1029,564	-2,225
5'	276,0220	101,3680	73,990	326,0220	73,973	932,121	1029,402	-2,232
5''	276,0160	101,3680	73,986	326,0160	73,969	932,122	1029,394	-2,232
6'	277,4200	101,3580	73,901	327,4200	73,884	932,864	1030,848	-2,218
6''	277,4160	101,3580	73,896	327,4160	73,879	932,866	1030,842	-2,218
7'	278,0400	101,3840	73,872	328,0400	73,855	933,194	1031,488	-2,248
7''	278,0380	101,3840	73,867	328,0380	73,850	933,198	1031,483	-2,248
8'	277,9840	101,3540	72,505	327,9840	72,489	934,403	1030,848	-2,184
8''	277,9900	101,3540	72,545	327,9900	72,529	934,369	1030,871	-2,185
9'	277,3660	101,3540	72,517	327,3660	72,501	934,095	1030,214	-2,184
9''	277,3500	101,3540	72,520	327,3500	72,504	934,085	1030,199	-2,184
10'	277,2960	101,4240	70,542	327,2960	70,524	935,860	1029,320	-2,220
10''	277,2940	101,4240	70,488	327,2940	70,470	935,908	1029,296	-2,219
11'	277,1840	101,4060	69,199	327,1840	69,182	937,030	1028,652	-2,170
11''	277,1760	101,4060	69,188	327,1760	69,171	937,036	1028,639	-2,170
12'	276,7480	101,4480	69,317	326,7480	69,299	936,728	1028,267	-2,218
12''	276,7460	101,4480	69,335	326,7460	69,317	936,711	1028,273	-2,219
13'	276,7800	101,4160	69,989	326,7800	69,972	936,128	1028,574	-2,199
13''	276,8120	101,4160	70,075	326,8120	70,058	936,064	1028,641	-2,201
14'	274,7540	101,3900	70,212	324,7540	70,195	935,045	1026,612	-2,175
14''	274,7540	101,3900	70,263	324,7540	70,246	934,998	1026,631	-2,176
15'	274,7600	101,4040	70,730	324,7600	70,713	934,568	1026,814	-2,202
15''	274,7560	101,4040	70,648	324,7560	70,631	934,643	1026,779	-2,200
16'	276,1480	101,4020	70,573	326,1480	70,556	935,312	1028,172	-2,196
16''	276,1480	101,4020	70,598	326,1480	70,581	935,289	1028,182	-2,197
17'	289,6100	101,1560	105,976	339,6100	105,959	913,898	1061,755	-2,584
17''	289,6100	101,1560	105,990	339,6100	105,973	913,886	1061,763	-2,585
18'	288,8520	101,1840	105,459	338,8520	105,441	913,593	1060,428	-2,621
18''	288,8600	101,1820	105,442	338,8600	105,424	913,614	1060,429	-2,618
19'	288,0120	101,1780	105,049	338,0120	105,031	913,142	1059,053	-2,604
19''	288,0100	101,1800	105,052	338,0100	105,034	913,138	1059,051	-2,607
4						931,569	1029,566	-2,225
5						932,122	1029,398	-2,232
6						932,865	1030,845	-2,218
7						933,196	1031,486	-2,248
8						934,386	1030,859	-2,184
9						934,090	1030,207	-2,184
10						935,884	1029,308	-2,219
11						937,033	1028,645	-2,170
12						936,720	1028,270	-2,219
13						936,096	1028,607	-2,200
14						935,021	1026,621	-2,175
15						934,605	1026,797	-2,201
16						935,301	1028,177	-2,196
17						913,892	1061,759	-2,584
18						913,604	1060,429	-2,619
19						913,140	1059,052	-2,605

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

20'	286,6380	101,1600	104,020	336,6380	104,003	912,750	1056,605	-2,555
20''	286,6380	101,1620	104,029	336,6380	104,012	912,743	1056,610	-2,559
21'	286,9320	101,2180	103,123	336,9320	103,104	913,764	1056,514	-2,633
21''	286,9320	101,2180	103,125	336,9320	103,106	913,763	1056,516	-2,633
22'	288,4100	101,1680	103,874	338,4100	103,857	914,480	1058,928	-2,566
22''	288,4100	101,1680	103,867	338,4100	103,850	914,486	1058,924	-2,566
23'	289,7540	101,1720	104,839	339,7540	104,821	914,960	1061,284	-2,590
23''	289,7540	101,1720	104,840	339,7540	104,822	914,960	1061,285	-2,590
24'	290,0860	101,1760	104,302	340,0860	104,284	915,715	1061,411	-2,587
24''	290,0860	101,1760	104,315	340,0980	104,297	915,716	1061,434	-2,587
25'	288,7540	101,1740	103,262	338,7540	103,244	915,302	1059,039	-2,564
25''	288,7520	101,1740	103,325	338,7520	103,307	915,248	1059,073	-2,565
26'	287,5460	101,2460	102,442	337,5460	102,422	914,880	1056,964	-2,665
26''	287,5480	101,2460	102,465	337,5480	102,445	914,863	1056,980	-2,665
27'	269,5680	101,2680	80,590	319,5680	80,574	923,202	1024,378	-2,265
27''	269,5360	101,2680	80,569	319,5360	80,553	923,210	1024,333	-2,265
28'	270,9580	101,2520	80,416	320,9580	80,400	923,917	1025,993	-2,241
28''	270,9480	101,2520	80,463	320,9480	80,447	923,869	1025,996	-2,242
29'	270,4600	101,2560	79,991	320,4600	79,975	924,119	1025,263	-2,238
29''	270,4460	101,2580	79,959	320,4460	79,943	924,144	1025,236	-2,240
30'	269,5580	101,2660	79,912	319,5580	79,896	923,845	1024,161	-2,249
30''	269,5560	101,2660	79,948	319,5560	79,932	923,810	1024,170	-2,250
31'	277,9560	101,3100	76,407	327,9560	76,391	930,857	1032,478	-2,232
31''	277,9540	101,3080	76,403	327,9540	76,387	930,860	1032,474	-2,230
32'	278,0180	101,2860	77,763	328,0180	77,747	929,662	1033,123	-2,231
32''	278,0180	101,2860	77,759	328,0180	77,743	929,665	1033,121	-2,231
33'	278,2360	101,2880	80,047	328,2360	80,031	927,713	1034,344	-2,279
33''	278,2520	101,2880	80,047	328,2520	80,031	927,722	1034,362	-2,279
34'	277,6560	101,3000	79,697	327,6560	79,680	927,721	1033,536	-2,287
34''	277,6560	101,3000	79,716	327,6560	79,699	927,704	1033,544	-2,288
35'	277,4220	101,3140	77,215	327,4220	77,199	929,853	1032,234	-2,254
35''	277,4340	101,3140	77,213	327,4340	77,197	929,861	1032,246	-2,254
20						912,747	1056,607	-2,557
21						913,764	1056,515	-2,633
22						914,483	1058,926	-2,566
23						914,960	1061,285	-2,590
24						915,716	1061,422	-2,587
25						915,275	1059,056	-2,565
26						914,871	1056,972	-2,665
27						923,206	1024,356	-2,265
28						923,893	1025,995	-2,242
29						924,132	1025,249	-2,239
30						923,827	1024,165	-2,249
31						930,858	1032,476	-2,231
32						929,663	1033,122	-2,231
33						927,717	1034,353	-2,279
34						927,712	1033,540	-2,288
35						929,857	1032,240	-2,254

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

36'	278,9100	101,3160	82,433	328,9100	82,415	925,938	1036,153	-2,364	36	925,932	1036,156	-2,364
36''	278,9100	101,3160	82,446	328,9100	82,428	925,926	1036,159	-2,364	37	924,220	1036,899	-2,389
37'	278,8520	101,3060	84,288	328,8520	84,270	924,237	1036,898	-2,389	38	923,139	1037,503	-2,381
37''	278,8420	101,3060	84,320	328,8420	84,302	924,202	1036,900	-2,390	39	922,921	1036,745	-2,380
38'	278,9080	101,2800	85,548	328,9080	85,531	923,137	1037,517	-2,380	40	925,231	1035,654	-2,315
38''	278,8900	101,2820	85,532	328,8900	85,515	923,141	1037,489	-2,382	41	935,577	1034,177	-2,175
39'	278,3140	101,2820	85,391	328,3140	85,374	922,932	1036,731	-2,379	42	934,060	1034,825	-2,192
39''	278,3260	101,2820	85,422	328,3260	85,405	922,911	1036,759	-2,380	43	932,343	1035,976	-2,264
40'	278,3280	101,2720	82,842	328,3280	82,825	925,240	1035,651	-2,315	44	930,942	1036,638	-2,308
40''	278,3260	101,2720	82,861	328,3260	82,844	925,222	1035,657	-2,315	45	932,196	1035,496	-2,262
41'	281,0520	101,3220	72,944	331,0520	72,928	935,576	1034,178	-2,175	46	934,018	1034,356	-2,224
41''	281,0520	101,3220	72,942	331,0520	72,926	935,578	1034,177	-2,175	47	932,474	1039,058	-2,307
42'	280,9360	101,3080	74,612	330,9360	74,596	934,039	1034,840	-2,193	48	934,231	1037,859	-2,238
42''	280,9300	101,3080	74,561	330,9300	74,545	934,081	1034,809	-2,192	49	935,803	1036,476	-2,182
43'	281,1100	101,3320	76,647	331,1100	76,630	932,339	1035,975	-2,264	50	938,439	1034,217	-2,216
43''	281,1160	101,3320	76,641	331,1160	76,624	932,348	1035,978	-2,263	51	937,618	1034,167	-2,157
44'	281,0560	101,3420	78,194	331,0560	78,177	930,942	1036,642	-2,308	51''	937,618	1034,167	-2,157
44''	281,0500	101,3420	78,190	331,0500	78,173	930,942	1036,634	-2,308				
45'	280,7040	101,3320	76,550	330,7040	76,533	932,197	1035,497	-2,262				
45''	280,7020	101,3320	76,551	330,7020	76,534	932,195	1035,496	-2,262				
46'	280,5640	101,3380	74,412	330,5640	74,396	934,015	1034,361	-2,224				
46''	280,5600	101,3380	74,402	330,5600	74,386	934,022	1034,352	-2,224				
47'	283,3820	101,3440	78,019	333,3820	78,002	932,478	1039,052	-2,307				
47''	283,3860	101,3440	78,032	333,3860	78,015	932,470	1039,063	-2,307				
48'	283,2440	101,3240	75,896	333,2440	75,880	934,233	1037,848	-2,238				
48''	283,2580	101,3240	75,911	333,2580	75,895	934,229	1037,869	-2,239				
49'	282,8820	101,3120	73,852	332,8820	73,836	935,796	1036,464	-2,182				
49''	282,9060	101,3120	73,850	332,9060	73,834	935,811	1036,487	-2,182				
50'	282,2840	101,4060	70,445	332,2840	70,428	938,436	1034,204	-2,216				
50''	282,3080	101,4060	70,452	332,3080	70,435	938,442	1034,230	-2,216				
51'	281,9000	101,3400	71,131	331,9000	71,115	937,627	1034,162	-2,157				
51''	281,9000	101,3400	71,153	331,9000	71,137	937,608	1034,173	-2,158				

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

52'	282,2860	101,3400	73,872	332,2860	73,856	935,440	1035,871	-2,215
52''	282,2940	101,3420	73,909	332,2940	73,893	935,413	1035,897	-2,218
53'	282,6520	101,3220	75,746	332,6520	75,730	934,015	1037,161	-2,233
53''	282,6260	101,3220	75,754	332,6260	75,738	933,993	1037,138	-2,233
54'	278,7360	101,4200	74,611	328,7360	74,592	932,878	1032,538	-2,324
54''	278,7460	101,4200	74,609	328,7460	74,590	932,885	1032,548	-2,324
55'	281,0280	101,3040	74,601	331,0280	74,585	934,099	1034,930	-2,188
55''	281,0180	101,3040	74,613	331,0180	74,597	934,083	1034,925	-2,188
56'	280,6660	101,3560	73,702	330,6660	73,685	934,699	1034,137	-2,230
56''	280,6700	101,3560	73,703	330,6700	73,686	934,701	1034,142	-2,230
57'	279,1460	101,3200	73,728	329,1460	73,712	933,879	1032,581	-2,189
57''	279,1760	101,3200	73,734	329,1760	73,718	933,889	1032,614	-2,189
58'	281,5160	101,3200	67,104	331,5160	67,090	940,965	1031,873	-2,051
58''	281,5080	101,3200	67,098	331,5080	67,084	940,966	1031,862	-2,051
59'	281,1800	101,4660	65,437	331,1800	65,420	942,271	1030,775	-2,167
59''	281,1740	101,4660	65,437	331,1740	65,420	942,268	1030,770	-2,167
60'	280,7980	101,4820	63,837	330,7980	63,820	943,504	1029,684	-2,146
60''	280,7980	101,4820	63,835	330,7980	63,818	943,506	1029,683	-2,146
61'	280,4280	101,4740	62,245	330,4280	62,228	944,745	1028,623	-2,101
61''	280,4300	101,4740	62,244	330,4300	62,227	944,747	1028,624	-2,101
62'	280,2280	101,4620	60,895	330,2280	60,879	945,856	1027,833	-2,058
62''	280,2400	101,4620	60,891	330,2400	60,875	945,865	1027,841	-2,058
63'	279,6060	101,4960	59,143	329,6060	59,127	947,153	1026,516	-2,050
63''	279,6420	101,4940	59,146	329,6420	59,130	947,165	1026,548	-2,048
64'	279,4980	101,4560	60,411	329,4980	60,395	945,973	1026,994	-2,042
64''	279,4600	101,4580	60,402	329,4600	60,386	945,965	1026,957	-2,043
65'	279,7560	101,4360	62,281	329,7560	62,265	944,413	1028,055	-2,065
65''	279,7560	101,4260	62,280	329,7560	62,264	944,414	1028,055	-2,055
66'	281,4940	101,4560	62,469	331,4940	62,453	945,035	1029,651	-2,089
66''	281,4860	101,4560	62,481	331,4860	62,465	945,021	1029,650	-2,089
67'	280,5840	101,4180	65,875	330,5840	65,859	941,596	1030,436	-2,127
67''	280,5580	101,4180	65,859	330,5580	65,843	941,598	1030,405	-2,127
52						935,426	1035,884	-2,216
53						934,004	1037,149	-2,233
54						932,882	1032,543	-2,324
55						934,091	1034,927	-2,188
56						934,700	1034,140	-2,230
57						933,884	1032,597	-2,189
58						940,966	1031,868	-2,051
59						942,270	1030,772	-2,167
60						943,505	1029,684	-2,146
61						944,746	1028,624	-2,101
62						945,860	1027,837	-2,058
63						947,159	1026,532	-2,049
64						945,969	1026,976	-2,042
65						944,414	1028,055	-2,060
66						945,028	1029,650	-2,089
67						941,597	1030,421	-2,127

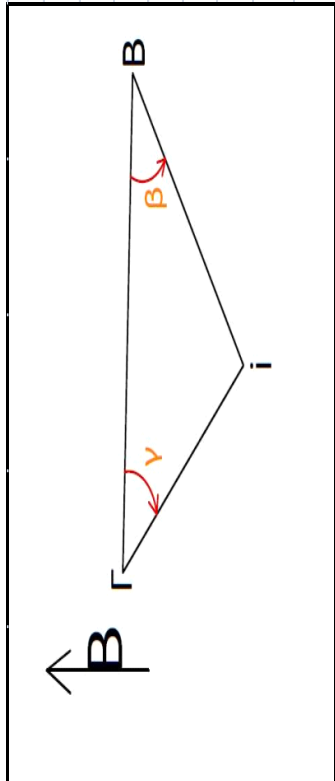
ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

68'	280,5980	101,3540	67,416	330,5980	67,401	940,236	1031,162	-2,094	68	940,242	1031,154	-2,094
68''	280,5900	101,3540	67,398	330,5900	67,383	940,248	1031,146	-2,093				
69'	283,7920	101,5780	44,258	333,7920	44,244	961,844	1022,398	-1,757	69	961,862	1022,392	-1,756
69''	283,8040	101,5780	44,220	333,8040	44,206	961,881	1022,386	-1,756				
70'	284,6100	101,6100	42,665	334,6100	42,651	963,498	1022,062	-1,739	70	963,494	1022,069	-1,739
70''	284,6220	101,6100	42,680	334,6220	42,666	963,489	1022,077	-1,739				
71'	285,5540	101,7660	40,442	335,5540	40,426	965,716	1021,422	-1,782	71	965,723	1021,423	-1,782
71''	285,5700	101,7680	40,431	335,5700	40,415	965,731	1021,425	-1,783				
72'	285,7780	101,7140	38,260	335,7780	38,246	967,636	1020,381	-1,690	72	967,654	1020,371	-1,689
72''	285,7820	101,7140	38,220	335,7820	38,206	967,672	1020,361	-1,689				
73'	285,9620	101,7780	35,874	335,9620	35,860	969,711	1019,197	-1,662	73	969,688	1019,200	-1,662
73''	285,9280	101,7780	35,915	335,9280	35,901	969,666	1019,202	-1,663				
74'	278,8400	101,5100	43,773	328,8400	43,761	960,653	1019,153	-1,698	74	960,648	1019,152	-1,698
74''	278,8300	101,5080	43,782	328,8300	43,770	960,642	1019,151	-1,697				
75'	278,0600	101,5560	42,439	328,0600	42,426	961,629	1018,100	-1,697	75	961,637	1018,097	-1,697
75''	278,0620	101,5560	42,422	328,0620	42,409	961,644	1018,094	-1,697				
76'	277,0440	101,5860	40,809	327,0440	40,796	962,830	1016,814	-1,677	76	962,844	1016,801	-1,676
76''	277,0240	101,5860	40,772	327,0240	40,759	962,858	1016,787	-1,676				
(T ₂)'	0,0000	99,7060	48,373	50,0000	48,372	1034,205	1034,205	0,931				
(T ₂)''	0,0000	99,8160	48,369	50,0000	48,369	1034,202	1034,202	0,930				

Πίνακας 6: Ταχυμετρία Υποθαλασσίων Σημείων Λεπτομέρειας

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΛΑΜΠΑΓΙΑΝΝΑ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Κορυφές Μετρήσεων										
Κορυφή Β					Κορυφή Γ					
X	939,106				X	931,066				
Y	1031,890				Y	1032,705				
H	-2,066				H	-2,200				
Γωνίες Διεύθυνσης (grad)					Οριζόντιο Μήκος (m)					
α_{BG}	306,4313				S_{BG}	8,081				
α_{GB}	106,4313									
Σημείο	Κεκλιμένο Μήκος D_{Bi} (m)	Κεκλιμένο Μήκος D_{Gi} (m)	Υψομετρικ ή Διαφορά ΔH_{Bi} (m)	Υψομετρικ ή Διαφορά ΔH_{Gi} (m)	Οριζόντιο Μήκος S_{Bi} (m)	Οριζόντιο Μήκος S_{Gi} (m)	Γωνία β (grad)	Γωνία γ (grad)	Γωνία Διεύθυνσης α_{Bi} (grad)	Γωνία Διεύθυνσης α_{Gi} (grad)
A'	7,970	11,400	0,012	0,122	7,970	11,399	100,5528	49,2863	205,8785	155,7177
A'	11,224	8,005	-0,023	0,102	11,224	8,004	50,5239	98,3278	255,9075	204,7591
201	6,800	7,358	-0,103	0,017	6,799	7,358	65,0156	57,7776	241,4157	164,2089
202	6,824	6,918	-0,113	-0,008	6,823	6,910	60,5817	59,3719	245,8496	165,8032
203	4,096	5,910	-0,123	-0,013	4,094	5,910	49,5223	32,3205	256,9091	138,7518
204	4,450	6,504	-0,113	-0,008	4,449	6,504	59,4156	37,0464	247,0157	143,4778
205	4,324	7,112	-0,113	-0,003	4,323	7,112	68,2565	35,8454	238,1748	142,2768
206	3,810	7,204	-0,108	0,002	3,808	7,204	70,0375	31,2344	236,3939	137,6657
207	7,406	3,454	-0,133	-0,008	7,405	3,454	28,1026	73,7088	278,3287	180,1401
208	7,864	3,172	-0,128	-0,013	7,863	3,172	25,4415	82,9829	280,9899	189,4142
209	6,618	1,804	-0,143	-0,018	6,616	1,804	9,1747	35,3190	297,2567	141,7503
210	6,338	2,564	-0,133	-0,003	6,337	2,564	16,7643	44,4868	289,6671	150,9181
211	6,014	2,372	-0,133	-0,008	6,013	2,372	10,6116	27,6336	295,8197	134,0650
212	5,252	3,972	-0,118	-0,003	5,251	3,972	27,4454	37,2580	278,9859	143,6893
213	4,814	3,810	-0,128	-0,008	4,812	3,810	20,0622	25,6076	286,3691	132,0389
214	4,916	3,850	-0,113	-0,013	4,915	3,850	377,7657	371,2200	-71,3344	477,6513
215	5,666	3,390	-0,123	-0,018	5,665	3,390	377,5136	360,7642	-71,0823	467,1955
216	7,464	3,022	-0,168	-0,048	7,462	3,022	375,6051	325,0904	-69,1738	431,5218
217	7,638	3,524	-0,168	-0,058	7,636	3,524	371,4347	322,1422	-65,0033	428,5736
218	9,464	3,548	-0,173	-0,073	9,462	3,547	376,0730	286,9748	-69,6416	393,4061
219	9,414	3,936	-0,183	-0,078	9,412	3,935	372,7603	292,1751	-66,3289	398,6064



Σημείο	Τετριμμένη X_{Bi} (m)	Τετριμμένη Y_{Bi} (m)	Ύψος H_{Bi} (m)	Τετριμμένη $X_{Γi}$ (m)	Τετριμμένη $Y_{Γi}$ (m)	Ύψος $H_{Γi}$ (m)	Τετριμμένη X (m)	Τετριμμένη Y (m)	Ύψος H (m)
A'	938,371	1023,954	-2,054	938,371	1023,954	-2,078	938,371	1023,954	-2,066
Δ'	930,468	1024,723	-2,089	930,468	1024,723	-2,098	930,468	1024,723	-2,094
201	934,988	1026,480	-2,169	934,988	1026,480	-2,183	934,988	1026,480	-2,176
202	934,606	1026,761	-2,179	934,606	1026,761	-2,208	934,606	1026,761	-2,194
203	935,914	1029,326	-2,189	935,914	1029,326	-2,213	935,914	1029,326	-2,201
204	936,111	1028,600	-2,179	936,111	1028,600	-2,208	936,111	1028,600	-2,194
205	936,667	1028,322	-2,179	936,667	1028,322	-2,203	936,667	1028,322	-2,191
206	937,045	1028,687	-2,174	937,045	1028,687	-2,198	937,045	1028,687	-2,186
207	932,126	1029,418	-2,199	932,126	1029,418	-2,208	932,126	1029,418	-2,204
208	931,591	1029,577	-2,194	931,591	1029,577	-2,213	931,591	1029,577	-2,204
209	932,496	1031,605	-2,209	932,496	1031,605	-2,218	932,496	1031,605	-2,214
210	932,853	1030,866	-2,199	932,853	1030,866	-2,203	932,853	1030,866	-2,201
211	933,106	1031,495	-2,199	933,106	1031,495	-2,208	933,106	1031,495	-2,204
212	934,139	1030,188	-2,184	934,139	1030,188	-2,203	934,139	1030,188	-2,194
213	934,404	1030,867	-2,194	934,404	1030,867	-2,208	934,404	1030,867	-2,201
214	934,681	1034,029	-2,179	934,681	1034,029	-2,213	934,681	1034,029	-2,196
215	934,016	1034,376	-2,189	934,016	1034,376	-2,218	934,016	1034,376	-2,204
216	932,502	1035,364	-2,234	932,502	1035,364	-2,248	932,502	1035,364	-2,241
217	932,595	1035,880	-2,234	932,595	1035,880	-2,258	932,595	1035,880	-2,246
218	930,699	1036,233	-2,239	930,699	1036,233	-2,273	930,699	1036,233	-2,256
219	930,980	1036,639	-2,249	930,980	1036,639	-2,278	930,980	1036,639	-2,264

Πίνακας 7: Μέθοδος Εμπροσθοτομίας με Τριπλευρισμό και Υδραυλική Χωροστάθμιση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ