



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική εργασία

**Παράκτια αποτύπωση προς καθορισμό οριογραμμής
Αιγιαλού στην περιοχή του ναυτικού οχυρού «Τούρλος»
Νήσου Αίγινας.**

Dissertation Title.

Coastal mapping for the determination of the coastline in
the area of the nautical fortress “Tourlos”, Aegina Island.

Ευάγγελος Καραμούζης Α.Μ.: 509130700227

Επιβλέπων Καθηγητής
Εμμανουήλ Οικονόμου

Υπογραφές Εξεταστικής Επιτροπής.

Βασίλειος Ανδριτσάνος Σπυρίδων Ντζουροπάνος

Οκτώβριος 2022

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Ευάγγελος Καραμούζης , Φεβρουάριος, 2022-2023

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

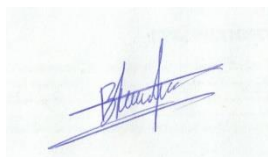
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ευάγγελος Καραμούζης του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 509130700227 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών Καραμούζης Ευάγγελος



Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον Επιβλέποντα καθηγητή μου, Εμμανουήλ Οικονόμου για την καθοδήγηση, για τις συμβουλές, που μου παρείχε και επειδή με τίμησε με την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής.

Πίνακας περιεχομένων	
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Π
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT	iv
ΟΡΟΛΟΓΙΑ-ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	viii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή	1
1.1 Η νήσος Αίγινα	1
1.2 Η περιοχή «Τούρλος» Αίγινας	3
1.3 Σκοπός και περιεχόμενα της Διπλωματικής Εργασίας.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΑΙΓΙΑΛΟΥ	6
2.1. Νομοθεσία και Χρήση της Παράκτιας Ζώνης.....	6
2.2 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών	11
2.3 Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης.....	13
2.4 Θεσμικό Πλαίσιο Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	20
2.5 Εθνικό θεσμικό πλαίσιο.....	21
2.6 Θεσμικό πλαίσιο καθορισμού οριογραμμής αιγιαλού.....	23
2.7 Δυσκολίες καθορισμού οριογραμμής αιγιαλού	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΑΙΓΙΑΛΟΥ	29
3.1 Ιστορική αναδρομή	29
3.2 Ο Θεοδόλιχος	39
3.3 Γεωδαιτικός Σταθμός (Total Station)	42
3.3. Τοπογραφικά όργανα και μέθοδοι μέτρησης υψομέτρων	45
3.3.1. Ο Χωροβάτης.....	45
3.3.2. Η γεωμετρική χωροστάθμηση.....	47
3.3.3 Ταχυμετρική υψομέτρηση με ηλεκτρονική μέτρηση μήκους.....	48
3.4. Lidar αποτύπωση	48

3.5 Επίγειοι σαρωτές λέιζερ (TLS)	50
3.6 Σαρωτές με πράσινο φάσμα ακτίνας (Green-Wavelength TLS -GWTLS).....	51
3.7 Παγκόσμια πλοήγηση. Δορυφορικά Συστήματα (GNSS).....	54
3.8 Τηλεπισκοπική και Φωτογραμμετρική παράκτια αποτύπωση	56
3.9 Υπολογισμός ακτογραμμής με βάση ιστορικές φωτογραφίες και δορυφορικά δεδομένα.	58
3.10 Παλίρροιες , άνοδος και κάθοδος, πως επηρεάζει την ακτογραμμή	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	61
4.1 Ιστορία ν. Αίγινας.....	61
4.3 Κλιματολογία ν. Αίγινας	64
4.4 Χλωρίδα και πανίδα ν. Αίγινας	65
4.5 Υδάτινοι πόροι και Ύδρευση	66
4.6 Απασχόληση – οικοδόμηση -τουρισμός ν. Αίγινας.....	67
4.7. Η ιστορία του ναυτικού οχηρού «Τούρλος» ν. Αίγινας	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΔΙΟΥ	73
5.1 Μέθοδοι Τοπογραφικής αποτύπωσης	73
5.1.1 Υλοποίηση Δικτύου.....	73
5.1.2 Επίγειες μετρήσεις.....	75
5.1.2 Όργανα τοπογραφικής αποτύπωσης.....	78
5.1.3 Ανάλυση επίγειων μετρήσεων	79
5.2 Επίλυση Μετρήσεων	82
5.3 Απόδοση Δεδομένων	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	88
6.1 Δυσκολίες υλοποίησης	88
6.2. Συμπεράσματα.....	88
6.3. Προτάσεις	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία παρουσιάζεται η νήσος Αίγινα και η περιοχή του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» για τον καθορισμό της οριογραμμής αιγιαλού. Παρουσιάζονται τα γεωγραφικά, κλιματολογικά και κοινωνικοοικονομικά στοιχεία του νησιού και της περιοχής μελέτης. Καταγράφεται το θεσμικό πλαίσιο των παράκτιων περιοχών και του καθορισμού αιγιαλού για την χρήση και διαχείριση της παράκτιας ζώνης σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό επίπεδο. Παρουσιάζονται και αναλύονται τα όργανα και οι μέθοδοι μετρήσεων για τον καθορισμό του αιγιαλού και υλοποιείται με τη μέθοδο τοπογραφικής αποτύπωσης και της επίλυσης των μετρήσεων η απόδοση των δεδομένων για την περιοχή μελέτης.

ABSTRACT

The paper presents the island of Aegina and the area of the naval fort "Tourlos" for the definition of the coastline. The geographical, climatic and socio-economic elements of the island and the study area are presented. The institutional framework of coastal areas and the definition of coastline for the use and management of the coastal zone at the European and National level is recorded. The instruments and measurement methods for determining the coastline are presented and analyzed, and the performance of the data for the study area is implemented with the method of topographical mapping and the resolution of the measurements.

ΟΡΟΛΟΓΙΑ-ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΑΝΕΒΟ Αναπτυξιακή Εταιρεία Βόλου

ΓΠΣ Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο

ΓΠΧΣΑΑ Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου

Ανάπτυξης ΓΣΠ Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

ΔΕΥΑΜΒ Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Μείζονος

Βόλου ΕΕ Ευρωπαϊκή Επιτροπή

ΕΟΤ Ελληνικός Οργανισμός Τουρισμού

ΕΠΧΣΑΑ Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου

Ανάπτυξης ΘΧΣ Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός

ΙΤΕ Ινστιτούτο Τεχνολογίας και Έρευνας

ΚΥΑ Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΜΚΟ Μη Κυβερνητική Οργάνωση

ΜΜΜ Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

ΜΣΔ Μεσογειακό Σχέδιο Δράσης

ΟΘΠ Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική

ΟΔΠΖ Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης

ΟΕΑΝΑΒ Όμιλος Ερασιτεχνών Αλιέων-Ναυτικών Αθλημάτων

Βόλου ΟΛ Οργανισμός Λιμένος

ΟΛΒ Οργανισμός Λιμένος Βόλου

ΟΛΗ Οργανισμός Λιμένος Ηρακλείου

ΟΛΚ Οργανισμός Λιμένος Καβάλας

ΟΛΠΑ Οργανισμός Λιμένος Πάτρας

ΟΟΣΑ Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

ΟΤ Οικοδομικό Τετράγωνο

ΟΤΑ Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΠΕΠ Περιοχή Ειδικής Προστασίας

ΠΠΧΣΑΑ Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου
Ανάπτυξης ΠΣ Πολεοδομικό Συγκρότημα ΡΣ Ρυθμιστικό Σχέδιο

ΣΣΑ Σύστημα Στήριξης Αποφάσεων

ΤΑΙΠΕΔ Ταμείου Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας του Δημοσίου

ΤΕΕ Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

CAMP Coastal Area Management Programme

DPSIR Driver-Pressure-State-Impact-Response

EUSAIR European Union Strategy for the Adriatic-Ionian Region

MS-CRI Multi Scale Coastal Risk

PAP/RAC Priority Actions Programme/Regional Activity Centre

SAF System Approach Framework

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	ΣΕΛΙΔΑ
Πίνακας 1. Δήμος Αίγινας – δημογραφική ανάλυση	1
Πίνακας 2. Μετρήσεις RTK με δέκτη GNSS στο τριγωνομετρικό ΓΥΣ «Πυργάκι».	75
Πίνακας 3. Οι συντεταγμένες των ιδρυθέντων ταχυμετρικών στάσεων.	77
Πίνακας 4. Συντεταγμένες και ακρίβειες των ταχυμετρικών στάσεων μετά από τον υπολογισμό των μέσων όρων των συντεταγμένων.	78
Πίνακας 5. Προδιαγραφές ισοϋψών βάσει κλίμακας τοπογραφικού διαγράμματος.	80

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

	ΣΕΛΙΔΑ
Εικόνα 1.1. Πόλεις και χωριά ν. Αίγινας	1
Εικόνα 1.2. Υψομετρικός χάρτης ν. Αίγινας	1
Εικόνα 1.3. Η Περιοχή Τούρλος ν. Αίγινας σε υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη Εθνικού Κτηματολογίου 2007-2009.	3
Εικόνα 2.2. Θεματικά επίπεδα διανυσματικού ΓΠΣ (εμφανίζονται κατά σειρά: δίκτυα συγκοινωνίας, χρήσεις γης, προστατευμένες περιοχές, υδάτινο στοιχείο, σκίαση ανάγλυφου, λιθολογία)	7
Εικόνα 3.1. Περίπλοκα σκαλίσματα που βρέθηκαν σε ένα μικρό βράχο, μόλις λίγα εκατοστά, όπου οι επιστήμονες χρειάστηκαν 15 χρόνια για να ξεδιαλύνουν τις περίπλοκες γραμμές.	24
Εικόνα 3.2. Η γκραβούρα φαίνεται να αναπαράγει τη μαιανδρική πορεία ενός ποταμού που διασχίζει το πάνω μέρος της πλευράς Α του οικοπέδου, που ενώνεται με δύο παραπόταμους κοντά σε δύο βουνά».	25
Εικόνα 3.3. Ο πρώτος γνωστός χάρτης από την αρχαία Βαβυλωνία που βρίσκονται επτά πόλεις και επτά νησιά, που περιβάλλονται από δύο κύκλους που αντιπροσωπεύουν υδάτινα σώματα που πιθανώς βρίσκονταν κοντά στη Βαβυλώνα εκείνη την εποχή.	26
Εικόνα 3.4. Η μεταλλική ταινία χρησιμοποιήθηκε ως το κύριο όργανο μέτρησης απόστασης μέχρι το πρώτο μισό του εικοστού αιώνα (α). Τοπογραφικές μετρήσεις απόστασης. (β). Χρήση μεζούρα από χάλυβα.	27
Εικόνα 3.5. Αρχές μέτρησης της περιφέρειας της γης με γνώμονα-ηλιακό ρολόι (έργο Ερατοσθένη).	27
Εικόνα 3.6. Αρχαία ρωμαϊκά τοπογραφικά όργανα groma (a) και chorobates (b).	28
Εικόνα 3.7. Τρία στάδια στην εξέλιξη της διόπτρας, από ένα απλό οριζόντιο στόχαστρο έως ένα πολυτριγωνικό.	28
Εικόνα 3.8. Τηλεσκόπιο του Galileo (a) και η αρχή nonius (b).	29
Εικόνα 3.9. Ο πρώτος θεοδόλιχος των Sisson και Ramsden (a), και ο πρώτος EDM – geodimeter - Γεωδόμετρο (b).	30

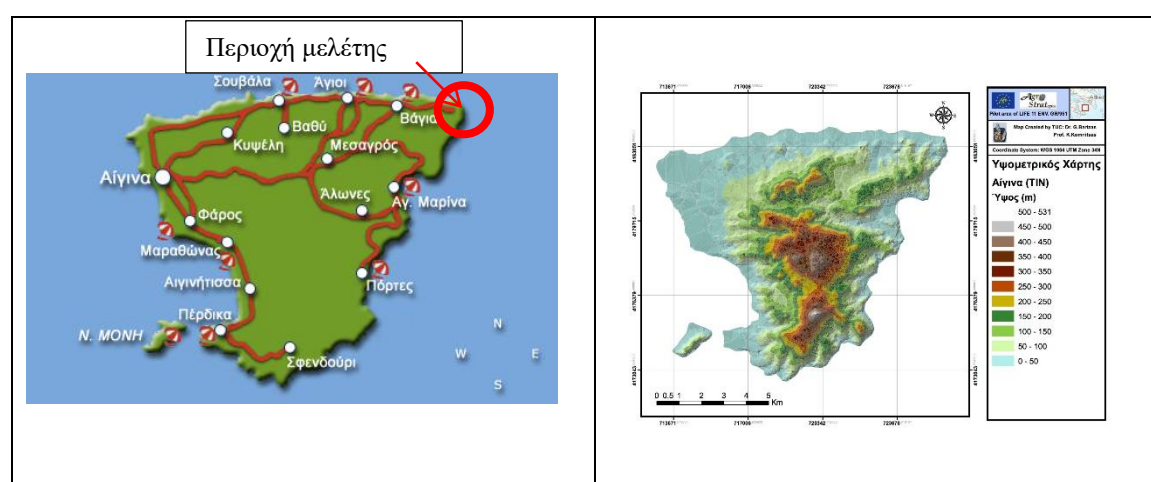
Εικόνα 3.10. Ένα παράδειγμα γεωαναφοράς με χρήση της προσέγγισης «λαστιγένιο φύλλο». Ο χάρτης (Α) είναι το σαρωμένο μη γεωαναφερόμενο ιστορικό φύλλο T 649 από το 1857. Οι περιοχές του διορθωμένου χάρτη Β μπορούν να συγκριθούν με άλλες διορθωμένες και γεωαναφερόμενες εικόνες. Το πλαίσιο στο (Β) έχει μεγεθυνθεί και συγκριθεί με την ίδια περιοχή από ένα γράφημα του 1928. Οι περιοχές αλλαγής ή καμία αλλαγή, μπορούν στη συνέχεια να προσδιοριστούν.	31
Εικόνα 3.11. Αναλογικός Θεοδόλιχος	35
Εικόνα 3.12. Οπτικός θεοδόλιχος	36
Εικόνα 3.13. Ηλεκτρονικός θεοδόλιχος.	37
Εικόνα 3.14. Γεωδαιτικός Σταθμός (Total Station) Reg Elta 14.	38
Εικόνα 3.15. (α) Θέση της περιοχής μελέτης, (β) βαθυμετρικές μετρήσεις κατά συνολικό σταθμό (TS – κόκκινος κύκλος), (γ) ανάπτυξη GWTLS (πράσινος κύκλος). (δ, ε) Ορθοφωτογραφία της περιοχής μελέτης (που αποκτήθηκε το 2010, κλίμακα 1:2500) που δείχνει τη χωρική κατανομή των σημείων έρευνας από το TS (δ) και το GWTLS (ε).	39
Εικόνα 3.16. Τηλεσκόπιο Kepler.	41
Εικόνα 3.17. Χωροβάτης	41
Εικόνα 3.18. Ηλεκτρονικός χωροβάτης	42
Εικόνα 3.19. Τα δεδομένα LIDAR συλλέγονται συχνά αεροπορικάς.	44
Εικόνα 3.20. Κόκκινη μονάδα λέιζερ που παρέχεται με κυλινδρικό φακό.	46
Εικόνα 3.21. Πράσινη μονάδα λέιζερ.	47
Εικόνα 3.22. Μέτρηση ακτογραμμής και βαθυμετρίας με TLS.	49
Εικόνα 3.23. Απαιτούνται τέσσερις δορυφόροι για τον προσδιορισμό θέσης στον τρισδιάστατο χώρο.	51
Εικόνα 4.1. Γεωλογικός χάρτης Αίγινας.	58
Εικόνα 4.2. Μηνιαίο μέσο Ύψος βροχόπτωσης ν. Αίγινας μεταξύ 1986-1997(πηγή Ε.Μ.Υ.)	59
Εικόνα 4.3. Ένας από τους δυο δίδυμους πύργους με τα πυροβόλα των 305 χιλ. της 2ης Πυροβολαρχίας του Β.Ο.Α. στον Τούρλο. Κάτω το ίδιο σημείο όπως είναι σήμερα.	65

Εικόνα 5.1 εντοπισμός αγνώστου σημείου	69
Εικόνα 5.2 Προσδιορισμός θέσης με τομή κύκλων.	70
Εικόνα 5.3 Προδιαγραφές γεωδαιτικού σταθμού Leica TS02	73
Εικόνα 5.4 Προδιαγραφές GNSS δέκτη JAVAD TRIUMPH-1	74
Εικόνα 5.5. Τριγωνομετρικό Γ.Υ.Σ. «Πυργάκι».	75
Σκαρίφημα 5.6. Κατανομή ιδρυθέντων ταχυμετρικών στάσεων και τριγωνομετρικού ΓΥΣ «Πυργάκι»	76
Εικόνα 5.7 Τοποθέτηση δέκτη GNSS στη στάση ΣΤ2.	76
Εικόνα 5.8 Η συνολική παράκτια αποτύπωση του οχυρού «Τούρλος» Αίγινας.	79
Εικόνα 5.9 Παράμετροι του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) και υπολογισμός της ισοδιάστασης.	80
Εικόνα 5.10 Εμφάνιση μοντέλου ισοϋψών στο AutoCAD.	81
Εικόνα 5.11 Λεπτομέρεια απεικόνισης παράκτιου ανάγλυφου όπου φαίνεται ότι σε απόσταση 24 μέτρων κατά μήκος υπάρχει υψομετρική διαφορά 45 μέτρων.	81
Εικόνα 5.12 Εμφάνιση ισοϋψών καμπυλών στο Google Earth.	82
Εικόνα 6.1 Λεπτομέρεια τοπογραφικής αποτύπωσης σε σχέση με τον αιγιαλό του ΦΕΚ (691/Δ/1992) στο βόρειο-δυτικό άκρο της υπό μελέτης περιοχής.	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή

1.1 Η νήσος Αίγινα

Η Αίγινα¹ βρίσκεται στο κέντρο του Σαρωνικού κόλπου, η βόρεια της πλευρά βλέπει την Σαλαμίνα, η ανατολική τις δυτικές ακτές της Αττικής, η νότια τα Μέθανα και τον Πόρο και η δυτική τις ακτές της Επιδαύρου στην Πελοπόννησο. Είναι το δεύτερο μεγαλύτερο νησί του Αργοσαρωνικού κόλπου και απέχει 16 ναυτικά μίλια από τον Πειραιά. Κατά την απογραφή του 2021 είχε 13.056 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ, 2022). Το μήκος των ακτών της είναι 57 χλμ και έχει έκταση 87,410 km². Η Αίγινα αποτελείται από χαμηλούς λόφους, πολλοί από τους οποίους καλύπτονται από πευκοδάση. Το υψηλότερο βουνό της είναι το «Όρος» με υψόμετρο 532 μέτρα.



Εικόνα 1.1. Πόλεις και χωριά ν. Αίγινας.

Εικόνα 1.2. Υψομετρικός χάρτης ν. Αίγινας

Δήμος	Πληθυσμός		Άνδρες		Γυναίκες	
	2011	2021	2011	2021	2011	2021
Αίγινας	13.056	12.938	6.456	6.249	6.600	6.689
Δ %	-0.9%		-3.21%		+1,35%	

Πίνακας 1. Δήμος Αίγινας – δημογραφική ανάλυση

¹ <https://www.aegina.com.gr/climate/> Γεωγραφία – Κλίμα, (πρόσβαση 10.11.2022)

Το μεγαλύτερο μέρος του νησιού έχει ηφαιστειακή προέλευση, ειδικότερα παρατηρείται στο κεντρικό και νότιο τμήμα του νησιού όπου αποτελείται από πετρωμένη λάβα.

Η νήσος Αίγινα ανήκει στη Περιφερειακή Ενότητα Νήσων η οποία είναι μία από τις οκτώ περιφερειακές ενότητες στις οποίες διαιρείται η Περιφέρεια Αττικής. Περιλαμβάνει τον νησιωτικό χώρο που περιγράφεται γεωγραφικά ως Αργοσαρωνικός, την περιοχή της Τροιζηνίας και τα νησιά των Κυθήρων. Προέρχεται ουσιαστικά από την απόσπαση του νησιωτικού τμήματος από την παλαιότερη Νομαρχία Πειραιά.

Ξεκινώντας από τη ΒΔ άκρη του νησιού, το ακρωτήρι Πλακάκια ή Αγίων Αποστόλων και πλέοντας η ακτογραμμή² ορίζεται: από το ακρωτήρι Λιβιάδια και τον ομώνυμο όρμο, όπου υπάρχουν ίχνη αρχαίου μόλου, το ακρωτήρι Τσερατσίνι στο άκρο της μικρής χερσονήσου Φούρνοι, όπου έχουν ανευρεθεί ίχνη χαλκού πιθανόν από αρχαία χυτήρια, την Σουβάλα με τον ομώνυμο όρμο και την μικρή χερσόνησο Θέρμα με λουτροπηγές, το ακρωτήρι Καλλιόπη, τον μικρό κόλπο της Βαγίας, το ακρωτήρι Μαυρομούτσουνο, τον πορθμό της νήσου Νησίδας (η οποία, άλλοτε, ήταν ενωμένη με την Αίγινα) και τέλος το ακρωτήρι Τούρλος, που σημαδεύει το ΒΑ άκρο της Αίγινας. Κατόπιν, ακολουθώντας νότια πορεία υπάρχουν τα πολύ μικρά Ακόνησσα, το ακρωτήρι Κάβος και ο μεγάλο, όρμο, της Αγίας Μαρίας που προστατεύεται από τους βορείους ανέμους, τα ακρωτήρια Κυρ-Αννίτσα, Πενήντα Βράχια και Πηνελόπη, οι όρμοι Πόντζα και Πόρτες, η ανοιχτή εγκόλπωση Λειβαδάκι, τα ακρωτήρια Άγιος Αντώνιος και Μάντης και ο όρμος Κήπος. Η ακτογραμμή συνεχίζεται με τον όρμο Λιγέα και καταλήγει στο ακρωτήρι Πύργος, το νοτιότερο άκρο της Αίγινας. ΒΔ συναντάμε τους όρμους Κλήμα, Λουριώτης και Σάρπα και, με Β κατεύθυνση, τον πορθμό του νησιού Μονή, με το νησί δυτικά και το ακρωτήρι Πέρδικα με τον μεγάλο ομώνυμο οικισμό στα ανατολικά, και τους όρμους Καρεώτη και Προφήτη Ηλία. Η ακτογραμμή διέρχεται τον μεγάλο όρμο Μαραθώνα που δεσπόζει στην δυτική πλευρά του νησιού, τον μικρό κάβο Παλαιόπυργος ή Αώνη και καταλήγει στην πόλη της Αίγινας και το λιμάνι της, κατόπιν το ακρωτήριο Κολώνα με τα σημαντικά αρχαία που υπάρχουν εκεί, για να καταλήξει στο ακρωτήρι Πλακάκια.

² <https://www.aegina.com.gr/climate/> Γεωγραφία – Κλίμα, (πρόσβαση 10.11.2022)

1.2 Η περιοχή «Τούρλος» Αίγινας

Σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμά Υπ. Αρ. 211 το οποίο δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 202/29-08-2002, καθορίστηκαν νέα όρια απαγορευμένης και επιτηρούμενης ζώνης του ναυτικού οχυρού στην θέση «Τούρλος» της νήσου Αίγινας, ενώ υπήρχε και δεύτερο ναυτικό οχυρό στην νοτιοανατολική άκρη του νησιού της Αίγινας, στην θέση «Πέρδικα». Η περιοχή αποχαρακτηρίστηκε όμως από ναυτικό οχυρό σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμά Υπ. Αρ. 216 του ΦΕΚ 203/29-08-2002. Η περιοχή του πρώην ναυτικού οχυρού της Πέρδικας και του ναυτικού οχυρού του Τούρλου είναι ιδιοκτησία του Ταμείου Εθνικού Στόλου (ΤΕΣ) του Πολεμικού Ναυτικού.



Εικόνα 1.3. Η Περιοχή Τούρλος ν. Αίγινας σε υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη Εθνικού Κτηματολογίου 2007-2009.

Τα Ναυτικά Οχυρά Αιγίνης, το Οχυρό Φλεβών, το Βόρειο Οχυρό Αιγίνης στον Τούρλο, καθώς και τα πυροβολεία Πούντας και Κεράμου (Αττική), αποτέλεσαν το τμήμα εκείνο της ελληνικής παράκτιας άμυνας το οποίο έγινε γνωστό, κατά την διάρκεια του Ελληνοϊταλικού και Ελληνογερμανικού Πολέμου, ως «Ναυτικά Οχυρά Σαρωνικού» και στην συνέχεια, κατά την διάρκεια της κατοχής και με την προσθήκη των παρατηρητηρίων της νήσου Μονής, του Αγίου Αντωνίου και της Βάρδιας στην Κυψέλη (Αίγινα), ως τμήμα της γερμανικής Seeverteidigung Attika (Επάκτια Άμυνα Αττικής). Η κατασκευή των ναυτικών επάκτιων οχυρώσεων διεκπεραιώθηκε κατά το δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1930, επί κυβέρνησης Ιωάννη Μεταξά, στοίχισε δυο δισεκατομμύρια περίπου δραχμές και αποπερατώθηκε λίγο πριν την έναρξη του Ελληνοϊταλικού Πολέμου τον Οκτώβριο του 1940 (Galon, 2016).

1.3 Σκοπός και περιεχόμενα της Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι η παράκτια αποτύπωση της περιοχής του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» ν. Αίγινας προς τον καθορισμό της οριογραμμής αιγιαλού.

Στο κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται η νήσος Αίγινα και η περιοχή Τούρλος Αίγινας όπου εφαρμόστηκε η εργασία.

Στο Κεφάλαιο 2 δίνεται αρχικά το θεσμικό πλαίσιο των παράκτιων περιοχών και του καθορισμού αιγιαλού για την χρήση και διαχείριση της παράκτιας ζώνης σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό επίπεδο, ενώ παρουσιάζεται το συγκεκριμένο Εθνικό νομικό πλαίσιο και διαδικασία καθορισμού των οριογραμμών αιγιαλού και παραλίας καθώς και οι εκάστοτε βασικές τακτικές ορισμού τους και οι περιορισμοί τους.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται τα όργανα και οι μέθοδοι μετρήσεων για τον καθορισμό του αιγιαλού.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται αναλυτικά η περιοχή μελέτης με τα ιστορικά - γεωγραφικά - κλιματολογικά στοιχεία, την χλωρίδα και την πανίδα, τους υδάτινους

πόρους και την ύδρευση, καθώς και οικονομικά στοιχεία του νησιού με την Απασχόληση, την οικοδόμηση και τον τουρισμό.

Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται η θεωρητική ανάλυση των μετρήσεων, με τη μέθοδο τοπογραφικής αποτύπωσης την επίλυση των μετρήσεων και την απόδοση των δεδομένων.

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται η ανακεφαλαίωση και τα συμπεράσματα, οι δυσκολίες υλοποίησης και οι προτάσεις για επόμενη έρευνα – μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΑΙΓΙΑΛΟΥ

2.1. Νομοθεσία και Χρήση της Παράκτιας Ζώνης

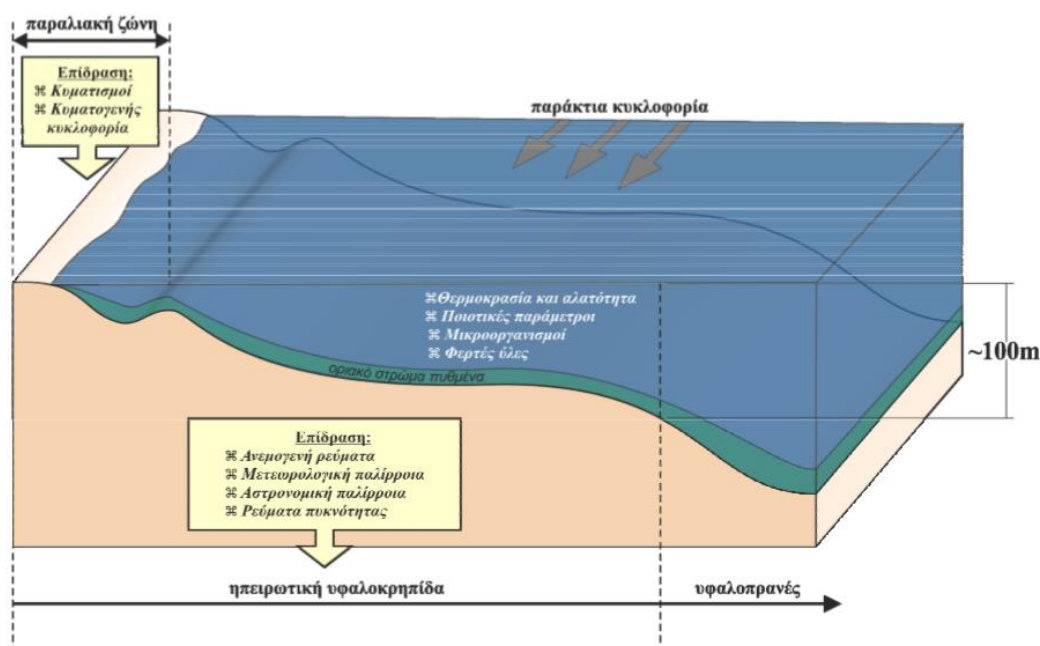
Ως παράκτια ζώνη θεωρείται εκείνο το τμήμα που περιλαμβάνει το χερσαίο και το γειτονικό του θαλάσσιο τμήμα (υδάτινο και βυθός) στο οποίο παρατηρείται αλληλεπίδραση μεταξύ των χερσαίων και των θαλάσσιων διεργασιών. Λειτουργικά ορίζεται σαν την ζώνη μεταβίβασης (interface) από την ξηρά στην θάλασσα, όπου η (πρωταρχική) παραγωγή, η κατανάλωση και διεργασίες ανταλλαγής έχουν τις υψηλότερες τιμές τους. Οικολογικά αποτελεί περιοχή δυναμικών βιοχημικών διεργασιών με ορισμένη δυναμικότητα υποστήριξης διαφόρων μορφών ανθρώπινης ζωής και δραστηριοτήτων (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας-Εργαστήριο Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού, 2005β: 5).

Η παραλιακή περιοχή ή παράκτια ζώνη, ορίζεται ως η περιοχή στην οποία οι διαδικασίες εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση μεταξύ ξηράς και θάλασσας όπου είναι πιο έντονες (Clark, 2018).

Οι παράκτιες ζώνες, που συνδέουν το χερσαίο και το θαλάσσιο περιβάλλον, είναι τα πιο παραγωγικά και πολύτιμα οικοσυστήματα του πλανήτη μας. Το 60% των μεγάλων πόλεων του κόσμου βρίσκονται σε παράκτιες ζώνες και το 40% του συνόλου των ανθρώπων στον πλανήτη ζει σε απόσταση 100 χιλιομέτρων από μια παράκτια ζώνη. Η παράκτια ζώνη αποτελεί φυσικό πλουτοπαραγωγικό πόρο, αλλά και πόλο έλξης για ποικίλες δραστηριότητες, αποτελώντας ένα σύνθετο σύστημα, ιδιαίτερης πολυπλοκότητας, όπου χέρσο – παράκτιο θαλάσσιο περιβάλλον – ατμόσφαιρα αλληλοεπιδρούν (Baztan, et al, 2015).

Ο παράκτιος χώρος αποτελεί μία ξεχωριστή χωρική ενότητα και έχει πολλές ιδιαιτερότητες που τον διαφοροποιούν από όλους τους υπολοίπους. Ο χώρος αυτός είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος και ευάλωτος, εφόσον είναι υποκείμενο πολλαπλών ανθρωπογενών παρεμβάσεων με όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις που μπορεί αυτό να

έχει στο γενικότερο περιβάλλον του. Στην Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία δε συναντάται ενιαίος ορισμός του παράκτιου χώρου και της παράκτιας ζώνης. Τις περισσότερες φορές οι όροι συγχέονται ή αλληλο-καλύπτουν ο ένας τον άλλον. Ο όρος χρησιμοποιείται διαφορετικά ανάλογα με την σκοπιά θεώρησης π.χ. πολιτική, στρατιωτική, τεχνική ή οικονομική κ.λπ. (Κρεστενίτης κ.α., 2015).



Εικόνα 2.1. Παράκτιος χώρος (Κρεστενίτης κ.α., 2015).

Ο παράκτιος χώρος αποτελεί περιοχή όπου διάφορες δραστηριότητες βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη και μετασχηματισμό και έχουν επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να τροποποιείται με την πάροδο του χρόνου, για παράδειγμα, εξαιτίας του ανέμου, της ροής των νερών, της διάβρωσης, των κυμάτων, της ιζηματογένεσης, αλλά και από την επίδραση της βλάστησης και του ανθρώπου. Με την πάροδο του χρόνου, τα κύματα αλλού διαβρώνουν την ακτή και αλλού αποθέτουν υλικά, ενώ τα ποτάμια μεταφέρουν από την ενδοχώρα υλικά και τα αποθέτουν στον παράκτιο χώρο σχηματίζοντας με αυτό τον τρόπο δέλτα ή δημιουργώντας αβαθείς θαλάσσιες λεκάνες. Ακολούθως, μέσα από δευτερογενείς επιδράσεις μπορούν να επηρεαστούν τα κυρίαρχα ρεύματα της περιοχής, ο κυματισμός, η θερμοκρασία των νερών, η βλάστηση και η ποιότητα των νερών του παράκτιου χώρου (Clark, 2018).

Ο ρόλος της παράκτιας γεωμορφολογίας και μορφοδυναμικής των ακτών στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, στην περιβαλλοντική μελέτη και έρευνα θεωρείται σημαντικός έτσι ώστε να διερευνηθούν τα παράκτια θαλάσσια περιβαλλοντικά προβλήματα μέσα από την επιστημονική οπτική γωνία η οποία εστιάζει στην προσέγγιση των παραγόντων εκείνων που δρουν στις ακτές καθώς και των αντίστοιχων μηχανισμών που τις διαμορφώνουν (δυναμική των ακτών) και στην περιγραφή - ταξινόμηση των πλέον σημαντικών περιβαλλόντων δηλ. των παράκτιων γεωτόπων, οι οποίοι αποτελούν συγκεκριμένες χωρικές ενότητες (ακτές) με ιδιαίτερα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά. Παράλληλα, στον Ελλαδικό χώρο ένα σημαντικό μέρος των πεδινών άρα και αξιοποιήσιμων εδαφών βρίσκεται ουσιαστικά στον παράκτιο χώρο με το 30% των ακτών να είναι ιζηματογενείς και το 70% να είναι προϊόν διάβρωσης (Αβαγιανού Θ. 2006).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η **Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ) - Integrated coastal zone management³ (ICZM)**, είναι μια δυναμική, πολύ-επιστημονική και επαναληπτική διαδικασία για την προώθηση της αειφόρου διαχείρισης των παράκτιων ζωνών. Καλύπτει τον πλήρη κύκλο της συλλογής πληροφοριών, τον προγραμματισμό (με την ευρεία του έννοια), την λήψη αποφάσεων, την διαχείριση και την παρακολούθηση της εφαρμογής. Η ΟΔΠΖ χρησιμοποιεί την ενημερωμένη συμμετοχή και συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων για την αξιολόγηση των κοινωνικών στόχων σε μια δεδομένη παράκτια περιοχή και την λήψη μέτρων για την επίτευξη αυτών των στόχων.

Η ΟΔΠΖ επιδιώκει, μακροπρόθεσμα, να εξισορροπήσει περιβαλλοντικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτιστικούς και ψυχαγωγικούς στόχους, όλα εντός των ορίων που θέτει η φυσική δυναμική. Ο όρος «ολοκληρωμένο» στην ΟΔΠΖ αναφέρεται στην ενοποίηση των στόχων και επίσης στην ενοποίηση των πολλών μέσων που απαιτούνται για την επίτευξη αυτών των στόχων. Σημαίνει ενοποίηση όλων των σχετικών τομέων πολιτικής, τομέων και επιπέδων διοίκησης. Σημαίνει επίσης ενσωμάτωση των χερσαίων και θαλάσσιων στοιχείων της επικράτειας, τόσο στον χρόνο όσο και στον χώρο.

³ <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/integrated-coastal-zone-management>
integrated coastal zone management, (πρόσβαση 11.11.2022)

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο εξέδωσε σύσταση το 2002 για την εφαρμογή στην Ευρώπη της ολοκληρωμένης διαχείρισης των παράκτιων ζωνών, (ΕΚ 413, 2002) όπου:

- Τα κράτη μέλη λαμβάνουν υπόψη την στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη και την απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, για την θέσπιση του έκτου κοινοτικού προγράμματος δράσης για το περιβάλλον 2001-2010 (3) και υιοθετούν μια στρατηγική προσέγγιση της διαχείρισης των παράκτιων ζωνών τους.
- Κατά την χάραξη εθνικών στρατηγικών και τον σχεδιασμό μέτρων που στηρίζονται στις στρατηγικές αυτές, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εφαρμόζουν τις αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης των παράκτιων ζωνών ώστε να εξασφαλίζουν την καλή διαχείριση τους, λαμβάνοντας υπόψη τις καλές πρακτικές που έχουν εντοπισθεί, μεταξύ άλλων, στο πρόγραμμα επίδειξης της Επιτροπής για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών.
- Τα κράτη μέλη διεξάγουν ή ενημερώνουν μια σφαιρική ανασκόπηση προκειμένου να αναλύουν τους μείζονες παράγοντες, νόμους και θεσμούς που επηρεάζουν την διαχείριση της παράκτιας ζώνης τους.
- Βάσει των αποτελεσμάτων της ανασκόπησης, κάθε ενδιαφερόμενο κράτος μέλος σε σύμπραξη με τις περιφερειακές αρχές και διαπεριφερειακούς οργανισμούς, όπως ενδείκνυται, θα πρέπει να αναπτύξει μια εθνική στρατηγική, ή, ανάλογα με την περίπτωση, πλείονες στρατηγικές για την εφαρμογή των αρχών για την ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης.
- Τα κράτη μέλη θα πρέπει να ενθαρρύνουν, να εγκαινιάζουν ή να διατηρούν το διάλογο και να εφαρμόζουν τις υφιστάμενες συμβάσεις με τις γειτονικές χώρες, συμπεριλαμβανομένων των κρατών μη μελών στην ίδια περιφερειακή θάλασσα, προκειμένου να καθιερώνουν μηχανισμούς για τον καλύτερο συντονισμό της αντιμετώπισης διασυνοριακών ζητημάτων (ΕΚ 413, 2002).

Η αειφόρος ανάπτυξη που αντιμετωπίζει ζητήματα ασφάλειας είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία παράκτιων περιοχών με χαμηλό υψόμετρο. Η απαραίτητη προϋπόθεση για την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη είναι η ασφάλεια έναντι των πλημμυρών που προκαλούνται τόσο από καταιγίδες όσο και/ή από υψηλή ροή ποταμών. Έτσι, η προστασία των ακτών πρέπει να ενσωματωθεί σε μια στρατηγική βιώσιμης ανάπτυξης για την παράκτια ζώνη. (Ahlhorn, 2009).

Ένας κύριος σκοπός της διαχείρισης της παράκτιας ζώνης είναι ο συντονισμός των πρωτοβουλιών των διαφόρων παράκτιων οικονομικών τομέων προς μακροπρόθεσμα βέλτιστα κοινωνικοοικονομικά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένης της επίλυσης των συγκρούσεων χρήσης και των ευεργετικών ανταλλαγών (Clark, 2018). Οι παράκτιες ζώνες θα πρέπει να υπόκεινται σε οργάνωση. Η ανάπτυξη των πόλεων και η ανάδυση νέων πόλεων επηρεάζουν όχι μόνο τις γεωργικές περιοχές, οι οποίες χρησιμεύουν ως ζώνες προστασίας για την ρύπανση και της ρύθμισης του κλίματος που γειτνιάζουν με τις πόλεις, αλλά επίσης βλάπτουν άμεσα περιοχές υψηλής βιολογικής αξίας, την ποικιλομορφία του οικοσυστήματος όπως παράκτιοι υγρότοποι, εκβολές ποταμών, λιμνοθάλασσες και φυσικές κοίτες οστρακοειδών. Για τον λόγο αυτό απαιτείται αύξηση του αριθμού των **Θαλάσσιων Προστατευόμενων Περιοχών - Marine Protected Areas (MPAs)**, ώστε να διοχετεύεται η βιομηχανική παράκτια ανάπτυξη υπό βιώσιμα πρότυπα σχετικά με την λειτουργία του οικοσυστήματος (Baztan, et al, 2015). Για την εφαρμογή αυτής της πολιτικής, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε την σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2002⁴ για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών και την οδηγία πλαίσιο για την θαλάσσια στρατηγική⁵ του 2008, στοιχεία που προσφέρουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την προστασία όλων των ευρωπαϊκών ακτών και θαλάσσιων υδάτων.

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002H0413>
Recommendation of the European Parliament and of the Council of 30 May 2002 concerning the implementation of Integrated Coastal Zone Management in Europe, (πρόσβαση 12.11.2022)

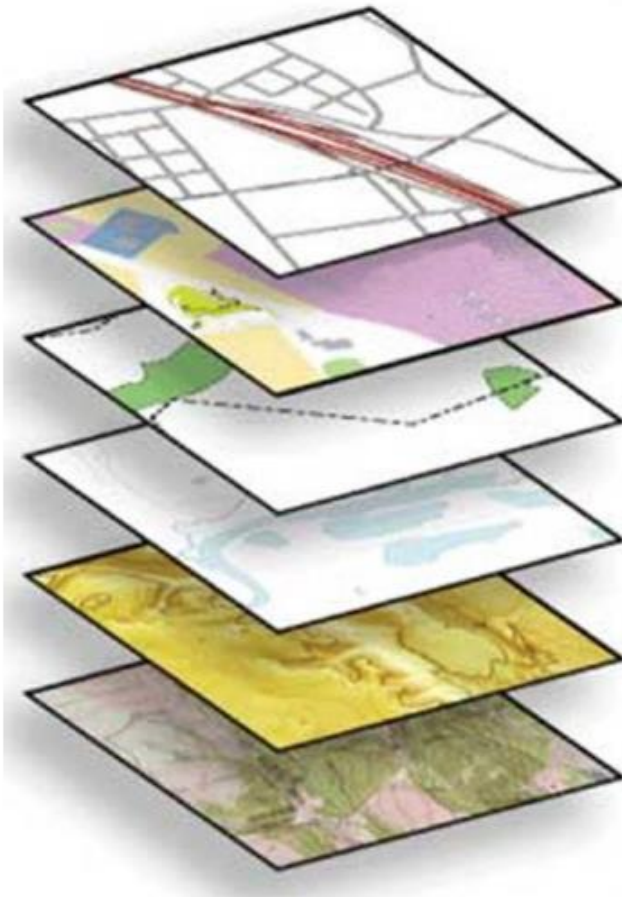
⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0056> Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive), (πρόσβαση 12.11.2022)

2.2 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών

Τα τελευταία χρόνια έχουν εκπονηθεί πολλές μελέτες για τις παράκτιες ζώνες με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ – Geographical Information Systems-GIS). Οι κύριες ερευνητικές δραστηριότητες εστιάζουν στη μελέτη του θαλάσσιου περιβάλλοντος, της παράκτιας ζώνης και των αλληλεπιδράσεων με την ατμόσφαιρα, βασίζονται στην ανάπτυξη χωρικών βάσεων δεδομένων, στην ανάπτυξη ή/και εφαρμογή κατάλληλων μεθοδολογιών και εργαλείων ανάλυσης και στατιστικών μοντέλων. Το διανυσματικό μοντέλο χωρικών δεδομένων (vector spatial model) είναι μια αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων με την χρήση αντικειμένων σημειακής, γραμμικής ή πολυγωνικής μορφής και η αναπαράσταση είναι ιδιαίτερα αποδοτική για την αποθήκευση δεδομένων τα οποία παρουσιάζουν διακριτά όρια, όπως είναι για παράδειγμα τα οικοδομικά τετράγωνα, τα όρια διοικητικών μονάδων (π.χ. δήμων) ή οι δρόμοι, οι παράκτιες περιοχές, τα όρια των ακτογραμμών κ.λ.π. (Χαλκιάς, 2015).

Το ΓΣΠ ορίζεται ως σύστημα πληροφοριών που επεξεργάζεται ολοκληρωμένα τις γεωχωρικές πληροφορίες που έχουν δημιουργηθεί σε έναν ηλεκτρονικό χάρτη χρησιμοποιώντας υπολογιστή. Πολλαπλά δεδομένα που σχετίζονται με τοποθεσίες μπορούν να τοποθετηθούν σε έναν χάρτη και να εμφανιστούν ως οπτικά ευανάγνωστη κατάσταση, διευκολύνοντας την εκτέλεση προηγμένων αναλύσεων και την κοινή χρήση και διαχείριση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Οι γεωχωρικές πληροφορίες, δηλαδή η τοποθεσία και διάφορα δεδομένα πληροφοριών που σχετίζονται με αυτήν, περιλαμβάνουν δεδομένα που αποτελούν την βάση τοπογραφικών, πολεοδομικών χαρτών, χρήσεων γης, αεροφωτογραφίες που αποτυπώνουν την τοπογραφία, δορυφορικά δεδομένα παρατήρησης, όπως βλάστηση και καιρός, δρόμοι, ποτάμια, ακτές, δημιουργούν βάσεις δεδομένων για χρήση. Το λογισμικό ΓΣΠ μπορεί να επεξεργάζεται, να αναλύει και να εμφανίζει τέτοια δεδομένα τοποθεσίας/χωρικά. Διάφορα δεδομένα τοποθετούνται σε έναν ηλεκτρονικό χάρτη ανά στρώμα και συνδέοντας μεγάλο όγκο πληροφοριών χρησιμοποιώντας την τοποθεσία ως κλειδί, για να είναι δυνατή η κατανόηση των αμοιβαίων σχέσεων θέσης, η αναζήτηση και εμφάνιση δεδομένων και η δημιουργία σχέσεων μεταξύ δεδομένων. Αφού ολοκληρωθούν οι εισαγωγές δεδομένων καθίσταται δυνατή η ανάλυση των στοιχείων (Mueller & Gretchen, 2015).

Η παρακάτω εικόνα είναι ένα παράδειγμα χρήσης ΓΠΣ. Κάθε στρώμα στο επάνω μέρος είναι με συγκεκριμένα δεδομένα και με την υπέρθεση πολλαπλών επιπέδων, δημιουργείται πληροφορία. Οι λειτουργίες ανάλυσης στα διανυσματικά δεδομένα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις λειτουργίες ανάλυσης ενός επιπέδου και τις λειτουργίες υπέρθεσης δύο ή περισσότερων επιπέδων (Χαλκιάς, 2015).



Εικόνα 2.2. Θεματικά επίπεδα διανυσματικού ΓΠΣ (εμφανίζονται κατά σειρά: δίκτυα συγκοινωνίας, χρήσεις γης, προστατευμένες περιοχές, υδάτινο στοιχείο, σκίαση ανάγλυφου, λιθολογία) – (Χαλκιάς, 2015).

Όλη η ανάλυση της εργασίας πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των ΓΠΣ όπου αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την συλλογή, διαχείριση και απεικόνιση χωρικών δεδομένων και μπορούν να βοηθήσουν το σχεδιασμό και την επίλυση χωρικών προβλημάτων.

2.3 Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης.

Η «Περιβαλλοντική Ασφάλεια» είναι ένας ασαφής όρος με πολλούς ορισμούς των οποίων τα δύο βασικά στοιχεία είναι η αποκατάσταση ζημιών στο περιβάλλον για υποστήριξη της ανθρώπινης ζωής και για την ηθική αξία του ίδιου του περιβάλλοντος και την πρόληψη της ζημίας στο περιβάλλον. Οι πιέσεις στις παράκτιες περιοχές προσδιορίζονται σε πιέσεις στην λειτουργία των φυσικών οικοσυστημάτων (διάβρωση ακτών, ρύπανση κ.α.), αλλά και σε πιέσεις προς το ανθρωπογενές περιβάλλον, που προκαλούνται από τις ανταγωνιστικές και χωρίς σχεδιασμό χρήσεις. Υπό αυτές τις συνθήκες επιβαρύνεται η φυσική φέρουσα ικανότητα των παράκτιων περιοχών, ρυπαίνονται υποβαθμίζονται κι εξαντλούνται οι φυσικοί πόροι, καταστρέφονται τοπία και υποβαθμίζεται η ποιότητα ζωής των κατοίκων (Linkov, et al, 2010).

Η άτακτη αστικοποίηση, η ρύπανση των υδάτων, η μείωση της βιοποικιλότητας, η καταστροφή των ενδιαιτημάτων, η μη επαρκής επεξεργασία λυμάτων και στερεών αποβλήτων, η μείωση των αποθεμάτων ιχθύων, η υπερ-εκμετάλλευση των παράκτιων υδροφόρων οριζώντων καθώς και η σημαντική μείωση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων αποτελούν ορισμένα μόνο από τα πολύ σημαντικά προβλήματα που απαντώνται στον παράκτιο χώρο.

Τα παράκτια ύδατα αποτελούν το συνεχές μέσο με το οποίο μεταφέρονται και αναμιγνύονται οι φυσικές ή ανθρωπογενείς ουσίες και διάφορες ύλες σε μορφή διαλύματος ή αιωρήματος, που μπορεί να είναι οργανικές ή ανόργανες, συντηρητικές ή βιο-αποδομήσιμες. Η μεταφορά - μετατόπιση και η αραίωση των εισερχομένων μαζών των κάθε μορφής φορτίων που προαναφέρθηκαν είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού της μεταφοράς μάζας που προξενούν τα παράκτια ρεύματα με την προκαλούμενη από αυτά τυρβώδη διάχυση. Τα μέτωπα πυκνότητας, που πιθανόν υπάρχουν ή και η κατά το βάθος ύπαρξη ζώνη θερμοκλινούς, καθορίζουν εάν η μεταφορά και διάχυση των ρυπαντών γίνεται στα επιφανειακά ή στα βαθύτερα στρώματα, ανάλογα και με την συγκέντρωση των ουσιών, την πυκνότητά τους και άλλα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα (π.χ. το μέγεθος των κόκκων, αν πρόκειται για αιώρημα). Η ισορροπία του παράκτιου οικοσυστήματος είναι δυνατόν να ανατραπεί, και μάλιστα μόνιμα, λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ειδικότερα λόγω της μεγάλης τροφοδοσίας των νερών με νιτρώδη και φωσφορούχα άλατα, οπότε

εμφανίζεται το φαινόμενο του ευτροφισμού των παράκτιων νερών και, συνακόλουθα, η υποβάθμιση της ποιότητας του παράκτιου οικοσυστήματος (Κρεστενίτης κ.α., 2015).

Δεδομένου πως οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος των παράκτιων υδατικών συστημάτων, προκύπτουν πλήθος προβλημάτων τα οποία διακρίνονται ως ακολούθως:

- Ρύπανση (αστική, βιομηχανική, γεωργική, τουριστική).
- Ευτροφισμός, στην ουσία δημιουργείται υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, που προκαλείται από τον εμπλουτισμό των υδάτων με απορροές θρεπτικών στοιχείων.
- Υποβάθμιση βενθικών⁶ φυτοκοινωνιών, κοραλλιογενών υφάλων και ζωοβένθων.
- Μεταβολή του ρυθμού μεταφοράς των ιζημάτων.
- Αποξήρανση υγροτόπων και επιφανειακή και υπόγεια διείσδυση θαλασσινού νερού.
- Υπεραλίευση και χρήση αλιευτικών καταστρεπτικών πρακτικών.
- Κλιματικές μεταβολές και άνοδος της στάθμης της θάλασσας.

Παρότι αρχικά δόθηκε έμφαση στον έλεγχο της θαλάσσιας ρύπανσης, στην πορεία διαπιστώθηκε πως οι αυξανόμενες κοινωνικοοικονομικές τάσεις σε συνδυασμό με την κακή διαχείριση της παράκτιας ζώνης αποτελούν την βάση των περισσότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων (ΟΔΗΓΙΑ 2008/56/ΕΚ).

⁶ Βενθικοί είναι οι οργανισμοί που ζουν στον πυθμένα και διακρίνονται σε φυτοβένθος και ζωοβένθος. Το φυτοβένθος περιλαμβάνει φύκια ή ανώτερα φυτά (Posidonia) που ζουν προσκολλημένα στον πυθμένα και το ζωοβένθος περιλαμβάνει ζωικούς οργανισμούς που ζουν μέσα στον πυθμένα (δίθυρα, σαλιγκάρια, σκουλήκια, αστερίες), πάνω στον πυθμένα (καβούρια, γαρίδες, αχινοί, σπόγγοι, ανεμώνες) ή κοντά σε αυτόν (βενθικά ψάρια π.χ. γλώσσες). (πρόσβαση 12.11.2022 από http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher3_3_3.html)

Στο Κεφάλαιο 17 της Ατζέντας 21 των Ηνωμένων Εθνών⁷ για την Βιώσιμη Ανάπτυξη αναφέρεται ότι το θαλάσσιο περιβάλλον - συμπεριλαμβανομένων των ωκεανών και όλων των θαλασσών και των παρακείμενων παράκτιων περιοχών - αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο και ουσιαστικό στοιχείο του παγκόσμιου συστήματος υποστήριξης της ζωής και ένα θετικό πλεονέκτημα που παρουσιάζει ευκαιρίες για βιώσιμη ανάπτυξη. Το διεθνές δίκαιο, όπως αντικατοπτρίζεται στις διατάξεις της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας, που αναφέρεται στο κεφάλαιο της Ατζέντας 21, καθορίζει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις των κρατών και παρέχει την διεθνή βάση για την επιδίωξη της προστασίας και της αειφόρου ανάπτυξης του θαλάσσιου και παράκτιου περιβάλλοντος και των πόρων του. Οι όποιες λοιπόν προσεγγίσεις διαχείρισης παράκτιας ζώνης θα πρέπει να έχουν ενσωματωμένα στο περιεχόμενο ως πρόληψη και ως προς το εύρος τους, τους ακόλουθους τομείς:

- Ολοκληρωμένη διαχείριση και βιώσιμη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών, συμπεριλαμβανομένων των αποκλειστικών οικονομικών ζωνών.
- Προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.
- Βιώσιμη χρήση και διατήρηση των θαλάσσιων έμβιων πόρων της ανοικτής θάλασσας.
- Βιώσιμη χρήση και διατήρηση των θαλάσσιων έμβιων πόρων υπό εθνική δικαιοδοσία.
- Αντιμετώπιση κρίσιμων αβεβαιοτήτων για τη διαχείριση του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της κλιματικής αλλαγής.
- Ενίσχυση της διεθνούς, συμπεριλαμβανομένης της περιφερειακής, συνεργασίας και συντονισμού.
- Βιώσιμη ανάπτυξη μικρών νησιών.

⁷ <http://www.un-documents.net/a21-17.htm> Agenda 21. Chapter 17. Protection of the Oceans, All Kinds of Seas, Including Enclosed and Semi-enclosed Seas, And Coastal Areas and the Protection, Rational Use and Development of Their Living Resources, (πρόσβαση 14.11.2022)

Η διαχείριση των παράκτιων υδατικών συστημάτων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη ότι οι άνθρωποι αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του παράκτιου συστήματος, ότι η μελέτη της παράκτιας θάλασσας θα πρέπει να διασυνδέεται με την μελέτη της χερσαίας λεκάνης απορροής και ότι η διαχείριση της παράκτιας ζώνης απαιτεί μία ολοκληρωμένη οίκο-συστημική προσέγγιση (Baztan, et al, 2015).

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης (ΟΔΠΖ) είναι ένα μοντέλο διαχείρισης που ξεκίνησε στην πρακτική επίλυσης συγκρούσεων, το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο σε προσπάθειες διαμεσολάβησης διαφορών μεταξύ των ενδιαφερομένων (Forst, 2009).

Οι παράκτιες περιοχές στα διάφορα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης⁸ δεν χρησιμοποιούνται ισόρροπα. Έτσι για παράδειγμα ο παράκτιος χαρακτήρας είναι εντονότερος στην Δανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Σουηδία και Πορτογαλία, ενώ είναι λιγότερο φανερός στο Βέλγιο, Γαλλία και Γερμανία. Ως προς την συγκέντρωση του πληθυσμού στον παράκτιο χώρο στην Δανία, Σουηδία, Ιρλανδία, Πορτογαλία και Ελλάδα, μεγάλο μέρος του πληθυσμού τους κατοικεί στις παράκτιες περιοχές, ενώ ο χώρος αυτός αποφεύγεται για διαμονή στο Βέλγιο, Γερμανία και Γαλλία.

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή προβάλλει από το 2000 μια προσέγγιση η οποία λαμβάνει υπόψη, σε κάθε κράτος μέλος, όλες τις όψεις της διαχείρισης αυτών των ξεχωριστών ζωνών: θεσμικές, πολιτιστικές, γεωφυσικές και οικονομικές. Η προσέγγιση αυτή δεν είναι άλλη από την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών. «Ως ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών (ΟΔΠΖ) κατανοείται η διαδικασία η οποία καθορίζεται από την συμμετοχή της διοίκησης και των κοινοτήτων, της επιστήμης, της διαχείρισης και του δημοσίου συμφέροντος για την πραγματοποίηση ενός ακέραιου σχεδίου για την προφύλαξη και ανάπτυξη των παράκτιων οικοσυστημάτων και πόρων» (ΕΚ 413, 2002).

Οι σκοποί, οι οποίοι επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσα από την ΟΔΠΖ και στοχεύουν στην βιώσιμη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών είναι:

⁸ <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/europes-seas-and-coasts/#interesting-facts> Europe's seas and coasts, (πρόσβαση 16.11.2022)

- Η συντήρηση ανώτερης ποιότητας παράκτιου περιβάλλοντος.
- Διαφύλαξη της βιοποικιλότητας.
- Αποκατάσταση υποβαθμισμένου περιβάλλοντος.
- Διατήρηση ιδιαίζουσας σημασίας ενδιαιτημάτων.
- Βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων.
- Συγκράτηση των ρύπων.
- Προσδιορισμός των περιοχών στις οποίες μπορούν να δημιουργηθούν
- Ανθρώπινες δραστηριότητες, που πρέπει να διατηρηθούν.
- Ορισμός προδιαγραφών για την εξέλιξη δραστηριοτήτων στις παράκτιες περιοχές.
- Προφύλαξη από φυσικές καταστροφές.
- Ανάπτυξη διαδικασιών ενημέρωσης και συμμετοχής των άμεσα συμμετέχων κοινοτήτων.

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή τόνισε ότι οι παράκτιες ζώνες είχαν ξεχωριστή ανάγκη μιας ολοκληρωμένης εδαφικής προσέγγισης αλλά η εν λόγω άριστη εδαφική διακυβέρνηση θα έπρεπε, επιπλέον, να ισχύει και για άλλες περιφέρειες που αντιμετωπίζουν αρκετές πιέσεις και συγκρούσεις συμφερόντων. Στην προκειμένη περίπτωση ανήκουν, σε ολόένα και μέγιστο βαθμό, οι ωκεανοί και οι θάλασσες. Παρά την έντονη ανάγκη να συνεχιστεί η εφαρμογή της στις παράκτιες ζώνες, εξετάστηκε πως έπρεπε να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην εφαρμογή της ΟΔΠΖ στην διεπαφή ξηράς/θάλασσας (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2007).

Το 1975, 16 μεσογειακές χώρες και η Ευρωπαϊκή Κοινότητα ενέκριναν το Μεσογειακό Σχέδιο Δράσης (MAP)⁹, το πρώτο Περιφερειακό Πρόγραμμα Θαλασσών υπό την

⁹ https://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index_en.htm Our Oceans, Seas and Coasts

The Barcelona Convention, (πρόσβαση 16.11.2022)

αιγίδα του UNEP (United Nations Environmental Programme). Η Σύμβαση της Βαρκελώνης για την Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος και της Παράκτιας Περιοχής της Μεσογείου εγκρίθηκε το 1995. Σήμερα τα ενεργά μέλη της Σύμβασης της Βαρκελώνης και το MAP είναι 22 και έχουν σαν σκοπό την προστασία του το θαλάσσιου και παράκτιου περιβάλλοντος της Μεσογείου ενισχύοντας παράλληλα τα περιφερειακά και εθνικά σχέδια για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Τα κράτη που είναι ενεργά είναι: Αλβανία, Αλγερία, Βοσνία και Ερζεγοβίνη, Κροατία, Κύπρος, Αίγυπτος, Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Γαλλία, Ελλάδα, Ισραήλ, Ιταλία, Λίβανος, Λιβύη, Μάλτα, Μονακό, Μαυροβούνιο, Μαρόκο, Σλοβενία, Ισπανία, Συρία, Τυνησία, Τουρκία.

Οι δραστηριότητες της MAP χρηματοδοτούνται κατά κύριο λόγο από τα συμβαλλόμενα μέρη μέσω των συνεισφορών τους στο καταπιστευματικό ταμείο της Μεσογείου. Άλλες κύριες πηγές χρηματοδότησης για την υποστήριξη συγκεκριμένων έργων και δραστηριοτήτων περιλαμβάνουν εθελοντικές συνεισφορές από την Ευρωπαϊκή Ένωση, τις υπηρεσίες του ΟΗΕ και το Παγκόσμιο Ταμείο για το Περιβάλλον (GEF).

Οι βασικές προτεραιότητες του MAP για την επόμενη δεκαετία είναι:

- να επιφέρει μαζική μείωση της ρύπανσης από χερσαίες πηγές·
- η προστασία των θαλάσσιων και παράκτιων οικοτόπων και των απειλούμενων ειδών·
- να καταστήσουν τις θαλάσσιες δραστηριότητες ασφαλέστερες και πιο συνειδητοποιημένες για το θαλάσσιο περιβάλλον της Μεσογείου·
- Εντατικοποίηση του ολοκληρωμένου σχεδιασμού των παράκτιων περιοχών.
- παρακολούθηση της εξάπλωσης χωροκατακτητικών ειδών·
- Περιορισμός και έγκαιρη παρέμβαση στην ρύπανση από πετρέλαιο.
- Περαιτέρω προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης στην περιοχή της Μεσογείου

Τον Ιανουάριο του 2008, 21 χώρες ανάμεσα τους και η Ελλάδα, υπέγραψαν το πρωτόκολλο ICZM για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου στο πλαίσιο της διήμερης συνόδου των μεσογειακών χωρών που διεξήχθη στη Μαδρίτη. Το πρωτόκολλο αυτό θα αποτελέσει απαραίτητο εργαλείο για την βιώσιμη εξέλιξη στην Μεσόγειο και γενικότερα για την υπεράσπιση και λογική διαχείριση των πιο ευπαθών περιοχών της, που είναι οι παράκτιες ζώνες. Υπογραμμίζεται ότι το Μεσογειακό πρωτόκολλο για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών είναι το πρώτο νομικό δεσμευτικό-ρυθμιστικό κείμενο διεθνούς συνεργασίας για την διαχείριση των παράκτιων περιοχών (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008).

Το UNEP/MAP και τα συμβαλλόμενα μέρη της Σύμβασης της Βαρκελώνης – 21 μεσογειακές χώρες και η Ευρωπαϊκή Ένωση – δημιούργησαν σταδιακά ένα μοναδικά ολοκληρωμένο θεσμικό, νομικό και εφαρμοστικό πλαίσιο που ενσωματώνει βασικά δομικά στοιχεία για την βιωσιμότητα στη Μεσόγειο. Οι Μεσογειακές χώρες αναλαμβάνουν με σημαντικές πολιτικές και δράσεις να προβάλουν ολοκληρωμένο σχεδιασμό στις παράκτιες περιοχές.

Οι κύριες κατευθύνσεις και προβλέψεις του πρωτοκόλλου είναι οι εξής (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008):

- Τίθενται ως απαραίτητοι στόχοι η προφύλαξη της άφθονης βιοποικιλότητας, των ευαίσθητων οικοσυστημάτων και των τοπίων της Μεσογείου.
- Γίνεται ιδιαίτερη μνεία στα νησιά με ξεχωριστά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά αλλά και ειδικές ανάγκες.
- Δεσμεύονται να προστατεύσουν την πιο ευαίσθητη ζώνη γης που ξεκινά από την γραμμή, στις εκτός σχεδίου περιοχές, και αποφεύγουν δημιουργίες κατασκευών, και οικοδόμησης, εκτός των έργων δημοσίου συμφέροντος ή εκείνων που απαιτούν εγγύτητα στην θάλασσα (πχ λιμάνια).
- Ξεχωριστό κεφάλαιο του πρωτοκόλλου αναφέρεται στις φυσικές καταστροφές (πχ διάβρωση, πλημμύρες) αλλά και στις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών, για την πρόληψη και αντιμετώπιση των οποίων οι χώρες αναλαμβάνουν να πάρουν γρήγορα τα πιο κατάλληλα μέτρα και να δείξουν έμπρακτα διεθνή συμπαράσταση όταν χρειαστεί.

2.4 Θεσμικό Πλαίσιο Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Σε διεθνές και ευρωπαϊκό επίπεδο, με βάση τις αρχές της αειφορίας και της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης ως κεντρικές κατευθυντήριες αρχές, **έχει υιοθετηθεί το μοντέλο** της ολοκληρωμένης διαχείρισης του παράκτιου χώρου ως η κεντρική κανονιστική επιλογή (Integrated Coastal Zone Management). Πιο συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση προκρίνει ως βασικό εργαλείο για την χάραξη και εφαρμογή πολιτικών στις παράκτιες περιοχές την υιοθέτηση Ολοκληρωμένων Σχεδίων Διαχείρισης και Ανάπτυξης, τα οποία περιλαμβάνουν τις γενικές κατευθύνσεις και τους βασικούς άξονες δράσης με βάση τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής. Το προτεινόμενο πλαίσιο για την ολοκληρωμένη διαχείριση του παράκτιου χώρου σε ευρωπαϊκό επίπεδο δεν είναι όμως νομικά δεσμευτικό, καθώς εμπεριέχεται σε κείμενα χαλαρής νομικής δεσμευτικότητας (soft law documents). Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί, ότι ιδιαίτερα σημαντικές για την εφαρμογή του μοντέλου της ολοκληρωμένης διαχείρισης του παράκτιου χώρου σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι οι ακόλουθες κοινοτικές οδηγίες, (Recommendation of the European Parliament and of Council, 2002):

- Η οδηγία 85/337/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε με την οδηγία 97/11/ΕΚ για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, σύμφωνα με την οποία κάθε έργο ή δραστηριότητα στον παράκτιο χώρο που εμπίπτει στο πεδίο εφαρμογής της, θα πρέπει προηγουμένως να υποβληθεί στη διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.
- Η οδηγία 2001/42/ΕΚ για την «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» (Strategic Impact Assessment Directive), σύμφωνα με την οποία κάθε σχέδιο Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης του παράκτιου χώρου θα πρέπει προηγουμένως να υπόκειται σε στρατηγική εκτίμηση των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων. Η εκτίμηση δηλαδή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων γίνεται ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού.
- Το πιο σημαντικό από πλευράς νομικής δεσμευτικότητας εργαλείο για την ολοκληρωμένη διαχείριση του παράκτιου χώρου σε περιφερειακό επίπεδο και συγκεκριμένα στο χώρο της Μεσογείου είναι το σχετικό Πρωτόκολλο που

υιοθετήθηκε τον Ιανουάριο του 2008 στο πλαίσιο της Σύμβασης της Βαρκελώνης για την προστασία της Μεσογείου (Protocol on Integrated Coastal Zone Management in the Mediterranean¹⁰, το οποίο υπεγράφη 21.1.2008.

2.5 Εθνικό θεσμικό πλαίσιο

Το Πρωτόκολλο του 2008 έχει τεθεί σε ισχύ, έχει υπογραφεί αλλά δεν έχει κυρωθεί από την χώρα μας. Στην Ελλάδα, το θεσμικό πλαίσιο που ρυθμίζει θέματα που σχετίζονται με την διαχείριση των παράκτιων περιοχών αποτελείται από μια σειρά νόμων:

- Νόμος 1337/1983 (ΦΕΚ 33/Α/14.3.1983), "Επέκταση των πολεοδομικών σχεδίων, οικιστική ανάπτυξη και άλλες διατάξεις",
- Νόμος 1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α/16.10.1986 "Για την προστασία του περιβάλλοντος",
- Νόμος 2242/1994 (ΦΕΚ 162/Α/3.10.1994) "Πολεοδόμηση περιοχών δεύτερης κατοικίας και ζώνες οικιστικού ελέγχου, προστασία φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις",
- Νόμος 2508/1997 (ΦΕΚ 124/Α/13.6.1997) " Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις",
- Κοινή υπουργική απόφαση 33318/3028/1998 (ΦΕΚ 1289Β/28.12.1998) "Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων (ενδιαιτημάτων) καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας",
- Νόμος 2742/1999 (ΦΕΚ 285/Α/7.10.1999), "Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις",
- Νόμος 2971/2001 (ΦΕΚ 285/Α/19.12.2001), "Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις",
- Νόμος 3028/2002 (ΦΕΚ 153/Α/28.06.2002), "Προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς"

¹⁰ www.unepmap.org Mediterranean Action Plan (MAP), (πρόσβαση 18.11.2022)

- Νόμος 3201/2003 (ΦΕΚ 282/Α/04.12.2003), "Αποκατάσταση, προστασία και ανάδειξη του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος των νησιών που υπάγονται στην αρμοδιότητα του Υπουργείου Αιγαίου ",
- Νόμος 3199/2003 (ΦΕΚ 280/Α/09.12.2003), " Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000".
- Έγκριση του Γενικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΦΕΚ 128 Α/ 3.07.08)
- Έγκριση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον τουρισμό και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΦΕΚ 1138/Β/11.6.2009).

Στα ανωτέρω θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι σχετικές διατάξεις των Νόμων δημιουργίας Οργανισμών ρυθμιστικών σχεδίων και προστασίας περιβάλλοντος της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης (1985) και τις υπουργικές αποφάσεις για την έγκριση των 12 Χωροταξικών σχεδίων περιφερειών (2003). Επίσης υπάρχουν διάφορα νομοθετήματα όπως Προεδρικά Διατάγματα, Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις, κ.λ.π, τα οποία αναφέρονται σε θέματα οι τομείς που εμμέσως επηρεάζουν τις παράκτιες ζώνες.

Ορισμένα από αυτά αναφέρονται στην οριοθέτηση και στον καθορισμό των διοικητικών οργάνων διαχείρισης των προστατευόμενων περιοχών, άλλα στην οργάνωση των λιμενικών εγκαταστάσεων, Ναυτιλία, βιομηχανία, τουρισμό, αλιεία, κλπ. Επιπλέον, υπάρχουν νόμοι κύρωσης σχετικών διεθνών συμβάσεων, συμφωνιών ή πρωτοκόλλων, οι οποίοι είναι συμπληρωματικοί με το προαναφερθέν νομικό πλαίσιο. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Ν.Δ. 191/1974(ΦΕΚ 350/Α/20.11.1974) «Περί κυρώσεως της εν Ραμσάρ του Ιράν κατά την 2α Φεβρουαρίου 1971 υπογραφείσης Διεθνούς Συμφωνίας περί προστασίας των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων ιδία ως υγροβιότοπων»
- Νόμος 855/1978 (ΦΕΚ 235/Α/23.12.1978), - Περί κυρώσεως της υπογραφείσης εις Βαρκελώνην το 1976 Διεθνούς Συμβάσεως «περί προστασίας της Μεσογείου Θαλάσσης εκ της ρυπάνσεως»

- Νόμος 1335/1983 (ΦΕΚ 32/Α/14.3.1983), "Κύρωση Διεθνούς Σύμβασης Βέρνης για τη διατήρηση της αγρίας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης",
- Νόμος 1634/1986 (ΦΕΚ 104/Α/18.7.1986), «Κύρωση των πρωτοκόλλων 1980 προστασίας της Μεσογείου θαλάσσης από την ρύπανση από χερσαίες πηγές και 1982 περί των ειδικά προστατευόμενων περιοχών της Μεσογείου»,
- Νόμος 2204/1994 (ΦΕΚ 59/Α/15.04.1994), περί "Κύρωσης Σύμβασης για τη βιολογική ποικιλότητα",
- Νόμος 2321/1995 (ΦΕΚ Α' 136/ 23.6. 1995), κύρωση της Σύμβασης του 1982 "περί του Διεθνούς Δικαίου της Θαλάσσης".

Τέλος η εθνική νομοθεσία είναι εμπλουτισμένη και εναρμονισμένη σε όλες τις οδηγίες, τις αποφάσεις και τις πολιτικές της Ε.Ε. Συνεπώς, όλες οι σχετικές κοινοτικές διατάξεις έχουν επίσης τεθεί σε ισχύ στην Ελλάδα.

Όσον αφορά ειδικότερα η οδηγία 2001/42 έχει ενσωματωθεί στην Εθνική Νομοθεσία με την ΚΥΑ ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ. 107017/28.08.2006 (ΦΕΚ 1225/Β/5.9.2006) "Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ σχετικά με την Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001".

2.6 Θεσμικό πλαίσιο καθορισμού οριογραμμής αιγιαλού

Ο καθορισμός των οριογραμμών του αιγιαλού και της παραλίας και του παλαιού αιγιαλού γίνεται από Επιτροπή¹¹, η οποία συγκροτείται σε επίπεδο νομού με απόφαση του Υπουργού Οικονομικών και αποτελείται από:

- α) τον προϊστάμενο της Κτηματικής Υπηρεσίας ως πρόεδρο
- β) έναν μηχανικό της Κτηματικής Υπηρεσίας με ειδικότητα τοπογράφου ή

¹¹ <https://xyz.gr/service/aigialos-paralia/> Αιγιαλός & Παραλία, (πρόσβαση 21.11.2022)

πολιτικού μηχανικού, και αν δεν υπάρχει έναν τεχνολόγο τοπογράφο μηχανικό, ενώ σε περίπτωση που η Κτηματική Υπηρεσία δεν διαθέτει μηχανικό των ανωτέρω ειδικοτήτων, συμμετέχει στην Επιτροπή μηχανικός της Τεχνικής Υπηρεσίας Δήμων και Κοινοτήτων ή άλλης υπηρεσίας του Δημοσίου

γ) τον αρμόδιο Λιμενάρχη

δ) τον διευθυντή της Διεύθυνσης Πολεοδομίας της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης

ε) τον διευθυντή Χωροταξίας και Περιβάλλοντος της Γενικής Γραμματείας της Περιφέρειας.

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, μετά από εκτίμηση των πραγματικών περιστατικών, ο Υπουργός Οικονομικών δύναται να συστήσει και δεύτερη επιτροπή, στην οποία μπορούν να συμμετέχουν μέλη με τις ιδιότητες της παρούσας παραγράφου χωρίς περιορισμό συνδεδεμένο με τοπική αρμοδιότητα (ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παράγραφος 1 τίθεται όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 32 του νόμου 4538/2018 ΦΕΚ 85/Α/2018). Ως συνήθη τακτική, είθισται η οριογραμμή αιγιαλού να τοποθετείται στην λεγόμενη γραμμή βλάστησης, δηλαδή μέχρι το σημείο που εμφανίζεται χαμηλή βλάστηση ως απόδειξη ότι μέχρι εκεί φτάνουν τα χειμέρια κύματα. Παρά ταύτα η τακτική με την γραμμή βλάστησης ποικίλει σημαντικά και εξαρτάται και από το υψομετρικό ανάγλυφο της εκάστοτε περιοχής όπου θα πρέπει να οριστεί ο αιγιαλός.

Επιπροσθέτως, σε περιοχές με εγκεκριμένα όρια οικισμού ή εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ή και Πράξη Εφαρμογής, η οριογραμμή παραλίας δεν μπορεί να παραβιάζει τα όρια γραμμών δόμησης κατά το άρθρο 7 παρ. 5 του ν. 2971/2001¹² όπου αναφέρεται ρητώς " Όπου υφίσταται σχέδιο πόλεως, η οριογραμμή της παραλίας δεν μπορεί να υπερβεί την εγκεκριμένη γραμμή δόμησης».

¹² <https://www.e-nomothesia.gr/kat-aigialos-paralia/n-2971-2001.html> Νόμος 2971/2001: Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις. Το Κωδικοποιημένο αρχείο, εκδόθηκε σε ενοποιημένο κείμενο με ενσωματωμένες τις μεταγενέστερες τροποποιήσεις με τις διατάξεις του Ν.4964/2022 - ΦΕΚ 150/Α/30-7-2022. (πρόσβαση 21.11.2022)

Σε παραδοσιακούς οικισμούς η οριογραμμή της παραλίας δεν μπορεί να υπερβεί την γραμμή δόμησης, όπως αυτή νομίμως έχει διαμορφωθεί. Σε πόλεις και οικισμούς που δημιουργήθηκαν πριν από το έτος 1923 ή έχουν πληθυσμό κάτω από 2.000 κατοίκους και στους οποίους δεν υπάρχει εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο, η οριογραμμή της παραλίας δεν μπορεί να υπερβεί τη διαμορφωμένη γραμμή δόμησης, όπως αυτή νομίμως έχει διαμορφωθεί.

2.7 Δυσκολίες καθορισμού οριογραμμής αιγιαλού

Οι έννοιες παράκτιος χώρος και παράκτια ζώνη, οι οποίες δεν έχουν σαφή ορισμό, ωστόσο εμφανίζεται ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών ορισμών, που ποικίλουν ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν. Η δυσκολία ώστε να οριστεί ένας ενιαίος ορισμός έγκειται στον προσδιορισμό των ορίων, τόσο από την πλευρά της ξηράς όσο και από την πλευρά της θάλασσας. (Κρεστενίτης κ.α., 2015).

Ένα επίσης πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι η μέτρηση της ακτογραμμής η οποία δίνει πολλά και διαφορετικά αποτελέσματα. Το παράδοξο της ακτογραμμής έχει απασχολήσει ερευνητές και χαρτογράφους από την ανακάλυψή του από τον μαθηματικό Lewis Fry Richardson το 1951. Η εξήγηση για το παράδοξο είναι ότι σε αντίθεση με τα γεωμετρικά σχήματα που σχεδιάζονται από τον άνθρωπο, μια ακτογραμμή είναι γεμάτη γωνίες και σχισμές φτιαγμένες από την φύση. Όσο περισσότερο μεγεθύνει κανείς στην ακτογραμμή, τόσο περισσότερο αυτές οι ασυνέπειες πολλαπλασιάζονται. Αυτό σημαίνει ότι το μήκος μιας ακτογραμμής εξαρτάται πλήρως από το μέγεθος της μονάδας μέτρησης¹³ που χρησιμοποιεί κάποιος για να τη μετρήσει. Για παράδειγμα, η ακτογραμμή του Ηνωμένου Βασιλείου έχει μήκος μόνο 2.800 χιλιόμετρα όταν μετριέται σε μήκη 100 χιλιομέτρων αλλά αν μειωθεί σε μετρήσεις 50 χιλιομέτρων ξαφνικά η ακτογραμμή είναι 3.400 χιλιόμετρα.

¹³ <https://www.popularmechanics.com/science/environment/a19068718/why-its-impossible-to-accurately-measure-a-coastline/> why it's Impossible to Accurately Measure a Coastline, (πρόσβαση 22.11.2022)

Ιστορικά, μια βασική πρόκληση στην ικανότητά των επιστημόνων να κατανοήσουν πλήρως την παράκτια αλλαγή ήταν η έλλειψη μακροπρόθεσμων, μεγάλης κλίμακας, υψηλής ανάλυσης (σε χρόνο και χώρο) συνόλων παράκτιων δεδομένων (Castelle, et al, 2020). Παρόλο την έλλειψη αυτών των δεδομένων, έγινε κατανοητό ότι οι γενικές αρχές που ελέγχουν την συμπεριφορά της ακτής επηρεάζονται από τους βασικούς παράγοντες, οι οποίοι περιλαμβάνουν τις επιπτώσεις της αλλαγής της στάθμης της θάλασσας και της μορφολογίας των ακτών (Brunel, & Sabatier, 2009), τις κλιματικές αλλαγές (Barnard et al., 2015) και τις διαχρονικές μεταβλητότητες.

Δεν υπάρχει κοινός ή μοναδικός ορισμός του τι συνιστά «παράκτια ζώνη», αλλά μάλλον ένας αριθμός συμπληρωματικών ορισμών, που ο καθένας εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό. Αν και είναι γενικά κατανοητό διαισθητικά τι σημαίνει «παράκτια ζώνη», είναι δύσκολο να τεθούν ακριβή όρια γύρω από αυτήν, είτε προς την ξηρά είτε προς τη θάλασσα. Για παράδειγμα, η ίδια η παράκτια ζώνη είναι μια περιοχή που θεωρείται σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες ότι εκτείνεται προς τη θάλασσα σε εδαφικά όρια, ενώ από άλλες το όριο της υφαλοκρηπίδας στο περίγραμμα βάθους περίπου 200 μέτρων θεωρείται όριο. Ένας γενικός εφαρμόσιμος ορισμός σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Ορισμό Περιβάλλοντος¹⁴ είναι: *«παράκτια ζώνη, το κομμάτι της ξηράς που επηρεάζεται από την εγγύτητα του με την θάλασσα και το κομμάτι της θάλασσας που επηρεάζεται από την εγγύτητα του με την ξηρά, μέχρι το σημείο όπου οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν μετρήσιμες επιδράσεις στην χημική σύσταση του νερού και στην θαλάσσια οικολογία».*

Η παράκτια ζώνη είναι η ζώνη στην οποία βρίσκονται οι περισσότερες υποδομές και ανθρώπινες δραστηριότητες που συνδέονται άμεσα με τη θάλασσα. Υπολογίζεται ότι 200 εκατομμύρια του ευρωπαϊκού πληθυσμού (από τα συνολικά 680 εκατομμύρια) ζουν σε 50 χιλιόμετρα από τα παράκτια ύδατα. Αυτό αντανακλά εν μέρει την ιστορική σημασία των ακτών για την ανθρώπινη εγκατάσταση για λόγους άμυνας και για την παροχή πηγών τροφής. Τα λιμάνια έχουν δημιουργήσει βιομηχανική δραστηριότητα. Οι παράκτιες ζώνες είναι ευνοημένες περιοχές παραγωγής ενέργειας λόγω της εύκολης

¹⁴ <https://www.eea.europa.eu/publications/92-826-5409-5/page035new.html> definition of the coastal zone, (πρόσβαση 22.11.2022)

παράδοσης καυσίμων για σταθμούς παραγωγής ενέργειας και της βολικής διάθεσης του νερού ψύξης. Το χερσαίο τμήμα της παράκτιας ζώνης παίζει σημαντικό ρόλο ως τόπος ανθρώπινης εγκατάστασης και τουρισμού. Σε πολλές περιπτώσεις, ωστόσο, υπήρξε υπερανάπτυξη των παράκτιων ζωνών, και αυτό οδήγησε σε υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Europe's Environment, 2020).

Η ευρωπαϊκή ακτογραμμή (χωρίς όχθες λιμνών) έχει μήκος περίπου 143.000 km συμπεριλαμβανομένων των νησιών (εκτιμάται σε κλίμακα χάρτη από ένα έως τρία εκατομμύρια). Αυτή η τεράστια απόσταση (πιθανώς μια ελάχιστη εκτίμηση), η οποία περιλαμβάνει αρκτικές, εύκρατες και υποτροπικές κλιματικές ζώνες, καλύπτει μια μεγάλη ποικιλία γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, συμπεριλαμβανομένων φραγμάτων πάγου, βράχων και ακτών με άμμο και λάσπη. Η αλατότητα του νερού και οι συγκεντρώσεις των ρύπων παρουσιάζουν επίσης μεγάλη μεταβλητότητα. Για παράδειγμα, η αλατότητα κυμαίνεται από σχεδόν μηδέν σε πολλές εκβολές ποταμών με μεγάλη εισροή γλυκού νερού, έως τις τιμές των ωκεανών περίπου 35 ανά χίλια ή ακόμη υψηλότερες στις αλμυρές λιμνοθάλασσες της Μεσογείου. Λόγω των ακραίων συνθηκών που επικρατούν κατά μήκος της ακτής μέσω της παλιρροιακής επιρροής, των ισχυρών ανέμων, της χημικής σύστασης του νερού και του αλατιού, υπάρχει σαφής ζωνοποίηση των βιοτόπων από την θάλασσα προς την ξηρά. Αυτό, σε συνδυασμό με τις κλιματικές, γεωλογικές και γεωμορφολογικές διαφορές σε όλη την Ευρώπη, βοηθά στην δημιουργία μιας μεγάλης ποικιλίας βιοτόπων φυσικών παράκτιων ζωνών, συμπεριλαμβανομένων κοινοτήτων μακροφυκών και θαλάσσιων χόρτων στον βυθό της θάλασσας, παλιρροϊκές λασποτοπιές, λμυρές στέπες και θάμνους, θίνες και φυσικές ή ημι-φυσικές δασικές εκτάσεις αμμόλοφων (Europe's Environment, 2020). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή από την πλευρά της, ασχολούμενη με το ζήτημα της Διαχείρισης Παράκτιας ζώνης, υποστηρίζει ότι: «Παράκτια ζώνη καλείται η λωρίδα πλάτους 50 χιλιομέτρων και μήκους 68.000 χιλιομέτρων που εκτείνεται κατά μήκος των ακτών της Ένωσης».

Μελετώντας την παράκτια ζώνη, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την γεωμορφολογία της περιοχής, τις λεκάνες απορροής και τις δραστηριότητες που έχουν άμεσες επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο. Οι παράκτιες περιοχές εκτείνονται τόσο προς την πλευρά της θάλασσας όσο και προς την πλευρά της ξηράς. Δηλαδή, ως παράκτια περιοχή ορίζεται

μία ζώνη της ξηράς και της θάλασσας ποικίλου πλάτους το οποίο εξαρτάται από την φύση του περιβάλλοντος, τις ανάγκες διαχείρισης του, τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα και τις ευκαιρίες που προσφέρονται για περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη»

Σύμφωνα με το άρθρο 1 του Ν. 2971/2001 ο «αιγιαλός», η «παραλία» και ο «παλαιός αιγιαλός» ορίζονται ως εξής: «Αιγιαλός είναι η ζώνη ξηράς, που βρέχεται από την θάλασσα από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων της». «Παραλία είναι η ζώνη ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται δε σε πλάτος μέχρι και (50) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με την θάλασσα και αντίστροφα». «Παλαιός αιγιαλός είναι η ζώνη της ξηράς που προέκυψε από την μετακίνηση της ακτογραμμής προς την θάλασσα, οφείλεται σε φυσικές προσχώσεις ή τεχνικά έργα και προσδιορίζεται από την νέα οριογραμμή του αιγιαλού και το όριο του παλιότερα υφιστάμενου αιγιαλού». Επίσης, σύμφωνα με το άρθρο 2 του ίδιου νόμου ορίζεται ότι ο αιγιαλός, η παραλία, η όχθη και η παρόχθια ζώνη είναι χώροι κοινόχρηστοι και ανήκουν κατά κυριότητα στο Δημόσιο, το οποίο τα προστατεύει και τα διαχειρίζεται. Μία άλλη προσέγγιση ορίζει ως παράκτια περιοχή την απόσταση μέχρι και 5 χιλιόμετρα προς το εσωτερικό από την ακτή. Σε περιπτώσεις περιγραφής τοπικών παράκτιων φαινομένων και λειτουργιών, ως παράκτια περιοχή θεωρείται η ζώνη της θάλασσας από την περιοχή της κυμάτωσης, εκεί που σπάει το κύμα, μέχρι το βάθος των 10 μέτρων.

Τέλος, η παράκτια περιοχή διακρίνεται σε ειδικές ζώνες διαχείρισης οι οποίες αποτελούν την «κρίσιμη ζώνη» και την «δυναμική ζώνη». Η «κρίσιμη ζώνη» που περιλαμβάνει τόσο το χερσαίο όσο και το θαλάσσιο τμήμα αποτελείται από την «κρίσιμη χερσαία ζώνη», που ορίζεται σε πλάτος 100 μ. τουλάχιστον από την γραμμή του αιγιαλού, και την «κρίσιμη θαλάσσια ζώνη» η οποία περιλαμβάνει την έκταση που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοβαθούς 50 μέτρων. Η «δυναμική ζώνη» αποτελεί τη ζώνη που υποδέχεται και συγκεντρώνει τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τις πιέσεις από αυτές, αλλά είναι και η ζώνη που παρουσιάζει την μεγαλύτερη ανάγκη προγραμματισμού και σχεδιασμού. Συμπερασματικά, για κάθε περιοχή μελέτης, γίνεται διαφορετική οριοθέτηση της παράκτιας ζώνης ανάλογα με την περίπτωση και τους επιμέρους σκοπούς και στόχους της κάθε έρευνας.

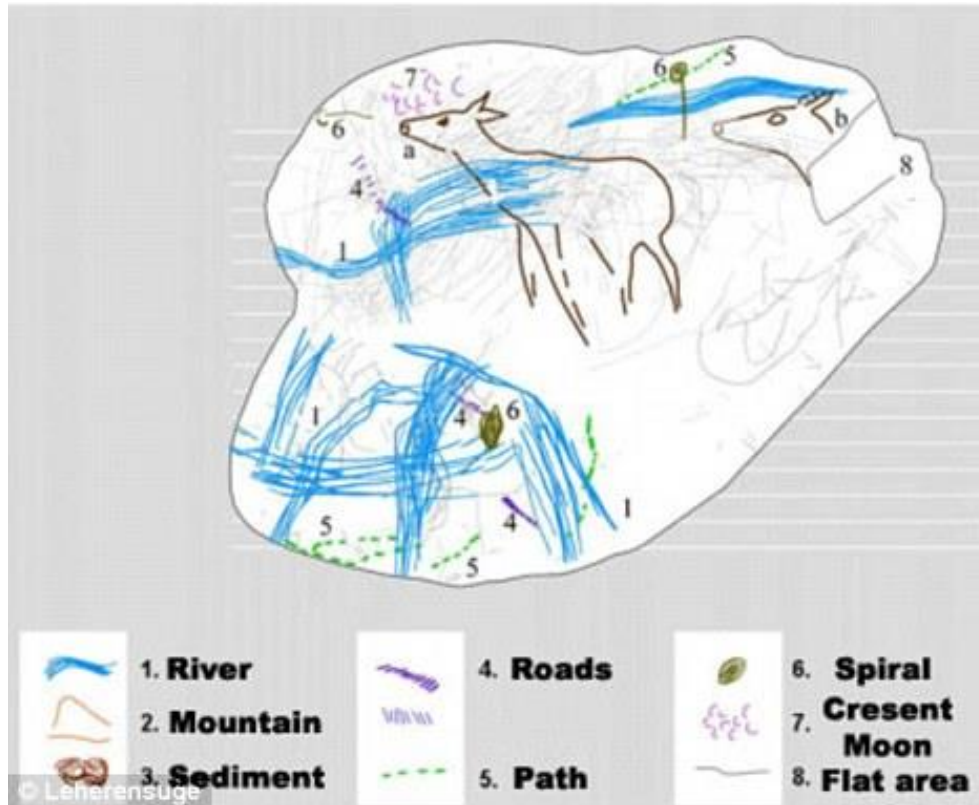
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΑΙΓΙΑΛΟΥ

3.1 Ιστορική αναδρομή

Οι αρχαιότεροι γνωστοί χάρτες βρέθηκαν στην Ισπανία όπου χαράχτηκαν πριν από 13.667 χρόνια σε ένα βράχο μεγέθους χεριού και πιθανότατα κατασκευάστηκαν από κυνηγούς συλλέκτες (Bates, 2009) όπως φαίνεται στις εικόνες 3.1 & 3.2. Βέβαια η μετρική ποιότητα αυτού του χάρτη είναι αμφισβητήσιμη και δημιουργήθηκε με βάση την οπτική αντίληψη και την φαντασία των κυνηγών-τροφοσυλλεκτών. Για τον λόγο αυτό οι πρώτοι αυτοί καταγραφείς αποκαλούνται χαρτογράφοι και όχι τοπογράφοι καθώς η τοπογραφία συνδυάζει τις επιστημονικές και ακριβείς μετρήσεις του εδάφους με κοινωνικές (σχετικές με τους νόμους της γης) ευθύνες (Nadolinet, et al, 2017).



Εικόνα 3.1. Περίπλοκα σκαλίσματα που βρέθηκαν σε ένα μικρό βράχο, μόλις λίγα εκατοστά, όπου οι επιστήμονες χρειάστηκαν 15 χρόνια για να ξεδιαλύνουν τις περίπλοκες γραμμές. (όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2.)



Εικόνα 3.2. Η γκραβούρα φαίνεται να αναπαράγει τη μαιανδρική πορεία ενός ποταμού που διασχίζει το πάνω μέρος της πλευράς Α του οικοπέδου, που ενώνεται με δύο παραπόταμους κοντά σε δύο βουνά».

Παρόλο τον ενθουσιασμό της επιστημονικής κοινότητας, άλλοι ειδικοί επιστήμονες αμφισβητούν την ερμηνεία του χάρτη καθώς θεωρούν ότι είναι απίθανο οι κυνηγοί της περιόδου αυτής να χρειαζόταν χάρτες για τις μετακινήσεις τους.

Ο παλαιότερος γνωστός παγκόσμιος χάρτης είναι ο Βαβυλωνιακός Χάρτης του Κόσμου γνωστός ως *Imago Mundi*¹⁵. Αυτός ο χάρτης χρονολογείται από τον 5ο αιώνα π.Χ., βρέθηκε στο νότιο Ιράκ στην πόλη Sippar και δείχνει ένα μικρό κομμάτι του γνωστού κόσμου όπως τον γνώριζαν οι Βαβυλώνιοι πριν από αιώνες. Αυτός ο χάρτης σχηματίστηκε από μια πήλινη πλάκα που βρέθηκε βόρεια της αρχαίας πόλης της Βαβυλώνας, στην εύφορη ανατολική όχθη του ποταμού Ευφράτη. Δείχνει την Βαβυλωνιακή προοπτική της γης και των ουρανών μέσα από τα μάτια των ίδιων των

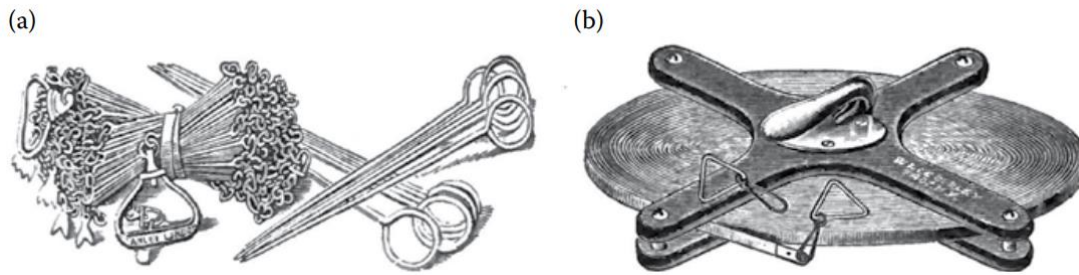
¹⁵ <https://www.thearchaeologist.org/blog/imago-mundi-the-oldest-known-map> IMAGO MUNDI. The oldest known map, (πρόσβαση 25.11.2022).

Βαβυλωνίων, βάζοντας την πόλη της Βαβυλώνας στο κέντρο του χάρτη, όπως άλλωστε έκαναν όλοι οι Αρχαίοι πολιτισμοί από την εποχή που υπάρχουν οι πρώτες αποδεδειγμένες καταγραφές ανθρώπινων πολιτισμών. Το ίδιο ακριβώς έκαναν και άλλοι πολιτισμοί με την Αθήνα ή την Ιερουσαλήμ, έτσι και η Βαβυλώνα τέθηκε στο επίκεντρο για χιλιάδες ανθρώπους που ζούσαν εκεί. Αυτή ήταν η μόνη προοπτική που είχαν χωρίς τις χρήσεις των σύγχρονων τεχνολογιών όπως οι δορυφόροι, εργαλεία κατασκευής χαρτών και αξιόπιστη μεταφορά μεγάλων αποστάσεων. Η οπτική και οι ιδέες για τον κόσμο γύρω τους φαίνονται μέσα από αυτή την μικροσκοπική πέτρα, όσο ημιτελής και αν είναι (Borneman, 2014).



Εικόνα 3.3. Ο πρώτος γνωστός χάρτης από την αρχαία Βαβυλωνία που βρίσκονται επτά πόλεις και επτά νησιά, που περιβάλλονται από δύο κύκλους που αντιπροσωπεύουν υδάτινα σώματα που πιθανώς βρίσκονταν κοντά στη Βαβυλώνα εκείνη την εποχή.

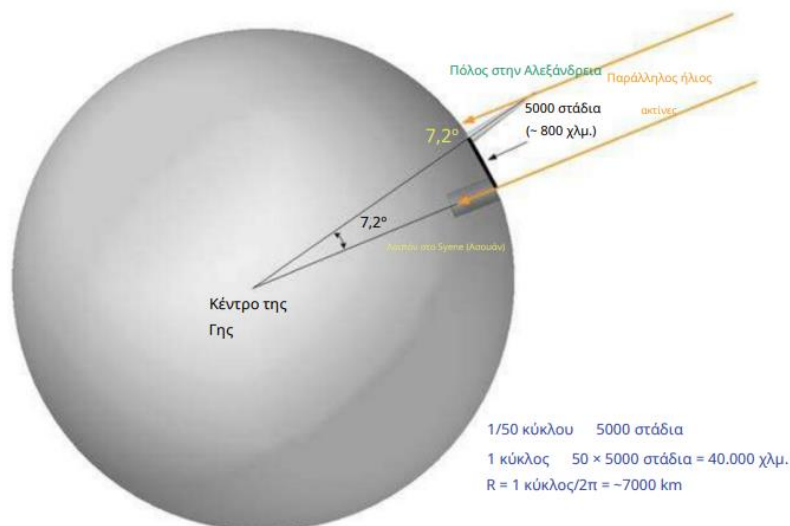
Οι πρώτες ιστορικά τεκμηριωμένες επαγγελματικές τοπογραφικές καταγραφές μπορούν να αποδοθούν στον αρχαίο Αιγύπτιο Menna που έζησε το 1400 π.Χ., κατά την διάρκεια του Νέου Βασιλείου της Αιγύπτου (Δέκατη όγδοη Δυναστεία), πριν από 3500 χρόνια. Τα όργανα μέτρησης απόστασης εκείνης της εποχής ονομάζονταν «φίδια» και βασικά περιλάμβαναν τις ίδιες αρχές με τις ταινίες μέτρησης που χρησιμοποιούσαν οι επιθεωρητές μέχρι τα μέσα του εικοστού αιώνα.



Εικόνα 3.4. Η μεταλλική ταινία χρησιμοποιήθηκε ως το κύριο όργανο μέτρησης απόστασης μέχρι το πρώτο μισό του εικοστού αιώνα (α). Τοπογραφικές μετρήσεις απόστασης. (β). Χρήση μεζούρα από χάλυβα.

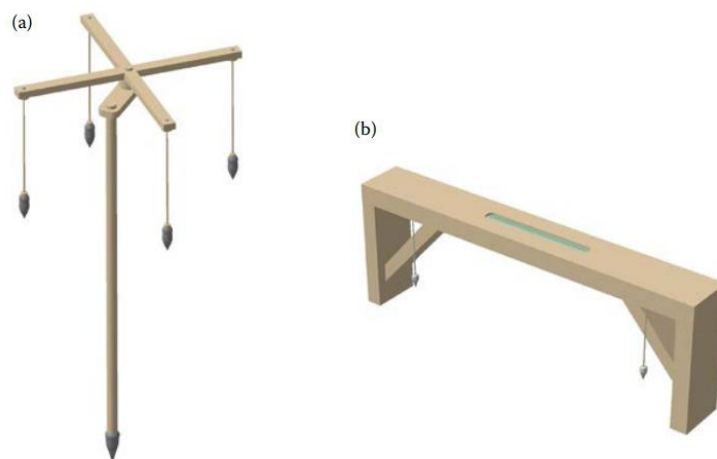
Οι μετρητές ταινίας χάλυβα χρησιμοποιούνται για έρευνα ιδιοκτησίας σπιτιού, έρευνα γραμμής ιδιοκτησίας και οποιαδήποτε άλλη έρευνα που απαιτεί μέτρηση απόστασης.

Για τις γωνιακές μετρήσεις, ένα πρωτοποριακό όργανο αναπτύχθηκε από τον Ερατοσθένη, (Εικόνα 3.5), ο οποίος χρησιμοποίησε το πρώτο όργανο γωνίας ανόδου του ήλιου, που ονομάζεται *gnomon* (ηλιακό ρολόι), για ακριβή προσδιορισμό της περιφέρειας της Γης γύρω στο 240 π.Χ. (Roller, 2010).



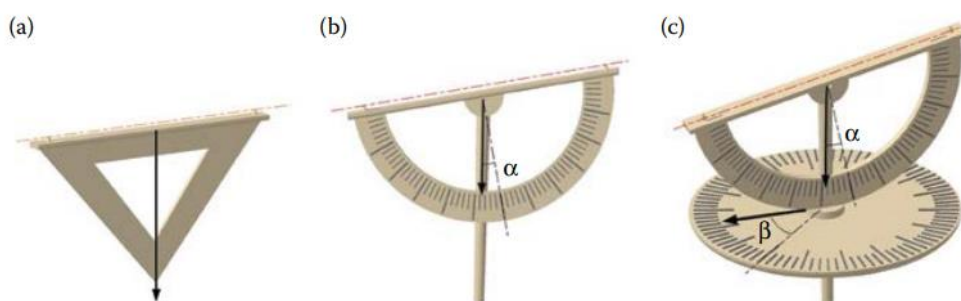
Εικόνα 3.5. Αρχές μέτρησης της περιφέρειας της γης με γνώμονα-ηλιακό ρολόι (έργο Ερατοσθένη).

Οι αρχαίοι Ρωμαίοι συνέβαλαν επίσης στην ανάπτυξη των τοπογραφικών οργάνων δημιουργώντας ένα groma (γνωστό ως ρωμαϊκός σταυρός μέτρησης) και τον χωροβάτη – chorobates, για την μέτρηση οριζόντιων επιπέδων όπου ήταν ιδιαίτερα σημαντικά στην κατασκευή υδραγωγείων (Nadolnits, et al, 2017)



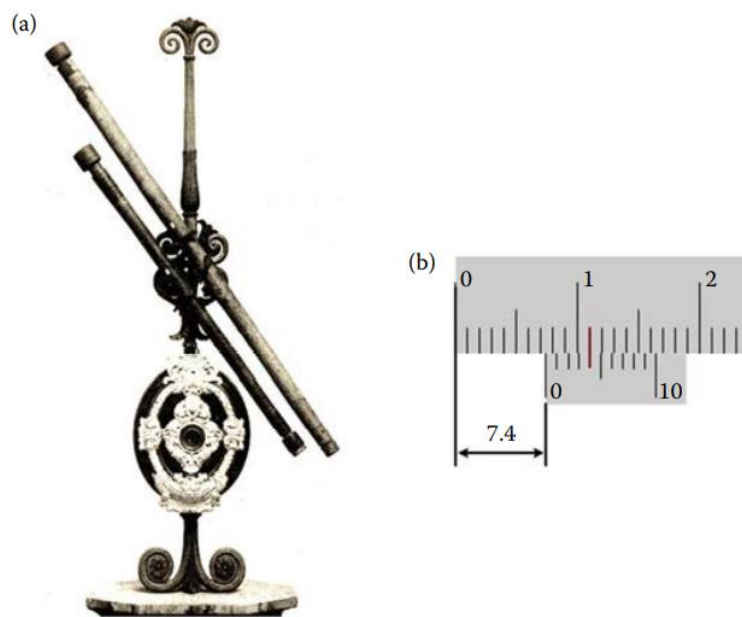
Εικόνα 3.6. Αρχαία ρωμαϊκά τοπογραφικά όργανα groma (a) και chorobates (b).

Ο σωλήνας θέασης ήταν γνωστός στους αρχαίους Έλληνες αστρονόμους με το όνομα διόπτρα και επινοήθηκε στην Ελλάδα το 300 π.Χ. ως αστρονομικό όργανο (Εικόνα 3.7), χρησιμοποιήθηκε από αστρονόμους και στην συνέχεια υιοθετήθηκε από τοπογράφους - επιθεωρητές. Η διόπτρα ήταν ένας οπτικός σωλήνας, ή εναλλακτικά μια ράβδος με σκοπευτικό στα δύο άκρα, προσαρτημένη σε μια βάση. Εάν είναι εξοπλισμένο με μοιρογνωμόνια, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση των γωνιών και μπορεί να θεωρηθεί ως πρωτότυπο των σύγχρονων θεοδόλιχων (Evans, 1998).



Εικόνα 3.7. Τρία στάδια στην εξέλιξη της διόπτρας, από ένα απλό οριζόντιο στόχαστρο έως ένα πολυγωνικό.

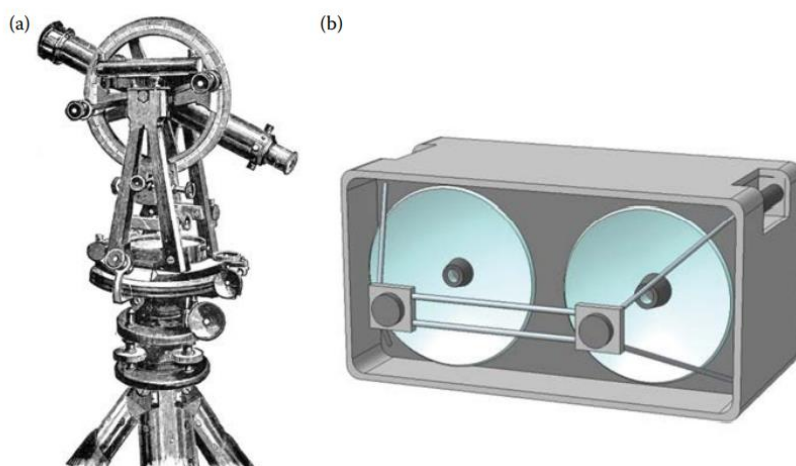
Σημαντική πρόοδος στην ανάπτυξη τοπογραφικών οργάνων επιτεύχθηκε λόγω της εφεύρεσης του τηλεσκοπίου¹⁶ από τον Galileo. Το 1542 δημιουργήθηκε το Nonius, ένα εργαλείο μέτρησης που χρησιμοποιείται στη ναυσιπλοΐα και την αστρονομία που ονομάστηκε προς τιμή του εφευρέτη του, Pedro Nunes (Λατινικά: Petrus Nonius) και το 1593 ο Γερμανός μαθηματικός Cladius ανέπτυξε την αρχή nonius, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στα σύγχρονα τοπογραφικά όργανα (Εικόνα 3.8).



Εικόνα 3.8. Τηλεσκόπιο του Galileo (α) και η αρχή nonius (β).

Οι Βρετανοί επιστήμονες Sisson και Ramsden, τον δέκατο όγδοο αιώνα, ανέπτυξαν τον πρώτο θεοδόλιχο, σχεδόν ανάλογο με τα σύγχρονα όργανα. Η έναρξη του ηλεκτρονικού μετρητή απόστασης (EDM) - Γεωδόμετρο (*ακρωνύμιο του γεωδαιτικού αποστασιόμετρου*) οφείλεται στην εφεύρεση στη Σουηδία από τον Bergstrand της αρχής των μετρήσεων φάσης το 1947, που υλοποιήθηκε για την μέτρηση της ταχύτητας του φωτός.

¹⁶ <http://galileo.rice.edu/sci/instruments/telescope.html> The Telescope, (πρόσβαση 27.11.2022).



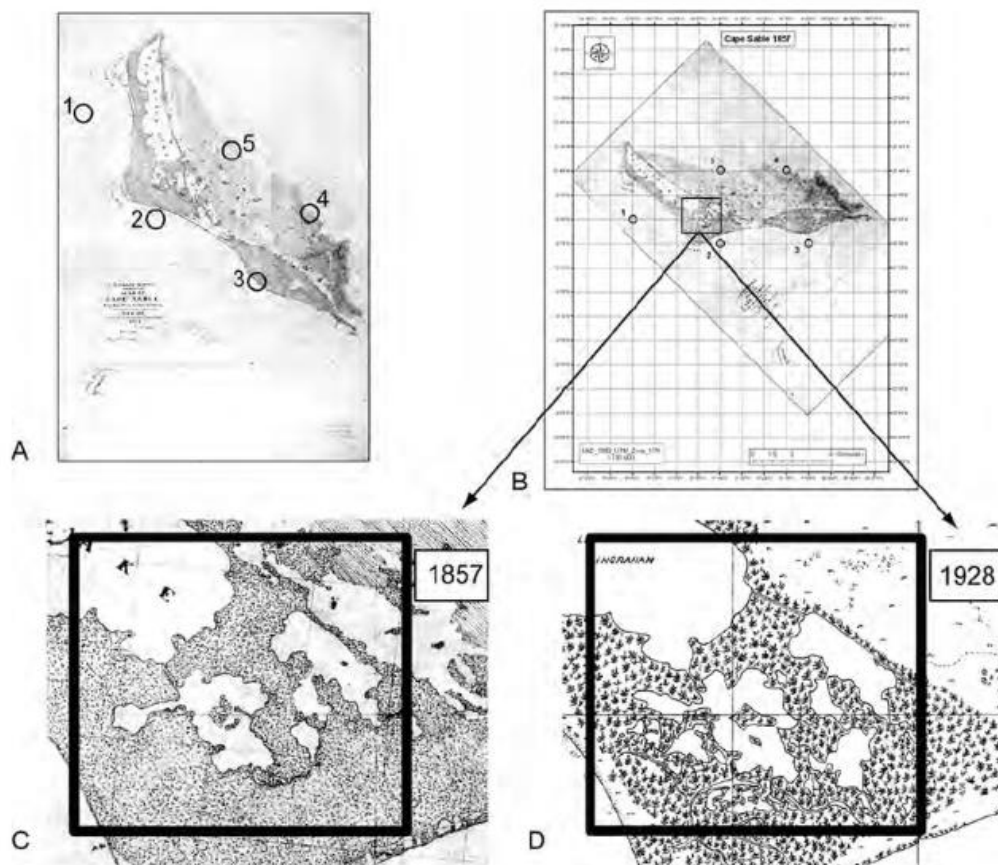
Εικόνα 3.9. Ο πρώτος θεοδόλιχος των Sisson και Ramsden (a), και ο πρώτος EDM – geodimeter - Γεωδόμετρο (b).

Στις αρχές του 19ου αιώνα, η ναυτιλία μεταξύ των κρατών γινόταν κατά μήκος της ακτής, επειδή η χερσαία μεταφορά ήταν συχνά δύσκολη. Το ουσιαστικό εξωτερικό εμπόριο, η αλληλογραφία και οι διπλωματικές αποστολές, επίσης, πραγματοποιούνταν δια θαλάσσης και η εμπορική αλιεία ήταν μια μεγάλη βιομηχανία. Αυτή η εξάρτηση από τα πλοία και την θάλασσα δημιούργησε την ανάγκη για μια συνολική προσπάθεια για την έρευνα των παράκτιων υδάτων και την δημοσίευση των ευρημάτων. Η αποτύπωση του αιγιαλού ξεκίνησε από τις ΗΠΑ με αφορμή την ανακάλυψη χρυσού στην Αλάσκα. Τότε ιδρύθηκε και η US Coast Survey¹⁷ η οποία προχώρησε στις πρώτες ηπειρωτικές παράκτιες αποτυπώσεις και συνολικά αποτυπώθηκαν 95.000 μίλια ακτογραμμής, καθώς και για την ειδοποίηση των ναυτικών για τα βάθη και τους κινδύνους κατά μήκος της ζώνης 200 μιλίων δίπλα στην ακτογραμμή των ΗΠΑ, μια περιοχή γνωστή ως Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη. Ο πρώτος χάρτης αποτύπωσης των παράκτιων περιοχών εκδόθηκε το 1834 σε κλίμακα 1:10.000. Οι τοπογραφικοί χάρτες της Coast Survey έγιναν τελικά γνωστοί ως τοπογραφικά φύλλα ή «Τ-φύλλα».

Στα τέλη του 1800, η φωτογραφία αναγνωρίστηκε ως χρήσιμο εργαλείο για την χαρτογράφηση. Το τότε ονομαζόμενο US Coast and Geodetic Survey (C&GS)

¹⁷ <https://shoreline.noaa.gov/intro/index.html> Shoreline Mapping History, (πρόσβαση 27.11.2022).

χρησιμοποίησε για πρώτη φορά μια τοπογραφική κάμερα με επίπεδο πίνακα για την χαρτογράφηση των διεθνών συνόρων μεταξύ Αλάσκας και Καναδά το 1894. Αυτή η χρήση εδαφικών φωτογραφιών για χαρτογράφηση συνεχίστηκε στις αρχές του 20ου αιώνα. Μέχρι την αλλαγή του αιώνα, εναέριες κάμερες με πολλαπλούς φακούς, και επομένως ένα πολύ ευρύτερο οπτικό πεδίο, αναπτύχθηκαν στην Ευρώπη. Όταν αυτές οι κάμερες χρησιμοποιήθηκαν με αερόπλοια, οι φωτογραφίες έρευνας μπορούσαν πλέον να καλύπτουν μεγάλες περιοχές.



Εικόνα 3.10. Ένα παράδειγμα γεωαναφοράς με χρήση της προσέγγισης «λαστιχένιο φύλλο». Ο χάρτης (A) είναι το σαρωμένο μη γεωαναφερόμενο ιστορικό φύλλο T 649 από το 1857. Οι περιοχές του διορθωμένου χάρτη B μπορούν να συγκριθούν με άλλες διορθωμένες και γεωαναφερόμενες εικόνες. Το πλαίσιο στο (B) έχει μεγεθυνθεί και συγκριθεί με την ίδια περιοχή από ένα γράφημα του 1928. Οι περιοχές αλλαγής ή καμία αλλαγή, μπορούν στη συνέχεια να προσδιοριστούν. (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/An-example-of-georeferencing-using-the-rubber-sheet-approach-is-shown-here-Map-A_fig1_216547586)

Το 1919, η C&GS άρχισε να συνεργάζεται με την Αεροπορική Υπηρεσία Στρατού των ΗΠΑ για την διερεύνηση για τη σύνταξη της τοπογραφίας των ακτών χρησιμοποιώντας αεροφωτογραφίες. Για τις πρώτες αεροφωτογραφίες χρησιμοποιούσαν κάμερες με έναν φακό. Αυτές οι κάμερες ήταν απλές στην λειτουργία και παράγαγαν καλές φωτογραφίες, αλλά είχαν πολύ στενά οπτικά πεδία που απαιτούσαν πολλές φωτογραφίες για να καλύψουν μια περιοχή μέτριου μεγέθους. Το 1935, η C&GS κατασκεύασε μια κάμερα χαρτογράφησης εννέα φακών ακριβείας ώστε να μπορούσε να τραβήξει πολλές φωτογραφίες κοιτάζοντας κάτω προς το έδαφος σε διαφορετικές γωνίες. Για τα επόμενα 25 χρόνια, η κάμερα με εννέα φακούς C&GS παρείχε εκτεταμένη δυνατότητα εναέριων φωτογραφιών.

Κατά την δεκαετία του 1950, εισήχθησαν εναέριες κάμερες ικανές να τραβούν έγχρωμες φωτογραφίες¹⁸ που ήταν πιο φυσικές από τις ασπρόμαυρες φωτογραφίες, γεγονός που έκανε τον εντοπισμό και την ερμηνεία διαφόρων χαρακτηριστικών στην εικόνα πολύ πιο εύκολη. Με τα κατάλληλα φίλτρα, η έγχρωμη φωτογραφία μπορούσε επίσης να δείξει πιο καθαρά υποθαλάσσια χαρακτηριστικά, καθιστώντας δυνατή την αναγνώριση και την χαρτογράφηση βυθισμένων βράχων, υφάλων και ρηχών περιοχών. Αυτές οι νέες κάμερες ήταν επίσης σε θέση να συλλάβουν φως κοντά στο υπέρυθρο (IR). Σε ασπρόμαυρες φωτογραφίες, οι υπέρυθρες φωτογραφίες δείχνουν μια έντονη αντίθεση μεταξύ ξηράς και νερού, καθιστώντας ευκολότερο τον ακριβή εντοπισμό και την χαρτογράφηση της ακτογραμμής στην φωτογραφία.

Οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές αυξάνουν την ταχύτητα διαθεσιμότητας αεροφωτογραφιών. Επειδή οι εικόνες που τραβήχτηκαν από αυτές τις κάμερες είναι ήδη σε ηλεκτρονική μορφή, μπορούν γρήγορα να υποστούν επεξεργασία και να διατεθούν στους χρήστες. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση χρόνου με αυτές τις κάμερες προέρχεται από την δυνατότητα άμεσης γεωαναφοράς τους, η οποία επιτρέπει τον αυτόματο προσδιορισμό της θέσης και του προσανατολισμού της κάμερας χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Global Positioning System (GPS) και την αδρανειακή μονάδα μέτρησης (IMU). Οι ψηφιακές εναέριες κάμερες παρέχουν επίσης εικόνες που είναι πιο ευαίσθητες στις σκιές και τα χαμηλά επίπεδα φωτισμού από την

¹⁸ <https://shoreline.noaa.gov/intro/index.html> Shoreline Mapping History, (πρόσβαση 27.11.2022).

φωτογραφία φιλμ και οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές συνήθως λαμβάνουν δεδομένα τόσο στο ορατό φάσμα όσο και σε εγγύς υπέρυθρες ζώνες.

Οι παράκτιες περιοχές αποτελούν ζώνες ειδικής σημασίας, καθώς εντοπίζονται στο μεγαλύτερο μέρος αυτής. Σε αυτές λαμβάνουν χώρα ζητήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης και σύγκρουσης των χρήσεων γης. Οι λειτουργίες που χωροθετούνται στις περιοχές αυτές, κυρίως τουριστικές, σε συνδυασμό με τα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως διάβρωση των ακτών και μόλυνσης των υδάτων, αποτελούν τα βασικά στοιχεία που επιδεικνύουν την ανάγκη ανάπτυξης αυστηρού νομικού καθεστώτος και σύγχρονου μέσου παρακολούθησης των ακτών. Στις παράκτιες περιοχές παρουσιάζονται αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται στο γεγονός, ότι σε αυτές απαντάται πολύ μεγάλος πληθυσμός και πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες πολύ συχνά δεν είναι συμβατές με αυτές. Η τάση αύξησης των περιβαλλοντικών προβλημάτων στις παράκτιες περιοχές, έχει προβληματίσει την διεθνή κοινότητα και η καταγραφή και παρακολούθηση των παράκτιων περιοχών και αιγιαλών είναι μια από τις πρώτες προτεραιότητες της Ε.Ε., η οποία στο πλαίσιο του προγράμματος «Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παράκτιων Περιοχών¹⁹», έχει εισάγει μια σειρά από συστάσεις, οδηγίες και πλαίσια μέσω των οποίων παροτρύνει τα κράτη μέλη για μια ενιαία και ορθολογική διαχείριση των παράκτιων περιοχών.

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης²⁰ (ICM) είναι ένα κοινωνικό - περιβαλλοντικό ζήτημα με αυξανόμενη σημασία. Ενόψει της κατάρρευσης της αλιείας, της κλιματικής αλλαγής και της αυξανόμενης ανθρώπινης πίεσης στα θαλάσσια παράκτια οικοσυστήματα, η πολυμερής διαχείριση των ακτών του κόσμου είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση και τη βιώσιμη εκμετάλλευση των ακτών. Ως επακόλουθο, η ανάπτυξη της διαστημικής τεχνολογίας και των δορυφόρων, από την δεκαετία του 1960 και μετέπειτα, συνείσφερε ουσιαστικά στην χαρτογράφηση και παρακολούθηση των ακτογραμμών και παράκτιων συστημάτων.

¹⁹ <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/integrated-coastal-zone-management>
integrated coastal zone management, (πρόσβαση 11.11.2022)

²⁰ <https://www.ecologic.eu/10276> Integrated Management of Coastal Areas in the Face of Climate Change Adaptation, (πρόσβαση 28.11.2022).

Για τις αποτυπώσεις, αλλά και για την κατασκευή διαφόρων Τεχνικών έργων χρειάζεται η μέτρηση οριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών. Η μέτρηση μιας γωνίας την οποία σχηματίζουν δύο τεμνόμενες ευθυγραμμίες πάνω στο έδαφος είναι ένα καθημερινό πρόβλημα για τους μηχανικούς. Στην πράξη οι οριζόντιες γωνίες χρησιμεύουν για τις οριζόντιες αποτυπώσεις (Γηπεδομετρία, Πολυγωνομετρία, Τριγωνισμοί) και για τις χαράξεις Τεχνικών έργων (δρόμοι, σήραγγες) κ.λπ. Οι κατακόρυφες γωνίες χρησιμεύουν για τις κατακόρυφες αποτυπώσεις, στον προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών μεταξύ διαφόρων σημείων και στην ταχυμετρία. Το περισσότερο χρησιμοποιούμενο σήμερα γωνιομετρικό όργανο είναι ο θεοδόλιχος (κλασσικός ή πλέον ηλεκτρονικός), ενώ κατά το παρελθόν χρησιμοποιήθηκαν η γωνιομετρική πυξίδα, η γυροσκοπική πυξίδα και το ορθόγωνο για την χάραξη ορθών γωνιών. (Παναγιώτου,2010). Οι εξελίξεις στην τεχνολογία, εισήγαγαν και προηγμένες μεθόδους και όργανα αποτύπωσης, ειδικά σε γεωμορφολογικά δύσκολες παράκτιες περιοχές, όπως η εκτεταμένη πλέον χρήση των δρόνων/αυτόνομων αεροχημάτων (UAV), τα Lidar και οι κινητοί σαρωτές (mobile mapping), όπως παρουσιάζονται συνοπτικά στην συνέχεια.

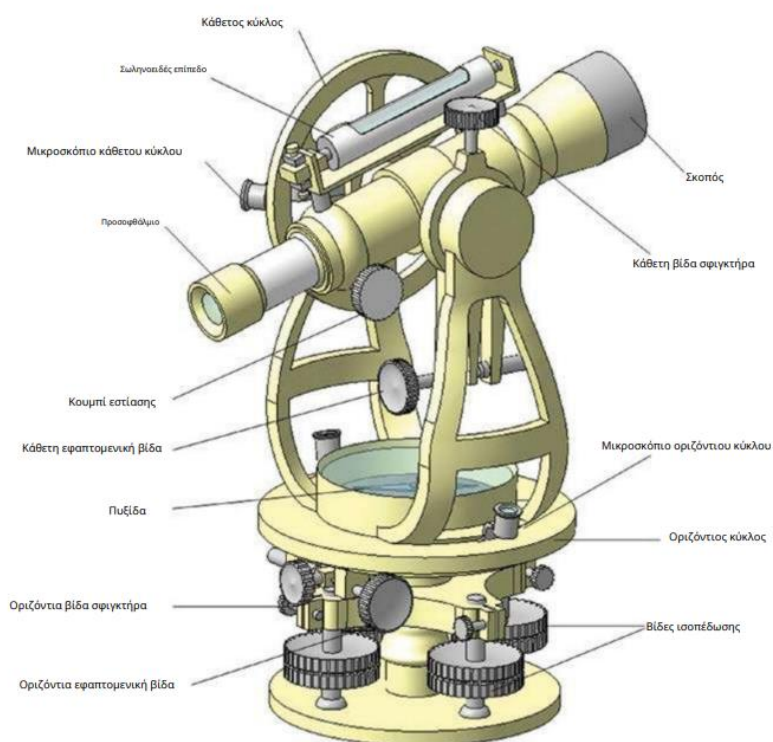
3.2 Ο Θεοδόλιχος

Ο θεοδόλιχος είναι ένα οπτικό όργανο ακριβείας που χρησιμοποιείται για την μέτρηση κάθετων και οριζόντιων γωνιών. Αποτελείται από ένα κινητό τηλεσκόπιο που μπορεί να περιστρέφεται και στον οριζόντιο και τον κατακόρυφο άξονα. Οι χρήστες βλέπουν πολλά σημεία μέσω του τηλεσκοπίου και λαμβάνουν μετρήσεις από την συσκευή για να προσδιορίσουν την γωνία (εις) μεταξύ των σημείων. Χρησιμοποιώντας αυτές τις γωνιακές μετρήσεις, μπορούν να χαρτογραφηθούν οι θέσεις των αντικειμένων. Σε πεδία όπως οι κατασκευές, η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τοποθέτηση αντικειμένων σύμφωνα με ένα σχέδιο. Επιπλέον, οι γωνιακές μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την λήψη αποστάσεων και άλλων μετρήσεων έμμεσα χρησιμοποιώντας τριγωνομετρία (Nadolins, et al, 2017)

Οι πρώτες τέτοιες συσκευές περιγράφονται ήδη από τον 16ο αιώνα. Ωστόσο, ο σύγχρονος αναλογικός θεοδόλιχος δημιουργήθηκε το 1787 από τον Jesse Ramsden.

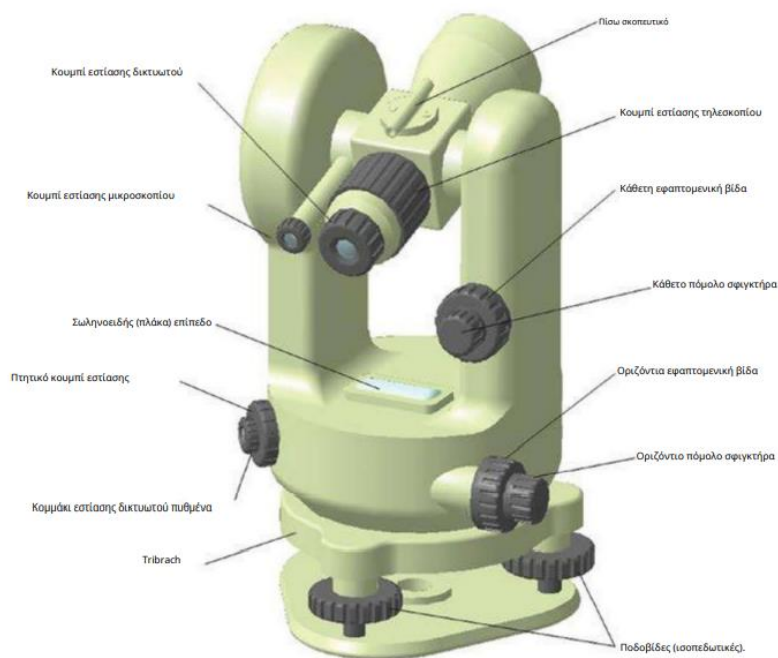
Σήμερα, τα περισσότερα από αυτά τα όργανα είναι ψηφιακοί θεοδόλιχοι που χρησιμοποιούν έναν ενσωματωμένο υπολογιστή για την μέτρηση και την αποθήκευση των γωνιών που βλέπει ο χρήστης. Συνήθως, μπορούν να μετρήσουν σε ένα επίπεδο ακρίβειας με λίγα χιλιοστά ακτίνια ή δευτερόλεπτα από ένα τόξο.

Ο όρος «θεοδόλιχος» εισήχθη από τον Leonard Digges τον δέκατο τέταρτο αιώνα, αλλά αναφερόταν μόνο σε ένα όργανο που μετρούσε οριζόντιες γωνίες. Το επόμενο σημαντικό βήμα ήταν η τοποθέτηση του οδολίτη με τηλεσκόπιο, που κατασκευάστηκε το 1725 από τον Jonathan Sisson. Στα τέλη του 19ου αιώνα το όργανο έμοιαζε με αυτό της εικόνας 3.11 (Nadolinets, et al, 2017).



Εικόνα 3.11. Αναλογικός Θεοδόλιχος

Την δεκαετία του 1920, κορυφαίοι κατασκευαστές τοπογραφικών οργάνων άρχισαν να χρησιμοποιούν γυάλινα άκρα στους θεοδόλιχους τους. Ωστόσο, τα μεταλλικά σκέλη εξακολουθούσαν να εφαρμόζονται μέχρι την δεκαετία του 1960 (Nadolinets, et al, 2017).



Εικόνα 3.12. Οπτικός θεοδόλιχος

Στο αποκορύφωμα της ανάπτυξής τους, οι οπτικοί θεοδόλιχοι έγιναν αξιόπιστοι, συμπαγείς, ελαφροί και εργονομικοί, αλλά η ανάγνωση των τιμών παρέμενε κουραστική και δύσκολα ήταν διαθέσιμα για αυτόματη καταχώριση. Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών και των μικροεπεξεργαστών έδωσε την δυνατότητα της τεχνικής επεξεργασίας εικόνας κωδικοποιημένου άκρου στον θεοδόλιχο. Τέτοιοι θεοδόλιχοι ονομάζονται ηλεκτρονικοί και μερικοί είναι εξοπλισμένοι με δείκτη λέιζερ. Η ακρίβεια πολλών μοντέλων που κυκλοφορούν κυμαίνεται πλέον από 2" έως 20". Οι θεοδόλιχοι ακρίβειας δύο δευτερολέπτων διαθέτουν ηλεκτρονικούς αντισταθμιστές ομοαξονικής κλίσης.

Οι οπτικοί και ηλεκτρονικοί θεοδόλιχοι έχουν πανομοιότυπο γεωμετρικό και κινηματικό σχήμα. Αυτό αποτελείται από κάθετους και οριζόντιους άξονες περιστροφής και τον άξονα συμπαράστασης. Ο κατακόρυφος άξονας είναι ο άξονας περιστροφής του οργάνου. Ο οριζόντιος άξονας είναι ο άξονας περιστροφής του τηλεσκοπίου. Ο κάθετος άξονας περιστροφής παρέχεται με τον οριζόντιο κύκλο μέτρησης.



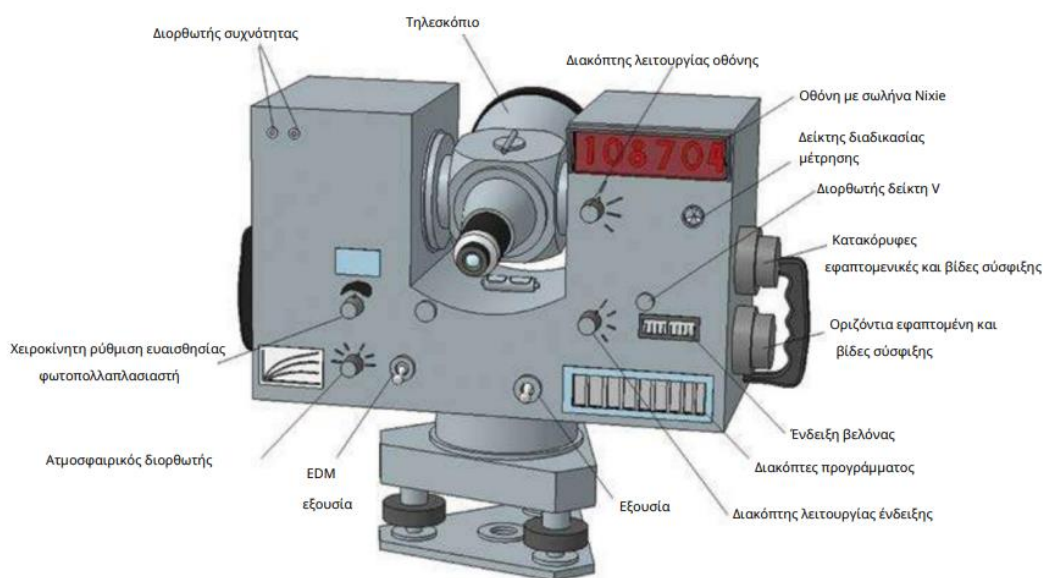
Εικόνα 3.13. Ηλεκτρονικός θεοδόλιχος.

3.3 Γεωδαιτικός Σταθμός (Total Station)

Ο συνολικός σταθμός - Total Station, είναι ένας ηλεκτρονικός θεοδόλιχος διέλευσης (μετρώντας τόσο τις κάθετες όσο και τις οριζόντιες γωνίες) ενσωματωμένος με στοιχείο ηλεκτρονικής μέτρησης απόστασης (EDM) και λέιζερ για μετρήσεις απόστασης (με πρίσμα σε πόλο ή χωρίς, αντίστοιχα). Επίσης, είναι εξοπλισμένος με υπολογιστή για την συλλογή δεδομένων και εκτελεί υπολογισμούς τριγωνισμού. Ο συνολικός σταθμός μετρά αποστάσεις έως 3500 m με ανακλαστήρα ή έως 400 m χωρίς ανακλαστήρα, με ονομαστική ακρίβεια $1,5 \text{ mm} \pm 2,0 \text{ ppm}$ ή $2 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$, αντίστοιχα. Οι γωνιακές μετρήσεις επιτυγχάνουν υψηλή ακρίβεια καθώς το μέγεθος κουκκίδων λέιζερ είναι περίπου 7-10 mm στα 30 m και 8-20 mm στα 50 m. (Panagou, et al, 2020).

Ο πρώτος ηλεκτρονικός συνολικός σταθμός, Reg Elta 14, παρουσιάστηκε από την Δυτικογερμανική Zeiss το 1968 (Εικόνα 3.14). Προηγουμένως, ορισμένες εταιρείες που παρήγαγαν τοπογραφικά όργανα συνδύαζαν έναν οπτικό θεοδόλιχο ή ένα ηλεκτρονικό θεοδόλιχο με έναν ανεξάρτητο EDM. Παρόλα αυτά δεν υπήρχε αριθμομηχανή σε αυτά ή ακόμα και αν υπήρχε αριθμομηχανή ρουτίνας αυτή ήταν με μη αυτόματη εισαγωγή των αποτελεσμάτων γωνιακών μετρήσεων. Αυτή η

συνδυασμένη συσκευή ήταν το πρωτότυπο ενός πραγματικού συνολικού σταθμού. Ωστόσο, το EDM και ο θεοδόλιχος που αποτελούν το πρωτότυπο ήταν ανεξάρτητες μονάδες. Οι σταθμοί Reg Elta 14 και οι επόμενοι συνολικοί σταθμοί είχαν μια σημαντική διαφορά: το τηλεσκόπιο του θεοδόλιχου και το οπτικό μέρος EDM έγιναν μία μονάδα (Nadolinets, et al, 2017)

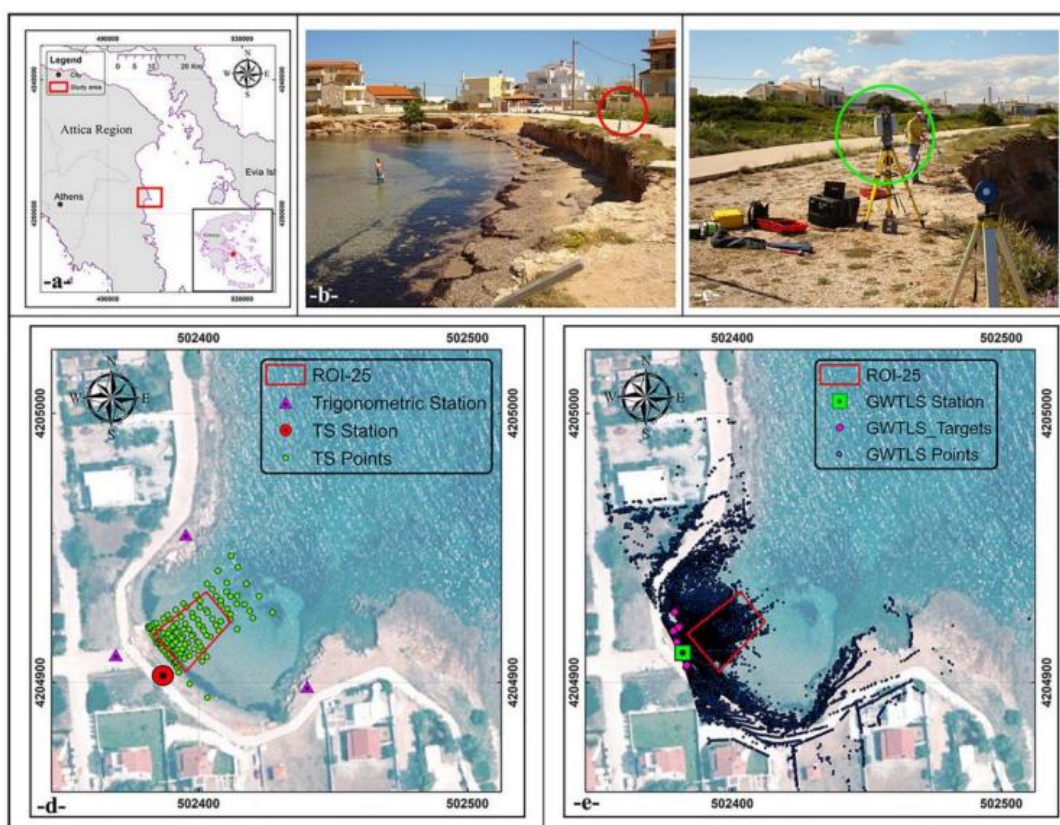


Εικόνα 3.14. Γεωδαιτικός Σταθμός (Total Station) Reg Elta 14.

Οι σύγχρονοι γεωδαιτικοί σταθμοί έχουν πολύ μεγάλες δυνατότητες ακρίβειας τόσο στην μέτρηση γωνιών όσο και αποστάσεων. Οι αποστάσεις μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια της τάξης μερικών mm ή και δέκατων του mm ενώ οι γωνίες μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια 0,5" έως 20". Κάθε γεωδαιτικός σταθμός, όπως και γενικά κάθε μετρητικό όργανο ακριβείας, συνοδεύεται από την αντίστοιχη διακρίβωση (βαθμονόμηση) (Nadolinets, et al, 2017)

Πρόσφατα, οι δυνατότητες και ευκολίες που προστέθηκαν στα όργανα αυτά είναι σημαντικές. Ορισμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί διαθέτουν δυνατότητα αυτόματης στόχευσης στο κάτοπτρο και ασύρματο τηλεχειρισμό, αποκαλούνται δε συνήθως «ρομποτικοί». Επίσης ορισμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί διαθέτουν ενσωματωμένους δορυφορικούς δέκτες θέσης GPS γεωδαιτικής ακριβείας που επιτρέπουν τον προσδιορισμό της θέσης του οργάνου με ακρίβεια εκατοστού (cm).

Νέες δυνατότητες για την χαρτογράφηση των ακτογραμμών με γεωδαιτικούς σταθμούς εμφανίζονται τα τελευταία χρόνια, όπως στην μελέτη των Panagou, et al, (2020) που μέτρησαν μια τυπική μικρή παραλία (μήκος 100 μέτρα επί πλάτος 4 μέτρα) που βρίσκεται στην Αρτέμιδα, Ανατολική Αττική (εικόνα 3.15). Η παραλία έχει ΒΔ-ΝΑ προσανατολισμό και αποτελείται από ψιλή άμμο με διάσπαρτα χαλίκια, ενώ θαλάσσια βλάστηση *Posidonia oceanica* κατανέμεται κατά μήκος της ακτογραμμής. Κατά την διάρκεια του πειράματος πεδίου χρησιμοποιήθηκαν τρία γεωδαιτικά όργανα, Leica TS02 (TS), Leica TLS ScanStation2 (GWTLS) και δέκτης GNSS Stonex S9 III για την αποτύπωση της ακτογραμμής και του πυθμένα σε μικρά βάθη.



Εικόνα 3.15. (α) Θέση της περιοχής μελέτης, (β) βαθυμετρικές μετρήσεις κατά συνολικό σταθμό (TS – κόκκινος κύκλος), (γ) ανάπτυξη GWTLS (πράσινος κύκλος). (δ, ε) Ορθοφωτογραφία της περιοχής μελέτης (που αποκτήθηκε το 2010, κλίμακα 1:2500) που δείχνει τη χωρική κατανομή των σημείων έρευνας από το TS (d) και το GWTLS (e). Πηγή: Κτηματολόγιο (www.ktimatologio.gr)

3.3. Τοπογραφικά όργανα και μέθοδοι μέτρησης υψομέτρων

Οι τοπογραφικοί τύποι ανάγλυφου χαρακτηρίζονται από διαφορετικά μορφομετρικά χαρακτηριστικά της γης, την υψομετρία, η οποία είναι το κεφάλαιο εκείνο της επιστήμης της Τοπογραφίας που εξετάζει τα όργανα και τις μεθόδους με την βοήθεια των οποίων επιτυγχάνεται η μέτρηση ή ο υπολογισμός της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ δύο σημείων της επιφάνειας της Γης (Markoski, 2018).

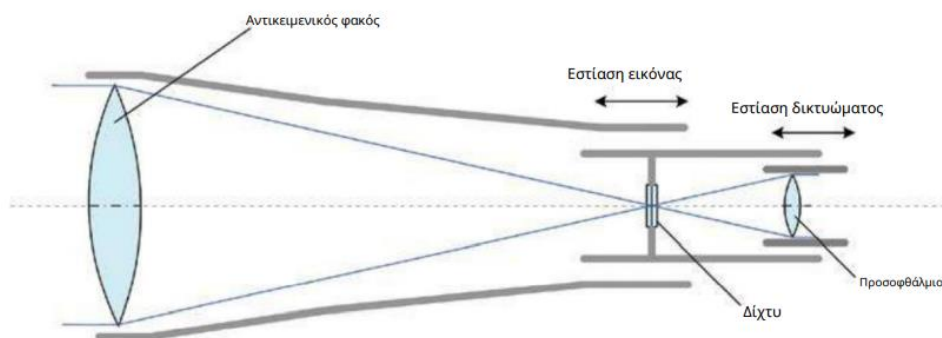
Το υψόμετρο των διαφόρων σημείων του εδάφους καθορίζεται με την βοήθεια της κατακόρυφης απόστασής τους από την μέση στάθμη της επιφάνειας της Θάλασσας (ΜΣΘ), την οποία φανταζόμαστε να επεκτείνεται και κάτω από τις προεξοχές της Γης (Γεωειδές). Το υψόμετρο αυτό ονομάζεται απόλυτο ή ορθομετρικό υψόμετρο. Ο καθορισμός της μέσης στάθμης επιτυγχάνεται με ειδικά όργανα, τους παλιρροιογράφους. Για να είναι δυνατός ο προσδιορισμός των υψομέτρων διαφόρων σημείων που βρίσκονται μακριά από τους παλιρροιογράφους, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση ενός χωροσταθμικού δικτύου, δηλαδή ενός συνόλου σημείων των οποίων το απόλυτο υψόμετρο γνωρίζουμε με ακρίβεια. Τα σημεία αυτά ονομάζονται χωροσταθμικές ή υψομετρικές αφετηρίες (reperes).

3.3.1. Ο Χωροβάτης.

Ο χωροβάτης είναι το σπουδαιότερο όργανο της γεωμετρικής χωροστάθμησης. Είναι ένα όργανο που έχει ως σκοπό να υλοποιεί μια οριζόντια ευθεία, δηλαδή μια ευθεία κάθετη προς την κατακόρυφο του σημείου στάσης. Κατά την στροφή του χωροβάτη γύρω από ένα κατακόρυφο άξονα η σκοπευτική του γραμμή διαγράφει ένα οριζόντιο επίπεδο (Nadolinets, et al, 2017)

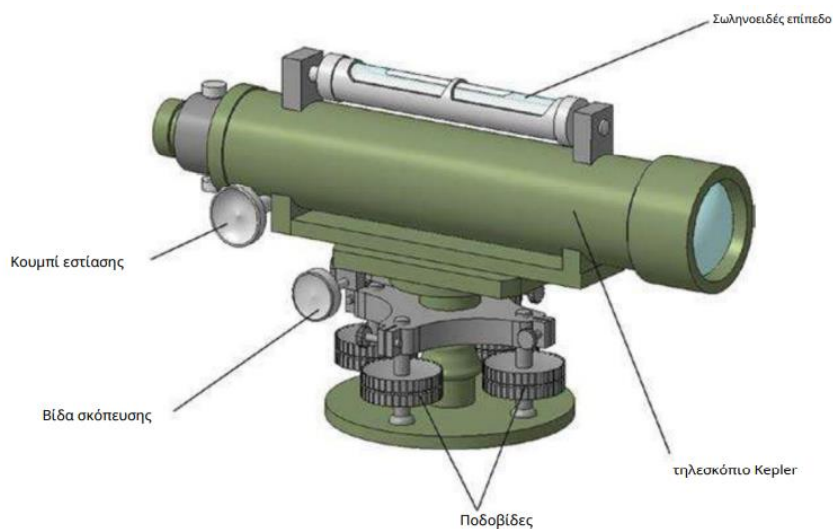
Εφευρέθηκε από τον Johannes Kepler στις αρχές του δέκατου έβδομου αιώνα και ήταν ένας οπτικός σωλήνας γνωστός ως τηλεσκόπιο Kepler (Εικόνα 3.16), αποτελώντας ένα άλλο σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη των τοπογραφικών οργάνων. Η χρήση του τηλεσκοπίου Kepler αντί για διόπτρες ήταν ένα λογικό βήμα στην εξέλιξη των τοπογραφικών οργάνων. Το 1703, σχεδόν εκατό χρόνια μετά την εμφάνιση του

τηλεσκοπίου Kepler, ο Alain Manesson Mallet κατασκεύασε ένα επίπεδο γνωστό ως dumpy level (Εικόνα 3.16). Η ιδέα αυτής της συσκευής έχει επικρατήσει για πάνω από δύομισι αιώνες. Ακόμη και σήμερα τα όργανα κατασκευάζονται με βάση αυτή την αρχή.



Εικόνα 3.16. Τηλεσκόπιο Kepler.

Το μοντέλο ενός χωροβάτη από τα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα φαίνεται στην εικόνα 3.17. Αποτελούνταν από ένα τηλεσκόπιο Kepler με εξωτερική εστίαση, ένα σωληνοειδές επίπεδο στερεωμένο σε αυτό με την βοήθεια βιδών ρύθμισης, ένα πλαίσιο σε μια περιστρεφόμενη βάση και ποδοβίδες για την κλίση του θεμελίου. Η κίνηση της φυσαλίδας στο κέντρο ενός σωληνοειδούς επιπέδου επιτεύχθηκε με την βοήθεια των ποδικών βιδών και πραγματοποιήθηκε μια οριζόντια ρύθμιση του τηλεσκοπίου (Nadolinetz, et al, 2017)



Εικόνα 3.17. Χωροβάτης



Εικόνα 3.18. Ηλεκτρονικός χωροβάτης

3.3.2. Η γεωμετρική χωροστάθμιση.

Στην γεωμετρική χωροστάθμιση ο προσδιορισμός των υψομετρικών διαφορών γίνεται με οριζόντιες σκοπεύσεις σε κατακόρυφες σταδίες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ο χωροβάτης και οι σταδίες. Για την εκτέλεση της γεωμετρικής χωροστάθμισης ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία. Έστω δύο σημεία A και B στα οποία είναι τοποθετημένες κατακόρυφα σταδίες. Τα σημεία A και B δεν πρέπει να απέχουν συνήθως περισσότερο από 50-60 m. Στην μέση περίπου μεταξύ των σημείων τοποθετείται ο χωροβάτης. Έστω ακόμα ότι έχουμε τη δυνατότητα να πάρουμε την οριζόντια σκόπευση ΣΣ. Αν στην σταδία που βρίσκεται στο σημείο A, η ανάγνωση (τομή του οριζόντιου νήματος του σταυρονήματος του τηλεσκοπίου του χωροβάτη με τις ενδείξεις της σταδίας) είναι «O» και στη σταδία που βρίσκεται στο σημείο B είναι «E», τότε η υψομετρική διαφορά των δύο αυτών σημείων είναι $\Delta h_{AB} = O - E$. Η υψομετρική αυτή διαφορά είναι ορισμένη ως προς το μέγεθος και το πρόσημο. Η σκόπευση προς το σημείο A ονομάζεται οπισθοσκόπευση (O) και η σκόπευση προς το σημείο B εμπροσθοσκόπευση (E). Στην περίπτωση που η απόσταση μεταξύ των σημείων A και B είναι μεγάλη και η υψομετρική διαφορά μεταξύ τους δεν μπορεί να προσδιοριστεί με μια μόνο στάση του οργάνου, εκτελούμε χωροστάθμιση «καθ' όδευση». (Σαββαΐδης & Υφαντής, 2010).

3.3.3 Ταχυμετρική υψομέτρηση με ηλεκτρονική μέτρηση μήκους

Η ταχυμετρική υψομέτρηση με ηλεκτρονική μέτρηση μήκους μεταξύ δύο σημείων A και B πραγματοποιείται με την κέντρωση και οριζοντίωση ενός γεωδαιτικού σταθμού στο σημείο A ενώ στο σημείο B τοποθετείτε ράβδος με ανακλαστήρα. Η υψομετρική διαφορά δύο σημείων A, B δίνεται από τη σχέση: $\Delta h_{AB} = S_k \cos(Z)$ και το υψόμετρο του σημείου B, αν είναι γνωστό το υψόμετρο του A, δίνεται από τη σχέση:

$$H_B = H_A S_k \cos Z + Y_o - Y_\sigma$$

όπου S_k είναι η μετρημένη κεκλιμένη απόσταση,

Z η μετρημένη ζενίθια γωνία

Y_o το ύψος του οργάνου

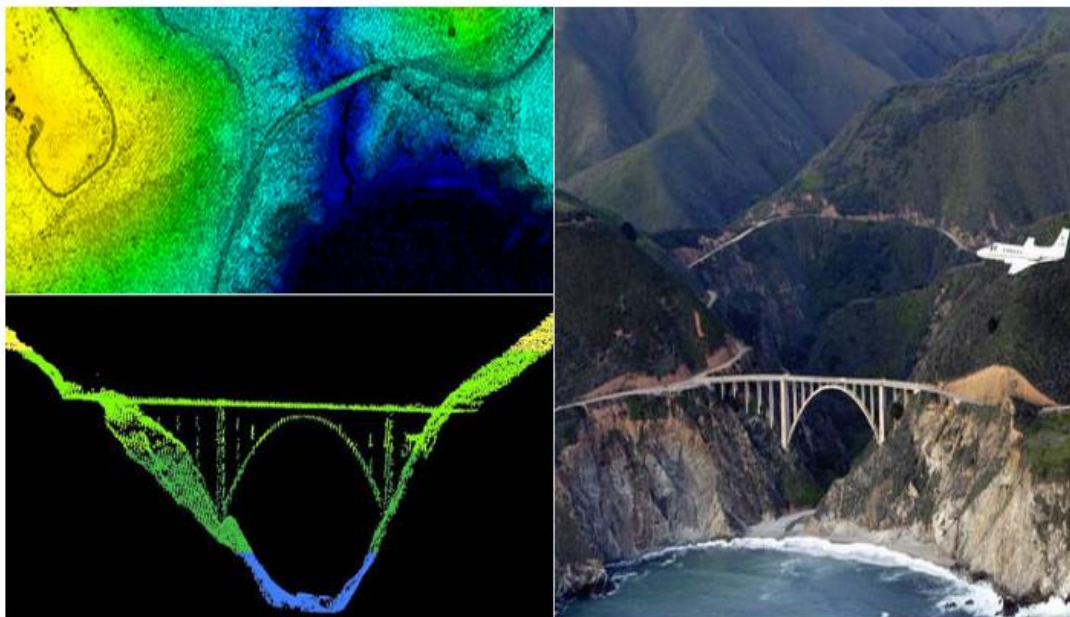
Y_σ είναι το ύψος σκόπευσης.

Το πλεονέκτημα της ταχυμετρικής υψομέτρησης σε σχέση με την γεωμετρική χωροστάθμιση είναι η άμεση μέτρηση σημαντικών υψομετρικών διαφορών, αν και με σχετικά μικρότερη ακρίβεια. Ωστόσο, η ακρίβεια αυτή είναι απόλυτα επαρκής για μεγάλο αριθμό πρακτικών εφαρμογών και τοπογραφικών εργασιών. Η απόσταση των σημείων που προσδιορίζουμε την μεταξύ τους υψομετρική διαφορά μπορεί να είναι μεγάλη, ανάλογα με την εμβέλεια μέτρησης μηκών του γεωδαιτικού σταθμού. Περιοριστικοί παράγοντες είναι η επίδραση της ατμόσφαιρας κατά τη μέτρηση των ζενίθιων ή κατακόρυφων γωνιών και διάφορα συστηματικά και τυχαία σφάλματα του μετρητικού εξοπλισμού και του συνεργείου μέτρησης (Σαββαΐδης & Υφαντής, 2010).

3.4. Lidar αποτύπωση

Το Lidar είναι τοπογραφική μέθοδος που μετρά την απόσταση από έναν στόχο φωτίζοντας τον με παλμικό λέιζερ και μετρώντας τους ανακλώμενους παλμούς με έναν αισθητήρα. Οι διαφορές στους χρόνους επιστροφής λέιζερ και τα μήκη κύματος μπορούν στην συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την ψηφιακή τρισδιάστατη αναπαράσταση του στόχου. Το όνομα Lidar θεωρείται ακρωνύμιο του Light Detection And Ranging ή Light Imaging, Detection, And Ranging (Markoski, 2018).

Η απόσταση από το αντικείμενο καθορίζεται με την καταγραφή του χρόνου μεταξύ των εκπεμπόμενων και των επιστρεφόμενων παλμών και με την χρήση της ταχύτητας του φωτός για τον υπολογισμό της απόστασης που απομένει. Οι διαφορές στον χρόνο επιστροφής της δέσμης λέιζερ και των μηκών κύματος χρησιμοποιούνται στην συνέχεια για την παραγωγή τρισδιάστατων ψηφιακών αναπαραστάσεων του συγκεκριμένου προορισμού/χώρου. Ως τεχνολογία αναπτύχθηκε την δεκαετία του 1960. Το όργανο LIDAR αποτελείται από λέιζερ, σαρωτή και εξειδικευμένο δέκτη GNSS. Τα αεροπλάνα και τα ελικόπτερα είναι γενικά πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται για την σάρωση με λέιζερ μεγαλύτερων περιοχών στη Γη. Το LIDAR χρησιμοποιεί υπεριώδεις, ορατό ή κοντά στο υπέρυθρο φως απεικόνισης (εικόνα 3.19). Για παράδειγμα τα δεδομένα LIDAR αποκαλύπτουν την προβολή από πάνω προς τα κάτω καθώς και την προβολή προφίλ της Bixby Bridge στη Καλιφόρνια. Τα δεδομένα LIDAR υποστηρίζουν δραστηριότητες όπως μοντελοποίηση πλημμυρών και καταγίδων, υδροδυναμική μοντελοποίηση, χαρτογράφηση ακτών, απόκριση έκτακτης ανάγκης, υδρογραφική έρευνα και ανάλυση τρωτότητας ακτών. Το LIDAR μπορεί να κατευθυνθεί προς ένα ευρύ φάσμα υλικών, συμπεριλαμβανομένων μη μεταλλικών αντικειμένων, πετρωμάτων, βροχής, χημικών ενώσεων, αερολυμάτων, νεφών και ούτω καθεξής (Cracknell & Hayes, 2007)



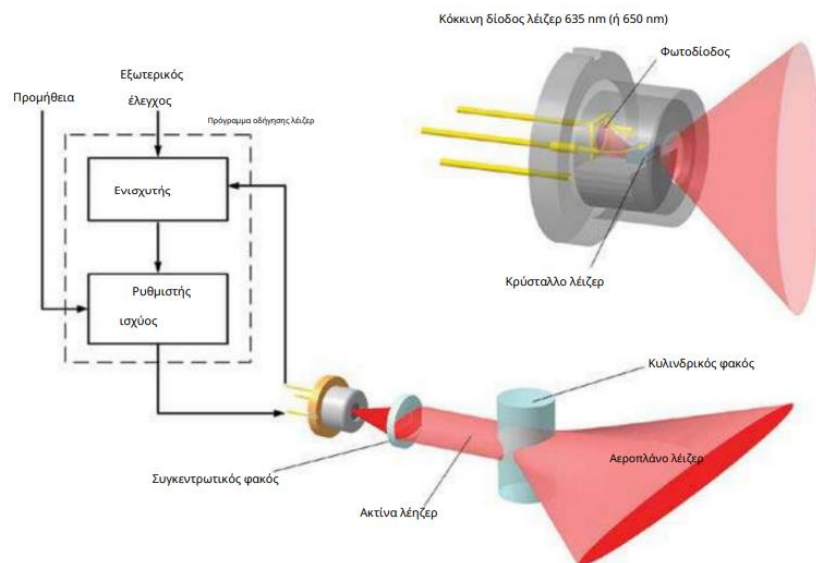
Εικόνα 3.19. Τα δεδομένα LIDAR συλλέγονται συχνά αεροπορικώς. (πηγή: <https://geodesy.noaa.gov/INFO/facts/lidar.shtml>)

Δύο τύποι LIDAR είναι το τοπογραφικό και το βαθυμετρικό. Το τοπογραφικό LIDAR χρησιμοποιεί συνήθως λέιζερ στο εγγύς υπέρυθρο για την χαρτογράφηση της γης, ενώ το βαθυμετρικό Lidar χρησιμοποιεί πράσινο φως που διεισδύει στο νερό για να μετρήσει επίσης τα υψόμετρα του πυθμένα της θάλασσας και της κοίτης του ποταμού.

3.5 Επίγειοι σαρωτές λέιζερ (TLS)

Η επίγεια σάρωση λέιζερ (TLS-Terrestrial Laser Scanner) παρέχει ακριβή και υψηλή ανάλυση σημειακών σύννεφων (σημεία ανάκλασης δέσμης λέιζερ) σε παράκτια και χερσαία περιβάλλοντα και υπερέρχει στην απόδοση των συνολικών σταθμών (TS) και του RTK DGPS (Differential Global Positioning System). Υπάρχει μεγάλη ποικιλία συστημάτων TLS διαθέσιμη πλέον στην αγορά, με εύρη και συχνότητες μέτρησης κατάλληλες για διαφορετικές εφαρμογές.

Ένα επίπεδο λέιζερ αποτελείται από την μονάδα λέιζερ και τον μηχανισμό ισοπέδωσης. Η μονάδα κόκκινου λέιζερ (Εικόνα 3.20) έχει πηγή φωτός λέιζερ (κόκκινη δίοδο λέιζερ) και φακό συμπυκνωτή. Η δίοδος λέιζερ εκπέμπει δέσμη απόκλισης που γίνεται παράλληλη όταν διέρχεται από τον φακό του συμπυκνωτή. Ο κρύσταλλος που εκπέμπει λέιζερ πρέπει να ρυθμίζεται με ακρίβεια στην εστίαση του φακού συμπυκνωτή. Ο κρύσταλλος λέιζερ τοποθετείται σε ψήκτρα δίπλα στη φωτοδίοδο ελέγχου. Η ισχύς του φωτός λέιζερ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία του κρυστάλλου. Για να ελαχιστοποιηθεί αυτή η εξάρτηση χρησιμοποιείται πρόγραμμα οδήγησης λέιζερ με έλεγχο ανάδρασης. Ο κρύσταλλος λέιζερ εκπέμπει φως με αντίθετους τρόπους. Η φωτεινή ισχύς από την αντίθετη πλευρά του κρυστάλλου εισέρχεται στην ενσωματωμένη φωτοδίοδο και το σήμα της φωτοδίοδου εξαρτάται από την φωτεινή ισχύ του λέιζερ. Το ενισχυμένο σήμα ελέγχει τον ρυθμιστή έτσι ώστε η φωτεινή ισχύς του λέιζερ να είναι σταθερή (Nadolinets, et al, 2017).



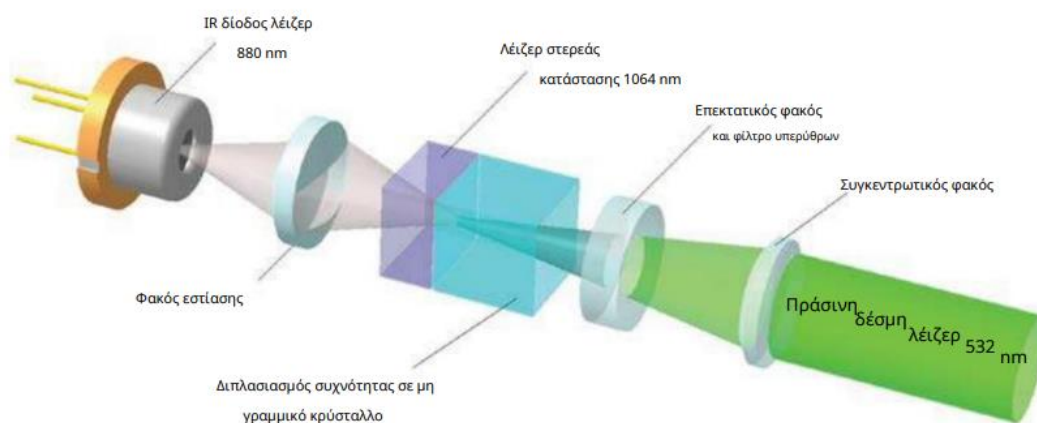
Εικόνα 3.20. Κόκκινη μονάδα λέιζερ που παρέχεται με κυλινδρικό φακό.

3.6 Σαρωτές με πράσινο φάσμα ακτίνας (Green-Wavelength TLS -GWTLs)

Μερικές φορές χρησιμοποιούνται τα πράσινα λέιζερ (εικόνα 3.21). Ο σκοπός είναι ότι η σχετική φασματική ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού, λαμβάνοντας υπόψη το πράσινο φως, είναι περίπου τέσσερις φορές υψηλότερη από αυτή του κόκκινου. Οι πράσινες δίοδοι λέιζερ έχουν ήδη αναπτυχθεί, ωστόσο, εξακολουθούν να είναι πολύ ακριβές και προς το παρόν δεν εφαρμόζονται σε επίπεδα λέιζερ. Η πηγή φωτός για την πράσινη μονάδα είναι το υπέρυθρο λέιζερ στα 880 nm. Το φως εισέρχεται στο λέιζερ στερεάς κατάστασης, το οποίο παράγει φως μήκους κύματος 1064 nm. Στην συνέχεια, αυτό το φως εισέρχεται σε έναν μη γραμμικό κρύσταλλο που διπλασιάζει το μήκος κύματος του φωτός έως τα 532 nm. Ο συνδυασμός πράσινων και υπέρυθρων φώτων εμφανίζεται στην έξοδο ενός μη γραμμικού κρυστάλλου, ο οποίος στην συνέχεια εισέρχεται στον διαστελλόμενο φακό, ενεργώντας επίσης ως φίλτρο υπέρυθρων. Ο φακός ευθυγράμμισης μετατρέπει το διασκορπισμένο φως σε παράλληλη πράσινη δέσμη λέιζερ.

Η απόδοση των πράσινων μονάδων λέιζερ είναι χαμηλότερη από των κόκκινων λόγω του περίπλοκου μετασχηματισμού ενέργειας. Το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας για τις πράσινες μονάδες είναι επίσης στενότερο από τις αντίστοιχες

κόκκινες μονάδες. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται επίπεδο λέιζερ, η εφαρμογή κόκκινου λέιζερ υποδηλώνει ότι η ευαισθησία του αισθητήρα στο κόκκινο φως είναι υψηλότερη από το πράσινο (Nadolinets, et al, 2017).



Εικόνα 3.21. Πράσινη μονάδα λέιζερ.

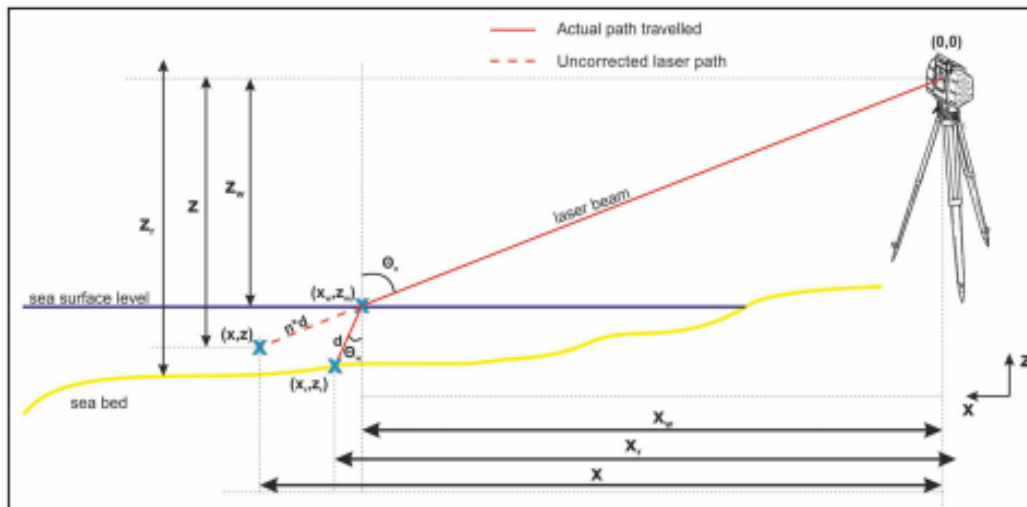
Η βαθυμετρία ρηχών υδάτων έχει αποδειχθεί μια πρόκληση για τις εφαρμογές τηλεπισκόπησης. Στην εργασία, των Panagou, et al, (2020), που αναφέρθηκε πιο πάνω, σε παραλία της Αττικής, το Πράσινο Μήκος Κύματος Επίγειου Σάρωση Λέιζερ (GWTL) χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα της βαθυμετρίας κοντά στην ακτή υπό καθαρές ατμοσφαιρικές και υδάτινες συνθήκες. Αρχικά, τα ληφθέντα σημεία του βυθού διορθώθηκαν για διάθλαση και στην συνέχεια γέω-καταχώριση και εφαρμόστηκαν διαδικασίες φιλτραρίσματος για να ληφθεί ακριβής βαθυμετρική επιφάνεια. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση εδάφους σε σχέση με επιφάνεια αναφοράς που προέρχεται από κλασικές τεχνικές τοπογραφίας.

Η έρευνα για την παράκτια βαθυμετρία TLS έχει επιχειρηθεί τόσο εργαστηριακά όσο και σε πειράματα πεδίου, κυρίως σε ποτάμιες εφαρμογές λόγω του μικρού βάθους και της μικρής εμβέλειας. Οι περισσότερες μελέτες κατόρθωσαν να ερευνήσουν κοίτες βάθους 0,2–0,5 m (Smith, Vericat, and Gibbins 2012; Miura and Asano 2013) και κατά κύριο λόγο επικεντρώθηκαν στην τραχύτητα της επιφάνειας, ενώ η κάλυψη της έρευνας επεκτάθηκε όταν τοποθετήθηκε πλατφόρμα MLS σε σκάφος (Vaaja et al.

2013). Οι Klopfer, Hammerle και η Hofle (2017) χρησιμοποίησαν χαμηλού κόστους κάμερα 3D Kinect (δέσμη φωτός στα 840 nm) που κατάφερε να παρέχει βαθυμετρικά δεδομένα σε βάθη 30 cm σε εξωτερικούς χώρους και 40 cm σε εσωτερικούς χώρους. Οι Smith, Vericat και Gibbins (2012) πρότειναν μοντέλο διόρθωσης διάθλασης για σάρωση με GWTLS μέσω του νερού, και οι Smith και Vericat (2014) εξέτασαν περαιτέρω αυτήν την εφαρμογή υπό διαφορετικές ταχύτητες ροής, βάθη νερού, συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων, χρώμα νερού και εύρη σάρωσης. Οι Miura και Asano (2013) έδειξαν ότι η ταχύτητα ροής μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια των μετρήσεων GWTLS και ο Friedl et al. (2018), σε εργαστηριακή διάταξη, πρότεινε μέγιστες γωνίες πρόσπτωσης TLS έως 70°.

Επιπλέον, οι Serantoni, Wieser και Olgiaiti (2015) έδειξαν ότι η πιο κρίσιμη παράμετρος για την συνολική αβεβαιότητα βαθυμετρίας GWTLS είναι η κανονική απόκλιση της στάθμης της επιφάνειας του νερού. Άλλες πτυχές, όπως οι δείκτες διάθλασης (επηρεάζονται από την θερμοκρασία του αέρα και του νερού, την πίεση του αέρα, την περιεκτικότητα σε CO₂ και την υγρασία) και οι ειδικές αβεβαιότητες μέτρησης του σαρωτή λέιζερ δεν φαίνεται να έχουν σημαντική επιρροή. Παρά την εκτεταμένη έρευνα TLS στην παράκτια ζώνη, περιορισμένες προσπάθειες έγιναν για να εξαχθεί βαθυμετρία από TLS.

Οι μετρήσεις του GWTLS στην παράκτια ζώνη, και για πολύ μικρά βάθη, απαιτούν διορθώσεις με την εφαρμογή μοντέλου ταξινόμησης διάθλασης (Friedl et al., 2018), με τον προσδιορισμό δύο παραμέτρων, την στάθμη της επιφάνειας του νερού Z_w και τον δείκτη διάθλασης n . Η αιγιαλίτιδα ζώνη μπορεί να μετρηθεί από TS και GWTLS (με τα σφάλματα μέτρησης να οδηγούν σε αυξημένα σφάλματα διόρθωσης σύννεφων), ενώ το τελευταίο μπορεί να βρεθεί στη βιβλιογραφία. Για λέιζερ 532 nm που διέρχεται από τον αέρα στο καθαρό νερό, ο συντελεστής n γίνεται 1.335 στην στήλη και ποικίλλει κατά λιγότερο από 1% (± 0.007) για ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και αλάτων σε συνθήκες (Batler et al., 2002).



Εικόνα 3.22. Μέτρηση ακτογραμμής και βαθυμετρίας με TLS.

Υπολογισμός τροχιάς από το GWTLS διαμέσου στήλης νερού. Η δέσμη λέιζερ ταξιδεύει στον αέρα σε ευθεία γραμμή (Εικόνα 3.22) και στη θέση της (x_w, z_w) αγγίζει την επιφάνεια της θάλασσας, η οποία θεωρείται οριζόντια (δηλαδή χωρίς επίδραση ανέμου). Εάν η κεκλιμένη γωνία μεταξύ της δέσμης GWTLS και η επιφάνεια της θάλασσας είναι θ_a , τότε καθώς η δέσμη διεισδύει στην θάλασσα διαθλάται υπό γωνία θ_w . Η σχέση μεταξύ της γωνίας πρόπτωσης θ_a και διάθλασης θ_w του φωτός που διέρχεται από το όριο μεταξύ του δύο μέσων περιγράφονται από το νόμο του Snell:

$$n = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_w}$$

3.7 Παγκόσμια πλοήγηση. Δορυφορικά Συστήματα (GNSS)

Το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης (Global Navigation Satellite System - GNSS)²¹ αναφέρεται σε αστερισμό δορυφόρων που παρέχουν σήματα από το διάστημα που μεταδίδουν δεδομένα θέσης και χρονισμού σε δέκτες οι οποίοι χρησιμοποιούν τα δεδομένα για να προσδιορίσουν την θέση όπου βρίσκονται.

²¹ <https://www.euspa.europa.eu/european-space/eu-space-programme/what-gnss> what is GNSS? (Πρόσβαση 30.11.2022).

Εξ ορισμού, το GNSS παρέχει παγκόσμια κάλυψη και περιλαμβάνουν το Galileo της Ευρώπης, το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης NAVSTAR των ΗΠΑ (GPS), το ρωσικό Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS) και το σύστημα πλοήγησης BeiDou της Κίνας (Kaplan & Hegarty, 2018).

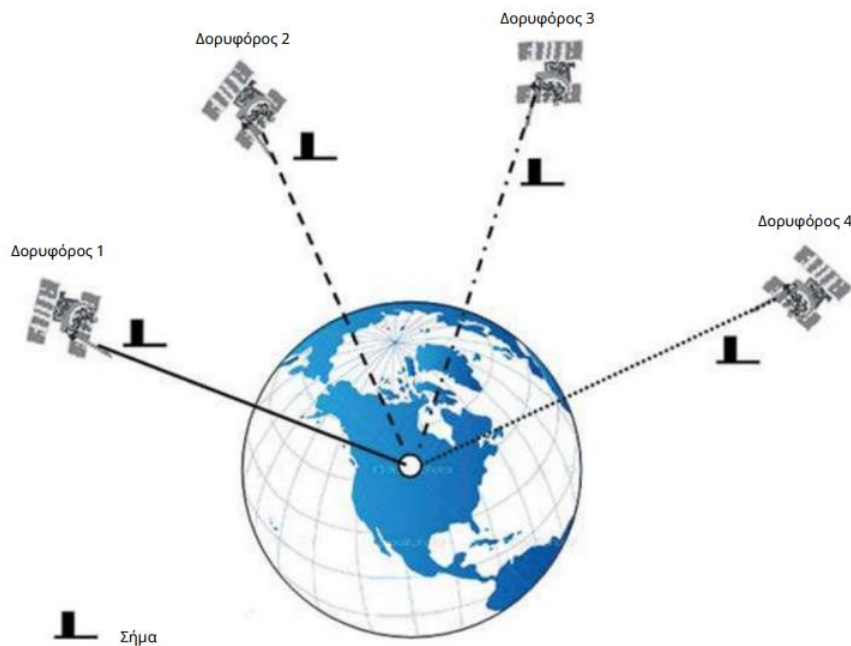
Η απόδοση του GNSS αξιολογείται χρησιμοποιώντας τέσσερα κριτήρια:

- Ακρίβεια : η διαφορά μεταξύ της μετρούμενης και της πραγματικής θέσης, ταχύτητας ή χρόνου του δέκτη.
- Ακεραιότητα : η ικανότητα του συστήματος να παρέχει όριο εμπιστοσύνης και, σε περίπτωση ανωμαλίας στα δεδομένα θέσης, συναγερμό.
- Συνέχεια : η ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί χωρίς διακοπή.
- Διαθεσιμότητα : το ποσοστό του χρόνου που ένα σήμα πληρεί τα παραπάνω κριτήρια ακρίβειας, ακεραιότητας και συνέχειας.

Η απόδοση μπορεί να βελτιωθεί με περιφερειακά συστήματα επαύξησης που βασίζονται σε δορυφόρους (SBAS), όπως η European Geostationary Navigation Overlay Service²² (EGNOS).

Τα συστήματα δορυφορικής πλοήγησης είναι σκόπιμα κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε από οποιοδήποτε σημείο της Γης, τουλάχιστον τέσσερις δορυφόροι να είναι «ορατοί» (Εικόνα 3.23). Έτσι, παρά την ανακρίβεια από την πλευρά του ρολογιού του δέκτη και τα χρονικά σφάλματα που προκύπτουν, η θέση μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια περίπου 5–10 m.

²² Το European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) βελτιώνει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των πληροφοριών GPS διορθώνοντας τα σφάλματα μέτρησης σήματος και παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα των σημάτων του. Η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Γεωστατικής Πλοήγησης (EGNOS) είναι το περιφερειακό δορυφορικό σύστημα αύξησης (SBAS) που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της απόδοσης των παγκόσμιων δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης (GNSS), όπως το GPS και το Galileo. (πρόσβαση 30.11.2022 από <https://www.euspa.europa.eu/european-space/egnoss/what-egnoss>)



Εικόνα 3.23. Απαιτούνται τέσσερις δορυφόροι για τον προσδιορισμό θέσης στον τρισδιάστατο χώρο.

Οι παγκόσμιοι αστερισμοί εντός του GNSS, που μερικές φορές αναφέρονται ως αστερισμοί πυρήνα, αποτελούνται από 24 ή περισσότερους δορυφόρους μέσης γήινης τροχιάς Medium Earth Orbit (MEO) διατεταγμένοι σε 3 ή 6 τροχιακά επίπεδα με τέσσερις ή περισσότερους δορυφόρους ανά επίπεδο. Ένα δίκτυο ελέγχου εδάφους παρακολούθησης ελέγχει την καλή κατάσταση των δορυφόρων. (Karlan & Hegarty, 2018).

3.8 Τηλεπισκοπική και Φωτογραμμετρική παράκτια αποτύπωση

Οι κύριες διεθνείς πρακτικές που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για την αποτύπωση των αιγιαλών είναι:

- Τηλεπισκόπηση
- Φωτογραμμετρία

Οι φωτογραμμετρικές και τηλεπισκοπικές μέθοδοι έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών, μεταξύ των οποίων είναι και θέματα περιβάλλοντος. Πληθώρα μελετών στην διεθνή

επιστημονική κοινότητα εφαρμόζουν αυτές τις μεθόδους και τεχνικές σε θέματα παράκτιων περιοχών. Το χαμηλό κόστος, η εξαγωγή αποτελεσμάτων σε διάφορες κλίμακες, η διαχρονική και εποπτική παρακολούθηση, είναι κάποια από τα πλεονεκτήματα, για τα οποία υπάρχει η τάση αύξησης αυτών των μεθοδολογιών. Οι διάφορες μορφές δεδομένων και απεικονίσεων φωτογραμμετρικών και τηλεπισκοπικών συστημάτων, έχουν σημαντικό ρόλο στην συγκέντρωση πληροφοριών με θετικές επιπτώσεις στην αύξηση της ακρίβειας των χαρτογραφικών επιπέδων, την αποτύπωση περιοχών όπου δεν είναι δυνατή η πρόσβαση των ανθρώπων, την προσέγγιση φαινομένων διάφορων χώρο – χρονικών κλιμάκων, την απόδοση κάλυψης και χρήσεων γης, την καταμέτρηση φυσικών παραμέτρων (Βαβιάς, 2011).

Τα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς (datum) καθορίζουν το σχήμα και το μέγεθος της γης. Σήμερα τα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς μπορεί να είναι από επίπεδες επιφάνειες για μικρής έκτασης τοπογραφικές εργασίες, μέχρι σύνθετα συστήματα που καλύπτουν ολόκληρη την γη και περιγράφουν το μέγεθος και την μορφή της. Για να προσδιορίσει την θέση των σημείων του εδάφους στον χώρο, η Τοπογραφία βασίζεται στην μέθοδο των προβολών. Για την μελέτη του ακριβούς σχήματος της Γης ορίζουμε μια επιφάνεια απαλλαγμένη κατά το δυνατό από τις επιδράσεις των ανωμαλιών του ανάγλυφου. Μια τέτοια επιφάνεια μπορεί να είναι η μέση στάθμη της θάλασσας (ΜΣΘ) που, όταν προεκτείνεται κάτω από την ξηρά και περικλείει ολόκληρη την Γη, σχηματίζει μια νέα επιφάνεια η οποία ονομάζεται γεωειδές. Είναι δεδομένο ότι το γεωειδές είναι η βάση του προβολικού συστήματος στην τοπογραφία. (Σαββαϊδής κ.α, 2015).

Για να αναπαρασταθεί με πιστότητα η πραγματική μορφή της επιφάνειας της Γης στο επίπεδο, απαιτούνται σύνθετοι μαθηματικοί υπολογισμοί. Ακόμα και αν η Γη ήταν τέλεια σφαίρα, η προβολή της επιφάνειάς της σε επίπεδο δεν θα ήταν απλή υπόθεση. Ωστόσο, η επιφάνεια της Γης είναι ακανόνιστη και δεν μπορεί να παρασταθεί από κάποιο γεωμετρικό σχήμα. Έτσι, για τους μαθηματικούς υπολογισμούς που απαιτούνται στην δημιουργία των υποβάθρων των χαρτών χρησιμοποιείται θεωρητικό (γεωμετρικό) σχήμα, το ελλειψοειδές (το σχήμα που προκύπτει από την περιστροφή μιας έλλειψης γύρω από τον άξονα των πόλων της). Τα γεωμετρικά στοιχεία του ελλειψοειδούς επιλέγονται έτσι ώστε η επιφάνεια που προκύπτει να προσεγγίζει το

γεωειδές, δηλαδή μια επίσης θεωρητική επιφάνεια που ταυτίζεται με το μέσο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας και την θεωρητική προέκτασή της κάτω από τις ηπείρους και η οποία προσδιορίζεται με μετρήσεις του πεδίου βαρύτητας (Βαβιάς,2011).

3.9 Υπολογισμός ακτογραμμής με βάση ιστορικές φωτογραφίες και δορυφορικά δεδομένα.

Η κρίση της Διοικήσεως για την διαμόρφωση παλαιού αιγιαλού και για τον χρόνο δημιουργίας του, πρέπει να είναι αιτιολογημένη και να στηρίζεται σε ενδείξεις τεκμηριωμένες επιστημονικά ή σε άλλα αποδεικτικά στοιχεία, όπως αποφάσεις Πολιτικών Δικαστηρίων, συμβόλαια, κατακυρωτικές εκθέσεις κ.λπ. (ΣτΕ 803/2014, 706/2014, 4499/2012, 4496/2012, 4513/2009, 1159/2009, 3821/2007, 1508/2003). Για τον καθορισμό του παλαιού αιγιαλού, λαμβάνονται τα εξής στοιχεία (Άρθρο 6 του Ν. 2971/2001):

- Αεροφωτογραφίες από το έτος 1945 (ή και παλαιότερες εάν υπάρχουν) και νεότερες.
- Ιστορικές φωτογραφίες.
- Παλαιοί χάρτες και διαγράμματα.
- Παλαιοί τίτλοι ιδιοκτησίας.
- Φυσικές ενδείξεις επί του εδάφους, όπως το αμμώδες, το ελώδες ή βαλτώδες των εκτάσεων συνεχόμενου του αιγιαλού.
- Γεωλογικές και γεωτεχνικές μελέτες που καταδεικνύουν την διαβρωσιμότητα και την σύσταση των εδαφών. Οι παλαιοί αιγιαλοί καθορίζονται με χάραξη τεθλασμένης πολυγωνικής γραμμής γαλάζιου χρώματος στους έγχρωμους ορθοφωτοχάρτες του Ελληνικού Κτηματολογίου.

3.10 Παλίρροιες , άνοδος και κάθοδος, πως επηρεάζει την ακτογραμμή

Ως στάθμη της θάλασσας ενός συγκεκριμένου τόπου, ορίζεται ουσιαστικά η Μέση Στάθμη της Θάλασσας (ΜΣΘ), η οποία υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των στιγμιαίων σταθμών της επιφάνειας της θάλασσας στον τόπο αυτό για μια μεγάλη χρονική διάρκεια. Συνήθως ως ΜΣΘ λαμβάνεται ο μέσος όρος των ωριαίων υψών κατά την διάρκεια ενός έτους, επειδή έτσι περιέχεται όλος ο αριθμός των επιδράσεων των έλξεων Σελήνης και Ηλίου (που ο μέσος όρος τους θα είναι μηδέν) και προσδιορίζεται από την ανάλυση στοιχείων που έχουν καταγραφεί από τοπικούς σταθμούς μέτρησης (παλιρροιογράφους) με ακρίβεια λίγων εκατοστών.

Ο προσδιορισμός της ΜΣΘ γίνεται σήμερα με τεχνητούς δορυφόρους με ικανοποιητική ακρίβεια. Ο πρώτος καθαρά ωκεανογραφικός δορυφόρος ήταν ο SeaSat A που εκτοξεύτηκε τον Ιούλιο του 1978 και για το πολύ μικρό χρονικό διάστημα που λειτούργησε (έως τον Οκτώβριο του ίδιου έτους) έδωσε πολύτιμα στοιχεία για τις θάλασσες. Ο δορυφόρος Topex / Poseidon, γάλλο-αμερικανικής κατασκευής, υπέδειξε άνοδο του μέσου επιπέδου της θάλασσας κατά 2,5mm ανά έτος από το 1993. Παράλληλα οι μετεωρολογικοί δορυφόροι βοηθούν σημαντικά στην παρατήρηση των κινήσεων των ωκεανών και των διαταραχών που συμβαίνουν σε αυτούς. Θεωρητικά, ένα αρχείο πολλών παρατηρήσεων των υψών της θάλασσας αποτελεί θεμελιώδη βάση για τον προσδιορισμό της ΜΣΘ, εφόσον είναι συνεχές και διαρκεί περίπου 19 χρόνια. Έτσι εξαλείφονται οι διαφορές στα ύψη των παλιρροιών που προκαλούν οι επιδράσεις της Σελήνης και του Ήλιου. Η μελλοντική στάθμη της θάλασσας εξαρτάται από τρεις κύριους παράγοντες :

- Από την συνολική ποσότητα του νερού που γεμίζει τις ωκεάνιες λεκάνες.
- Από την θερμοκρασία των ωκεάνιων στρωμάτων.
- Από το σχήμα του ωκεάνιου βυθού.

Παράλληλα, υπάρχουν και κάποιοι δευτερεύοντες παράγοντες, όπως η μεταφορά χιονιού και πάγου από την ξηρά στην θάλασσα και η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών ή ακόμα και η μορφολογία των ωκεάνιων βυθών (μικρή επίδραση στην άνοδο

της στάθμης της θάλασσας). Το σταδιακό λιώσιμο των πάγων και η εξάτμιση νερού στην ατμόσφαιρα εξαιτίας της θέρμανσης του πλανήτη θα επιφέρουν μεγάλες επιπτώσεις στο κλίμα και θα επηρεάσουν άμεσα το επίπεδο στάθμης της θάλασσας. Υπάρχουν εκτιμήσεις (όσον αφορά το λιώσιμο των πάγων σε σχέση με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας) για άνοδο της στάθμης της θάλασσας από 75 έως 112cm μέχρι το έτος 2100 (σύμφωνα με το μοντέλο GISS). Ειδικότερα, άλλα σενάρια προβλέπουν άνοδο της στάθμης της θάλασσας της τάξης των 144cm, των 216cm ή ακόμα και των 345cm έως το έτος 2100.

Γενικά, ανάλογα με τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στην σύνταξη κάθε σεναρίου, προκύπτουν και ανάλογες προβλέψεις με τις αβεβαιότητες τους. Το μετριοπαθές σενάριο το οποίο προσμετρά και την αναλογία χιονιού και πάγου, προβλέπει άνοδο της τάξης των 144.4cm έως το έτος 2100. Μάλιστα, σύμφωνα με την WCC μπορούμε να έχουμε άνοδο της στάθμης της θάλασσας της τάξης των 10 ιντσών τα επόμενα 50 χρόνια και συνολική άνοδο της τάξης των 26 ιντσών πάνω από τα τωρινά επίπεδα μέχρι το έτος 2100. Τα μοντέλα πρόβλεψης δείχνουν επίσης ότι η στάθμη της θάλασσας θα συνεχίσει να ανεβαίνει και μετά το 2100 εξαιτίας καθυστέρησης στις κλιματολογικές αντιδράσεις (η λεγόμενη «αδρανειακή συμπεριφορά» του κλίματος), ακόμα και αν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου σταθεροποιούνταν σήμερα. Πρόσθετα, υπάρχουν σενάρια τα οποία περιλαμβάνουν σαν παράγοντες και την δράση ηφαιστειών ή ακόμα και την ηλιακή ακτινοβολία (ακραίοι σχετικά παράγοντες).

Αποτέλεσμα της δράσης όλων των παραπάνω κλιματικών παραγόντων και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας θα είναι ουσιαστικά η συνολική αλλαγή της μορφολογίας των ακτών σε σχέση με το πώς είναι σήμερα. Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν οι κυριότερες αιτίες διαμόρφωσης των ακτών θεωρούνταν οι κινήσεις των τεκτονικών πλακών και η διαμόρφωση του στερεού φλοιού της Γης σε συνδυασμό βέβαια με την φυσική συμπεριφορά των ωκεανών και των θαλασσών. Παράλληλα όμως, τις τελευταίες δεκαετίες, ρυθμιστικό ρόλο στην διαμόρφωση των ακτών κατέχει και ο ίδιος ο άνθρωπος είτε άμεσα με την οικιστική ανάπτυξη των παραθαλάσσιων αυτών περιοχών, είτε έμμεσα με την επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις κλιματικές ισορροπίες και στα επίπεδα της στάθμης της θάλασσας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1 Ιστορία ν. Αίγινας

Η νήσος Αίγινα έχει πλούσια ιστορία, καθώς η ασχολία με την γεωργία και τις καλλιέργειες συνέβαλλε στην αγροτική ανάπτυξη του τόπου γνωρίζοντας οικονομική άνθηση σε πολλές περιόδους έως τα νεότερα χρόνια. Τα διάφορα ευρήματα στην περιοχή της Κολώνας και σε άλλες περιοχές της, φανερώνουν ότι οι πρώτοι κάτοικοι στην Αίγινα εμφανίστηκαν στο δεύτερο μισό της 4ης χιλιετηρίδας π.Χ.(3500-3000 π.Χ). Οι πρώτοι κάτοικοι ήρθαν από την Πελοπόννησο. Άλλοι εγκαταστάθηκαν στο Λόφο της Κολώνας και ζούσαν από την ναυτιλία, έχοντας λιμάνι τον Όρμο της Καραντίνας ενώ άλλοι εγκαταστάθηκαν στον Μεσαγρό και ζούσαν από την γεωργία.

Η αποίκιση του νησιού συνεχίστηκε από τους Αιγαίους, κατά την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού (2500-2000 π.Χ.). Γύρω στο 1400-1300 π.Χ., εγκαθίστανται στην περιοχή του Όρους οι Μυρμιδόνες προερχόμενοι από την Θεσσαλία και ιδρύουν τον Ναό του Ελλάνιου Δία. Από το 734 έως το 459 π.Χ., η Αίγινα μπορεί και συναγωνίζεται μεγάλες εμπορικές πόλεις της Μ. Ασίας. Γύρω στο 650 π.Χ, για τις εμπορικές τους συναλλαγές οι Αιγινήτες έκοψαν δικά τους ασημένια νομίσματα, που έφεραν στην μία όψη τους την εικόνα χελώνας, χαρακτηριστικό του θεού Ποσειδώνα. Κατά τον 6^ο αιώνα π.Χ. η Αίγινα είχε δικαστήρια και ιατρείο, ένα στρατιωτικό και ένα εμπορικό λιμάνι και ο πληθυσμός της ήταν 40.000 ελεύθεροι και περίπου 400.000 δούλοι. Γύρω στο 500 π.Χ. η Αίγινα μονοπωλούσε το εμπόριο της ανατολικής Μεσογείου και του Εύξεινου Πόντου και έφτασε στο υψηλότερο σημείο δύναμης και πλούτου. Το 480 π.Χ. πήρε μέρος στην Ναυμαχία της Σαλαμίνας, μαζί με τους υπόλοιπους Έλληνες ενάντια στους Πέρσες. Η Αίγινα, φίλη της Σπάρτης, αποφάσισε να συμμαχήσει το 459 π.Χ με την Κόρινθο, πράγμα που δεν άρεσε στους Αθηναίους, οι οποίοι επιτέθηκαν στον Αιγινήτικο στόλο, τον νίκησαν και στην συνέχεια πολιορκήσαν την πόλη και την κατέλαβαν σε λίγους μήνες.

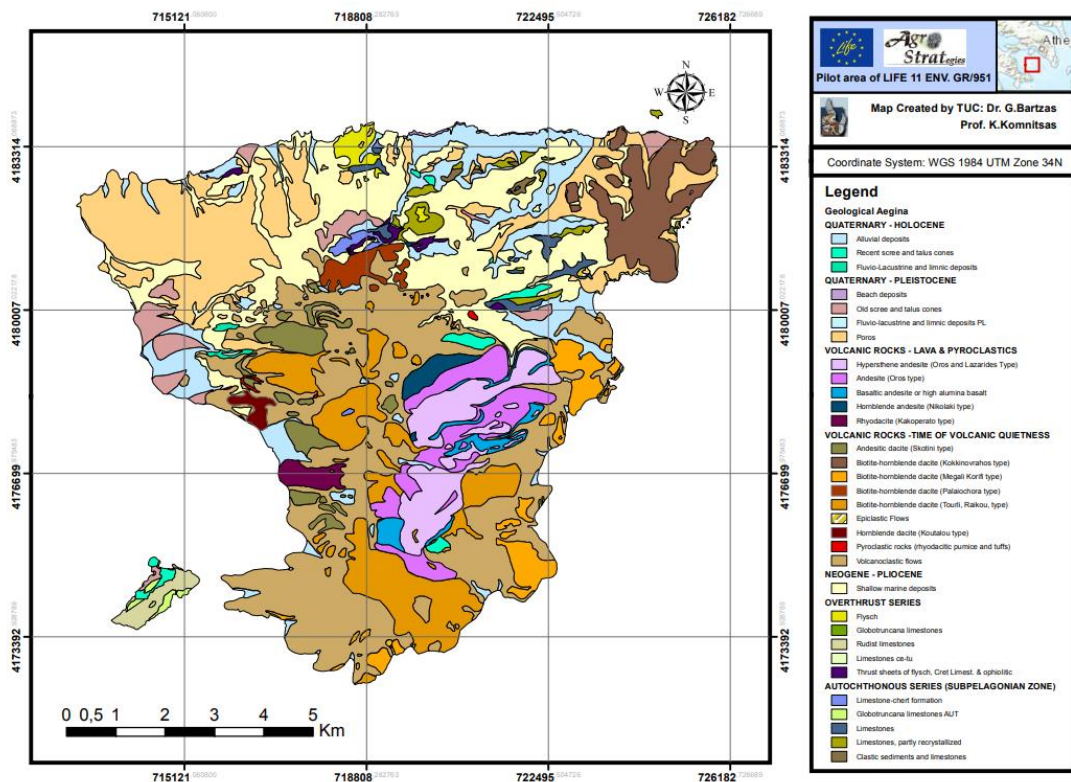
Οι Αθηναίοι υποχρέωσαν την Αίγινα να γκρεμίσει τα τείχη, να παραδώσει τα πλοία της και οι Αιγινήτες να πληρώνουν φόρους υποτελείας. Κατά την διάρκεια του Πελοποννησιακού Πολέμου (431-404 π.Χ) οι Αθηναίοι έδιωξαν τους Αιγινήτες στην

Πελοπόννησο και έφεραν στο νησί Αθηναίους. Μετά το τέλος του πολέμου ο Λύσανδρος επανάφερε στην Αίγινα τους Αιγινήτες. Μετά το 400 μ.Χ., πολλοί Πελοποννήσιοι κατέφυγαν στην Αίγινα για να γλυτώσουν από τις επιδρομές των Γότθων και των Ερούλων. Ο πληθυσμός αυξήθηκε, η πόλη ξαναχτίστηκε και το εμπόριο αναγεννήθηκε. Από το 1715 μέχρι το 1821 επικρατεί Τουρκοκρατία, μέχρι την Επανάσταση του 1821, στην οποία η Αίγινα έπαιξε σημαντικό ρόλο. Οι Αιγινήτες πολέμησαν στο Χάνι της Γραβιάς, στην Μάχη του Αγίου όρους, στο Φάληρο και βοήθησαν στον εφοδιασμό της Ακρόπολης με τον Φαβιέρο. Το 1828 έγινε η πρώτη πρωτεύουσα της Ελλάδας με κυβερνήτη τον Ιωάννη Καποδίστρια. Το 1829 η πρωτεύουσα μεταφέρθηκε στο Ναύπλιο και ο πληθυσμός της Αίγινας ελαττώθηκε αρκετά και έτσι η Αίγινα, ύστερα από μία πρόσκαιρη άνοδο στην περίοδο που ήταν πρωτεύουσα, ξαναγύρισε στην παλιά ήρεμη ζωή μιας επαρχιακής πόλης.

4.2. Γεωλογία ν. Αίγινας

Το μεγαλύτερο τμήμα της Αίγινας αποτελείται από ηφαιστειογενή πετρώματα τα οποία σχηματίστηκαν κατά τις δύο φάσεις της ηφαιστειακής δράσης: του κατώτερου πλειόκαινου και του τεταρτογενούς. Τα πετρώματα αυτά καταλαμβάνουν το νότιο τμήμα του νησιού και εν μέρει απαντώνται και στο βόρειο ανατολικό άκρο του. Το βόρειο μισό της νήσου Αίγινας καταλαμβάνεται κυρίως από αμμομαργαϊκούς ασβεστόλιθους, θαλάσσια ιζήματα πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας των γνωστών πωρόλιθων. Στο βόρειο ανατολικό τμήμα μεταξύ των πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων αναδύονται μέλη του αλπικού πτυχωμένου υποβάθρου κυρίως από ασβεστόλιθους κρητιδικής ηλικίας και σχιστόλιθους (Σόμπολος, 2008) (ΕΚΚΕ, 2005).

Η γεωλογική δομή και η πατρολογική σύσταση του νησιού δικαιολογούν την έλλειψη σε ύδατα, ενώ αντιθέτως απαντώνται δομικά υλικά (ασβεστόλιθοι). Η περιοχή είναι φτωχή σε υδατικούς πόρους, λόγω γεωλογικών παραγόντων σε συνδυασμό με την μορφολογία του νησιού και τα κλιματικά δεδομένα, οπότε δεν υπάρχουν αξιόλογα υπόγεια ύδατα και δεν διευκολύνεται η δημιουργία επιφανειακών ταμιευτήρων. Στην βόρεια ακτή του νησιού υπάρχουν θερμές ιαματικές πηγές (Κακοπέρατο, Σουβάλας, ΕΚΚΕ, 2005).

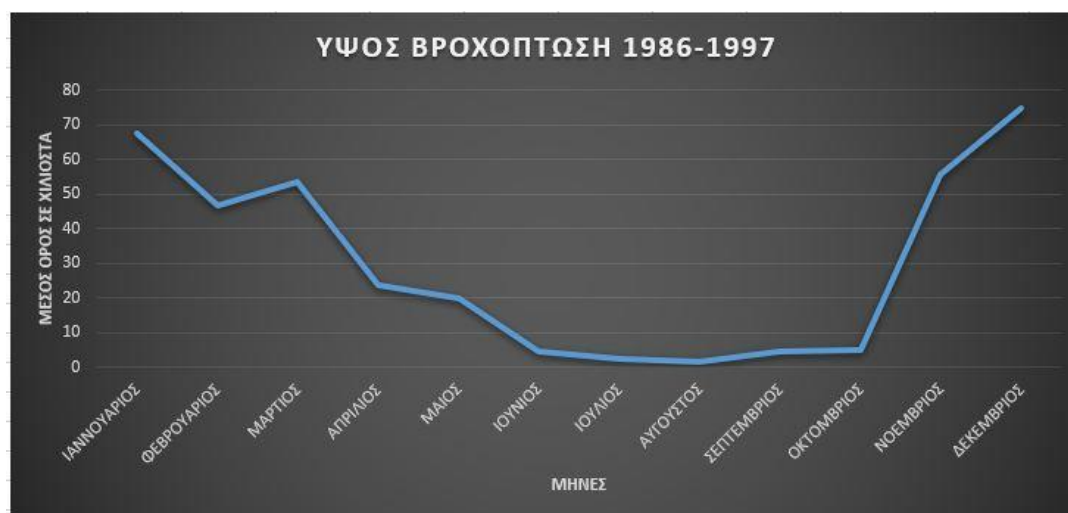


Εικόνα 4.1. Γεωλογικός χάρτης Αίγινας.

Οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι της Αίγινας είναι το Όρος ή Ελλάνιον Όρος (532μ), ο Παρλιάγγος (360μ), Μαδαρόβουνο (307μ), Βουνό του Δέντρου (250μ), Δραγονέρα (250μ). Το Ελλάνιον Όρος (η σύγχρονη ονομασία του είναι "Όρος") είναι η ψηλότερη κορφή της Αίγινας και ονομάζεται επίσης "Ανάληψη" ή "Προφήτης Ηλίας" από το μικρό εκκλησάκι που δεσπόζει στην κορφή του. Σημαντικότερη επίσης αξία στην περιοχή προσδίδει η τοποθεσία στην δυτική πλευρά, στους πρόποδες του Όρους με την ονομασία "Σφυρίκτρες" όπου είχαν κατασκευαστεί έργα τα οποία βοηθούσαν τους προσκυνητές του βωμού να ανέβουν τα δύσκολα μονοπάτια του βουνού με πεπλατυσμένα σκαλιά, ξενώνα και δύο δεξαμενές που συγκέντρωναν όμβρια ύδατα. Στις «Σφυρίκτρες» το 1906 βρέθηκε χάλκινη υδρία η οποία ήταν αφιερωμένη στον Ελλάνιου Δία και είναι επίσης πιθανό στην συγκεκριμένη τοποθεσία να υπήρχε ναός αφιερωμένος στην Εκάτη (Χάνς Βάλτερ, 2022).

4.3 Κλιματολογία ν. Αίγινας

Τα διάφορα κλιματικά στοιχεία, για το νησί της Αίγινας, δίνονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ), οι οποίοι βρίσκονται στην Αττική. Εκτός όμως από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ, στοιχεία μπορούν να ληφθούν και από τους σταθμούς των Μεγάρων. Το κλίμα του νησιού παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος, δηλαδή περιορισμένη εποχή βροχών (ψυχρή περίοδος), μεγάλη εποχή ξηρασίας (πεντάμηνη), μεγάλη ηλιοφάνεια και ήπιος χειμώνας. Είναι γεγονός ότι η Αίγινα παρουσιάζει μικρότερο ύψος βροχής από όλες τις περιοχές που την περιβάλλουν. Το μέσο ύψος βροχής για την περίοδο 1986-1997 είναι 397mm, πολύ χαμηλό δηλαδή (Αθήνα 440, Θεσ/νίκη 486, Λάρισα 518mm) και το πρόβλημα μεγαλώνει από το πολύ χαμηλό ποσοστό του θερινού τετράμηνου. Το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης στην Αίγινα κατά την διάρκεια των ετών 1986 – 1997 φαίνεται στην εικόνα 4.2.



Εικόνα 4.2. Μηνιαίο μέσο Ύψος βροχόπτωση ν. Αίγινας μεταξύ 1986-1997(πηγή Ε.Μ.Υ.)

Η θερμοκρασία δεν παρουσιάζει μεγάλο εύρος διακύμανσης. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 17,3 °C και η μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο – Αύγουστο (31,8 °C), και η ελάχιστη τον Ιανουάριο- Φεβρουάριο (7,1°C). Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία που παρουσιάζεται είναι 42,0 °C και απόλυτη ελάχιστη –3,2 °C. Σπάνιες και πολύ μικρής διάρκειας είναι οι περιπτώσεις που η θερμοκρασία κατεβαίνει

κάτω από το μηδέν. Η σχετική υγρασία του αέρα είναι μικρή και κυμαίνεται από 53% τον Αύγουστο ως 73% τον Δεκέμβριο. Οι άνεμοι είναι συχνοί, μέτριοι ως ισχυροί, ενώ το χιόνι είναι σπάνιο φαινόμενο στο νησί και επίσης σπάνια συνοδεύεται από παγετό, ώστε να προκαλέσει βλάβες σε ευπαθείς καλλιέργειες. Η ετήσια ηλιοφάνεια υπερβαίνει αυτή της Αθήνας και μικρότερη νέφωση εμφανίζουν οι μήνες Ιούλιος-Αύγουστος και την μεγαλύτερη οι μήνες Δεκέμβριος Ιανουάριος.

4.4 Χλωρίδα και πανίδα ν. Αίγινας

Η χλωρίδα της Αίγινας είναι προσαρμοσμένη στο ξηρό και θερμό κλίμα του νησιού και αποτελείται ως επί το πλείστον από είδη σκληρόφυλλα, ακανθώδη, βελονόφυλλα και βολβώδη. Τα κυριότερα είδη είναι παράχθιες φυτικές κοινότητες, σκληρόφυλλοι μεσογειακοί θάμνοι και φρυγανώδεις φυτικές κοινότητες, οι οποίες είναι αρκετά διαδεδομένες στις λοφώδεις ζώνες του νησιού με κυρίαρχα είδη φυτών ακανθώδη και υποθαμνώδη. Τα χαρακτηριστικότερα από αυτά είναι ρίγανη, χαμομήλι, θυμάρι, παπαροδιά, λάπαθο, καυκαλίθρα, πικροράδικο, αγριόβικος, αγριάδα, βίλιουρας, αγριοκρίθαρο, τσουκνίδα, και δασικές εκτάσεις με κύριο είδος την Πεύκη (*Pinus halepensis*).

Η πανίδα της Αίγινας παρουσιάζει χαρακτήρα μεσογειακό όπως και της υπόλοιπης Ελλάδας. Τα κυριότερα είδη είναι:

- Θαλάσσια πανίδα, συναντώνται όλα περίπου τα είδη που απαντώνται στις ελληνικές θάλασσες.
- Έντομα με κυριότερα είδη τις ακρίδες, τζίτζικια, ανθονόμους, αγουρολόγους
- Πτηνά με κύρια είδη τα σπουργίτια, γεράκια, χελιδόνια, γλάρους, πέρδικες, αγριοπερίστερα, τρυγόνια.
- Θηλαστικά με κύρια είδη τα ποντίκια, λαγούς και σκαντζόχοιρους.

4.5 Υδάτινοι πόροι και Ύδρευση

Το νερό θεωρείται ίσως το μεγαλύτερο και χρόνιο πρόβλημα από το οποίο πάσχει η Αίγινα περιορίζοντας έτσι την αγροτική ανάπτυξη του τόπου. Οι υδάτινοι πόροι της νήσου Αίγινας είναι αρκετά πτωχοί. Με το μέσο ύψος βροχής να είναι μικρό (397mm), μικρό μέρος των απορροών διεισδύει στο έδαφος και ο κύριος όγκος απορρέει επιφανειακά, ενώ το υδρολογικό δίκτυο είναι χειμαρρώδους μορφής. Στην Αίγινα δεν υπάρχουν ποτάμια παρά μόνο χείμαρροι /ρέματα, μέσω των οποίων γίνεται η απορροή των νερών της βροχής προς την θάλασσα. Όλοι σχεδόν οι χείμαρροι / ρέματα δεν ρέουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά μόνο μετά από βροχή.

Παράλληλα, ο υδροφόρος ορίζοντας έχει υποβαθμιστεί σημαντικά λόγω της υπεράντλησης των Δημοτικών γεωτρήσεων, με αποτέλεσμα την συνεχώς εντεινόμενη διείσδυση του θαλάσσιου νερού στον υπόγειο ορίζοντα των γεωτρήσεων. Έτσι το νερό ύδρευσης έχει μεγάλες συγκεντρώσεις διαλυμένων αλάτων, κυρίως χλωριόντων και είναι υψηλής σκληρότητας.

Η Αίγινα δεν συνδέεται με το δίκτυο ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ με κάποιο υποθαλάσσιο αγωγό και λόγω ότι πρόκειται για μια περιοχή φτωχή σε ύδατα αντιμετωπίζει συχνά προβλήματα και ιδιαίτερα τους μήνες του καλοκαιριού. Η υδροδότηση του νησιού γίνεται με υδροφόρες που έρχονται από τον Πειραιά, καθώς οι δημοτικές γεωτρήσεις που έχουν γίνει δεν έχουν φέρει λύση στο πρόβλημα. Το καλοκαίρι που υπάρχει μεγάλη ανάγκη για νερό είτε υπάρχει χαμηλή πίεση νερού είτε διακοπή στην υδροδότηση. Επίσης, η τιμή του νερού είναι υψηλή λόγω των μεταφορών από υδροφόρες. Έτσι οι κάτοικοι προτιμούν τις ημι-ξερικές καλλιέργειες, και αποφεύγουν τις ποτιστικές πολυετείς καλλιέργειες λόγω της τιμής και ποιότητας του νερού προς άρδευση, πλην των καλλιεργητών που διαθέτουν δικές τους γεωτρήσεις και πηγάδια στα χωράφια τους. Μελλοντικά αναμένεται ότι θα υπάρξει λύση στο πρόβλημα καθώς στις 6 Αυγούστου 2013 έκανε δεκτή το 7^ο τμήμα του Ελεγκτικού Συνεδρίου την αίτηση ανάκλησης για την συμπληρωματική σύμβαση που αφορά τον υποθαλάσσιο αγωγό ύδρευσης-σύνδεσης με την ΕΥΔΑΠ μέσω Περάνης Σαλαμίνας, σύμφωνα με ανακοίνωση του υπουργείου Εσωτερικών. Για την υλοποίηση του έργου, απομένουν η σύναψη προγραμματικής σύμβασης με την Περιφέρεια Αττικής, η ένταξη του έργου στα ΕΣΠΑ και η δημοπράτησή του. Ο προϋπολογισμός του έργου, που θα λύσει

οριστικά το πρόβλημα ύδρευσης που αντιμετωπίζει η Αίγινα εδώ και δεκαετίες, ανέρχεται στα 23,8 εκ. ευρώ.

Το έδαφος της Αίγινας είναι αρκετά εύφορο, αλλά τα ελάχιστα αποθέματα νερού περιορίζουν την γονιμότητά του. Καλλιεργούνται φιστικιές, ελιές, αμυγδαλιές, 22 τύποι οπωροφόρα δέντρα, λαχανικά και κηπευτικά. Τα φιστίκια της Αίγινας φημίζονται για την εξαιρετική τους ποιότητα και είναι γνωστά στο εξωτερικό. Υπάρχουν αρκετές βιοτεχνίες (αγγειοπλαστικής, τουριστικών ειδών) και ήταν πολύ γνωστά τα είδη αγγειοπλαστικής της Αίγινας, κυρίως τα αιγινήτικα κανάτια. Παλαιότερα οι κάτοικοι ασχολούνταν με την σπογγαλιεία η οποία όμως έπαψε ουσιαστικά να ασκείται.

4.6 Απασχόληση – οικοδόμηση -τουρισμός ν. Αίγινας

Σήμερα οι Αιγινήτες ασχολούνται με την αλιεία, αλλά κυρίως με τον τουρισμό και το εμπόριο τουριστικών ειδών. Τις τελευταίες δεκαετίες η Αίγινα γνώρισε μεγάλη τουριστική ανάπτυξη. Η μικρή απόσταση του νησιού από την Αθήνα και τον Πειραιά, σε συνδυασμό με τις φυσικές ομορφιές της Αίγινας, το υγιεινό κλίμα της, τις τουριστικές εξυπηρετήσεις που παρέχει και τα αξιοθέατά της, ωθούν χιλιάδες Αθηναίους και Πειραιώτες να την επισκέπτονται τα Σαββατοκύριακα, ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Η Αίγινα εξυπηρετείται αεροπορικά με τα πολυάριθμα και ταχύπλοα σκάφη του Σαρωνικού, που πραγματοποιούν αρκετές προσεγγίσεις καθημερινά, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της τουριστικής αιχμής.

Η Αίγινα λόγω της νησιώτικης ομορφιάς, της ιστορίας της, αλλά και της κοντινής απόστασης από τον Πειραιά προσέλκυσε πολλούς τουρίστες και παραθεριστές, επιλέγοντας την ως τόπο για δημιουργία εξοχικής ή και μόνιμης κατοικίας. Αποτέλεσμα ήταν η οικοδομική δραστηριότητα στο νησί να αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς, ευημερώντας έτσι η οικονομία του νησιού. Όμως πλήθος γεωργικών εκτάσεων πουλήθηκαν προς οικοδόμηση και έτσι ο αγροτικός τομέας και η αγροτική ανάπτυξη υπέστη ένα τεράστιο πλήγμα τα προηγούμενα χρόνια.

4.7. Η ιστορία του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» ν. Αίγινας

Ο Δημήτρης Γκαλών στην δημοσίευση του «Τα Ναυτικά Οχυρά Αιγίνης» (Ναυτικής επιθεώρηση Τεύχος 594, Τόμος 176, 2016) έχει συλλέξει και αναλύσει την ιστορία της περιοχής του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» Αίγινας, από όπου και αντλούνται αυτούσια τα κείμενα για την παρούσα εργασία. Από το έτος 1935, το διάστημα κατά το οποίο διετέλεσε υπουργός ναυτικών στην κυβέρνηση Παναγή Τσαλδάρη ο ναύαρχος Σοφοκλής Δούσμανης (1868-1952), η πολιτική και στρατιωτική ηγεσία της χώρας - μέσα στα πλαίσια των προβλεπόμενων επιχειρησιακών δραστηριοτήτων, λόγω του διακριτά επερχόμενου πολέμου - ανέθεσε την εκπόνηση μελέτης με σκοπό την δημιουργία ενός πλήρους δικτύου οχυρώσεως των ελληνικών ακτών, την οποία είχε προνοήσει, ήδη από το 1924, η κυβέρνηση Ελευθερίου Βενιζέλου και το οποίο συστηματοποιήθηκε με νομοθετικό διάταγμα την 10-09-1926 από την κυβέρνηση του Γεωργίου Κονδύλη. Η πλήρης διεκπεραίωσή του όμως δεν πραγματοποιήθηκε μέχρι την εγκαθίδρυση της δικτατορίας της 4ης Αυγούστου και την σύσταση κυβέρνησης υπό τον Ιωάννη Μεταξά το 1936.

Το σημαντικότερο τμήμα της μελέτης αυτής το ανέλαβε η Α.Δ.Π.Α. (Ανώτερη Διοίκηση Παρακτίου Αμύνης) του Γ.Ε.Ν. (Γενικό Επιτελείο Ναυτικού), έχοντας ως στόχο την κατασκευή, τον εξοπλισμό, και την επάνδρωση, παράκτιων οχυρώσεων με άμεσο και έμμεσο σκοπό την προστασία των κύριων λιμένων, των θαλασσιών συγκοινωνιακών κόμβων της ελληνικής επικράτειας και την ενίσχυση της ευρύτερης θαλάσσιας άμυνας των ελληνικών ακτών. Ανάμεσα στις επάκτιες αυτές οχυρώσεις συγκαταλέγονταν το Βόρειο και Νότιο Οχυρό Αιγίνης (Β.Ο.Α. και Ν.Ο.Α.), το Οχυρό Φλεβών, τα Οχυρά Καράμπουρνου και Τούζλας (Θερμαϊκός Κόλπος), τα Οχυρά Βορείου και Νοτίου Ευβοϊκού, καθώς και το Οχυρό Αράξου. Ταυτόχρονα, από την 20-12-1935, είχε καθοριστεί με βασιλικό διάταγμα η κατανομή των ελληνικών ακτών και η οργάνωση της θαλάσσιας άμυνας της χώρας σε έξι «Ναυτικές Αμυντικές Περιοχές» τις επονομαζόμενες Ν.Α.Π. (Φ.Ε.Κ. 635/Α'/Δεκέμβριος 1935)

Η κατασκευή του συνόλου των ναυτικών επάκτιων οχυρώσεων διεκπεραιώθηκε κατά το δεύτερο μισό της δεκαετίας του '30, επί κυβέρνησης Ιωάννη Μεταξά, στοίχισε δυο δισεκατομμύρια περίπου δραχμές και αποπερατώθηκε λίγο πριν την έναρξη του Ελληνοϊταλικού Πολέμου τον Οκτώβριο του 1940. Τα σχέδια και η κατασκευαστική

μελέτη εκπονήθηκε σε συνεργασία με Γερμανούς μηχανικούς του Γ' Ράιχ και διεκπεραιώθηκε από τους μηχανικούς και το προσωπικό του Ελληνικού Βασιλικού Ναυτικού, σε συνεργασία με ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες. Επίσης, κάθε καινούργιο εξοπλιστικό μηχάνημα των οχυρών ήταν γερμανικό, καθώς μόνο η Γερμανία δεχόταν καπνά ως αντάλλαγμα αντί συναλλάγματος, σύμφωνα με το Ελληνογερμανικό Clearing.

Για την κατασκευή των Ναυτικών Οχυρών Αιγίνης απαλλοτριώθηκαν - σύμφωνα με το βασιλικό διάταγμα της 21-12-1936 υπό υπουργίας Ιπποκράτη Παπαβασιλείου, προσωπικού φίλου του δικτάτορα Ι. Μεταξά - 1.215 στρέμματα γης στην περιοχή «Κουρσοσπηλιά» (Τούρλος) και 337 στρέμματα στην περιοχή Πέρδικας «δια τας ανάγκας του Βασιλικού Ναυτικού, προς οργάνωση της Τοπικής Επάκτιας Αμύνης». Υπεύθυνος για τις οχυρώσεις Αιγίνης τέθηκε ο υποναύαρχος Γ. Ράλλης, διευθυντής της Α.Δ.Τ.Α. (Ανώτερη Διοίκηση Τοπικής Άμυνας). Τα Οχυρά Αιγίνης είχαν σχεδιαστεί να αποτελέσουν, μαζί με τις ναυτικές οχυρωματικές εγκαταστάσεις των Φλεβών, το κυρίως τμήμα της Ν.Α.Π./3 σε περίπτωση εχθρικής επίθεσης. Αν και αρχικά το Ν.Ο.Α. είχε προγραμματισθεί να κατασκευασθεί στην θέση Πύργος Αιγίνης, διαπιστώθηκε ότι η περιοχή της Πέρδικας ήταν ιδανικότερη, με αποτέλεσμα το Γ.Ε.Ν. (Φ.Ε.Κ. 555/Α' / Δεκέμβριος 1936) να εγκρίνει εντός πέντε ημερών την αλλαγή θέσης της κατασκευής του οχυρού.

Τα ναυτικά Οχυρά Σαρωνικού αποπερατώθηκαν λίγο πριν την έναρξη του Ελληνοϊταλικού Πολέμου και ήταν μάχιμα, πλην κάποιων ελασσόνων εργασιών οι οποίες αφορούσαν την τελική συμπλήρωση του οπλισμού. Το Β.Ο.Α. ήταν εξοπλισμένο ως εξής:

- 2 δίδυμοι ηλεκτροκίνητοι πύργοι με πυροβόλα των 305 χιλ. και με δυνατότητα πεδίου βολής 360°, προερχόμενοι από το 1932 παροπλισμένο θωρηκτό «ΛΗΜΝΟΣ» (πρώην αμερικανικό U.S.S. «IDAHO», 13.000 τόνων, κατασκευής 1904-1908).
- 4 ταχυβόλα των 102 χιλ.
- 2 αντιαεροπορικά ταχυβόλα των 76 χιλ.

- 6 αντιαεροπορικά πολυβόλα R.M. 37/60.
- 4 προβολείς εκ των οποίων ο ένας σταθερός και οι υπόλοιποι φορητοί (αντιαεροπορικοί και επιφανείας).
- 2 Σ.Δ.Β. (Σύστημα Διεύθυνσης Βολής) το ένα με στερεοσκοπικό διαστημόμετρο 6 μ. και το άλλο με διαστημόμετρο κατακόρυφης βάσης.
- 1 Σ.Δ.Β. με διαστημόμετρο 4 μ. για τα ταχυβόλα των 102 χιλ.
- Υπόγειος ηλεκτρικός σταθμός, υπόγειες πυριτιδαποθήκες, βληματαποθήκες και καταφύγια.



Εικόνα 4.3. Ένας από τους δυο δίδυμους πύργους με τα πυροβόλα των 305 χιλ. της 2ης Πυροβολαρχίας του Β.Ο.Α. στον Τούρλο. Κάτω το ίδιο σημείο όπως είναι σήμερα.

Αμέσως μετά την βύθιση του εύδρομου «ΕΛΛΗ», από το ιταλικό Υ/Β «DELFINO» στην Τήνο την 15η Αυγούστου 1940, το Γενικό Επιτελείο Ναυτικού (Γ.Ε.Ν./Γ) εκπόνησε ένα επιπλέον αμυντικό σχέδιο με σκοπό την ενίσχυση της επάκτιας άμυνας του Σαρωνικού. Επρόκειτο για την πόντιση δυο ναρκοπεδίων στις θαλάσσιες περιοχές Τούρλου Αιγίνης – Φλεβών και νήσου Μονής Αιγίνης - Αγίου Γεωργίου Μεθάνων. Σκοπός του σχεδίου, το οποίο γνωστοποιήθηκε την 23η Αυγούστου 1940 ως «Απόρρητη Διαταγή Κ/27/4332», ήταν η δημιουργία ενός φράγματος το οποίο θα μετέτρεπε τον Σαρωνικό Κόλπο σε κλειστή θάλασσα, της οποίας οι δίοδοι θα ήταν οι διάυλοι Βουλιαγμένης - Φλεβών και Πέρδικας - Μονής (Αίγινα), στα βορειοανατολικά και νοτιοδυτικά, καθώς και η προστατευμένη διώρυγα της Κορίνθου (Galon, 2016).

Με την έναρξη του Ελληνοϊταλικού Πολέμου, την 28η Οκτωβρίου 1940, δόθηκε από τον Αρχηγό Στόλου η διαταγή της πόντισης των προαναφερόμενων ναρκοπεδίων. Το Β/Π «ΟΡΙΩΝ» και τα αντιτορπιλικά «ΠΑΝΘΗΡ», «ΑΕΤΟΣ», «ΙΕΡΑΞ», «ΥΔΡΑ», «ΒΑΣΙΛΕΥΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ», «ΛΕΩΝ» και «ΣΠΙΕΤΣΑΙ», υπό την διοίκηση του πλοίαρχου Γρηγορίου Μεζεβίρη, πόντισαν την νύχτα της 29ης προς την 30η Οκτωβρίου 1940 το ναρκοπέδιο Τούρλου - Φλεβών, αποτελούμενο αρχικά από 154 νάρκες τύπου Vickers και «Μ» (Μωραΐτη). Το ίδιο βράδυ τα ναρκοβόλα πλοία του ελληνικού Βασιλικού Ναυτικού «ΣΤΡΥΜΩΝ» και «ΑΛΙΑΚΜΩΝ», επικουρούμενα από το αντιτορπιλικό «ΒΑΣΙΛΙΣΣΑ ΟΛΓΑ», πόντισαν το ναρκοπέδιο Μονής Αιγίνης – Αγίου Γεωργίου Μεθάνων, αποτελούμενο από 115 νάρκες τύπου Vickers. Τα ναρκοπέδια αυτά βρίσκονταν υπό τον άμεσο έλεγχο των Ναυτικών Οχυρών Σαρωνικού, την γενική διοίκηση των οποίων είχε αναλάβει, αμέσως μετά την κήρυξη του πολέμου, ο πλοίαρχος Γεώργιος Ν. Παγκάρας. Οι δίοδοι των ναρκοπεδίων ελέγχονταν και προφυλάσσονταν από τις πυροβολαρχίες των οχυρών, ρυθμίζοντας και ελέγχοντας κατ' επέκταση την ροή της ναυσιπλοΐας. Η θαλάσσια αμυντική αυτή εφαρμογή μετέτρεψε τον Σαρωνικό Κόλπο σε μια κλειστή θάλασσα. Η συνήθης διαδρομή οδηγούσε τις εκάστοτε νηοπομπές, που αναχωρούσαν ή είχαν τελικό προορισμό τον Πειραιά, να διέλθουν μέσω του από την πυροβολαρχία του Ναυτικού Οχυρού Φλεβών προστατευόμενου διαύλου Βουλιαγμένης - Φλεβών και στην συνέχεια, προφυλασσόμενες από πλοία συνοδείας, να κατευθυνθούν στους εκάστοτε προορισμούς τους.

Αμέσως μετά τον Ελληνογερμανικό Πόλεμο και την κατάληψη της Ελλάδας από τις δυνάμεις του Άξονα, τον Απρίλιο του 1941, τα ναρκοπέδια του Αγίου Γεωργίου Μεθάνων - Μονής Αιγίνης, και Φλεβών - Τούρλου Αιγίνης, ενσωματώθηκαν από τον γερμανικό στρατό στο προστατευτικό δίκτυο της *Seeverteidigung Attika* και ήταν τα μόνα εν λειτουργία ναρκοπέδια στον Σαρωνικό Κόλπο μέχρι και τον Δεκέμβριο του 1942, όπου ξεκίνησε η ναρκοθέτηση του βορείου Αιγαίου Πελάγους από το ιταλικό ναρκοβόλο BARLETTA. Ταυτόχρονα, τα Ναυτικά Οχυρά Σαρωνικού εντάχθηκαν και αυτά υπό την εποπτεία της ίδιας μονάδας, της οποίας πρώτος διοικητής υπήρξε ο *Karitätän zur See* (πλοίαρχος) Wolfgang Brinckmeier (Galon, 2016).

Από το τέλος του 1943 ο γερμανικός στρατός κατοχής ξεκίνησε την πόντιση επιπλέον ναρκοπεδίων στον Σαρωνικό, με σκοπό την περεταίρω προστασία της περιοχής από τις αναμενόμενες επιθέσεις των Συμμάχων. Μέχρι την αποχώρηση των κατακτητών, τον Οκτώβριο του 1944, τοποθετήθηκαν τέσσερα επιπλέον ναρκοπέδια στην περιοχή Τούρλου Αιγίνης – Φλεβών και δυο στην περιοχή Μονής Αιγίνης – Αγίου Γεωργίου Μεθάνων, τα οποία δυσχέραιναν την προσέγγιση του συμμαχικού στόλου στην Αττική. Την 04-09-1944 το *Mar.Fest.Pi.Stab* εξέδωσε την διαταγή προετοιμασίας για την εγκατάλειψη των Ναυτικών Οχυρών Σαρωνικού και ανατίναξης των σημαντικότερων τμημάτων της άμυνας και του εξοπλισμού των οχυρών. Επρόκειτο για μια διαταγή ενταγμένη μέσα στα γενικότερα πλαίσια αποχώρησης του γερμανικού στρατού από τον ελλαδικό χώρο, λόγω της γενικής συμμαχικής προέλασης στην Ευρώπη. Έναν μήνα περίπου αργότερα, την 06-10-1944 και ώρα 18:00, στάλθηκαν μεταγωγικά στον Τούρλο και στην Πέρδικα τα οποία μετέφεραν το μεγαλύτερο τμήμα της φρουράς των οχυρών στον Πειραιά. Στα οχυρά παρέμειναν 140 άνδρες οι οποίοι μεταφέρθηκαν την επόμενη ημέρα στον Πειραιά και από κει στάλθηκαν σιδηροδρομικά στην Θεσσαλονίκη, όπου είχε μεταφερθεί ήδη από τον Σεπτέμβριο του 1944 το επιτελείο της γερμανικής Ναυτικής Διοίκησης Αιγαίου. Την 16-10-1944, μετά την αποχώρηση και του τελευταίου ένοπλου Γερμανού στρατιώτη από την Αττική, διαλύθηκε η *Seeverteidigung Attika* και μαζί της τελείωσε η περίοδος της γερμανικής παρουσίας στα Ναυτικά Οχυρά Σαρωνικού. (Galon, 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΔΙΟΥ

5.1 Μέθοδοι Τοπογραφικής αποτύπωσης

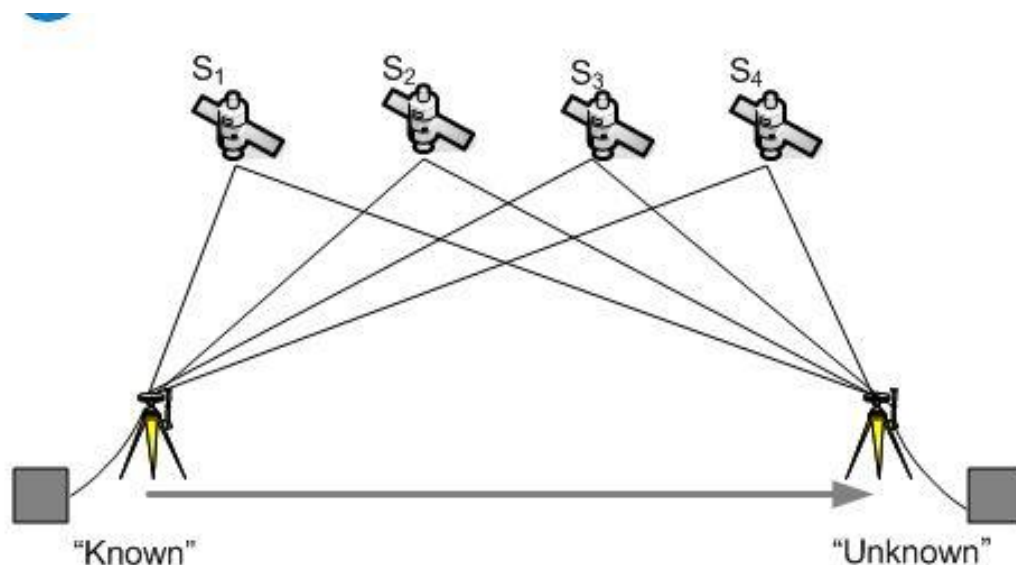
Για την ολοκλήρωση τοπογραφικών εφαρμογών και αποτυπώσεων του χώρου, είναι απαραίτητες να πραγματοποιηθούν ορισμένες εφαρμογές όπου συντελούν στην επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Οι συνηθέστερες εργασίες που εφαρμόζονται σε μία διαδικασία αποτύπωσης είναι η ίδρυση και η υλοποίηση τριγωνομετρικού δικτύου στο εγχώριο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς, η λεπτομερής αποτύπωση του αντικειμένου (επίγειες μετρήσεις, μετρήσεις με χρήση αεροφωτογραφιών κ.ο.κ.) και η τελική τους επεξεργασία ώστε να παραδοθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

5.1.1 Υλοποίηση Δικτύου

Το γεωδαιτικό δίκτυο ορίζεται ως ένα δίκτυο το οποίο περιλαμβάνει σύνολο σημείων με γνωστές τις συντεταγμένες τους, οι οποίες είναι αναφερόμενες σε οποιοδήποτε σύστημα αναφοράς. Κάθε γεωδαιτικό δίκτυο συμβάλλει στην διεξαγωγή τοπογραφικών και γεωδαιτικών εφαρμογών χωρίς να επηρεάζεται από την έκταση της περιοχής μελέτης. Το κάθε δίκτυο έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες ανάλογα με την χρήση του και την περιοχή στην οποία ιδρύεται. Αυτές οι ιδιαιτερότητες ταξινομούνται ανάλογα με χαρακτηριστικά των δικτύων αυτών, όπως χωροσταθμικά δίκτυα, δίκτυα μικρό-μετακινήσεων, τοπογραφικά δίκτυα GNSS κ.α.

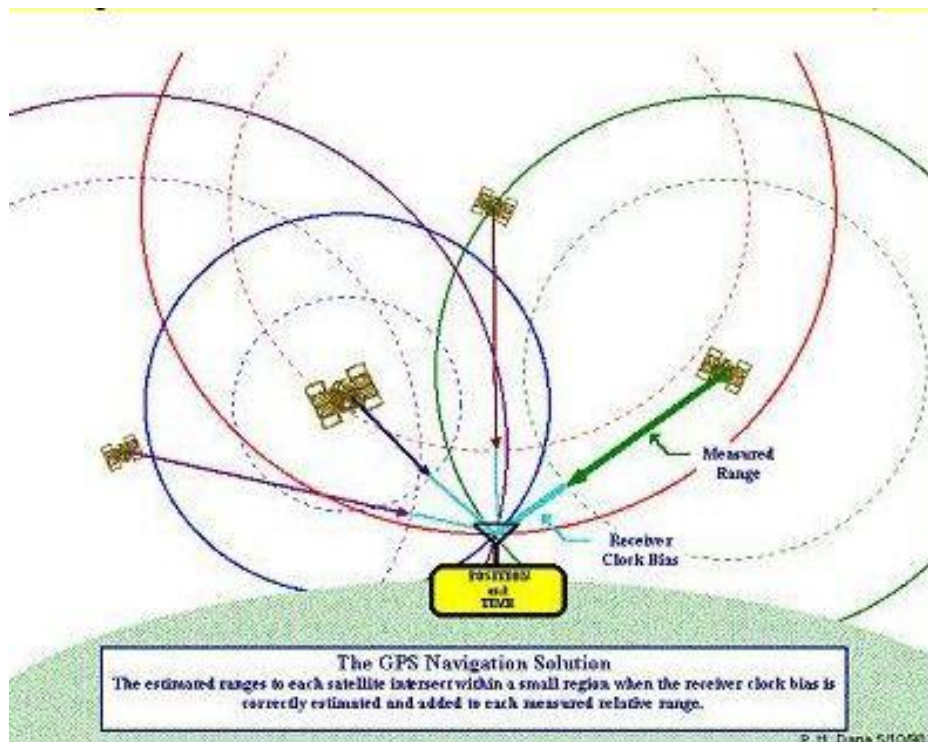
Το δίκτυο που ιδρύθηκε στην συγκεκριμένη ευεργασία υλοποιήθηκε από δορυφορικά συστήματα GNSS. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του στατικού σχετικού προσδιορισμού θέσης. Η μέθοδος αυτή προσδιορίζει τις συντεταγμένες ενός άγνωστου σημείου μέσω ενός άλλου σημείου με γνωστές συντεταγμένες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προσδιορίζεται η θέση του άγνωστου σημείου με υψηλή ακρίβεια, διότι πραγματοποιούνται ταυτόχρονες παρατηρήσεις μεταξύ των δεκτών, οι οποίοι συνδέονται με κοινούς δορυφόρους, (εικόνα 5.1).

Η ακρίβεια του στατικού εντοπισμού κυμαίνεται σε μία τάξη χιλιοστών (mm), ενώ σε μεγάλες αποστάσεις μπορεί να φθάσει τα εκατοστά (cm). Λόγω των ταυτόχρονων μετρήσεων προσδιορίζεται η σχετική θέση μεταξύ των δεκτών, δηλαδή μία βάση. Πιο συγκεκριμένα προσδιορίζονται τρεις παράμετροι ΔX , ΔY , ΔZ οι οποίες αν προστεθούν αλγεβρικά στις συντεταγμένες του γνωστού σημείου θα προκύψει η θέση του άγνωστου σημείου.



Εικόνα 5.1 εντοπισμός αγνώστου σημείου

Η μέθοδος του σχετικού στατικού εντοπισμού λειτουργεί με ταυτόχρονες παρατηρήσεις ως προς αντίστοιχους δορυφόρους, επομένως για να προσδιοριστεί η θέση του άγνωστου σημείου (X, Y, Z) χρειάζονται κατ' ελάχιστο 4 δορυφόροι (Εικόνα 5.2), ουσιαστικά έναν δορυφόρο για X , έναν για Y και έναν για Z καθώς η τομή τριών κύκλων προσδιορίζει ένα σημείο. Χρειάζεται όμως και ένας ακόμη δορυφόρος για την διόρθωση του χρόνου, διότι τα χρονόμετρα στους δορυφόρους-δέκτες δεν είναι τέλεια συγχρονισμένα. Η μέθοδος αυτή διαφέρει από την μέθοδο του απόλυτου προσδιορισμού θέσης όπου βρίσκεται η θέση σημείου με παρατηρήσεις από έναν μόνο δέκτη που επικοινωνεί με τους δορυφόρους. Η ακρίβεια του στατικού εντοπισμού είναι αισθητά χαμηλότερη επειδή δεν ικανοποιούνται επαρκώς τα συστηματικά σφάλματα όπως στον σχετικό εντοπισμό θέσης.



Εικόνα 5.2 Προσδιορισμός θέσης με τομή κύκλων.

5.1.2 Επίγειες μετρήσεις

Επίγειες μετρήσεις ορίζονται ως οι μετρήσεις οι οποίες πραγματοποιούνται στην επιφάνεια της γης για την αποτύπωση μιας περιοχής σε ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς. Η αποτύπωση της περιοχής μελέτης πραγματοποιείται με πολλές μεθόδους, όπως η ταχυμετρία και ο σχετικός κινηματικός εντοπισμός. Η ταχυμετρία θεωρείται ως η πιο κλασική μέθοδος αποτύπωσης με στόχο την μέτρηση χαρακτηριστικών σημείων και λεπτομερειών του εκάστοτε αντικειμένου. Με την μέθοδο αυτή υπολογίζονται οι καρτεσιανές συντεταγμένες των σημείων λεπτομέρειας (X, Y, Z). Για τον υπολογισμό των συντεταγμένων των άγνωστων σημείων με την διαδικασία της ταχυμετρίας είναι απαραίτητες πέντε παράμετροι:

- η απόσταση
- η γωνία θλάσης
- η κατακόρυφη γωνία
- το ύψος οργάνου και το ύψος στόχου

Η παράμετρος της απόστασης ορίζεται ως η οριζόντια γεωμετρική διαφορά των δύο σημείων στο επίπεδο. Αφορά την απόσταση ενός γνωστού σημείου με συντεταγμένες (X_1, Y_1) με ένα άγνωστο σημείο (X_2, Y_2) , η οποία υπολογίζεται με μηχανικό ή με ηλεκτρονικό τρόπο. Η παράμετρος της γωνίας θλάσης ορίζεται ως η γωνία που δημιουργείται ανάμεσα στο σημείο του προσανατολισμού και στο ταχυμετρικό σημείο που σκοπεύεται. Η παράμετρος αυτή μετριέται/υπολογίζεται με γεωδαιτικό σταθμό.

Η παράμετρος της κατακόρυφης γωνίας ορίζεται ως η γωνία που δημιουργείται ανάμεσα στον κατακόρυφο-κύριο άξονα του γεωδαιτικού σταθμού και στον σκοπευτικό άξονα που έχει προσανατολιστεί σε χαρακτηριστικό σημείο.

Ύψος στόχου και ύψος οργάνου είναι οι δυο παράμετροι αναγκαίες για την εύρεση της παραμέτρου Z (υψόμετρο) στα σημεία αποτύπωσης ή σημεία λεπτομερειών. Για να πραγματοποιηθεί ορθά η μέθοδος της ταχυμετρίας χρειάζεται ένα σημείο προσανατολισμού (μηδενισμού) με γνωστές συντεταγμένες, ώστε εν συνεχεία όλα τα σημεία και κατ' επέκταση το τελικό σχέδιο να προσανατολιστεί ως προς τον άξονα Y (Βορρά). Οι τύποι που χρησιμοποιούνται για την εύρεση των γεωδαιτικών συντεταγμένων είναι οι εξής:

Υπολογισμός γεωδαιτικών συντεταγμένων

$$X_2 = X_1 + S_{1,2} \cdot \sin \alpha_{1,2}$$

$$Y_2 = Y_1 + S_{1,2} \cdot \cos \alpha_{1,2}$$

όπου $\alpha_{1,2}$ είναι η γωνία διεύθυνσης μεταξύ του σημείου 1 και του σημείου 2, για τον υπολογισμό της οποίας απαιτείται η γωνία διεύθυνσης μεταξύ του σημείου (X_1, Y_1) και ενός σημείου προσανατολισμού (X_0, Y_0) .

Ο σχετικός κινηματικός προσδιορισμός θέσης σε πραγματικό χρόνο αποτελεί μία πιο σύγχρονη μέθοδο αποτύπωσης και μετρήσεων χαρακτηριστικών σημείων. Απαιτεί την διάδοση δεδομένων από σταθερό δέκτη GNSS, όπου είναι τοποθετημένος σε σημείο με γνωστές συντεταγμένες, σε δεύτερο κινούμενο δέκτη GNSS που είτε παραμένει ακίνητος για κάποια δευτερόλεπτα/λεπτά, είτε κινείται ακολουθώντας μία διαδρομή.

Ο σταθερός δέκτης μπορεί να τοποθετηθεί σε σημείο με γνωστές συντεταγμένες όπου έχει ιδρυθεί από τον εκάστοτε μηχανικό, είτε σε μόνιμους σταθμούς αναφοράς που έχουν ιδρυθεί από δίκτυο (π.χ. HEPOS ή άλλη ιδιωτική εταιρία), είτε σε ένα υλοποιημένο βάθρο γνωστής οριζοντιογραφικής και κατακόρυφης θέσης.

Ο κινούμενος δέκτης λαμβάνει μετρήσεις και μαζί με τις δικές του μετρήσεις πραγματοποιεί επεξεργασία και προσδιορίζει την θέση του. Προκειμένου να επικοινωνήσουν οι δέκτες GNSS χρειάζονται να έχουν ειδικό λογισμικό σύστημα εγκατεστημένο καθώς και σύστημα ασύρματης επικοινωνίας. Τα δεδομένα που εκπέμπονται σχετίζονται με τις λεγόμενες ψευδό-αποστάσεις και ένα μοντέλο διορθώσεων εφαρμόζεται στις παρατηρήσεις ώστε να προσδιοριστεί η θέση του με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Για τον υπολογισμό των άγνωστων συντεταγμένων του δέκτη GNSS χρειάζεται λήψη δεδομένων τουλάχιστον από τέσσερις δορυφόρους, όπου οι τρεις απαιτούνται για τον προσδιορισμό της θέσης του σημείου και ο τέταρτος απαιτείται για να υπολογιστεί το σφάλμα των ρολογιών του δέκτη και του δορυφόρου. Με την κινηματική μέθοδο προσδιορισμού θέσης (Real Time Kinetics - RTK) παρέχεται ικανοποιητική ακρίβεια για βάσεις μέχρι 30 km, αλλά θα ήταν προτιμότερο να μην ξεπερνιούνται τα 20km, διότι όσο αυξάνεται η γεωμετρική απόσταση τόσο οι ατμοσφαιρικές συνθήκες αλλάζουν και το μοντέλο διόρθωσης δεν είναι επαρκές με αποτέλεσμα να μειώνεται η ακρίβεια θέσης. Η ακρίβεια της προαναφερθείσας μεθόδου συνήθως είναι της τάξης των 1-4cm και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως:

- Η αβεβαιότητα των συντεταγμένων του γνωστού σημείου
- Το σφάλμα των ρολογιών του δέκτη και των δορυφόρων
- Το ιονικό και ατμοσφαιρικό σφάλμα
- Σφάλματα αντανακλαστικότητας
- Σφάλμα παρεμπόδισης σήματος από άλλες πηγές (π.χ κεραία)
- Σφάλμα παρεμπόδισης σήματος από φυσικά και τεχνητά εμπόδια

5.1.2 Όργανα τοπογραφικής αποτύπωσης

Η παράκτια αποτύπωση της περιοχής Τρούλου ν. Αίγινας πραγματοποιήθηκε με γεωδαιτικό σταθμό Leica TS02 (Εικόνα 5.3) και με δέκτες GNSS JAVAD TRIUMPH-1 (Εικόνα 5.4).



Leica FlexLine TS02plus

ANGLE MEASUREMENT (HZ, V)		
Accuracy ¹⁾	3" (1.5 mgon) / 5" (1.5 mgon) / 7" (2 mgon)	✓
Method	Absolute, continuous, diameter, at all models	✓
Display resolution	0.1" / 0.1 mgon / 0.01 mil	✓
Compensation	Quadruple Axis compensation: at all models	✓
Compensator setting accuracy	1" / 1.5" / 2"	✓
Compensator range	0.07 gon	✓
Endless Drives	Smooth movements with no delayed response time	✓
DISTANCE MEASUREMENT WITH REFLECTOR		
Range ¹⁾ (Round prism (Leica GPR1))	3,500 m	✓
Range ¹⁾ (Reflective tape (500 mm x 60 mm))	250 m	✓
Accuracy ¹⁾	Precision: 1.5 mm + 2.0 ppm Precision Factor: 2.0 mm + 2.0 ppm Tracking: 3.0 mm + 2.0 ppm	✓
Typical Measurement time ¹⁾	2.0 s	✓
Measurement time while in "Precision" mode	2.4 s	✓
DISTANCE MEASUREMENT WITHOUT REFLECTOR ¹⁾		
Range ¹⁾ (Prismless IR500)	500 m	○
Accuracy ¹⁾	2 mm + 2 ppm	○
Laser dot size	At 30 m: approx. 7 x 10 mm At 50 m: approx. 8 x 20 mm	✓
DATA STORAGE / COMMUNICATION		
Internal memory	Max.: 24,000 filepoints, Max.: 13,500 measurements	✓
Interfaces	Serial (RS485) up to 115'200	✓
Data formats	CSV / DNF / LandXML / CSV / user definable ASCII formats	✓
TELESCOPE		
Magnification / Resolving power	30 x / 3"	✓
Field of View	1° 30' (1.66 gon)	✓
Focusing range	2.7 m at 100 m 1.9 m to infinity	✓
Reticle	Illuminated, 30 brightness levels	✓
KEYBOARD AND DISPLAY		
Keyboard and Display	Simple alpha-numerical keyboard with high resolution, black & white display, Graphics, 360 x 288 pixels, display Illuminated, 5 brightness levels	✓
Position	Face I, Face II	✓
OPERATING SYSTEM		
Windows OS	S.O. Core	✓
LASER PLUMMET		
Type	Laser point, 5 brightness levels	✓
Centering accuracy	1.5 mm at 1.5 m	✓
BATTERY		
Type	Lithium-Ion	✓
Operating time ¹⁾	Approx. 30 hours	✓
Battery charging time	2.3 hours	✓
WEIGHT		
TS including GPR1 and tribrach	5.1 kg	✓
ENVIRONMENTAL		
Temperature range (operation)	-20° C to +50° C (+4° F to +122° F) Arctic Version -35° C to 50° C (-31° F to +122° F)	✓
Dust / Water (IEC 60529) Humidity	IP55, 95%, non-condensing	✓
LEICA FLEXFIELD PLUS ONBOARD SOFTWARE		
Included Application Programs:	Survey, Stake Out, Station Setup including Intersection, Local Intersection, Helmert Intersection, Orientation (Angles & Coordinates), Height Transfer, Area (Plan & Surface), DTM volume calculation, Tie Distance (SLM), Remote Height, Hidden Point, Backsight Check, Offset, Reference Line	✓
Extra Application Programs:	Reference Arc, Reference Plane, COGO, Read 2D	○
THEFT PROTECTION		
mySecurity, mySAK-code		✓

Εικόνα 5.3 Προδιαγραφές γεωδαιτικού σταθμού Leica TS02

(πηγή: <http://surveyequipment.com/leica-flexline-ts02plus-total-station/>)



Survey Modes	
Base or Rover	Static, Fast Static Kinematic (Stop and Go) RTK (Real-time Kinematic) DGPS (Differential GPS) SBAS DGPS
Survey Accuracy	
Static, Fast Static	Horizontal: 0.3 cm + 0.5 ppm * base_line_length Vertical: 0.5 cm + 0.5 ppm * base_line_length
Kinematic, RTK	Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1.5 ppm * base_line_length
RTK (OTF)	Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1.5 ppm * base_line_length
DGPS	< 0.25 m Post Processing, < 0.5 m Real Time
Cold Start	< 35 sec
Warm Start	< 5 sec
Reacquisition	< 1 sec

Εικόνα 5.4 Προδιαγραφές GNSS δέκτη JAVAD TRIUMPH-1

(πηγή: <https://www.soges.ru/gnss-javad-triumph-1>)

5.1.3 Ανάλυση επίγειων μετρήσεων

Για την μέτρηση με την μέθοδο RTK αλλά και την υλοποίηση ταχυμετρικών στάσεων χρησιμοποιήθηκε το δίκτυο CivilPos της ιδιωτικής εταιρείας CivilShop (<http://www.civilpos.gr/information.aspx>). Επίσης το τριγωνομετρικό ΓΥΣ «Πυργάκι», ευρισκόμενο εντός της υπό αποτύπωση έκτασης και εύκολα προσπελάσιμο, ελέγχθηκε σχετικά με πιθανότητα μετακίνησης τοποθετώντας έναν δέκτη GNSS (Εικόνα 5.5) και μετρώντας 15 φορές με την μέθοδο RTK. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των συντεταγμένων αυτών και τις συγκρίναμε με τις αντίστοιχες συντεταγμένες της ΓΥΣ. Οι αποκλίσεις βρέθηκαν κατά X (-0,0005m), κατά Y (-0,0485m), ενώ κατά Z δεν βρέθηκε ουδεμία απόκλιση. Επίσης μετρήθηκε και το γεωμετρικό υψόμετρο του τριγωνομετρικού «Πυργάκι» το οποίο σε σχέση με το ορθομετρικό του υψόμετρο βρέθηκε να έχει απόκλιση $h=-10,0444$ m, χρησιμοποιώντας την σχέση $h=H+N$, όπου $h=$ απόκλιση ελλειψοειδούς-γεωειδούς, $N=$ υψόμετρο γεωειδούς (μέτρηση 41,254) και $H=$ ορθομετρικό υψόμετρο (31,21m) (Πίνακας 2).

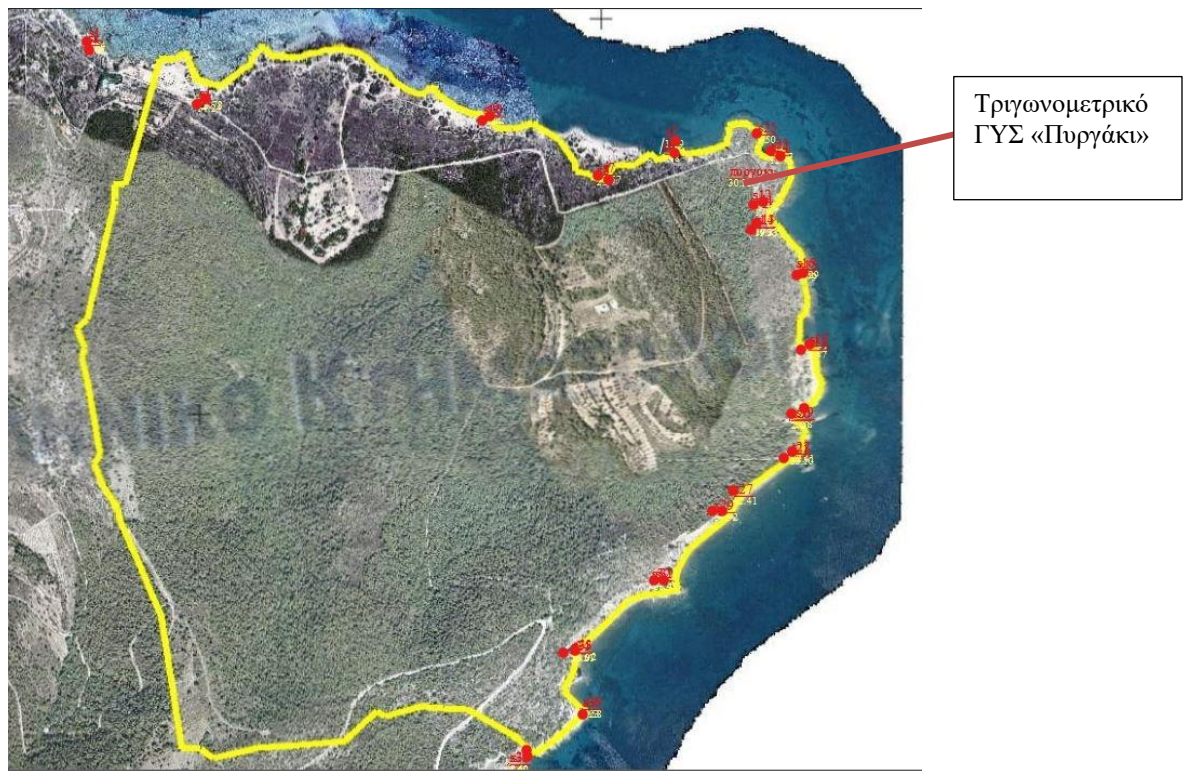


Εικόνα 5.5. Τριγωνομετρικό Γ.Υ.Σ. «Πυργάκι».

PYRGAKI	461332.043	4179994.262	30.11	31.21								
PYRGAKI1	461332.0448	4179994.2998	41.3349	31.2905	HSDV:0.011	VSDV:0.019	STATUS:FIXED	SATS:17	PDOP:1.265	HDOP:0.600	VDOP:1.114	
PYRGAKI2	461332.0420	4179994.3005	41.3209	31.2765	HSDV:0.012	VSDV:0.020	STATUS:FIXED	SATS:17	PDOP:1.265	HDOP:0.600	VDOP:1.114	
PYRGAKI3	461332.0524	4179994.3274	41.3219	31.2775	HSDV:0.011	VSDV:0.018	STATUS:FIXED	SATS:17	PDOP:1.265	HDOP:0.600	VDOP:1.114	
PYRGAKI4	461332.0388	4179994.2782	41.3209	31.2765	HSDV:0.011	VSDV:0.018	STATUS:FIXED	SATS:17	PDOP:1.265	HDOP:0.600	VDOP:1.114	
PYRGAKI5	461332.0398	4179994.2875	41.3169	31.2725	HSDV:0.011	VSDV:0.019	STATUS:FIXED	SATS:17	PDOP:1.274	HDOP:0.600	VDOP:1.124	
PYRGAKI6	461332.0466	4179994.3249	41.2326	31.1882	HSDV:0.016	VSDV:0.025	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI7	461332.0464	4179994.3246	41.2266	31.1822	HSDV:0.016	VSDV:0.025	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI8	461332.0432	4179994.3172	41.2396	31.1952	HSDV:0.016	VSDV:0.025	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI9	461332.0440	4179994.3207	41.2306	31.1862	HSDV:0.016	VSDV:0.026	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI10	461332.0429	4179994.3206	41.2106	31.1662	HSDV:0.017	VSDV:0.028	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI11	461332.0411	4179994.3227	41.2026	31.1582	HSDV:0.018	VSDV:0.028	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI12	461332.0389	4179994.3195	41.1996	31.1552	HSDV:0.018	VSDV:0.029	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI13	461332.0377	4179994.3222	41.1896	31.1452	HSDV:0.019	VSDV:0.030	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI14	461332.0449	4179994.3175	41.2176	31.1732	HSDV:0.019	VSDV:0.031	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
PYRGAKI15	461332.0495	4179994.3231	41.2506	31.2062	HSDV:0.016	VSDV:0.026	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.700	VDOP:1.311	
	461332.0435	4179994.3105	41.2544	31.2100								
	-0.0005	-0.0485	-10.0444									

Πίνακας 2. Μετρήσεις RTK με δέκτη GNSS στο τριγωνομετρικό ΓΥΣ «Πυργάκι».

Συνολικά τοποθετήθηκαν 39 στάσεις περιμετρικά της ακτογραμμής (Εικόνα 5.6, 5.7 και Πίνακας 3) διότι δεν ήταν εφικτή η πρόσβαση και αμοιβαία οπτική επαφή σε όλο το μήκος της ακτογραμμής λόγω των μεγάλων υψομετρικών διαφορών, των αποτόμων γκρεμών/πρανών και της ενίοτε πυκνής βλάστησης. Τοποθετώντας ορισμένες απομονωμένες στάσεις με υπολογισμό συντεταγμένων τους μέσω της παραπάνω μεθόδου μέσου όρων μετρήσεων RTK από το δίκτυο CivilPos, μπορέσαμε στην συνέχεια να μετρήσουμε με τον γεωδαιτικό σταθμό και χωρίς χρήση κατόπτρου πληθώρα από εξαιρετικά επικίνδυνα για πρόσβαση και απόκρημνα σημεία της ακτογραμμής.



Σκαρίφημα 5.6. Κατανομή ιδρυθέντων ταχυμετρικών στάσεων και τριγωνομετρικού ΓΥΣ «Πυργάκι»



Εικόνα 5.7 Τοποθέτηση δέκτη GNSS στη στάση ΣΤ2.

ΠΥΡΓΑΚΙ	461332.043	4179994.262	30.110
s1	459722.125	4180341.225	7.636
s2	459719.551	4180329.387	8.862
s3	459997.110	4180182.688	14.242
s4	459999.745	4180189.938	12.775
s5	461172.616	4180094.137	1.191
s6	461163.958	4180056.373	1.480
s7	461016.066	4180003.210	2.571
s8	461000.217	4179997.514	2.542
s9	460723.389	4180152.328	1.121
s10	460714.061	4180149.457	1.835
s11	461397.215	4179922.644	17.865
s12	461391.123	4179935.280	19.337
s13	461399.828	4179871.907	19.269
s14	461395.783	4179871.293	19.327
s15	461506.602	4179758.586	8.791
s16	461500.408	4179764.049	10.291
s17	461534.103	4179574.069	1.540
s18	461531.259	4179564.463	2.474
s19	461497.804	4179390.345	1.376
s20	461489.798	4179387.277	2.795
s21	461486.445	4179297.016	23.099
s22	461488.418	4179303.169	22.407
s23	461435.343	4180061.304	11.671
s24	461435.072	4180053.259	12.727
s25	461404.869	4180104.549	9.504
s27	461343.755	4179197.705	42.414
s28			
s29	461296.083	4179155.640	57.916
s30			
s31	461145.069	4178983.581	53.473
s32	461138.559	4178985.980	54.696
s33	460940.477	4178804.671	51.918
s34	460934.116	4178804.072	53.511
s35	460938.161	4178802.001	53.069
s36	460962.584	4178661.816	7.232
s37	460966.669	4178662.181	6.584
s38	460780.228	4178521.912	8.649
s39	460783.344	4178523.429	8.689

Πίνακας 3. Οι συντεταγμένες των ιδρυθέντων ταχυμετρικών στάσεων.

Οι στάσεις που ιδρύθηκαν ήταν όσο το δυνατόν ομοιόμορφα κατανομημένες στον χώρο για την καλύτερη κάλυψη της περιοχής, και κάθε ταχυμετρική στάση είχε και την αντίστοιχη στάση προσανατολισμού της και σε μεταξύ αποστάσεις που κυμαίνονταν (ανάλογα το ανάγλυφο) από 3-4 μέχρι και 63m. Οι στάσεις υλοποιήθηκαν με ατσαλόκαρφα ή με ξύλινα πασαλάκια καλά πακτωμένα στο έδαφος. Οι στάσεις με αριθμό 28 και 30 δεν χρησιμοποιήθηκαν τελικά.

5.2 Επίλυση Μετρήσεων

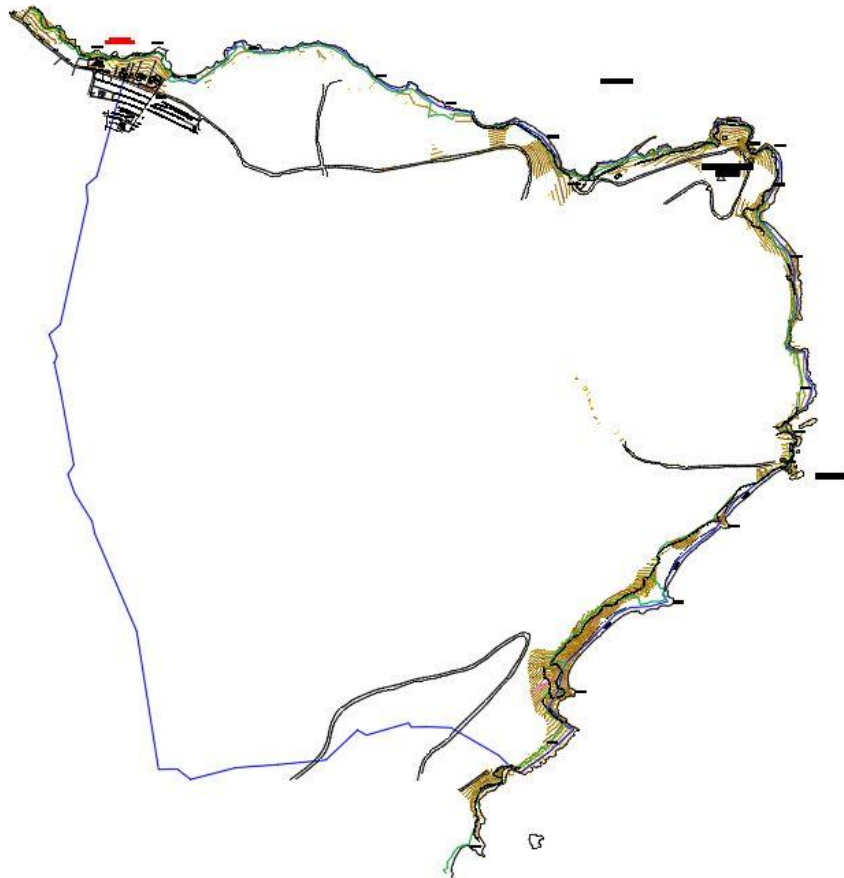
Οι συντεταγμένες κάθε στάσης ξεχωριστά μετρήθηκαν δέκα φορές με την μέθοδο RTK και πάρθηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων (Πίνακας 4). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η επίλυση των μετρήσεων από το γεωδαιτικό σταθμό LEICA TS02.

s1	459722.125	4180341.225	7.636		HSDV:0.016	VSDV:0.062	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:2.715	HDOP:0.900	VDOP:2.562
s2	459719.551	4180329.387	8.862		HSDV:0.014	VSDV:0.044	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.579	HDOP:0.900	VDOP:1.297
s3	459997.110	4180182.688	14.242		HSDV:0.017	VSDV:0.053	STATUS:FIXED	SATS:8	PDOP:3.227	HDOP:1.200	VDOP:2.996
s4	459999.745	4180189.938	12.775		HSDV:0.011	VSDV:0.023	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.424	HDOP:0.900	VDOP:1.103
s5	461172.616	4180094.137	1.191		HRMS:0.008	VRMS:0.012	STATUS:FIXED	SATS:6	PDOP:2.381	HDOP:1.245	VDOP:2.029
s6	461163.958	4180056.373	1.480		HRMS:0.012	VRMS:0.014	STATUS:FIXED	SATS:6	PDOP:2.368	HDOP:1.197	VDOP:2.043
s7	461016.066	4180003.210	2.571		HRMS:0.009	VRMS:0.012	STATUS:FIXED	SATS:6	PDOP:2.317	HDOP:1.216	VDOP:1.973
s8	461000.217	4179997.514	2.542		HSDV:0.014	VSDV:0.029	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.640	HDOP:0.800	VDOP:1.432
s9	460723.389	4180152.328	1.121		HSDV:0.013	VSDV:0.019	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.407	HDOP:0.800	VDOP:1.157
s10	460714.061	4180149.457	1.835		HSDV:0.011	VSDV:0.021	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.592	HDOP:0.800	VDOP:1.376
s11	461397.215	4179922.644	17.865		HSDV:0.014	VSDV:0.026	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:2.416	HDOP:1.200	VDOP:2.097
s12	461391.123	4179935.280	19.337		HSDV:0.015	VSDV:0.026	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:2.182	HDOP:1.300	VDOP:1.752
s13	461399.828	4179871.907	19.269		HRMS:0.005	VRMS:0.008	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.478	HDOP:0.745	VDOP:1.276
s14	461395.783	4179871.293	19.327		HRMS:0.005	VRMS:0.008	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.486	HDOP:0.744	VDOP:1.286
s15	461506.602	4179758.586	8.791		HRMS:0.008	VRMS:0.009	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.579	HDOP:0.846	VDOP:1.333
s16	461500.408	4179764.049	10.291		HRMS:0.014	VRMS:0.011	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.600	HDOP:0.873	VDOP:1.341
s17	461534.103	4179574.069	1.540		HRMS:0.012	VRMS:0.011	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.440	HDOP:0.799	VDOP:1.199
s18	461531.259	4179564.463	2.474		HRMS:0.006	VRMS:0.008	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.447	HDOP:0.792	VDOP:1.211
s19	461497.804	4179390.345	1.376		HSDV:0.016	VSDV:0.029	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:5.847	HDOP:0.800	VDOP:5.792
s20	461489.798	4179387.277	2.795		HSDV:0.012	VSDV:0.023	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:5.847	HDOP:0.800	VDOP:5.792
s21	461486.445	4179297.016	23.099		HSDV:0.011	VSDV:0.038	STATUS:FIXED	SATS:15	PDOP:1.701	HDOP:0.700	VDOP:1.550
s22	461488.418	4179303.169	22.407		HRMS:0.012	VRMS:0.012	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.630	HDOP:0.835	VDOP:1.400
s23	461435.343	4180061.304	11.671		HSDV:0.011	VSDV:0.033	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.744	HDOP:0.800	VDOP:1.550
s24	461435.072	4180053.259	12.727		HSDV:0.015	VSDV:0.041	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.567	HDOP:0.900	VDOP:1.283
s25	461404.869	4180104.549	9.504		HSDV:0.015	VSDV:0.041	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:1.627	HDOP:1.000	VDOP:1.283
s27	461343.755	4179197.705	42.414	Προσεγγιστικά	HSDV:0.013	VSDV:0.027	STATUS:FIXED	SATS:14	PDOP:1.794	HDOP:0.800	VDOP:1.606
s28											
s29	461296.083	4179155.640	57.916		HSDV:0.012	VSDV:0.017	STATUS:FIXED	SATS:14	PDOP:1.353	HDOP:0.700	VDOP:1.158
s30											
s31	461145.069	4178983.581	53.473		HSDV:0.013	VSDV:0.019	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.407	HDOP:0.800	VDOP:1.157
s32	461138.559	4178985.980	54.696		HSDV:0.013	VSDV:0.042	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.966	HDOP:0.900	VDOP:1.748
s33	460940.477	4178804.671	51.918		HSDV:0.016	VSDV:0.022	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.461	HDOP:0.800	VDOP:1.223
s34	460934.116	4178804.072	53.511		HSDV:0.015	VSDV:0.029	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:5.862	HDOP:0.900	VDOP:5.792
s35	460938.161	4178802.001	53.069	Σε αυτήν έγινε προσανατολισμός	HSDV:0.011	VSDV:0.021	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.592	HDOP:0.800	VDOP:1.376
s36	460962.584	4178661.816	7.232		HSDV:0.013	VSDV:0.019	STATUS:FIXED	SATS:14	PDOP:1.293	HDOP:0.700	VDOP:1.087
s37	460966.669	4178662.181	6.584		HSDV:0.013	VSDV:0.027	STATUS:FIXED	SATS:14	PDOP:1.640	HDOP:0.800	VDOP:1.432
s38	460780.228	4178521.912	8.649		HSDV:0.011	VSDV:0.039	STATUS:FIXED	SATS:14	PDOP:1.742	HDOP:0.800	VDOP:1.547
s39	460783.344	4178523.429	8.689		HSDV:0.011	VSDV:0.033	STATUS:FIXED	SATS:13	PDOP:1.906	HDOP:0.800	VDOP:1.730

Πίνακας 4. Συντεταγμένες και ακρίβειες των ταχυμετρικών στάσεων μετά από τον υπολογισμό των μέσων όρων των συντεταγμένων.

5.3 Απόδοση Δεδομένων

Για την απόδοση των ταχυμετρικών δεδομένων έγινε χρήση του λογισμικού XRTC 4 Facelift για να περαστούν τα σημεία σε πρόγραμμα σχεδίασης AUTOCAD 2013 και στο οποίο έγινε η τελική απόδοση του τοπογραφικού σχεδίου. Τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του σχεδίου λήφθηκαν από το λογισμικό XRTC ή έγινε δημιουργία νέων επιπέδων (layers), όπως Βορράς, Ακτογραμμή, Γραμμή βλάστησης, Πρανές φρύδι, Πρανές πόδι, ΔΕΗ, ΟΤΕ, Υψόμετρο, Γραμμή αιγιαλού, Γραμμή παραλίας, Τοίχος, Ξερολιθιά, Συρματοπλεγμα, Ισοϋψής κλπ. Η κλίμακα σχεδίασης του τοπογραφικού διαγράμματος είναι 1:2000. Επιπροσθέτως για την δημιουργία του σχεδίου τα ταχυμετρικά σημεία που επιλύθηκαν και αποτέλεσαν το τμήμα της παράκτιας αποτύπωσης ήταν 886, ενώ τα σημεία που επιλύθηκαν με την μέθοδο του RTK ήταν 2603. Τέλος έγινε η σχεδίαση και η ένωση των σημείων σύμφωνα με το κροκί της κάθε στάσης και το αποτέλεσμα ήταν η παραγωγή του τοπογραφικού διαγράμματος της συνολικής έκτασης όπου τοποθετήθηκε και η λεγόμενη γραμμή βλάστησης (Εικόνα 5.8).



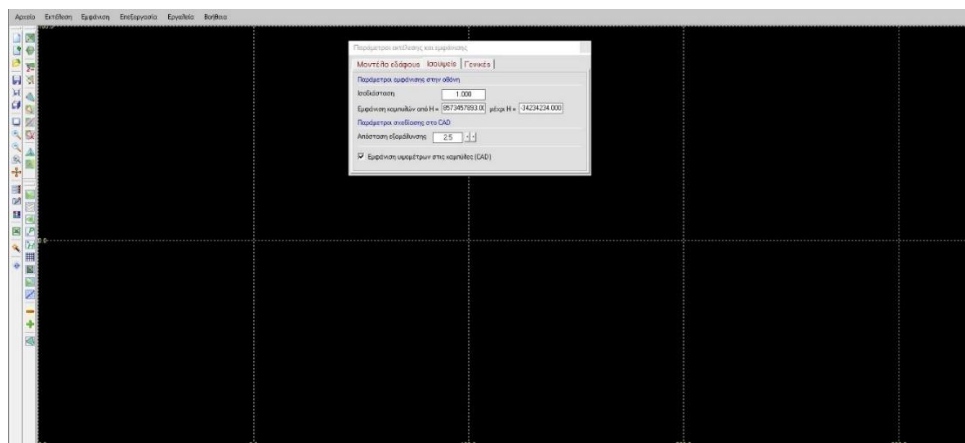
Εικόνα 5.8 Η συνολική παράκτια αποτύπωση του οχυρού «Τούρλος» Αίγινας.

Οι ισοϋψείς γραμμές προέκυψαν με ισοδιάσταση ανά 1m και κύρια ισοδιάσταση ανά 5m βάση προδιαγραφών (Πίνακας 5 και Εικόνα 5.9). Για τον υπολογισμό των ισοϋψών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό XRTC 4 Facelift και η εξαγωγή έγινε σε περιβάλλον Autocad (Εικόνα 5.10 και 5.11). Η εμφάνιση των ισοϋψών έγινε και στο Google Earth (Εικόνα 5.12), αφού μετατράπηκε το DXF σε KML αρχείο με ένα on-line πρόγραμμα (my geodata converter).

Πίνακας 4. Τιμές ισοδιάστασεων χαρτών σε m.

Κλίμακα	Ψηλές ορεινές περιοχές $\alpha_{\max} = 45^\circ$		Λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές $\alpha_{\max} = 25^\circ$	Πεδινές-λοφώδεις περιοχές $\alpha_{\max} = 10^\circ$	Τιμές ισοδιάστασης ενδιάμεσων ισοϋψών καμπυλών
	Ιδανική ισοδιάσταση	Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη ισοδιάσταση	Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη ισοδιάσταση	Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη ισοδιάσταση	
1:1.000	1,5	1	0,5	0,25	0,5
1:2.000	2,7	2	1,0	0,5	1,0
1:5.000	5,7	5	2	1	2,5
1:10.000	10	10	10	2	5
1:20.000	17	10	10	2,5	10
1:25.000	19	10,20	10	2,5	10
1:50.000	29	20, 25, 30, 40	10, 20	5	10, 15
1:100.000	47	50	25	5, 10	25
1:200.000	75	50, 100	50	10	50
1:250.000	85	100	50	10, 20	50
1:500.000	100, 200	130	100	20	100
1:1.000.000	200	200	100	20, 50	100

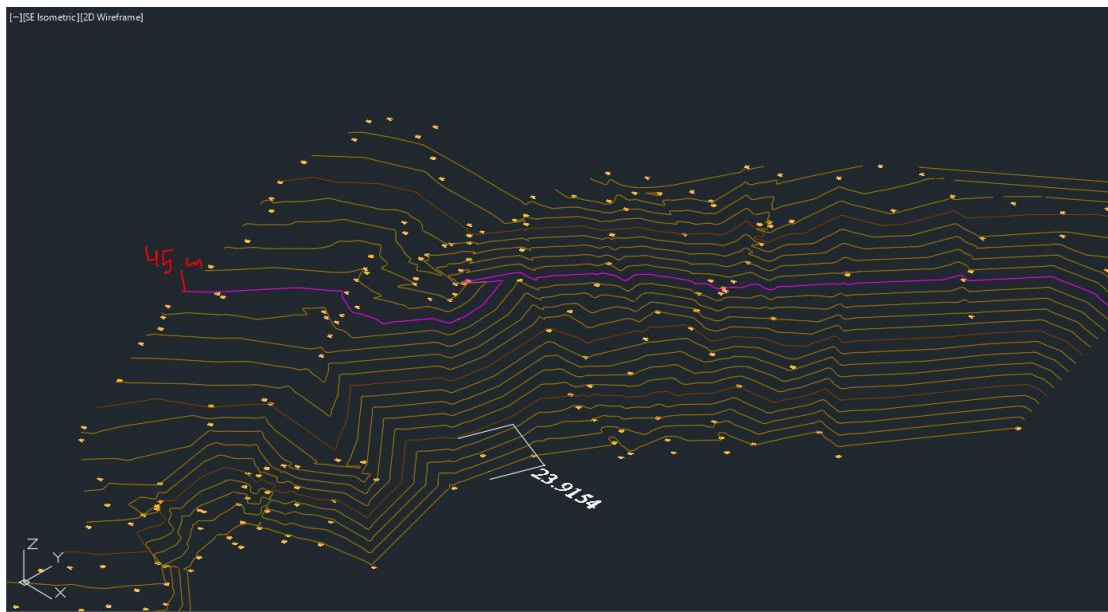
Πίνακας 5. Προδιαγραφές ισοϋψών βάσει κλίμακας τοπογραφικού διαγράμματος.



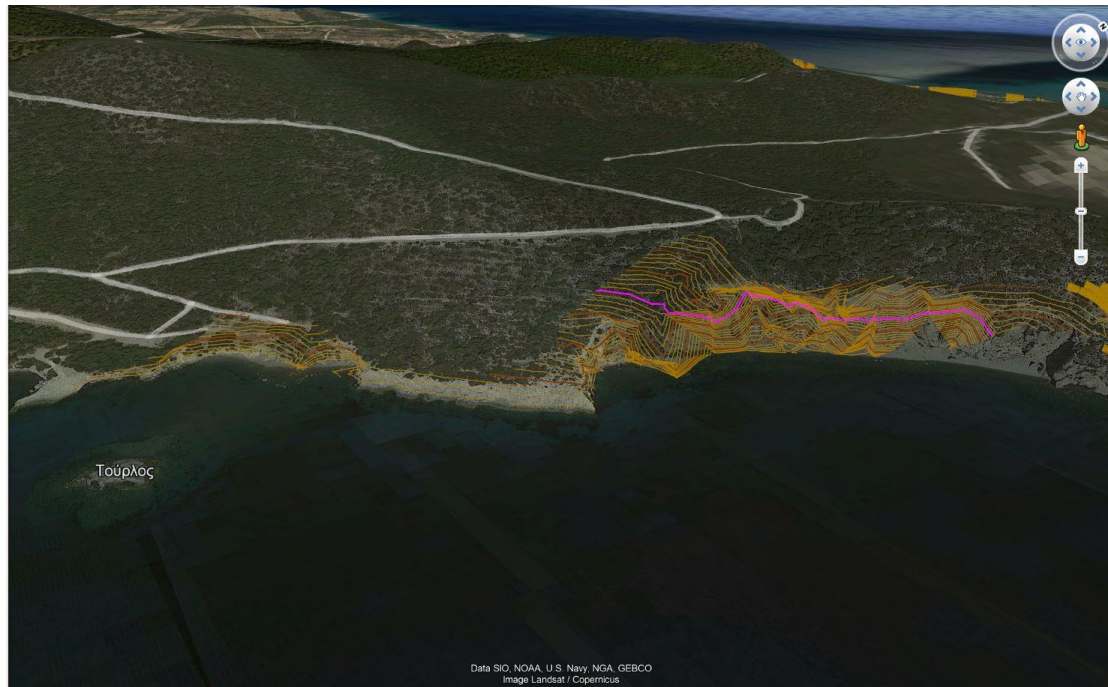
Εικόνα 5.9 Παράμετροι του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) και υπολογισμός της ισοδιάστασης.



Εικόνα 5.10 Εμφάνιση μοντέλου ισοϋψών στο AutoCAD.



Εικόνα 5.11 Λεπτομέρεια απεικόνισης παράκτιου ανάγλυφου όπου φαίνεται ότι σε απόσταση 24 μέτρων κατά μήκος υπάρχει υψομετρική διαφορά 45 μέτρων.



Εικόνα 5.12 Εμφάνιση ισοϋψών καμπυλών στο Google Earth.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την υλοποίηση του έργου και πιο συγκεκριμένα για την αποτύπωση της παράκτιας περιοχής του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» Αίγινας ήταν απαιτητικές και χρειάστηκαν πολύ χρόνο εργασίας. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η ίδρυση 39 στάσεων και με την μέθοδο των μέσων όρων RTK μετρήσεων υπολογίστηκαν οι συντεταγμένες τους. Έπειτα με την μέθοδο της ταχυμετρίας και χρήση γεωδαιτικού σταθμού, αλλά και χρήση RTK – όπου αυτό ήταν εφικτό και προσβάσιμο - αποτυπώθηκε περιμετρικά η παράκτια περιοχή σε μήκος περίπου 7km. Τέλος, οι μετρήσεις επεξεργάστηκαν κατάλληλα από συγκεκριμένα λογισμικά και αποδόθηκαν σε σχέδιο ως τα τελικά προϊόντα της εργασίας.

6.1 Δυσκολίες υλοποίησης

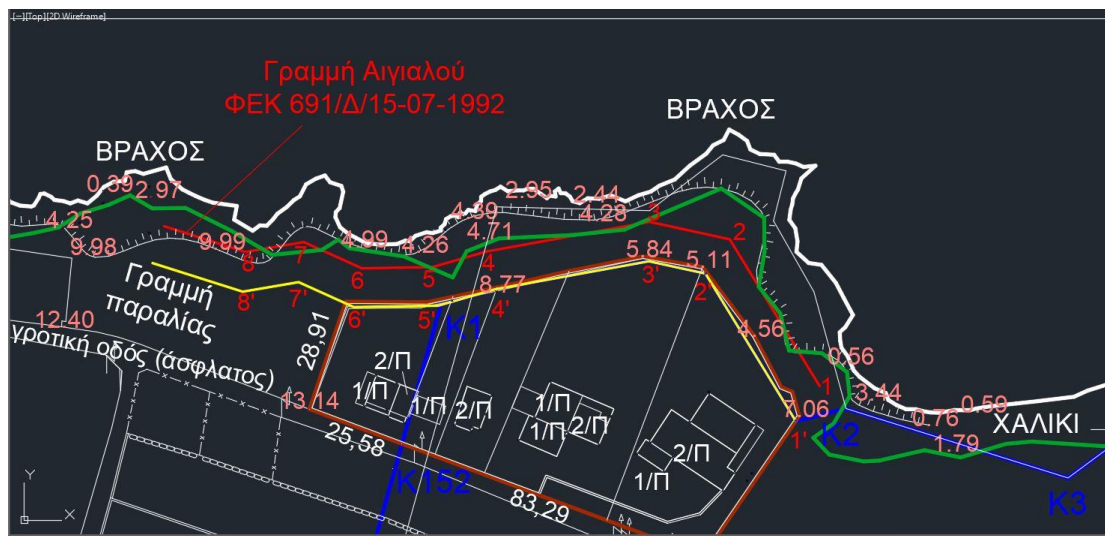
Κατά την διάρκεια της μελέτης παρουσιάστηκαν προβλήματα και δυσκολίες, όπως σε κάθε έργο που πραγματοποιείται στο πεδίο:

- Το μεγάλο μήκος της ακτογραμμής ήταν το πρώτο πρόβλημα που παρουσιάστηκε, καθώς τα παράκτια όρια του οχυρού εκτείνονται σε μήκος 6,8 χιλιομέτρων περιμετρικά και σε έκταση 239 στρεμμάτων. Παρόλη την δυσκολία πρόσβασης σε αρκετά τμήματα, η επιλογή των θέσεων των ταχυμετρικών στάσεων και η αποτύπωση έπρεπε να γίνει προσεκτικά και συντονισμένα ώστε να μην ξεχαστεί κάποιο τμήμα. Η επανάληψη μετρήσεων για τυχόν κενά ήταν ιδιαίτερη χρονοβόρα λόγω δυσκολίας προσπελασιμότητας.
- Οι ιδιαίτερα μεγάλες και απότομες υψομετρικές διαφορές σε πολλαπλά σημεία κατά μήκος της ακτογραμμής με απόκρημνα, ενίοτε ασταθή και έντονα βραχώδη πρανή απαιτούσαν προσεκτική πεζή προσέγγιση με ιδιαίτερο κίνδυνο.

6.2. Συμπεράσματα

Με το τέλος της μελέτης τα αποτελέσματα που προέκυψαν παραδόθηκαν στο Λιμενικό Ταμείο του Εθνικού Στόλου για την οριοθέτηση και τον καθορισμό των οριογραμμών αιγιαλού και παραλίας στην περιοχή. Να σημειωθεί ότι στο βόρειο-δυτικό άκρο της

έκτασης υπάρχει εγκεκριμένος αιγιαλός (ΦΕΚ 691/Δ/15-07-1992) ενώ η παρούσα παράκτια αποτύπωση ανέδειξε και προβλήματα καταπάτησης των ορίων της ιδιοκτησίας του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» από ιδιώτες (Εικόνα 6.1).



Εικόνα 6.1 Λεπτομέρεια τοπογραφικής αποτύπωσης σε σχέση με τον αιγιαλό του ΦΕΚ (691/Δ/1992) στο βόρειο-δυτικό άκρο της υπό μελέτης περιοχής.

6.3. Προτάσεις

Η πρόταση για την οριογραμμή αιγιαλού στην περιοχή του ναυτικού οχυρού «Τούρλος» Αίγινας είναι να ακολουθήσει – όπου αυτό είναι εφικτό – την γραμμή βλάστησης η οποία υποδηλώνει ότι το κύμα κατά τη διάρκεια του χειμώνα φτάνει μέχρι εκεί, καθώς το νερό είναι αλμυρό δεν επιτρέπει στα φυτά να αναπτυχθούν σε αυτήν την περιοχή. Επίσης στα παράκτια τμήματα όπου εμφανίζονται έντονα και απότομα πρανή, η γραμμή αιγιαλού θα ταυτιστεί με το φρύδι του πρανούς.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahlhorn, F., (2009). *Long-term perspective in coastal zone development multifunctional coastal protection zones*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Avtar, R. & Watanabe, T. (2020). *Unmanned Aerial Vehicle. Applications in Agriculture and Environment*. Switzerland: Springer.
- Barnard, P., Short, A. D., Harley, M. D., Splinter, K. D., Vitousek, S., Turner, I. I. L., et al. (2015). Coastal vulnerability across the Pacific dominated by El Niño/southern oscillation. *Nature Geoscience* 8, 1–8.
- Bates, C. (2009). *Oldest map in Western Europe found engraved on 14,000-year-old chunk of rock*. (Πρόσβαση 25.11.2022 από Daily Mail), <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1204539/Oldest-map-western-Europe-engraved-14-000-year-old-chunk-rock.html>.
- Baztan, J., Chouinard, O., Jorgensen, B., Tett, P., Vanderlinden, J., & Vasseur, L. (2015). *Coastal Zones. Solutions for the 21st Century*. USA: Elsevier.
- Borneman, E. (2014). *Maps and Cartography. The Oldest Known Map of the World*. (πρόσβαση 25.11.2022 από <https://www.geographyrealm.com/oldest-known-map-world/>).
- Brunel, C., & Sabatier, F. (2009). Potential influence of sea-level rise in controlling shoreline position on the French Mediterranean Coast. *Geomorphology* 107, 47–57.
- Castelle, B., Bujan, S., Marieu, V., & Ferreira, S. (2020). 16 years of topographic surveys of rip-channelled high-energy meso-macrotidal sandy beach. *Scientific Data Volume 7, Article Number: 410 (2020)*
- Clark, J. (2018). *Coastal Zone Management Handbook*. USA: Chapman and Hall CRC
- Cracknell, P., & Hayes, L. (2007) *Introduction to remote sensing*. UK: Taylor and

- Europe's Environment, (2020). *The Dobbris Assessment. Coastal Zone Threats and Management*. European Environment Agency
- Evans, J. (1998). *The History and Practice of Ancient Astronomy*. USA: Oxford University Press.
- Forst, M. (2009). The convergence of Integrated Coastal Zone Management and the ecosystems approach. *Ocean & Coastal Management Volume 52, Issue 6, June 2009, Pages 294-306*
- Francis.
- Galon, D. (2016). Τα Ναυτικά Οχυρά Αιγίνης. Ναυτική Επιθεώρηση. Τεύχος 594-Τομος 176
- Kaplan, E., & Hegarty, C. (2018). *Understanding GPS_GNSS. Principles and Applications*. USA: Artech House.
- Lin, Y., et al (2019). Evaluation of UAV LiDAR for Mapping Coastal Environments. *Remote Sens. 2019, 11(24), 2893*.
- Linkov, I., & Kiker, G., & Wenning, R. (2010). *Environmental Security in Harbors and Coastal Areas: Management Using Comparative Risk Assessment and Multi-Criteria Decision Analysis*. The Netherlands: Springer.
- Markoski, B. (2018). *Basic Principles of Topography*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Mueller, T., & Gretchen, S. (2015). *GIS Applications in Agriculture. Conservation Planning*. USA: CRC Press
- Nadolinets, L., Levin, E., Akhmedov, D. (2017). *Surveying instruments and technology*. USA: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Panagou, T, Oikonomou, E., Hasiotis, T., & Velegrakis, A. (2020): Shallow Water Bathymetry Derived from Green Wavelength Terrestrial Laser Scanner, *Marine Geodesy*.
- Roller, D. (2010). *Eratosthenes' Geography*. USA: Princeton University Press.

- ΕΚ 413 (2002). *Σύσταση του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2002 σχετικά με την εφαρμογή στην Ευρώπη της ολοκληρωμένης διαχείρισης των παράκτιων ζωνών. L148/24. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.*
- ΕΛΣΤΑΤ, (2022). *Αποτελέσματα απογραφής πληθυσμού & κατοικιών 2021.* Αθήνα Ελληνική Στατιστική Αρχή.
- Κρεστενίτης, Γ., Κομπιάδου, Κ., Μακρής, Μ., Ανδρουλιδάκης, Γ., & Καραμπάς, Θ. (2015). *Παράκτια Μηχανική Θαλάσσια Περιβαλλοντική Υδραυλική.* Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών
- Τσούλος, Λ., Σκοπελίτη, Α., & Στάμου, Λ. (2015). *Χαρτογραφική Σύνθεση και Απόδοση*
- Φούντας, Σ. & Γέμτος, Θ. (2015). *Γεωργία Ακριβείας.* Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Χαλκιάς, Χ. (2015). *Γεωγραφική Ανάλυση με την αξιοποίηση της Γεωπληροφορικής. Εφαρμοσμένα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.* Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- <https://www.aegina.com.gr/climate/> Γεωγραφία – Κλίμα, (πρόσβαση 10.11.2022)
- <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/integrated-coastal-zone-management> integrated coastal zone management, (πρόσβαση 11.11.2022)
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002H0413> Recommendation of the European Parliament and of the Council of 30 May 2002 concerning the implementation of Integrated Coastal Zone Management in Europe, (πρόσβαση 12.11.2022)
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0056> Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive), (πρόσβαση 12.11.2022)

- Βενθικοί είναι οι οργανισμοί που ζουν στον πυθμένα και διακρίνονται σε φυτοβένθος και ζωοβένθος. Το φυτοβένθος περιλαμβάνει φύκια ή ανώτερα φυτά (Posidonia) που ζουν προσκολλημένα στον πυθμένα και το ζωοβένθος περιλαμβάνει ζωικούς οργανισμούς που ζουν μέσα στον πυθμένα (δίθυρα, σαλιγκάρια, σκουλήκια, αστερίες), πάνω στον πυθμένα (καβούρια, γαρίδες, αχινοί, σπόγγοι, ανεμώνες) ή κοντά σε αυτόν (βενθικά ψάρια π.χ. γλώσσες). (πρόσβαση 12.11.2022 από http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher3_3_3.html)
- <http://www.un-documents.net/a21-17.htm> Agenda 21. Chapter 17. Protection of the Oceans, All Kinds of Seas, Including Enclosed and Semi-enclosed Seas, And Coastal Areas and the Protection, Rational Use and Development of Their Living Resources, (πρόσβαση 14.11.2022)
- <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/europes-seas-and-coasts/#interesting-facts> Europe's seas and coasts, (πρόσβαση 16.11.2022)
- https://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index_en.htm Our Oceans, Seas and Coasts
- The Barcelona Convention, (πρόσβαση 16.11.2022)
- www.unepmap.org Mediterranean Action Plan (MAP), (πρόσβαση 18.11.2022)
- <https://xyz.gr/service/aigialos-paralia/> Αιγιαλός & Παραλία, (πρόσβαση 21.11.2022)
- <https://www.e-nomothesia.gr/kat-aigialos-paralia/n-2971-2001.html> Νόμος 2971/2001 : Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις. Το Κωδικοποιημένο αρχείο, εκδόθηκε σε ενοποιημένο κείμενο με ενσωματωμένες τις μεταγενέστερες τροποποιήσεις με τις διατάξεις του Ν.4964/2022 - ΦΕΚ 150/Α/30-7-2022. (πρόσβαση 21.11.2022)
- <https://www.popularmechanics.com/science/environment/a19068718/why-its-impossible-to-accurately-measure-a-coastline/> why it's Impossible to Accurately Measure a Coastline, (πρόσβαση 22.11.2022)
- <https://www.eea.europa.eu/publications/92-826-5409-5/page035new.html> definition of the coastal zone, (πρόσβαση 22.11.2022)
- <https://www.thearchaeologist.org/blog/imago-mundi-the-oldest-known-map> IMAGO MUNDI. The oldest known map, (πρόσβαση 25.11.2022).
- <http://galileo.rice.edu/sci/instruments/telescope.html> The Telescope, (πρόσβαση

27.11.2022).

- <https://shoreline.noaa.gov/intro/index.html> Shoreline Mapping History, (πρόσβαση 27.11.2022).
- <https://www.ecologic.eu/10276> Integrated Management of Coastal Areas in the Face of Climate Change Adaptation, (πρόσβαση 28.11.2022).
- <https://www.euspa.europa.eu/european-space/eu-space-programme/what-gnss> what is GNSS? (Πρόσβαση 30.11.2022).
- European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) βελτιώνει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των πληροφοριών GPS διορθώνοντας τα σφάλματα μέτρησης σήματος και παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα των σημάτων του. Η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Γεωστατικής Πλοήγησης (EGNOS) είναι το περιφερειακό δορυφορικό σύστημα αύξησης (SBAS) που χρησιμοποιείται για την βελτίωση της απόδοσης των παγκόσμιων δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης (GNSS), όπως το GPS και το Galileo. (πρόσβαση 30.11.2022 από <https://www.euspa.europa.eu/european-space/egnos/what-egnos>).