



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση των Ακτών της Νοτιοανατολικής
Λαυρεωτικής
Πτυχιακή εργασία

Ταμπουράκη Γεωργία



Αθήνα, 2020



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καρύμπαλης Ευθύμιος (επιβλέπων): Καθηγητής και Πρόεδρος του
Τμήματος Γεωγραφίας

Χαλκιάς Χρίστος: Καθηγητής και Αναπληρωτής Πρόεδρος του
Τμήματος Γεωγραφίας

Καψιμάλης Βασίλειος: Διευθυντής Ερευνών του Ινστιτούτου
Ωκεανογραφίας, ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.

Αθήνα, 2020

Η Γεωργία Ταμπουράκη

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1)** Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2)** Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου, θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον κ. Καρύμπαλη, καθηγητή και Πρόεδρο του Χαροκοπείου, για την ανάθεση της εργασίας και την πολύτιμη υποστήριξη και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια υλοποίησης της.

Όπως επίσης, εκτιμώ την σημαντική βοήθεια του κ. Καψιμάλη, κατά τη περίοδο της πρακτικής μου άσκησης στο ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., η οποία συνέφερε σε μεγάλο βαθμό στη συλλογή γνώσεων, προς αξιοποίηση τους στην εργασία.

Ακόμα, οφείλω να ευχαριστήσω τον κ. Μπατζάκη και την κ. Ανδρέου για την πραγματοποίηση της επιτόπιας έρευνας και της δειγματοληψίας στην περιοχή μελέτης, καθώς και τον κ. Τσανάκα για την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, και ιδιαίτερα τους γονείς μου για την στήριξή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου!

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	11
ABSTRACT.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1 Εισαγωγή.....	15
1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	17
2.1 Γεωγραφική θέση.....	17
2.2 Ιστορικά στοιχεία περιοχής μελέτης	21
2.3 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά	23
2.4 Μέσο ύψος κύματος.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ.....	25
3.1 Μορφολογία.....	25
3.2 Κλίση εδάφους.....	27
3.3 Έκθεση εδάφους.....	29
3.4 Υδρογραφία-Υδρογραφικό δίκτυο.....	31
3.5 Χρήσεις Γης.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	35
4.1 Γεωλογική Δομή.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ.....	40
5.1 Περιγραφική Γεωμορφολογική Ανάλυση.....	40
5.2 Μεθοδολογία.....	41
5.3 Περιγραφή γεωμορφών περιοχής μελέτης.....	43
5.4 Γενικά συμπεράσματα από τη συσχέτιση της γεωλογίας και της παράκτιας γεωμορφολογίας.....	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°: ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ.....	66
6.1 Κοκκομετρία.....	66
6.2 Δειγματοληψία.....	68
6.3 Προετοιμασία των δειγμάτων.....	72
6.4 Επεξεργασία στοιχείων κοκκομετρικής ανάλυσης.....	74
6.5 Στατιστική μέθοδος επεξεργασίας των αποτελεσμάτων.....	96
6.6 Σχολιασμός αποτελεσμάτων του υπολογισμού των στατιστικών παραμέτρων.....	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	109

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αφορά στη γεωμορφολογική μελέτη και χαρτογράφηση των ακτών της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής.

Η μελέτη των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της παράκτιας ζώνης της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής γίνεται μέσα από την ανάλυση του αναγλύφου, δεδομένων και τεχνικών χαρτογράφησης, καθώς και της εφαρμογής μεθόδων Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Στα πλαίσια της κατασκευής του γεωμορφολογικού χάρτη, χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί, γεωλογικοί χάρτες, από την επεξεργασία των οποίων μέσω ΣΓΠ, προέκυψαν παράγωγοι χάρτες σχετικοί με την υδρογραφία, την μορφολογία, τη γεωλογία. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM), από το οποίο προέκυψαν οι χάρτες κλίσεων και έκθεσης αναγλύφου.

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από μία σύνθετη γεωμορφολογία, καθώς περιλαμβάνει εκεταμένες περιοχές με μεγάλη ποικιλία παράκτιων γεωμορφών, κυρίως απόθεσης, όπως είναι οι αιγιαλοί και διάβρωσης, όπως κρημνοί μεσαίας ή μεγάλης κλίσης.

Στην κατασκευή του γεωμορφολογικού χάρτη συνέβαλε σημαντικά η υπαίθρια καταγραφή και αποτύπωση των παράκτιων γεωμορφών, καθώς και η κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων ιζήματος από ακτές της περιοχής μελέτης με σκοπό την καταγραφή του ιζηματολογικού καθεστώτος κατά μήκος της ακτογραμμής. Πιο συγκεκριμένα, για την ανάλυση των κοκκομετρικών δειγμάτων, κατασκευάστηκαν οι αθροιστικές καμπύλες τους και υπολογίστηκαν οι στατιστικές παράμετροι για την καλύτερη επεξήγηση τους.

Από τον υπολογισμό της παραμέτρου του μέσου γραφικού μεγέθους των δειγμάτων ιζήματος από τους αιγιαλούς, προκύπτει ότι τα μεγέθη των κόκκων είναι κυρίως πολύ χονδρόκοκκα, χονδρόκοκκα και μεσόκοκκα, γεγονός το οποίο αποτελεί ένδειξη περιβάλλοντος σχετικά υψηλής ενέργειας, μεταφοράς και απόθεσης.

Λέξεις κλειδιά: Γεωμορφολογική χαρτογράφηση, κοκκομετρική ανάλυση παράκτιων ιζημάτων, ΣΓΠ

ABSTRACT

The present dissertation regards with the geomorphological study and mapping of the coasts of Southeastern Lavreotiki.

The study of the geomorphological structure of the coastal zone of Southeastern Lavreotiki includes the analysis of the terrain, data procedure and mapping techniques, as well as the application of Geographic Information System methods.

During the creation of the geomorphological map, topographic and geological data maps were used in the GIS process and generated derivative maps related to hydrography, morphology, geology. Also, the Digital Elevation Model (DEM) was used, from which the maps of slope and terrain exposure were created.

The study area is characterized by a complex geomorphology, as it includes extensive areas with a wide variety of coastal landforms and particularly depositional, such as beaches, as well as erosional landforms, such as coastal cliffs of high or mid-gradient slope.

The recording and mapping of coastal landforms, as well as the granulometric analysis of sediment samples from coasts collected from the study area in order to record the sedimentological status along the coastline, have contributed significantly to the construction of the geomorphological map. In particular, for the analysis of the sediment samples, their cumulative curves were constructed and statistical parameters were created to better explain them.

Concerning the granulometry of the sampled beaches, the results from the calculation of the graphic mean parameter show that they consist mainly by sand (mainly very coarse, coarse and medium), which indicates a relatively high energy environment of sediment transportation and deposition.

Keywords: Geomorphological mapping, granulometric analysis of coastal sediments, GIS

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1: Περιοχή μελέτης.

Εικόνα 2.2: Ο Νομός Αττικής.

Εικόνα 2.3: Χωρική κατανομή μέσου σημαντικού ύψους κύματος στον Ελλαδικό χώρο.

Εικόνα 3.1: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους περιοχής μελέτης .

Εικόνα 3.2: Χάρτης κλίσεων ανάγλυφου περιοχής μελέτης. Η κατηγοριοποίηση των κλίσεων έγινε με τη μέθοδο (Natural Breaks).

Εικόνα 3.3: Χάρτης έκθεσης εδάφους περιοχής μελέτης.

Εικόνα 3.4: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης.

Εικόνα 3.5: Χάρτης κάλυψης γης περιοχής μελέτης.

Εικόνα 4.1: Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών περιοχής μελέτης.

Εικόνα 5.1: Αιγιαλός τύπου Rocket Beach (Αιγιαλός Πορτ Αρθούρ) στο νότιο τμήμα της ακτογραμμής της περιοχής.

Εικόνα 5.2: Ημισεληνοειδείς σχηματισμοί στο νότιο τμήμα του αιγιαλού Πουνταζέζας.

Εικόνα 5.3: Ημισεληνοειδείς σχηματισμοί στο κεντρικό τμήμα του αιγιαλού Πουνταζέζας.

Εικόνα 5.4: Beachrocks πάνω από την στάθμη της θάλασσας κατά μήκος της ακτογραμμής στον αιγιαλό Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).

Εικόνα 5.5: Σχηματισμοί Beachrocks κατά μήκος της ακτογραμμής στον αιγιαλό Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).

Εικόνα 5.6: Beachrocks ελαφρώς πάνω και κάτω από την στάθμη της θάλασσας (ακτογραμμή) στον αιγιαλό Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).

Εικόνα 5.7: Σχηματισμός τόμπολο στη περιοχή του Τουρκολίμανου μεταξύ των αιγιαλών Μακραμέ και Χρυσό Φεγγάρι (Όρμος Τουρκολίμανου).

Εικόνα 5.8: Σχηματισμός τόμπολο στη περιοχή του Τουρκολίμανου μεταξύ των αιγιαλών Μακραμέ και Χρυσό Φεγγάρι (Όρμος Τουρκολίμανου).

Εικόνα 5.9: Σχηματισμός κρημού στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ σε συνεκτικοποιημένες ερυθρού χρώματος χερσαίες αποθέσεις.

Εικόνα 5.10: Σχηματισμός κρημών μεσαίας κλίσης στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ, οι οποίοι έχουν σχηματιστεί από τη θαλάσσια επίδραση.

Εικόνα 5.11: Σχηματισμός κρημού στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ σε συνεκτικοποιημένες χερσαίες αποθέσεις.

Εικόνα 5.12: Σχηματισμός κρημού χαμηλής κλίσης στην ακτή Πουνταζέζα.

Εικόνα 5.13: Σχηματισμός κρημού χαμηλής κλίσης στη νότια ακτή της Πουνταζέζας.

Εικόνα 5.14 : Υποχώρηση ογκόλιθων σε κρημνό του αιγιαλού Πορτ Αρθούρ.

Εικόνα 5.15 : Παραθαλάσσια κατοικία σε κίνδυνο καταστροφής λόγω διάβρωσης της ακτής από τον κυματισμό .

Εικόνα 5.16: Σχηματισμός παράκτιων πάγκων στον Όρμο Τουρκολίμανου.

Εικόνα 5.17: Σχηματισμός θινών στον Όρμο Θορικού.

Εικόνα 5.18: Εμβρυακές θίνες στο κεντρικό τμήμα του αιγιαλού Ασημάκη.

Εικόνα 5.19: Ο Γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.

Εικόνα 6.1: Ταξινόμηση και ονοματολογία λεπτόκοκκων ιζημάτων κατά Folk (Folk, 1974).

Εικόνα 6.2: Οι αιγιαλοί στους οποίους πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία ιζήματος.

Εικόνα 6.3: Η κατανομή των αιγιαλών και των σημείων/θέσεων δειγματοληψίας στη περιοχή μελέτης.

Εικόνα 6.4: Η σειρά κοσκίνων Retsch με διαμέτρους 4mm, 2mm, 1mm, 500 μm, 250 μm, 125 μm, 63 μm και 45μm που χρησιμοποιήθηκε.

Εικόνα 6.5: Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6.1: Τα σημεία δειγματοληψίας και οι γεωγραφικές τους συντεταγμένες.

Πίνακας 6.2: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #1.

Πίνακας 6.3: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #2.

Πίνακας 6.4: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #3.

Πίνακας 6.5: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #4.

Πίνακας 6.6: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #5.

Πίνακας 6.7: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #6.

Πίνακας 6.8: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #7.

Πίνακας 6.9: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #8.

Πίνακας 6.10: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #9.

Πίνακας 6.11: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #10.

Πίνακας 6.12: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #11.

Πίνακας 6.13: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #12.

Πίνακας 6.14: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #13.

Πίνακας 6.15: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #14.

Πίνακας 6.16: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #15.

Πίνακας 6.17: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #16.

Πίνακας 6.18: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #17.

Πίνακας 6.19: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #18.

Πίνακας 6.20: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #19.

Πίνακας 6.21: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #20.

Πίνακας 6.22 : Αποτελέσματα παραμέτρου Μέσου Γραφικού Μεγέθους.

Πίνακας 6.23: Επίπεδο ταξινόμησης των ιζημάτων σύμφωνα με τη παράμετρο της αποκλειστικής σταθερή απόκλισης.

Πίνακας 6.24: Αποτελέσματα παραμέτρου Αποκλειστικής Σταθερής Απόκλισης.

Πίνακας 6.25: Όρια τιμών λοξότητας.

Πίνακας 6.26: Αποτελέσματα παραμέτρου Αποκλειστικής Γραφικής Λοξότητας.

Πίνακας 6.27: Κατάταξη και χαρακτηρισμός των ιζημάτων ανάλογα με τις τιμές της κύρτωσης.

Πίνακας 6.28: Αποτελέσματα παραμέτρου Γραφικής Κύρτωσης.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 6.1: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #1.

Διάγραμμα 6.2: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #2.

Διάγραμμα 6.3: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #3.

Διάγραμμα 6.4: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #4.

Διάγραμμα 6.5: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #5.

Διάγραμμα 6.6: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #6.

Διάγραμμα 6.7: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #7.

Διάγραμμα 6.8: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #8.

Διάγραμμα 6.9: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #9.

Διάγραμμα 6.10: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #10.

Διάγραμμα 6.11: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #11.

Διάγραμμα 6.12: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #12.

Διάγραμμα 6.13: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #13.

Διάγραμμα 6.14: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #14.

Διάγραμμα 6.15: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #15.

Διάγραμμα 6.16: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #16.

Διάγραμμα 6.17: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #17.

Διάγραμμα 6.18: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #18.

Διάγραμμα 6.19: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #19.

Διάγραμμα 6.20: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #20.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία έχει σαν αντικείμενο τη μελέτη της γεωμορφολογίας των Νοτιανατολικών ακτών του Δήμου Λαυρεωτικής. Ο κλάδος της γεωμορφολογίας ασχολείται με τη μελέτη των διεργασιών που δημιουργούν και διαμορφώνουν το ανάγλυφο.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση αφορά στον εντοπισμό και την αποτύπωση των γεωμορφών και των χαρακτηριστικών τους και αποτελεί μία διαδικασία της γεωμορφολογικής έρευνας και μελέτης. Ο εντοπισμός, η ανάλυση και αποτύπωση των γεωμορφών, μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με τις φυσικές διεργασίες που διαμορφώνουν το γήινο ανάγλυφο. Επιπλέον, περιγράφεται η μορφολογία, η υδρολογία και η γεωλογία της περιοχής.

Η παρούσα μελέτη, έχει ως σκοπό την αναγνώριση και την χαρτογράφηση των γεωμορφών που συνθέτουν το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης στις ακτές της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής με την αξιοποίηση εργαλείων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΠΣ) και των λογισμικών ArcGIS έκδοσης 10.5 της ESRI και CorelDRAW.

Η χαρτογράφηση έγινε σε κλίμακα 1:50.000, καθώς η λεπτομερής αυτή κλίμακα θεωρήθηκε κατάλληλη για την απεικόνιση των σημαντικότερων γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών και η χαρτογραφική προβολή που χρησιμοποιήθηκε είναι το ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ '87.

Επιπλέον κρίθηκε σκόπιμο για κάθε επιλεγμένο αιγιαλό της περιοχής να γίνει η λήψη δειγμάτων ιζήματος από την ακτογραμμή και η κοκκομετρική τους ανάλυση (ξηρή κοσκίνιση) στο εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου ώστε να αποτυπωθεί το ιζηματολογικό καθεστώς της περιόδου της δειγματοληψίας.

Η επιλογή της περιοχής μελέτης έγινε διότι παρουσιάζει ένα σύνθετο ανάγλυφο, αλλά και εκεταμένες περιοχές με μεγάλη ποικιλία γεωμορφών και ιδιαίτερα παράκτιων,

καθώς, η γεωμορφολογία της περιοχής περιλαμβάνει ποικίλες γεωμορφές τόσο απόθεσης, όσο και διάβρωσης.

Παράλληλα όμως, η περιοχή μελέτης παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον καθώς γεωλογικά, συνδέεται με τον χώρο της Ηπειρωτικής Ελλάδας και των Βόρειων Κυκλάδων και αποτελεί την παλαιογεωγραφική σύνδεση τους. Η Νότια Ατική αποτελεί την μεταβατική γεωμορφολογική ενότητα μεταξύ της ηπειρωτικής Ελλάδας και των Κυκλάδων (Παυλόπουλος, 1992).

Επιπλέον, η περιοχή μελέτης ως παράκτια ζώνη παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς αποτελεί ένα δυναμικό και μεταβλητό σύστημα. Εκτός από αυτό, η παράκτια ζώνη συγκεντρώνει πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες, εξαιτίας τόσο της αισθητικής, όσο και της χρηστικής της αξίας, παρουσιάζοντας έτσι μεγάλο ενδιαφέρον λόγω των φυσικών πόρων που διαθέτει και των ευνοϊκών συνθηκών που προσφέρει. Η παράκτια ζώνη χωρίζεται σε χερσαίο και σε υποθαλάσσιο τμήμα. Το θαλάσσιο όριο μεταξύ των δύο τμημάτων αυτών ποικίλλει ανάλογα με την μορφολογία της περιοχής (Καρύμπαλης, 2010). Βασικά χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης είναι η ευαισθησία, η αντοχή και η προσαρμοστικότητα σε σχέση με το περιβάλλον γύρω της.

Τέλος, γίνεται η παρουσίαση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την γεωμορφολογική και ιζηματολογική μελέτη.

1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Παρακάτω θα γίνει μία αναφορά εργασιών και μελετών/ερευνών σχετικών με τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση της Νότιας Αττικής ή και άλλων περιοχών της Ελλάδας, καθώς υπήρξαν σημαντικά βοηθήματα για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Αρχικά, η διατριβή του *Παυλόπουλου Κ. (1992)* με θέμα την «*Γεωμορφολογική εξέλιξη της Νότιας Αττικής*» παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη γεωλογία και την γεωμορφολογία της περιοχής, καθώς γίνεται ανάλυση των γεωμορφών του Δήμου Λαυρεωτικής. Γίνονται πολλές αναφορές στη συγκεκριμένη διατριβή λόγω του ότι πέρα από τη κοινή περιοχή μελέτης, πραγματεύεται τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής αποτελώντας σημαντικό βοήθημα για την παρούσα εργασία.

Άλλες μελέτες σχετικά με το παράκτιο περιβάλλον είναι οι προπτυχιακές εργασίες του *Λεβέντη Σ. (2014)* με θέμα τη «*Διαχρονική Μετατόπιση της ακτογραμμής της παράκτιας πεδιάδας του Μαραθώνα*» και του *Τσανάκα Κ. (2005)* με θέμα τη «*Γεωμορφολογική μελέτη και εκτίμηση ανθρώπινων επεμβάσεων τμήματος της παράκτιας ζώνης του Ν. Πιερίας*», οι οποίες μέσω της μεθοδολογίας της κοκκομετρικής ανάλυσης δειγμάτων παράκτιων ιζημάτων καταλήγουν σε συμπεράσματα σχετικά με το περιβάλλον μεταφοράς και απόθεσης των ιζημάτων.

Γεωμορφολογικοί χάρτες έχουν δημοσιευτεί επίσης για περιοχές της Ελλάδας όπως η Κεφαλλονιά (2013), το δέλτα του Πηνειού ποταμού (2016) σε μελέτες των Karymbalis et al. και η περιοχή των Πιερίων Ορέων (2019) των Tsanakas et al.

Ακόμη, η μελέτη των *Παυλόπουλος et al. (2005)* με θέμα την «*Γεωμορφολογική εξέλιξη του λεκανοπεδίου των Αθηνών*», μέσω της κατασκευής γεωμορφολογικού χάρτη δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την εξέλιξη της γεωμορφολογίας του αναγλύφου της περιοχής των Αθηνών.

Η μελέτη του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) με τίτλο «*Λαύριο και ευρύτερη περιοχή*» (2009), σύμφωνα με την οποία μελετάται η ιστορία, η λιθοστρωματογραφία και μεταλλευτική δραστηριότητα της περιοχής της Λαυρεωτικής

και γίνεται η αποτύπωση 7 γεωδιαδρομών, οι οποίες έχουν ως στόχο την ανάδειξη γεωτόπων αρχαιολογικής, μεταλλευτικής και γεωλογικής σημασίας.

Σημαντική στην ιστορική εξέλιξη της μεταλλουργικής βιομηχανία στην Ελλάδα, ήταν η συμβολή του Ανδρέα Κορδέλλα στην αναγέννηση του Λαυρίου και μέσω του βιβλίου του «Το Λαύριον», το οποίο σε δεύτερη μεταφρασμένη έκδοση, της Εταιρεία Μελετών Λαυρεωτικής το 2014, παρέχει πλήθος σημαντικών πληροφοριών για την μεταλλουργική βιομηχανία και για ιστορικά και ορυκτολογικά στοιχεία της περιοχής του Λαυρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

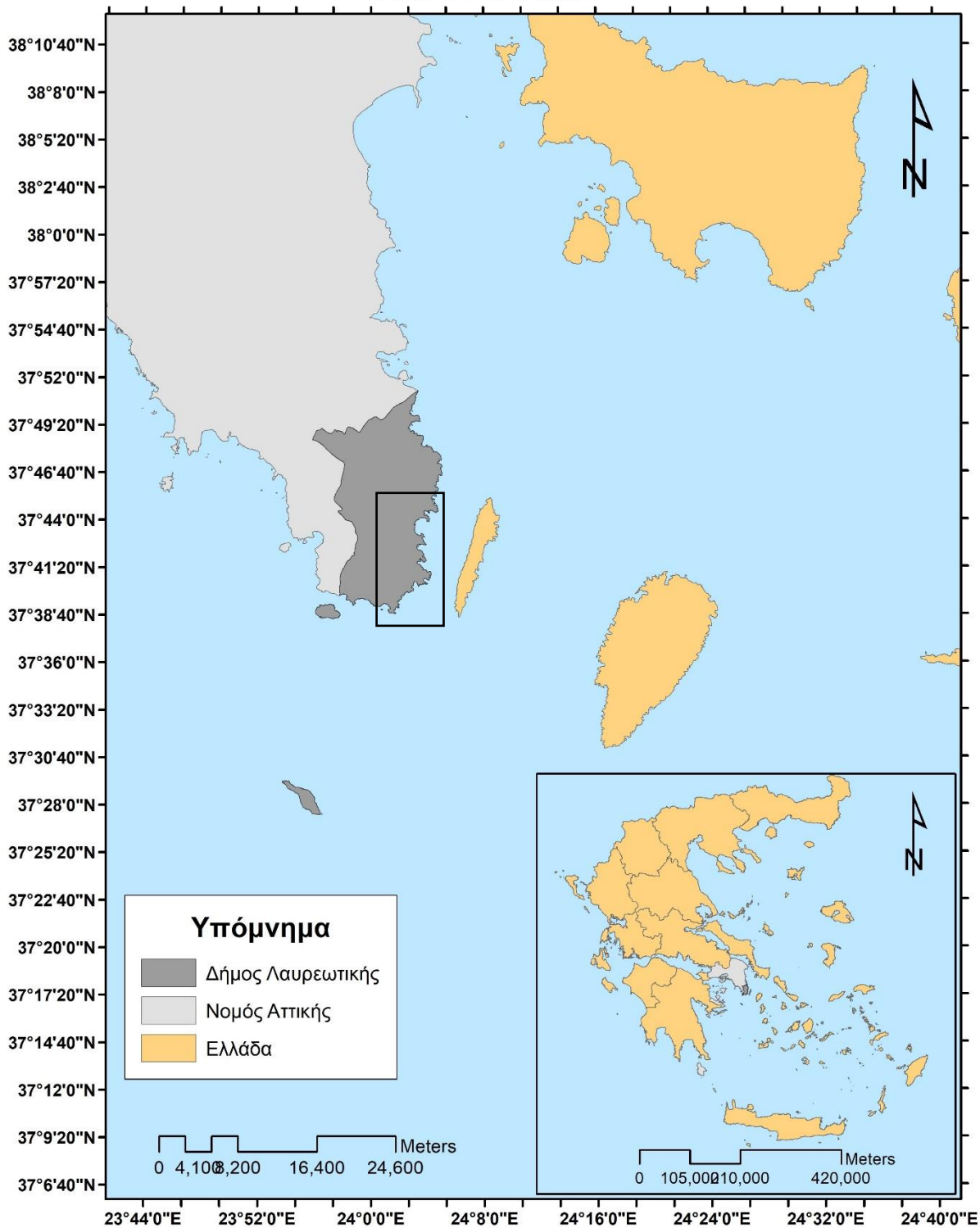
2.1 Γεωγραφική θέση

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις ακτές που εκτείνονται από τη περιοχή του Σουνίου έως και τις ακτές του οικισμού Συρί, βόρεια του όρμου Αγίου Νικολάου του Δήμου Λαυρεωτικής (*Εικόνα 2.1*). Πιο αναλυτικά περιλαμβάνει τις περιοχές του Σουνίου, Κάτω Σουνίου, Κάτω Ποσειδωνίας, Λαυρίου, Θορικού και Συρί και τους Όρμους Θορικού, Νικολάου, Γαιδουρόμανδρου και Τουρκολίμανο.

Ο Δήμος Λαυρεωτικής είναι δήμος της Περιφέρειας Αττικής ο οποίος συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης και προήλθε από τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Λαυρεωτικής (οικισμοί Λαύριο, Άνω Θορικό, Θορικό, Κάτω Ποσειδωνία, Κάτω Σούνιο, Σούνιο και Λεγρενά), Κερατέας και της κοινότητας Αγίου Κωνσταντίνου. Οριοθετείται από το όρος του Υμηττού στα βορειοδυτικά της Αττικής, και το όρος Μερέντα στα βόρεια και βρέχεται στις δυτικές και νοτιοδυτικές ακτές της από τον Σαρωνικό Κόλπο και στις νότιες-ανατολικές από το Αιγαίο Πέλαγος.

Η έκταση του δήμου είναι ίση περίπου με 200 χλμ², ο πληθυσμός του 25.102 κάτοικοι, σύμφωνα με την απογραφή του 2011 και απέχει από την Αθήνα 55 χλμ.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΕΣ ΑΚΤΕΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ



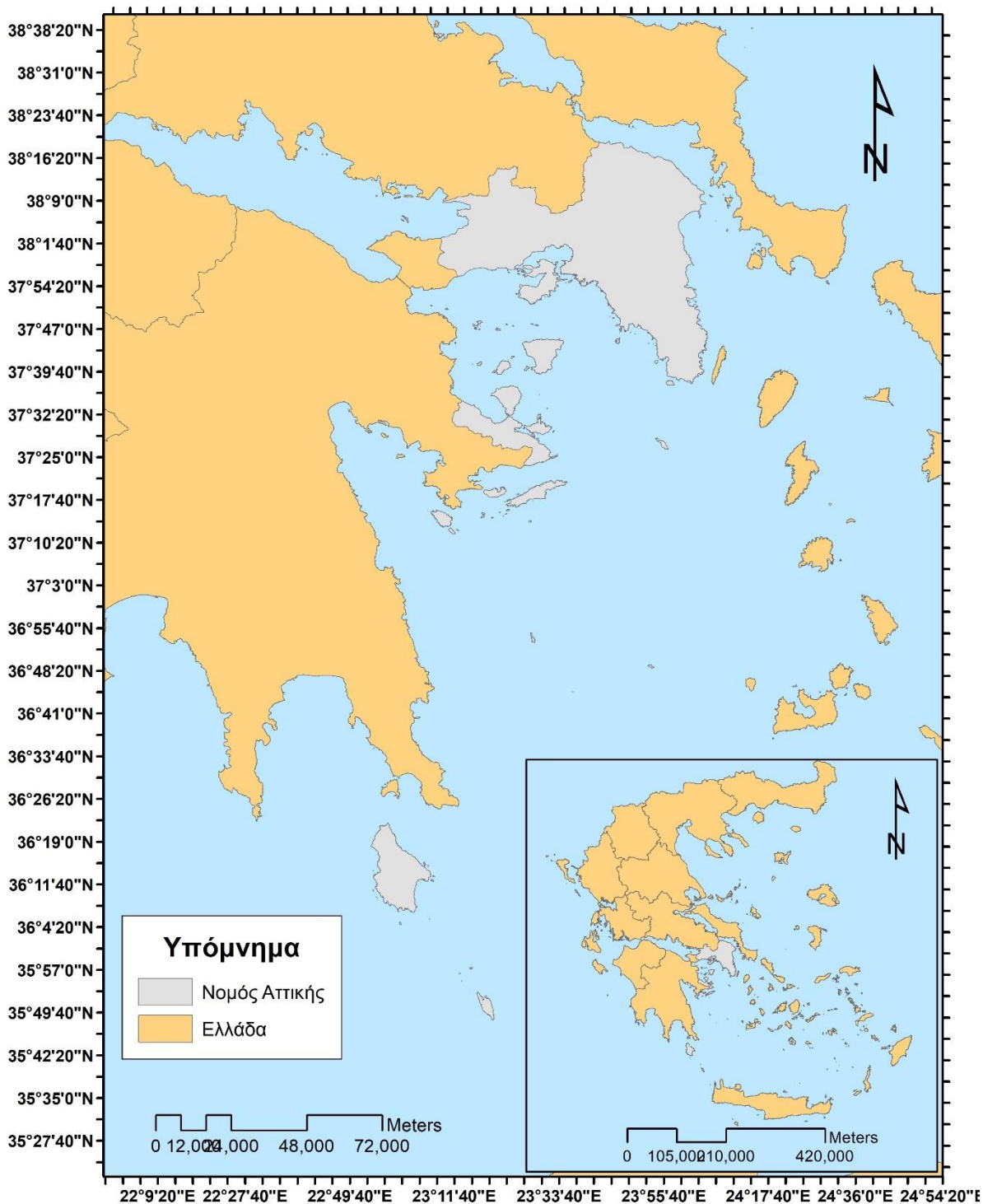
Εικόνα 2.1: Περιοχή μελέτης.

(Πηγή: Geodata.gov.gr)

Η Αττική (*Εικόνα 2.2*) αποτελεί μία χερσόνησο που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας και συνορεύει βόρεια με το νομό Βοιωτίας και δυτικά με το νομό Κορινθίας, ενώ βρέχεται βόρειοανατολικά από το Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο, νοτιοδυτικά από τον Σαρωνικό Κόλπο και βορειοδυτικά από τον Κορινθιακό Κόλπο.

Η μορφολογία της Αττικής είναι ιδιαίτερη σε σχέση με τα υπόλοιπα τμήματα της Στερεάς Ελλάδας, καθώς παρουσιάζει χαρακτηριστικά ορεινά τμήματα και διαύλους. Το μορφολογικό ανάλυφο της Αττικής χαρακτηρίζεται, σε ποσοστό 7,2% ως ορεινό, σε ποσοστό 61,6% ως ημιορεινό και 31,2% πεδινό. Ακόμη, παρουσιάζονται σημαντικές υψομετρικές διαφορές με μεγάλα υψόμετρα να εντοπίζονται στα βόρεια τμήματα της περιοχής, τα οποία ελαττώνονται προς τα νοτιότερα (Αντωνίου, 2010).

ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



Εικόνα 2.2: Ο Νομός Αττικής.

(Πηγή δεδομένων: Geodata.gov.gr)

2.2 Ιστορικά στοιχεία

Η περιοχή της Λαυρεωτικής, ήδη από την αρχαιότητα ήταν γνωστή για την ανάπτυξη της χάρη στην αξιοποίηση ορυκτών υλών και στην εκμετάλλευση μεταλλευμάτων αργύρου, μολύβδου, σιδήρου και χαλκού από το υπέδαφός της, μέχρι και τα νεότερα χρόνια κατά τη δημιουργία της νέας πόλης του Λαυρίου. Χαρακτηρίζεται ως τόπος μεγάλης ιστορικής και μνημειακής σημασίας, καθώς είναι γνωστή από την αρχαιότητα, ως προς την εξόρυξη ασημιού, η οποία αποτελούσε μία από τις κύριες πηγές ανάπτυξης της πόλης της Αθήνας, παραγωγής νομισμάτων και χρηματοδότησης του Αθηναϊκού στόλου (Κορδέλας, 2014).

Ήδη από το 3.500 π.Χ., οι Αρχαίοι Έλληνες εκμεταλλεύονταν τα μεταλλεύματα του Λαυρίου και του Θορικού για την παραγωγή αργύρου και μολύβδου με την κατασκευή υπόγειων τεχνικών εκμετάλλευσης και συνεχίστηκε με υψηλούς ρυθμούς μέχρι και τον 6ο αιώνα, κατά τον οποίο σημειώνεται εντατική εκμετάλλευση αργυρομολυβδούχων μεταλλευμάτων (Κορδέλας, 2014).

Το Θορικό είναι το αρχαιότερο μεταλλευτικό κέντρο, το οποίο συνδύαζε την οικονομική, θρησκευτική και καλλιτεχνική έκφραση της εποχής της Αρχαίας Ελλάδας.

Η περιοχή της Λαυρεωτικής παρουσιάζει πολύ σημαντικό γεωλογικό, μεταλλευτικό και παλαιοντολογικό ενδιαφέρον. Ως προς την γεωλογία της, η Λαυρεωτική παρουσιάζει πολύ μεγάλη ποικιλότητα ως προς τους γεωλογικούς σχηματισμούς που την απαρτίζουν. Ακόμη, τα σημαντικότερα ορυκτά της Λαυρεωτικής είναι ο γαληνίτης και ο κερουσίτης, μεταλλεύματα τα οποία επεξεργάζονταν οι αρχαίοι για την εξαγωγή ασημιού (ΙΓΜΕ, 2009).

Κατά τον Πελλοποννησιακό Πόλεμο, αρχίζει να παρακμάζει η μεταλλευτική πορεία του Λαυρίου, καθώς ανακαλύπτονται νέα κοιτάσματα αργύρου και χρυσού σε Θράκη και Μακεδονία.

Αρχαίες τεχνολογικές εγκαταστάσεις, κυρίως πλυντήρια παρέμειναν σχεδόν άθικτες με τη πάροδο των χρόνων.

Στην αναγέννηση της Λαυρεωτικής σημαντικό ρόλο έπαιξε ο ορυκτολόγος Ανδρέας Κορδέλλας, ο οποίος το 1860 έφερε στο φως αρχαία μεταλλευτικά σσυγκροτήματα και εγκαταστάσεις με σκοπό την αξιοποίηση των αρχαίων σκωριών. Το 1863, ο Ιταλός Ι.Β. Σερπιέρι, ιδρύει στο Λάυριο την ιταλογερμανική εταιρεία Roux-Serpieri-Eressynet C.A., η οποία το 1865 ξεκινά την παραγωγή αργυρούχου μολύβδου από την επεξεργασία σκωριών και εκβολάδων και γίνεται η πρώτη μεταλλουργική βιομηχανία με μηχανουργείο και πλυντήρια. Το 1869 κατασκευάζεται υπόγεια σήραγγα για τη πρώτη σιδηροδρομική γραμμή της Ελλάδας, η οποία μετέφερε τα μεταλλεύματα στο λιμάνι του Λαυρίου.

Το 1871 ξεκινά διαμάχη μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της εταιρείας αναφορικά με την διεκδίκηση των εδαφών εκμετάλλευσης και κηρύσσονται ως εθνική ιδιοκτησία. Η διένεξη μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της εταιρείας, γνωστή ως «Λαυρεωτικό Ζήτημα», ολοκληρώθηκε με την παραχώρηση των δικαιωμάτων της ιταλογερμανικής εταιρείας επί των σκωριών και των εκβολάδων στην Τράπεζα Κωνσταντινουπόλεως. Στη συνέχεια, το 1873 δημιουργείται η Ελληνική Εταιρεία Μεταλλουργείων Λαυρίου για την εκμετάλλευση των αρχαίων μεταλλευτικών καταλοίπων, καθώς τα δικαιώματα εκμετάλλευσης των μεταλλείων παραχωρούνται σε νέα εταιρεία, τη λεγόμενη «Γαλλική Εταιρεία» του ιταλού Serpieri το 1875. Έτσι, το Λαύριο αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα μεταλλευτικά κέντρα στην Ευρώπη εκείνη την εποχή. Οι απεργίες των εργατών και η σταδιακή μείωση των μεταλλευτικών καταλοίπων οδήγησε στη διακοπή των εργασιών της Εταιρείας το 1917 και την εκποίηση των εγκαταστάσεων της το 1930. Το 1992, οι εκτάσεις της Γαλλικής Εταιρείας αγοράστηκαν από το κράτος και δημιουργήθηκε το Τεχνολογικό – Πολιτιστικό Πάρκο από το ΕΜΠ (Κορδέλας Α., 2014).

2.3 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Κλίμα ορίζεται ως η μέση καιρική κατάσταση, όπως προκύπτει από μακροχρόνιες παρατηρήσεις των διάφορων μετεωρολογικών στοιχείων. Το κλίμα των διάφορων περιοχών της γης παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από τόπο σε τόπο, καθώς εξαρτάται από πολλούς φυσικογεωγραφικούς και δυναμικούς παράγοντες. Οι σημαντικότεροι φυσικογεωγραφικοί παράγοντες είναι η διαμόρφωση του αναγλύφου, η διαφοροποίηση του υψομέτρου, η διανομή ξηράς και θάλασσας και οι άνεμοι.

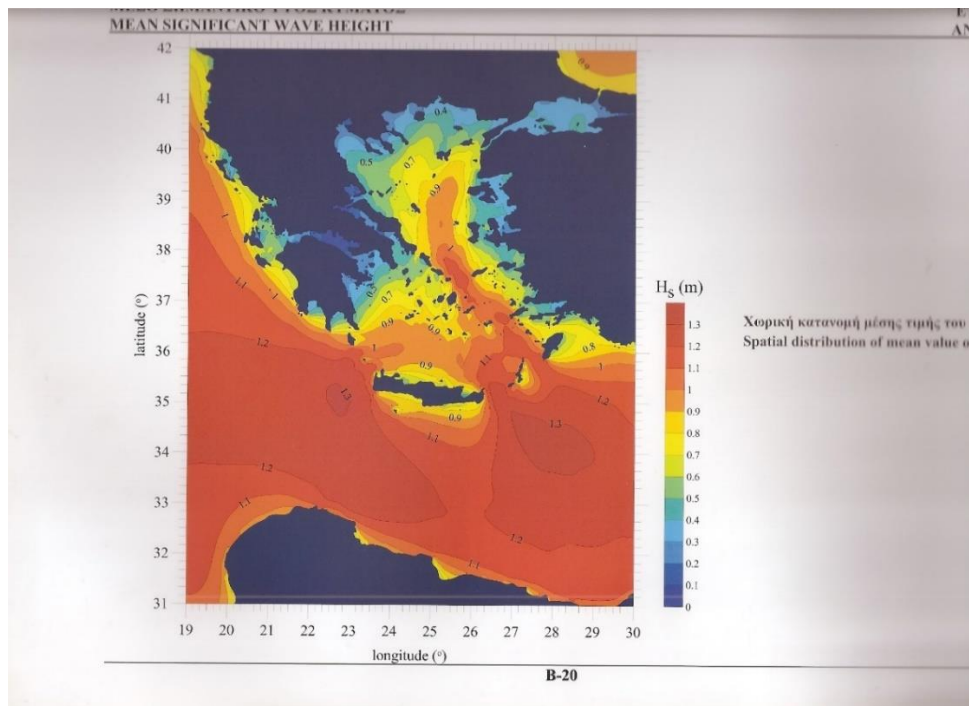
Το κλίμα της Ελλάδας είναι κυρίως μεσογειακό, ωστόσο, εξαιτίας της γεωγραφικής της κατανομής παρουσιάζει μεγάλο εύρος μικροκλιμάτων και τοπικών παραλλαγών. Οι βορειότερες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζουν ένα μεταβατικό κλίμα μεταξύ μεσογειακού και ηπειρωτικού κλίματος.

Στη περιοχή της Αττικής το κλίμα είναι εύκρατο και χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, και γενικά ήπιο κατά τη διάρκεια του μεγαλύτερου μέρους του χρόνου. Παρόλο που το κλίμα της Αττικής θεωρείται μεσογειακό, παρουσιάζει μεγάλη διαφορά στο εύρος των θερμοκρασιών μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα, σε σχέση με άλλες περιοχές της χώρας. Η ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδος διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και η θερμή και άνομβρη εποχή διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο. Κατά την χειμερινή περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5°C έως 10 °C στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0° C έως 5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές, ενώ η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου και χαρακτηρίζεται από μέση μέγιστη θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 29°C και 35°C (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

2.4 Μέσο ύψος κύματος

Δεδομένα σχετικά με το μέσο σημαντικό ύψος κύματος για την περιοχή μελέτης αντλήθηκαν από τον Άτλαντα Ανέμων και Κυματισμού των Ελληνικών Θαλασσών του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (Soukisian et al., 2007). Ο Άτλαντας βασίζεται σε ενόργανες μετρήσεις κυματισμού ανοιχτής θάλασσας για τη χρονική περίοδο μεταξύ των ετών 1999 και 2007, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια πραγματοποίησης του προγράμματος Poseidon. Σύμφωνα με το οποίο, στη περιοχή μελέτης παρατηρείται σημαντικό ύψος κύματος μεταξύ 0,5 μέτρα στα βόρεια τμήματα της ακτής και 0,6 μέτρα στα νοτιότερα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τμήμα της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης βρίσκεται στην κυματική σκιά της Μακρονήσου με αποτέλεσμα να δέχεται περιορισμένη κυματική ενέργεια.



Εικόνα 2.3: Χωρική κατανομή μέσου σημαντικού ύψους κύματος στον Ελλαδικό χώρο.

(Πηγή: Soukisian et al., 2007)

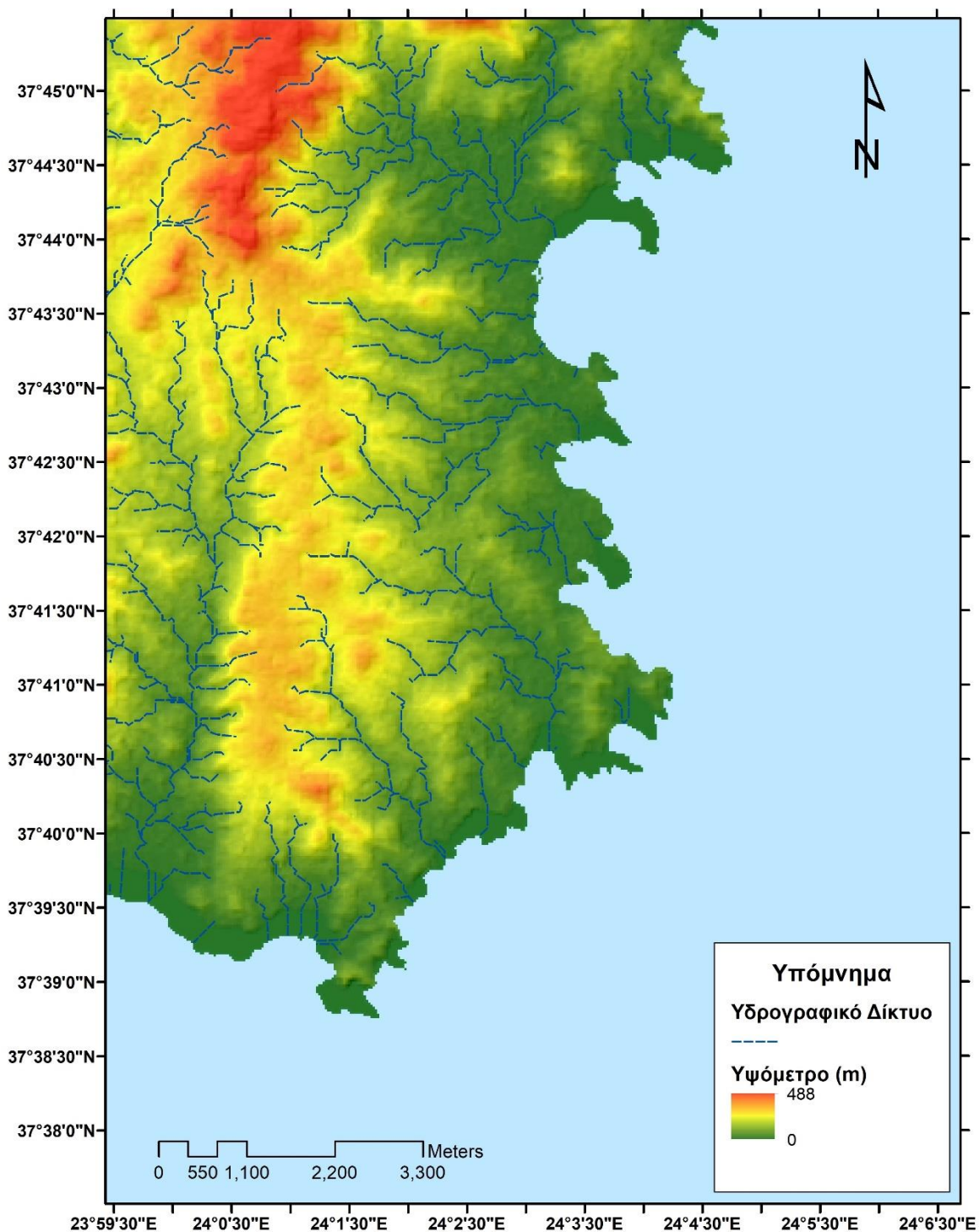
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

3.1 Μορφολογία

Η μορφολογία του αναγλύφου του δήμου Λαυρεωτικής χαρακτηρίζεται ως λοφώδης έως και ημιορεινή, με το μεγαλύτερο υψόμετρο της περιοχής να σημειώνεται στη κορυφή Μεγάλο Ριμπάρι στα 372 μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας. Ακόμα, η περιοχή είναι άνυδρη και καλύπτεται από σχετικά μεγάλες εκτάσεις πευκοδασών και κοιλάδων. Η βλάστηση της περιοχής είναι κυρίως πευκοδάση, θαμνώδης και χαμηλή.

Για την καλύτερη αναπαράσταση της διακύμανσης των υψομέτρων, αξιοποιήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (Digital Elevation Model) με δεδομένα από το Ελληνικό Κτηματολόγιο, καθώς αποτελεί χρήσιμο βοήθημα για την επεξεργασία και παρουσίαση πληροφοριών που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον. Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, θεωρείται κάθε «ψηφιακή αναπαράσταση του εδάφους» (Χαλκιάς, 2006). Η διακριτική ικανότητα των κελιών του μοντέλου είναι 28x28 m².

ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ



Εικόνα 3.1: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους περιοχής μελέτης.

(Πηγή: Ελληνικό Κτηματολόγιο)

3.2 Κλίση Αναγλύφου (Slope)

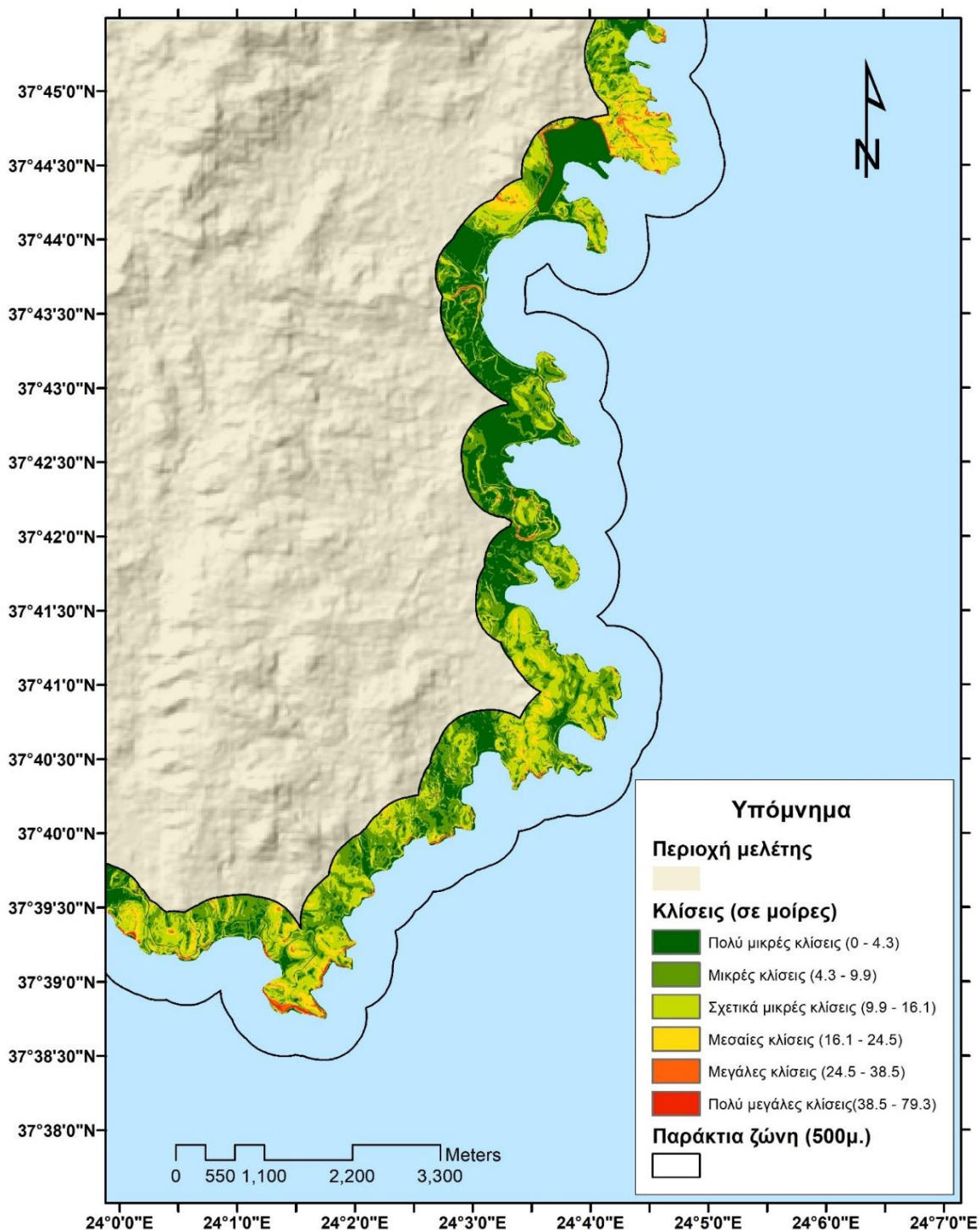
Ο χάρτης κλίσεων θεωρείται το σημαντικότερο θεματικό επίπεδο που παράγεται από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, όσον αφορά τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση (με μέγεθος κελιών $28 \times 28 \text{ m}^2$). Ως κλίση μιας επιφάνειας, ορίζεται ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου και αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των γεωμορφών, καθώς διαφορετικές γεωμορφές απαντώνται σε διαφορετικές κλίσεις. Οι τιμές των κελιών του επιπέδου αποδόθηκαν σε μοίρες($^{\circ}$) (Χαλκιάς, 2006).

Κατασκευάστηκε μια ζώνη επιρροής(buffer zone), απόστασης 500 μέτρων από την ακτογραμμή, προκειμένου να εξεταστεί η διαμόρφωση των κλίσεων στο παράκτιο τμήμα της περιοχής.

Σύμφωνα με τον χάρτη κλίσεων που προέκυψε από το ΨΜΕ(Εικόνα 3.2.1), οι τιμές των κλίσεων κυμαίνονται μεταξύ 0° και $79,3^{\circ}$. Οι χαμηλές τιμές μοιρών αναφέρονται σε χαμηλές κλίσεις του αναγλύφου και οι υψηλές, σε μεγάλες κλίσεις, αντίστοιχα.

Πιο αναλυτικά, οι ανατολικές ακτές εμφανίζουν και χαμηλές και μεγάλες κλίσεις. Στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης επικρατούν πολύ μικρές και μεσαίες κλίσεις. Μικρές κλίσεις αναγλύφου παρατηρούνται κοντά σε κόλπους με αιγιαλούς, ενώ μεσαίες και μεγάλες κλίσεις κυρίως στις περιοχές των ακρωτηρίων, ιδιαίτερα στο βόρειο και νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης.

ΧΑΡΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΚΛΙΣΕΩΝ



Εικόνα 3.2: Χάρτης κλίσεων ανάγλυφου περιοχής μελέτης. Η κατηγοριοποίηση των κλίσεων έγινε με τη μέθοδο (Natural Breaks).

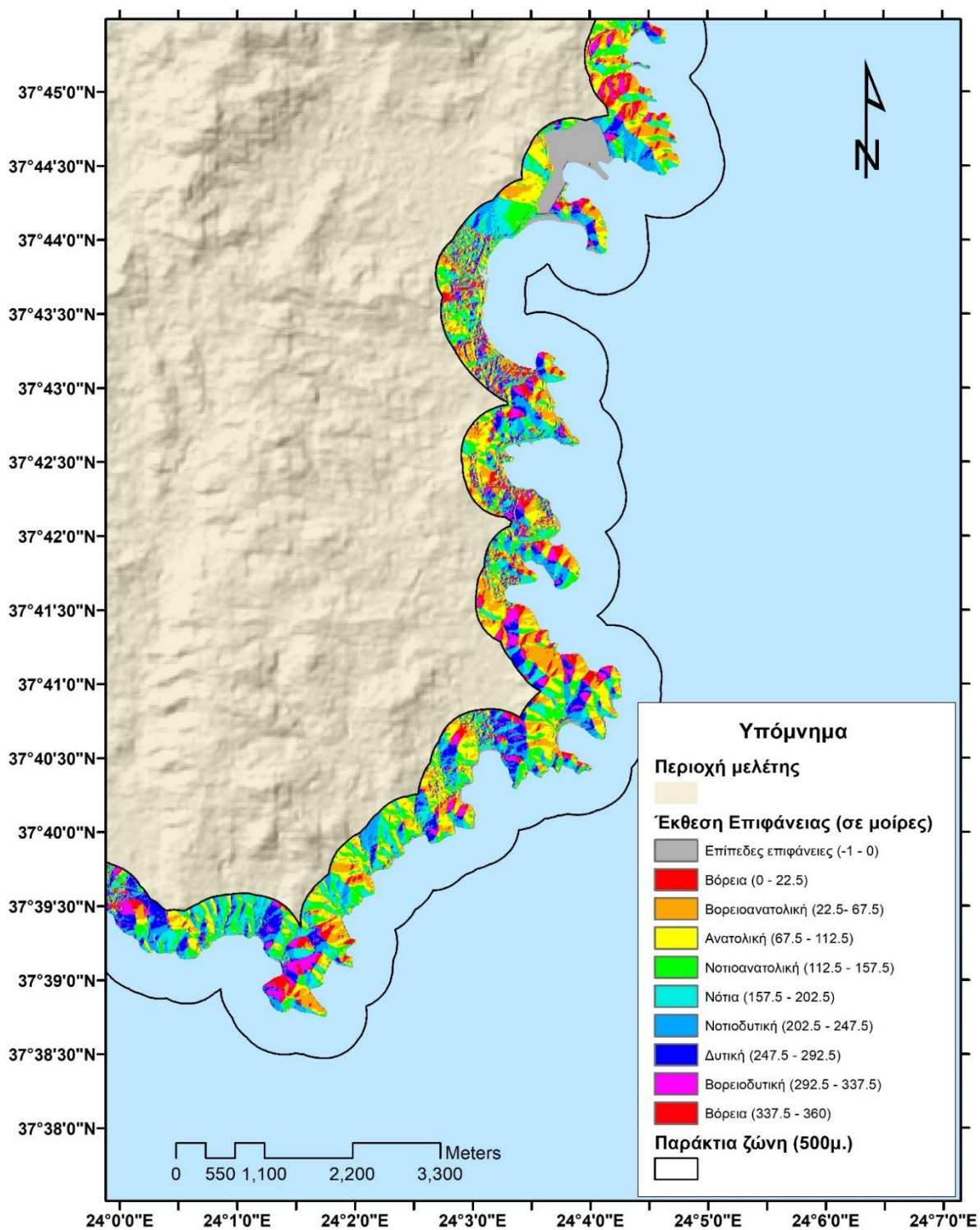
(Πηγή: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους)

3.3 Έκθεση Αναγλύφου (Aspect)

Ο χάρτης έκθεσης ή προσανατολισμού αναγλύφου, αποτελεί επίσης θεματικό επίπεδο που παράγεται από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, με σκοπό τον προσδιορισμό της έκθεσης των γεωμορφών και της κατεύθυνσης προς την οποία κλίνουν (με μέγεθος κελιών $28 \times 28 \text{ m}^2$). Ο προσανατολισμός ή έκθεση μιας επιφάνειας αντιστοιχεί στη διεύθυνση κατά την οποία παρατηρείται ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου και συνήθως μετριέται με το αζιμούθιο της διεύθυνσης αυτής, (δηλαδή σε μοίρες από 0° έως 360°), με προσανατολισμό αναφοράς το Βορρά. Η έκθεση του εδάφους αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των γεωμορφών. Τα κελιά του επιπέδου περιέχουν τον προσανατολισμό των σημείων του χάρτη σε μοίρες (Χαλκιάς, 2006).

Ομοίως με την περίπτωση των παράκτιων κλίσεων, η έκθεση του εδάφους κατασκευάστηκε για την παράκτια ζώνη σε μία ζώνη επιρροής (buffer zone), η οποία βρίσκεται σε απόσταση μέχρι και 500 μέτρα από την ακτογραμμή. Η επιλογή των 500 μέτρων έγινε καθώς η χαρτογράφηση εστιάζει στις παράκτιες γεωμορφές που αναπτύσσονται κατά μήκος της ακτογραμμής.

ΧΑΡΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΚΘΕΣΗΣ



Εικόνα 3.3: Χάρτης έκθεσης εδάφους περιοχής μελέτης.

(Πηγή: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους)

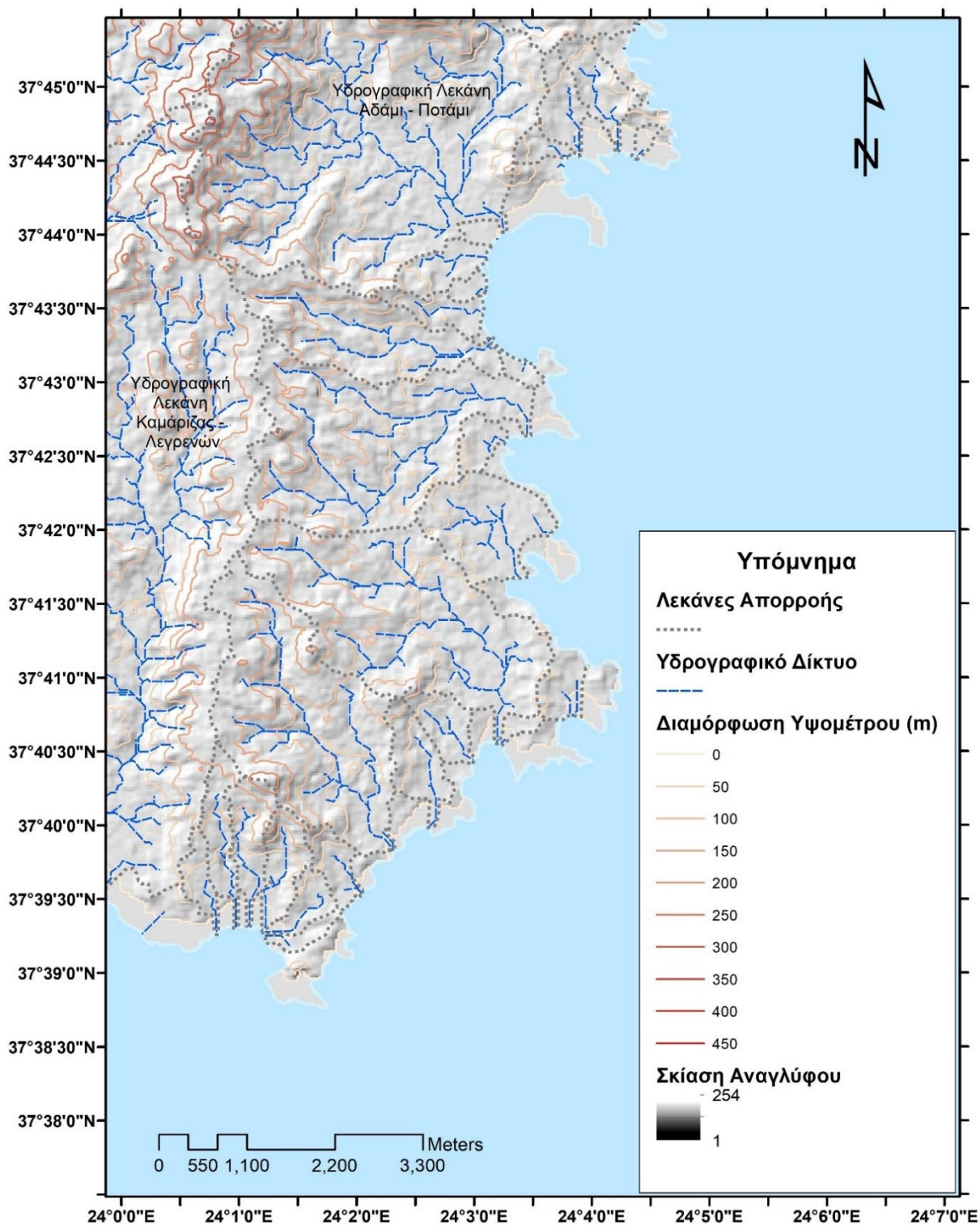
3.4 Υδρογραφία – Υδρογραφικό Δίκτυο

Η παρουσία και ροή του νερού στην επιφάνεια της γης, διαμορφώνει σε μεγάλο βαθμό την μορφή και την εξέλιξη του αναγλύφου της. Πιο συγκεκριμένα για την Νότια Αττική, τα υδρογραφικά δίκτυα που αναπτύσσονται σε αυτή χαρακτηρίζονται εποχιακής ροής, καθώς σχηματίζονται μετά από έντονες βροχοπτώσεις.

Θεωρήθηκε σημαντική η αποτύπωση των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλλουν στην ακτογραμμή που μελετήθηκε, καθώς και των αντίστοιχων λεκανών απορροής τους καθώς αποτελούν την κύρια τροφοδοσία των αιγιαλών με ίζημα. Τα δίκτυα της περιοχής είναι δενδριτικού τύπου και έχουν προκύψει από τη δράση των ποτάμιων διεργασιών της περιοχής και λόγω των ομογενών εδαφών της περιοχής.

Σύμφωνα με τον παρακάτω χάρτη που κατασκευάστηκε, στη περιοχή μελέτης διακρίνονται 2 κύριες υδρογραφικές λεκάνες, η υδρογραφική λεκάνη Αδάμι - Ποτάμι και η υδρογραφική λεκάνη Καμάριζας – Λεγρενών. Η διεύθυνση ροής του κεντρικού κλάδου της υδρογραφικής λεκάνης Αδάμι – Ποτάμι, στο βόρειοανατολικό τμήμα της περιοχής έχει αρχική διεύθυνση δύση-ανατολή, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε διεύθυνση βορρά-νότου. Η λεκάνη εκβάλλει προς τα ανατολικά στον όρμο Θορικού. Η υδρογραφική λεκάνη Καμάριζας – Λεγρενών εκτείνεται σε μεγάλη έκταση της περιοχής μελέτης και έχει βόρεια-νότια διεύθυνση, εκβάλλοντας στον όρμο Λεγρενών(νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης). Στην υπόλοιπη περιοχή υπάρχουν κοιλάδες και υδρογραφικά δίκτυα μικρότερης ανάπτυξης.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ



Εικόνα 3.4: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης.

3.5 Κάλυψη Γης

Σύμφωνα και με τον παρακάτω χάρτη κάλυψης γης(*Εικόνα 3.5*) που κατασκευάστηκε για την περιοχή μελέτης αξιοποιώντας δεδομένα από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης (Ο.ΠΕ.ΚΕ.ΠΕ) από αεροφωτογραφία του 1996 του Υπουργείου Γεωργίας, μεγάλες εκτάσεις της Λαυρεωτικής καταλαμβάνονται από σκληρόφυλλη βλάστηση, μικτά δάση και φυσικά λιβάδια, τόσο παράκτια, όσο και εσωτερικά του δήμου. Στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης σημειώνονται περιορισμένες εκτάσεις γης, στις οποίες καλλιεργούνται αμπελώνες, οπωροφόρα δέντρα, γεωργικές καλλιέργειες και ελαιώνες.

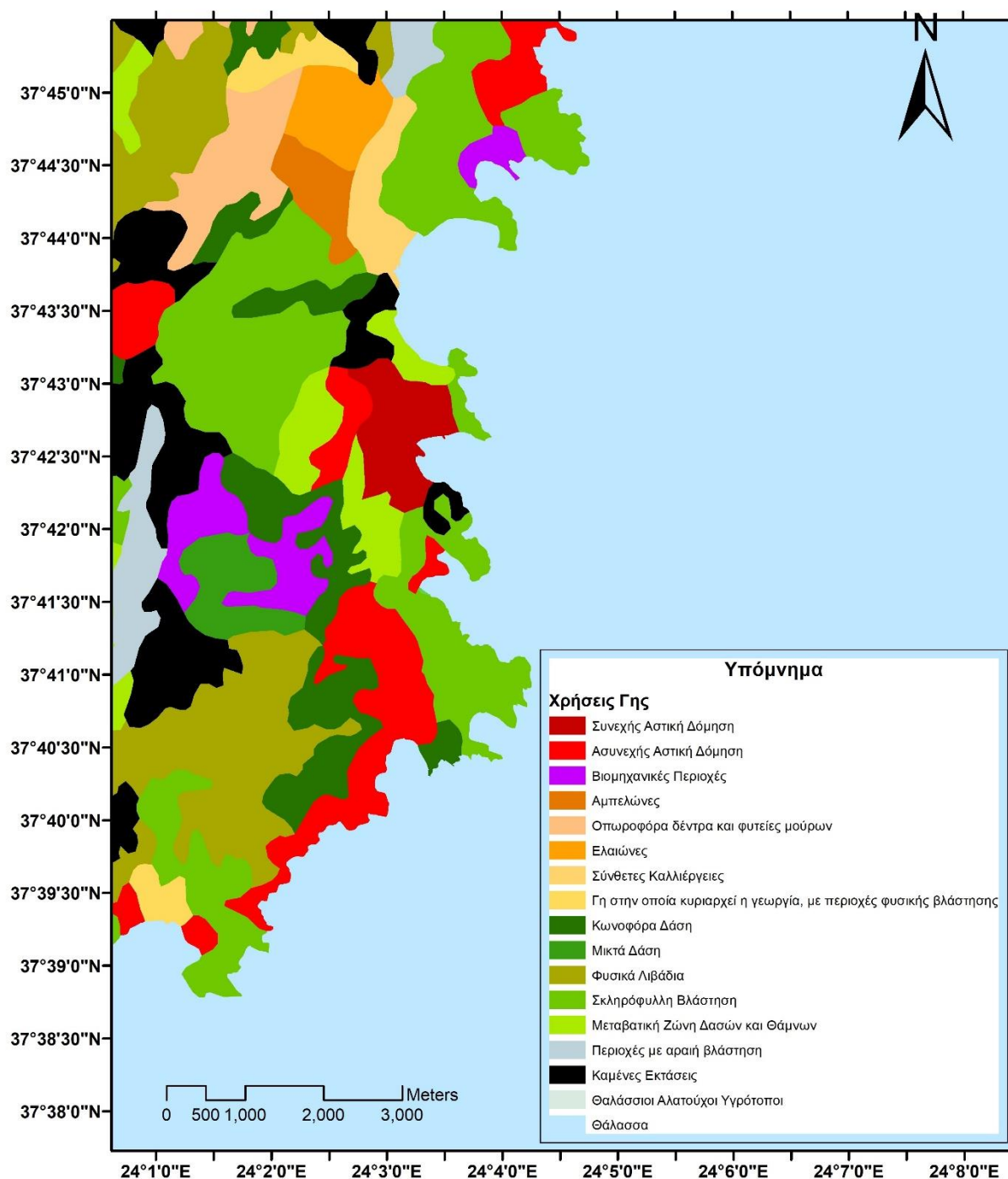
Η αστική δόμηση είναι πολύ ανεπτυγμένη στον Δήμο, ιδιαίτερα στη πόλη του Λαυρίου, η οποία παρουσιάζει συνεχή ανάπτυξη αστικής δόμησης. Οι υπόλοποι οικισμοί, όπως του Σουνίου, Κάτω Σουνίου, Κάτω Ποσειδωνίας, Αγίου Κωνσταντίνου και Μικρολίμανου παρουσιάζουν πιο περιορισμένη οικιστική ανάπτυξη, ασυνεχούς εξάπλωσης. Χαρακτηριστική είναι επίσης, η ανάπτυξη της δόμησης και η επέκταση των οικισμών κοντά στη παράκτια ζώνη.

Στον χάρτη, φαίνονται επίσης, οι εκτεταμένες καμμένες εκτάσεις πρασίνου, ιδιαίτερα στο εσωτερικό προστασίας πρασίνου του Εθνικού Δρυμού Σουνίου, που εκτείνεται από το Σούνιο έως τη Καμάριζα.

Τέλος, οι βιομηχανικές εκτάσεις αναφέρονται στην Ελληνική Βιομηχανία Όπλων και η ΔΕΗ Κερατέας – Λαυρίου, στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης, αντίστοιχα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι σε ένα μεγάλο μήκος των ακτών της περιοχής δεν υπάρχει άμεση πρόσβαση εξαιτίας της άναρχης δόμησης και της ανάπτυξης παράκτιων οικισμών με «ιδιωτικές παραλίες». Η διαπίστωση έγινε κατά τη διάρκεια της εργασίας πεδίου.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ



Εικόνα 3.5: Χάρτης κάλυψης γης περιοχής μελέτης.

(Πηγή: Ο.ΠΕ.ΚΕ.ΠΕ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΓΕΩΛΟΓΙΑ

4.1 Γεωλογική Δομή

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης ψηφιοποιήθηκαν από τον Γεωλογικό Χάρτη του ΙΓΜΕ, κλίμακας 1:50.000.

Η περιοχή της Λαυρεωτικής ανήκει στην Ενδιάμεση Μεταμορφική ζώνη των Ελληνίδων (Πελαγονική Ζώνη) και αποτελεί τμήμα της Αττικοκυκλαδικής Κρυσταλλικής Ζώνης, η οποία δημιουργήθηκε ως μία στοιβαγμένη ακολουθία επωθημένων καλυμμάτων κατά το κατώτερο Ηώκαινο (Durr et al., 1978).

Η περιοχής της Λαυρεωτικής αντιπροσωπεύει την γεωλογική συνέχεια της Αττικοκυκλαδικής Ζώνης προς τα δυτικά. Σύμφωνα με τους Marinos και Petrascheck (1956), η περιοχή μελέτης δομείται από τρεις τεκτονικές ενότητες:

- Την Κατώτερη Τεκτονική Ενότητα – Αυτόχθονη Σειρά – Σειρά Καμάριζας
- Την Ενδιάμεση Τεκτονική Ενότητα – Αλλόχθονη Σειρά - Κυανοσχιστολιθική Ενότητα – Σειρά Πλάκας Λαυρεωτικής
- Την Ανώτερη Τεκτονική Ενότητα – Ασβεστολιθικά Ράκη

Ασύμφωνα με τις προηγούμενες ενότητες πετρωμάτων ακολουθούν Τριτογενείς και Τεταρτογενείς Σχηματισμοί (Παυλόπουλος, 1992).

A. Κατώτερη Τεκτονική Ενότητα

Χαρακτηρίζεται ως αυτόχθονη σειρά γεωλογικών σχηματισμών, αποτελούμενη από μεταμορφικές διεργασίες, ηλικίας Τριαδικής- Κάτω Ιουρασικής. Αναλυτικότερα, αποτελείται από τους παρακάτω σχηματισμούς:

- **Κατώτερο Μάρμαρο Καμάριζας**

Μάρμαρο λευκού-τεφροκυανού χρώματος, αδροκρυσταλλικό, με ανάπτυξη λατυποπαγοειδούς δομής κατά θέσεις, πάχους 300-500 μέτρων και Τριαδικής ηλικίας.

- **Σχιστόλιθος Καμάριζας**

Μάυροι, Καστανόχρωμοι μαρμαρυγιακοί, χαλαζιακοί και χλωριτικοί σχιστόλιθοι, πάχους 20-300 μέτρα και Ιουρασικής ηλικίας. Στη περιοχή της Πλάκας, λόγω της γειτνίασης τους με γρανοδιορίτη, έχουν μετατραπεί σε κερατίτη. Η επαφή των σχιστόλιθων με το κατώτερο μάρμαρο Καμάριζας γίνεται μέσω μιας μεταβατικής ζώνης ασβεστιτικών σχιστολίθων και ασβεστιτικών μαρμάρων.

- **Ανώτερο Μάρμαρο Καμάριζας**

Μάρμαρο λευκού-λευκότεφρου χρώματος, πλούσιο με δομές μεταπυριτολιθών και δολομιτών, πάχους 0-150 μέτρα και Ιουρασικής ηλικίας.

- **Επικλυσιογενής Ασβεστόλιθος**

Ασβεστόλιθος έντονα καρστικοποιημένος και οξειδωμένος, ο οποίος αναπτύσσεται επικλυσιογενώς επί του Ανώτερου Μαρμάρου Καμάριζας και Σχιστόλιθου Καμάριζας, διά μέσου μίας κροκαλοπαγούς βάσης. Έχει πάχος 0-80 μέτρα και είναι Άνω Ιουρασικής-Κάτω Κρητιδικής ηλικίας (IGME,2009).

B. Ενδιάμεση Τεκτονική Ενότητα

Θεωρείται αλλόχθονη ενότητα γεωλογικών σχηματισμών και βρίσκεται επωθημένη στους σχηματισμούς της αυτόχθονης Ενότητας Καμάριζας και αποτελεί το φυλλιτικό σύστημα στη περιοχή της Λαυρεωτικής. Χαρακτηρίζεται από συνθήκες υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών και διαχωρίζεται σε σχιστόλιθους, πρασινίτες και ανακρυσταλλωμένους ασβεστολίθους.

- **Σχιστόλιθοι Πλάκας**

Πρόκειται για φυλλίτες με χαλαζία, σερικίτη ως μοσχοβίτη, ασβεσίτη και χλωρίτη και καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στη περιοχή της Λαυρεωτικής. Σε κάποιες θέσεις, παρεμβάλλονται πρασινοσχιστόλιθοι καθώς και ανθρακικοί σχηματισμοί. Το πάχος τους κυμαίνεται μεταξύ 50 και 180 μέτρων και ηλικία Ιουρασική.

- **Ασβεστόλιθοι Πλάκας**

Καταλαμβάνουν τα ανώτερα στρώματα της ενότητας και πρόκειται για ανακρυσταλλωμένους, λεπτοπλακώδεις και λεπτοστρωσιγενείς ασβεστόλιθους, συνήθως λευκού-τεφρόλευκου χρώματος, πάχος που κυμαίνεται μεταξύ 5 και 70 μέτρων και ηλικία μεσοκρητιδική (ΙΓΜΕ, 2009).

Γ. Ανώτερη Τεκτονική Ενότητα

Πρόκειται για έναν ανθρακικό μη μεταμορφωμένο σχηματισμό, ο οποίος αναπτύσσεται σε περιορισμένη έκταση της κεντρικής Λαυρεωτικής. Αυτός ο αναθρακικός σχηματισμός συνίσταται από ασβεστόλιθους, οι οποίοι συχνά συνοδεύονται από τη παρουσία σερπεντιτών ή και ερυθρών ραδιολαριτών, πάχους 0-80 μέτρων και μέσης-ανώτερης Κρητιδικής ηλικίας. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί χαρακτηρίζονται και ως ασβεστολιθικά ράκη και θεωρείται ότι αποτελούν μέρος της μη μεταμορφωμένης Ανώτερης Τεκτονικής Ενότητας του Αττικοκυκλαδικού Συμπλέγματος.

- **Γρανодиρίτης Πλάκας**

Σε όλη την έκταση της ανατολικής Λαυρεωτικής εντοπίζονται κατά θέσεις εκρηξιγενή πετρώματα, φλεβικής μορφής ή μορφής σωρού. Πρόκειται για μετατεκτονικούς γρανοδιορίτες Ι-τύπου, μειοκαινικής ηλικίας. Χαρακτηριστικός είναι ο γρανοδιορίτης της Πλάκας, ο οποίος εκτείνεται σε περιορισμένη έκταση και θεωρείται ότι αποτελεί Δυτική – Βορειοδυτική απόληξη μεγάλου λακκολίθου που εντοπίζεται στον ευρύτερο χώρο του Αττικοκυκλαδικού Συμπλέγματος. Συναντάται κυρίως, εντός των σχιστολιθικών σχηματισμών της Σειράς Καμάριζας, στα περιθώρια των οποίων έχουν δημιουργηθεί λόγω μεταμόρφωσης πετρώματα όπως, κερατίτης-πλακίτης, αλλά και μετασωματικά φαινόμενα τύπου skarn(κοιτάσματα μαγνητίτη) (ΙΓΜΕ,2009).

Δ. Τριτογενείς και Τεταρτογενείς Σχηματισμοί

Από το Τριτογενές εμφανίζονται σχηματισμοί μόνο από το Νεογενές. Τα Νεογενή στρώματα πετρωμάτων αποτελούνται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και μαργαϊκούς ασβεστολίθους. Επί το πλείστον αποτελούν λιμναία ιζήματα (Παυλόπουλος Κ., 1992). Στο νοτιοανατολικό τμήμα της Αττικής παρουσιάζουν πολύ περιορισμένη εξάπλωση και παρατηρούνται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης.

Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί επικάθηνται ασύμφωνα στους προηγούμενους και παλαιότερους σχηματισμούς πετρωμάτων και διακρίνονται σε παλαιότερες και νεότερες αποθέσεις.

- **Παλαιότερες αποθέσεις**

Οι παλαιότερες αποθέσεις, αναφέρονται στα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι ποτάμιες αναβαθμίδες, συνεκτικοί κώνοι κορημάτων – πλευρικά κορήματα κλιτύων και αλλουβιακά ριπίδια.

- **Σχετικά νεότερες αποθέσεις**

Στις σχετικά νεότερες αποθέσεις ανήκουν οι ασβεστιτικοί ψαμμίτες, οι σχηματισμοί των οποίων εμφανίζονται στις ανατολικές ακτές της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, παρατηρούνται στις ανατολικές ακτές στους κόλπους Τουρκολίμανο, Πουνταζέζα και Πασαλιμάνι.

- **Νεότερες αποθέσεις**

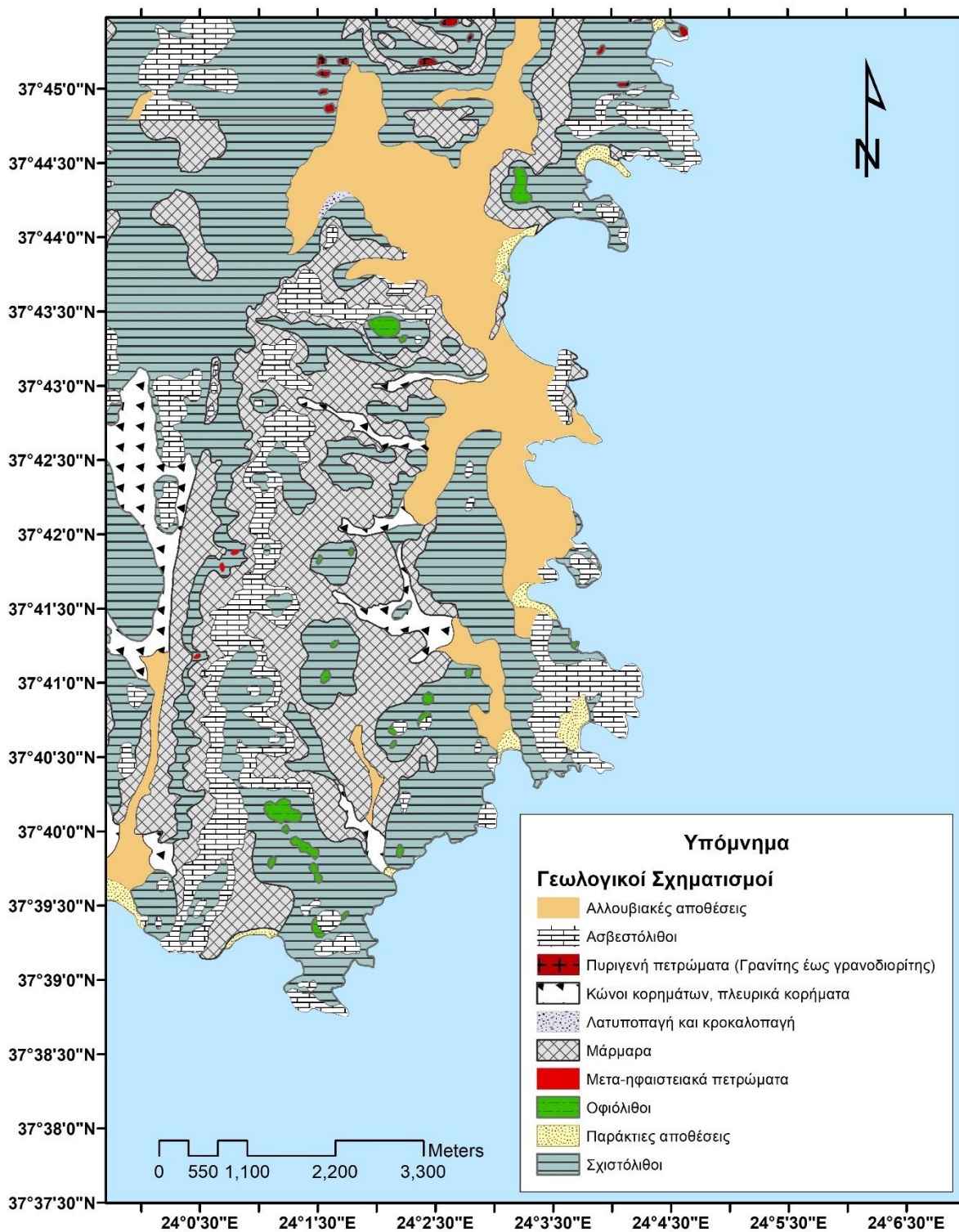
Στις νεότερες αποθέσεις τεταρτογενούς, περιλαμβάνονται σχηματισμοί πλευρικών κορημάτων μικρής συνεκτικότητας, κώνοι απόθεσης και οι σύγχρονες αλλουβιακές – χειμάρριες και παράκτιες αποθέσεις. Τα πλευρικά κορήματα, παλαιά και νέα, αποτελούνται από αδρομερή, ανομοιογενή και γωνιώδη υλικά. Οι αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούνται από τα προϊόντα διάβρωσης, κυρίως των μεταμορφωμένων πετρωμάτων και εμφανίζουν χαλαρά αργιλοαμμώδη και χαλκώδη συστατικά. Ακόμα, σε τμήματα πολλών κόλπων όπως, Πασαλιμάνι, Τουρκολίμανο εμφανίζονται αιολικές αποθέσεις με τη μορφή θινών. Τέλος, χαρακτηριστικό των ανατολικών ακτών αποτελούν οι αρχαίες και σύγχρονες μεταλλευτικές σκωρίες κοντά στους κόλπους Πασαλιμάνι,

Πουνταζέζα και Τουρκολίμανο, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως πρόσφατες ολοκαινικές αποθέσεις ανθρωπογενούς δράσης και αναφέρονται στους ιστορικούς χρόνους, αλλοιώνοντας πολλές φορές τη μορφολογία του αναγλύφου.

Οφιόλιθοι

Τέλος, σε περιορισμένες θέσεις παρατηρούνται σχηματισμοί οφιόλιθων. Οι οφιόλιθοι είναι ακανόνιστα και συνήθως έντονα τεκτονισμένοι σχηματισμοί βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων, κυρίως σερπεντινιτών, στη βάση των ασβεστολίθων και μέσα σε τεκτονισμένους σχιστόλιθους. Εμφανίζονται στην περιοχή βορειοανατολικά της Πλάκας όπου ανήκουν στο επωθημένο φυλλιτικό συστήματος και είναι ηλικίας Κατώτερου Κρητιδικού.

ΧΑΡΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.1: Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών περιοχής μελέτης.

(Πηγή: ΙΓΜΕ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

5.1 Περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση

Η Αττική παρουσιάζει μία σύνθετη γεωτεκτονική δομή. Συγκεκριμένα, η περιοχή της νότιας Αττικής συνδέεται άμεσα με την παλαιογεωγραφική εξέλιξη του νότιου τμήματος του Ελλαδικού χώρου, των βορείων Κυκλάδων και της νότιας Εύβοιας (Παυλόπουλος, 1992).

Το ανάγλυφο της Αττικής αποτελείται από γεωμορφές, οι οποίες συνδέονται εξελικτικά με παλαιότερες γεωμορφολογικές διεργασίες που επικρατούσαν στην Ηπειρωτική Ελλάδα και έχουν πλέον διαμορφωθεί τόσο με βάση τα μεγαλύτερα σε έκταση υδρογραφικά δίκτυα, όσο και από τις επικρατούσες στον ευρύτερο χώρο, κλιματικές συνθήκες.

Χαρακτηριστική είναι η μορφολογική, λιθολογική και τεκτονική ομοιομορφία μεταξύ της Αττικής και των Κυκλάδων (Παυλόπουλος, 1992).

Η γεωμορφολογική εξέλιξη και συνοχή μιας περιοχής, αναφέρεται στην δυναμική διαδικασία της μετάβασης από ένα περιβάλλον συγκεκριμένων συνθηκών σε ένα άλλο διαφορετικών συνθηκών, στην οποία συγκαταλέγονται η γεωλογία, η τεκτονική της περιοχής, οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, ο βαθμός επίδρασης των γεωμορφολογικών διεργασιών και των ανθρώπινων επεμβάσεων. Συνεπώς, η μελέτη και ανάλυση των γεωμορφών, η εξέλιξη τους, αλλά και οι διεργασίες που δρουν σε αυτές αποτελούν σύνθετες διαδικασίες εφόσον βασίζονται σε μεταβλητά, δυναμικά συστήματα.

Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της περιγραφικής γεωμορφολογικής ανάλυσης για την μελέτη της περιοχής μελέτης. Η μέθοδος της περιγραφικής γεωμορφολογικής ανάλυσης βασίζεται στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών των γεωμορφών, που απεικονίζουν την πραγματική και παρούσα κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος, λαμβάνοντας πάντα υπόψιν τους γεωμορφολογικούς παράγοντες και τις συνθήκες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν το σημερινό ανάγλυφο της περιοχής

μελέτης. Το στάδιο της συλλογής των πληροφοριών σχετικά με τις γεωμορφές και η αποτύπωση τους σε χάρτη, συντελούν στη χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης. Το επόμενο στάδιο περιλαμβάνει την ανάλυση και τη συσχέτιση των γεωμορφών με τις διεργασίες εξέλιξής τους, με σκοπό την κατανόηση των παραγόντων που επέδρασαν σε αυτές, σε συνάρτηση με το χρόνο (Παυλόπουλος, 1992).

Στην εργασία αυτή, μελετάται η παράκτια γεωμορφολογία στα πλαίσια της περιγραφικής γεωμορφολογικής μελέτης των Νοτιοανατολικών ακτών της Λαυρεωτικής, σκοπεύοντας στον εντοπισμό, προσδιορισμό, χαρτογραφική αποτύπωση και ανάλυση των γεωμορφών της περιοχής μελέτης.

Αναλυτικότερα, θα εξεταστούν γεωμορφές όπως:

- Επιφάνειες ισοπέδωσης,
- Τα είδη των κλιτύων,
- Οι παράκτιες μορφές κατά μήκος της ακτής,
- Και τα παράκτια ρεύματα που επικρατούν στη παράκτια περιοχή.

5.2 Μεθοδολογία

Η διαδικασία της γεωμορφολογικής χαρτογράφησης αναφέρεται στην παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής. Η χαρτογραφηθείσα περιοχή εκτείνεται σε μία ζώνη, στην οποία επιδρά η κυματική ενέργεια μέχρι την ισοβαθή των 15 μέτρων περίπου. Για την πραγματοποίηση της γεωμορφολογικής χαρτογράφησης ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία:

- Επιτόπια έρευνα στη παράκτια περιοχή μελέτης για τον προσδιορισμό και την χαρτογράφηση των γεωμορφών που εμφανίζονται κατά μήκος της ακτογραμμής, με σκοπό τον προσδιορισμό των παραγόντων που επέδρασαν στη διαμόρφωση του παράκτιου περιβάλλοντος.
- Δειγματοληψία ιζημάτων από αιγιαλούς προς εργαστηριακή ανάλυση για τον προσδιορισμό του ιζηματολογικού καθεστώτος των αιγιαλών της περιοχής και των διεργασιών και συνθηκών απόθεσής τους.

Από τις παραπάνω διαδικασίες, εντοπίστηκαν παράκτιες γεωμορφές για αναλυτικότερη μελέτη, όπως οι εμφανίσεις χερσαίων και υποθαλάσσιων beachrocks, θινών και τόμπολου. Το συνολικό μήκος της ακτογραμμής που χαρτογραφήθηκε και μελετήθηκε είναι 57 χλμ. περίπου.

Επίσης, ως προς το χερσαίο παράκτιο τμήμα της περιοχής μελέτης χαρτογραφήθηκαν οι επιφάνειες επιπέδωσης-ισοπέδωσης καθώς και η μορφή των ακτών.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της εργασίας στην επεξεργασία και ανάλυση, με σκοπό την εξαγωγή των αποτελεσμάτων σχετικά με την γεωμορφολογική ανάλυση της παράκτιων ακτών της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής, σχετίζονται με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου και τους γεωλογικούς σχηματισμούς της παράκτιας περιοχής, τα οποία υπέστησαν επεξεργασία για την καλύτερη αποτύπωση των γεωχωρικών πληροφοριών τους.

Σημαντική για την κατασκευή του γεωμορφολογικού χάρτη (Εικόνα 5.19) ήταν η αξιοποίηση των παράγωγων χαρτών που αναφέρθηκαν παραπάνω. Πρόκειται για τους χάρτες κλίσεων και προσανατολισμού του αναγλύφου της περιοχής μελέτης.

Εκτός των ψηφιακών δεδομένων και της αξιοποίησης των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών έγινε επίσκεψη στην περιοχή με σκοπό την καταγραφή και αποτύπωση των παρακτιων γεωμορφών και τη λήψη φωτογραφιών και δειγμάτων ιζήματος, όπως ήδη αναφέρθηκε. Επιπλέον για την ακριβή αποτύπωση των παράκτιων γεωμορφών χρησιμοποιήθηκε GPS.

Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση των χερσαίων και ειδικότερα των παράκτιων γεωμορφών της περιοχής μελέτης. Οι γεωμορφές της χέρσου περιλαμβάνουν τις γεωμορφές διάβρωσης, όπως είναι επιφάνειες ισοπέδωσης, ενώ οι παράκτιες, γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης, απόθεσης και αιολικής απόθεσης.

5.3 Περιγραφή γεωμορφών περιοχής μελέτης

5.3.1. Γεωμορφές Διάβρωσης - Επιφάνειες Ισοπέδωσης

Οι επιφάνειες ισοπέδωσης είναι επίπεδες, ομαλές επιφάνειες που έχουν δημιουργηθεί από τη διαδικασία της μηχανικής και χημικής διάβρωσης (Παυλόπουλος, 1992).

Στην περιοχή μελέτης έχουν εντοπιστεί επιφάνειες ισοπέδωσης σε διάφορα υψόμετρα από 40 έως 140 μέτρα. Αναπτύσσονται κυρίως σε σχηματισμούς σχιστολίθων, ασβεστολίθων και μαρμάρων. Οι επιφάνειες ισοπέδωσης ομαδοποιήθηκαν βάση των υψομέτρων στα οποία εμφανίζονται (Εικόνα 5.19), στις εξής ομάδες:

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 40-60 μέτρα

Η πρώτη κατηγορία εμφανίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης κυρίως σε σχηματισμούς ασβεστόλιθων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 60-80 μέτρα

Η δεύτερη κατηγορία εμφανίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης κυρίως σε σχηματισμούς σχιστόλιθων και μάρμαρων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 80-100 μέτρα

Η τρίτη κατηγορία εμφανίζεται στο βόρειο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης σε σχηματισμούς σχιστόλιθων, αλλουβιακών αποθέσεων και μάρμαρων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 100-120 μέτρα

Η συγκεκριμένη κατηγορία παρουσιάζει πολύ περιορισμένη έκταση στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσεται σε σχηματισμούς ασβεστόλιθων και πλευρικών κορημάτων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 120-140 μέτρα

Αυτή η κατηγορία εμφανίζεται στο κεντρικό και νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσεται σε σχηματισμούς σχιστόλιθων και μάρμαρων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 140-160 μέτρα

Εμφανίζονται στο κεντρικό και δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσονται σε σχηματισμούς σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων και μάρμαρων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 160-180 μέτρα

Παρουσιάζουν μεγαλύτερη έκταση σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες επιφανειών ισοπέδωσης, εμφανίζονται στο κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσονται σε σχηματισμούς σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων και μάρμαρων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 180-200 μέτρα

Εμφανίζονται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσονται σε σχηματισμούς σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων.

Επιφάνειες ισοπέδωσης από 220-240 μέτρα

Η τελευταία κατηγορία παρουσιάζει επίσης πολύ περιορισμένη έκταση στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσεται σε σχηματισμούς ασβεστόλιθων.

Σημαντικός για την ομαδοποίηση των επιφανειών ήταν ο χάρτης της διατριβής του Κ. Παυλόπουλου (1992).

5.3.2. Παράκτιες Γεωμορφές – Θαλάσσιας Επίδρασης

Στην παράκτια ζώνη παρατηρείται ταχύτερη εξέλιξη και μεταβολή των γεωμορφών της σε συνάρτηση με το χρόνο, σε σύγκριση με το χερσαίο ανάγλυφο.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, αναφορικά για την περιοχή της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής, οι ακτές παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Οι ακτές της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζονται ως ακτές για ή κατακλυσθείσες κοιλάδες, καθώς αποτελούν κοιλάδες ποταμών ή χειμάρρων που είχαν δημιουργηθεί κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο, όταν η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν αρκετά μέτρα χαμηλότερα από τη σημερινή. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης που ακολούθησε το τέλος της παγετώδους

περιόδου, είχε σαν αποτέλεσμα το χαμηλότερο τμήμα των κοιλάδων αυτών να βρεθεί υποθαλάσσια και να διαμορφωθεί αυτός ο χαρακτηριστικός τύπος ακτών.

Οι ακτές της νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής επηρεάζονται κυριώς από θαλάσσια ρεύματα που δημιουργούνται από ανέμους βόρειας και βορειοανατολικής διεύθυνσης (Παυλόπουλος, 1992).

Η ανάπτυξη μικρών αιγιαλών με ομαλές μορφολογικές κλίσεις διαδέχονται τις απόκρημνες ακτές με μεγάλη κλίση.

Τα πετρώματα της περιοχής που κυριαρχούν στη παράκτια ζώνη είναι οι ασβεστόλιθοι, οι σχιστόλιθοι και οι Τεταρτογενείς αποθέσεις. Σε περιοχές με ομαλές μορφολογικές κλίσεις κυριαρχούν οι παράκτιες και αλλουβιακές αποθέσεις, ενώ στις πιο απόκρημνες, οι ασβεστόλιθοι και οι σχιστόλιθοι. Συνεπώς η φύση, το είδος και η ανθεκτικότητα των γεωλογικών σχηματισμών που καταλήγουν στην ακτογραμμή είναι μια σημαντική παράμετρος για το είδος των παράκτιων γεωμορφών και τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά.

Οι παράκτιες γεωμορφές είναι αποτέλεσμα της επίδρασης θαλάσσιων παραγόντων. Στη περιοχή μελέτης συναντώνται παράκτιες γεωμορφές τόσο θαλάσσιας ή αιολικής απόθεσης, όσο και θαλάσσιας διάβρωσης, όπως παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω:

5.3.2.1. Παράκτιες Γεωμορφές Θαλάσσιας Απόθεσης

Αιγιαλοί (Beaches)

Οι αιγιαλοί είναι παράκτιες γεωμορφές απόθεσης, οι οποίοι αποτελούνται από χαλαρά υλικά, όπως η άμμος, οι κροκάλες, οι χάλικες σε συνδυασμό με εύπλαστα υλικά όπως η ιλύς και η άργιλος (Καρύμπαλης, 2010). Στη πλειοψηφία των αιγιαλών συνυπάρχουν όλα αυτά τα λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα υλικά. Οι αιγιαλοί εκτείνονται από το όριο της μέσης στάθμης της άμπωτης έως το σημείο εκείνο της ξηράς που παρατηρείται μορφολογική αλλαγή της κλίσης της, καθώς μέχρι αυτό επιδρούν οι θαλάσσιες διεργασίες και πέρα από αυτό παρατηρείται βλάστηση ή η ύπαρξη παράκτιου κρημνού (Haslett, 2000).

Λόγω της σύνθεσης τους από χαλαρά και ασύνδετα υλικά, οι αιγιαλοί θεωρούνται πολύ ανθεκτικοί ως προς τις θαλάσσιες διεργασίες και σπανίως διαβρώνονται από το κυματισμό, καθώς μπορούν να διατηρηθούν σε περιβαλλοντικές εναλλαγές, προσαρμόζοντας την μορφολογία τους και την κοκκομετρία των ιζημάτων, από τα οποία αποτελούνται.

Η περιοχή της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής εμφανίζει πολλούς κόλπους, μικρού ή μεγάλου πλάτους, οι οποίοι τροφοδοτούνται από τα υδρογραφικά δίκτυα που εκβάλλουν εκεί. Στα πλαίσια της εργασίας, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε 7 αιγιαλούς της περιοχής.

Η πλειοψηφία των αιγιαλών έχει νοτιοδυτική-βορειοανατολική και δυτική-ανατολική διεύθυνση. Το υλικό των αιγιαλών χαρακτηρίζεται αμμώδες, με μεσόκοκκο και χονδρόκοκκο υλικό.

Στο βορειότερο τμήμα της περιοχής μελέτης βρίσκονται οι αιγιαλοί Μακραμέ και Χρυσό Φεγγάρι στον Όρμο Τουρκολίμανου και ο Όρμος του Θορικού. Ενώ, στο νότιο οι αιγιαλοί Πουνταζέζα, Ποσειδωνία, Ασημάκη και Πορτ Αρθούρ.

Οι αιγιαλοί Ασημάκη (με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ), Ποσειδωνίας (με διεύθυνση Δ-Α), Πουνταζέζας (με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ) και Θορικού (με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ) είναι περισσότερο εκτεταμένοι σε σύγκριση με τους υπόλοιπους της περιοχής μελέτης.

Οι αιγιαλοί Χρυσό Φεγγάρι και Μακραμέ έχουν διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και ΝΑ-ΒΔ αντίστοιχα, σχηματίζοντας τόμπολο στον Όρμο Τουρκολίμανου.

Αιγιαλοί στον μυχό των κόλπων (Pocket Beaches)

Οι συγκεκριμένοι αιγιαλοί αποτελούνται από αδρομερή υλικά και ο σχηματισμός τους περιορίζεται μεταξύ ακρωτηρίων ή απόκρημνων ακτών. Αρκετοί αιγιαλοί στην περιοχή μελέτης ανήκουν στον τύπο αυτό. Παρακάτω απεικονίζεται ένα αιγιαλός σε μυχό κόλπου που έχει αναπτυχθεί μεταξύ ακρωτηρίων σε παράκτιες αποθέσεις (Εικόνα 5.1). Το υλικό είναι ανάμμεικτο (άμμος, πεπάλες και κροκάλες). Το πίσω όριο του αιγιαλού είναι ερυθρού χρώματος ποταμοχειμάρειες αποθέσεις. Η παρουσία του χαμηλού κρημού στο πίσω όριο του αιγιαλού σηματοδοτεί το όριο επιρροής των μεγαλύτερων κυματισμών της περιοχής και αποτελεί ένδειξη υποχώρησης της ακτογραμμής.



Εικόνα 5.1: Αιγιαλός τύπου *Pocket Beach*(Αιγιαλός Πορτ Αρθούρ) στο νότιο τμήμα της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης.

Μορφολογικά Χαρακτηριστικά του μικροαναγλύφου των παράκτιων αποθέσεων

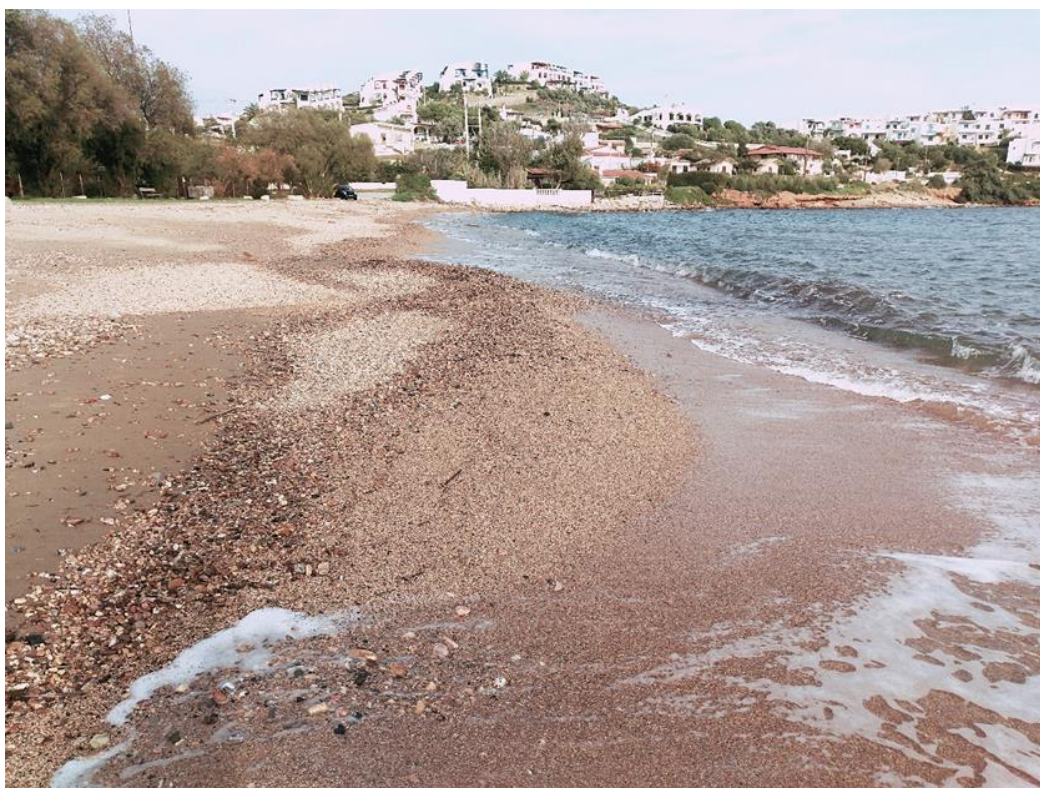
Ημισεληνοειδείς αμμώδεις ή χαλικώδεις σχηματισμοί (Beach cusps)

Οι ημισεληνοειδείς σχηματισμοί είναι μορφές συγκέντρωσης άμμου και χαλίκων, εφήμερης διάρκειας και κύρια αιτία σχηματισμού τους είναι ο κυματισμός (Haslett, 2000). Σχηματίζονται στο όριο θραύσης του κυματισμού σε παράκτιες περιοχές με πολύ μικρό εύρος παλίρροιας (*Εικόνες 5.2 και 5.3*). Βασικό χαρακτηριστικό των ημισεληνοειδών σχηματισμών είναι η κοκκομετρική ταξινόμηση των ιζημάτων από τα οποία αποτελούνται.

Σε κάποιους από τους αιγιαλούς της περιοχής μελέτης την ημέρα της χαρτογράφησης ήταν αναγνωρίσιμες οι εφήμερες αυτές γεωμορφές. Η ανάπτυξή τους δεν ήταν πλήρης, αλλά παρόλα αυτά μπορούσαν να διακριθούν. Να σημειωθεί ότι την ημέρα της χαρτογράφησης ο κυματισμός προσέπιπτε σχεδόν κάθετα στην ακτογραμμή, γεγονός που συνέβαλε στη διαμόρφωση των ημισεληνοειδών σχηματισμών (beach cusps).



Εικόνα 5.2: Ημισεληνοειδείς σχηματισμοί στο νότιο τμήμα του αιγιαλού Πουνταζέζας.



Εικόνα 5.3: Ημισεληνοειδείς σχηματισμοί στο κεντρικό τμήμα του αιγιαλού Πουνταζέζας.

Ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί ή ακτόλιθοι (Beachrocks)

Οι ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί αποτελούν συνεκτικούς σχηματισμούς και περιέχουν υλικά διαφόρων διαστάσεων (άμμοι, χάλικες, κροκάλες) τα οποία είναι συγκολλημένα μεταξύ τους με συνδετικό υλικό ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) και ανθρακικό μαγνήσιο (MgCO_3). Η σύστασή τους εξαρτάται από τη σύσταση των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης και είναι πρόσφατης γεωλογικής ηλικίας. Κατά μήκος των ακτολίθων μπορεί να περιλαμβάνονται απομεινάρια απολιθωμένων κελυφών ή θαλάσσιων οργανισμών. Το υλικό σύνθεσης τους προέρχεται από τις παλαιές αποθέσεις του αιγιαλού, οι οποίες συνεκτικοποιήθηκαν και σχημάτισαν τις χαρακτηριστικές μορφές «πάγκων» κατά μήκος του αιγιαλού με μικρή κλίση προς τη θάλασσα. Οι ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί μπορούν να αποτελέσουν δείκτες παρελθοντικής θαλάσσιας στάθμης, καθώς τα υλικά από τα οποία αποτελείται

δεν προέρχονται από τις σημερινές αποθέσεις του αιγιαλού αλλά από παλαιότερες, αιγιαλών ηλικίας μερικών χιλιάδων έως και εκατοντάδων ετών (Καρύμπαλης, 2010).

Οι υποθαλάσσιες εμφανίσεις beachrocks στις ακτές υποδηλώνουν την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου, είτε λόγω ευστατισμού είτε λόγω τεκτονικής δραστηριότητας.



Εικόνα 5.4: Beachrocks πάνω από την στάθμη της θάλασσας κατά μήκος της ακτογραμμής στον αιγιαλό Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).

Στο βορειότερο τμήμα της περιοχής μελέτης, στην παραλία Μακραμέ εντοπίζονται πάγκοι ακτολίθων σε επίπεδο χαμηλότερο, αλλά και υψηλότερο από το σημερινό επίπεδο της στάθμης της θάλασσας, παραπέμποντας έτσι σε πιθανά παλαιότερα επίπεδα της θαλάσσιας στάθμης, τόσο χαμηλότερα όσο και υψηλότερα σε σχέση με τη σημερινή (Εικόνες 5.4, 5.5 και 5.6).

Το γεγονός ότι οι πάγκοι βρίσκονται κατά το ήμισυ κάτω και επίσης κατά το ήμισυ πάνω από την ακτογραμμή υποδηλώνει ότι πρόκειται για τα πρόσφατα beachrocks που διαμορφώθηκαν στο παλιρροιακό εύρος κατά τη σημερινή στάθμη θάλασσας.



Εικόνα 5.5: Σχηματισμοί Beachrocks κατά μήκος της ακτογραμμής στον αιγιαλό Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).



Εικόνα 5.6: *Beachrocks* ελαφρώς πάνω και κάτω από την στάθμη της θάλασσας (ακτογραμμή) του αιγιαλού Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).

5.3.2.2 Φραγματικές γεωμορφές απόθεσης

Τόμπολο (Tompolo)

Το τόμπολο αποτελεί μία λώριδα από χαλαρά υλικά, άμμος και χάλικες, η οποία συνδέει τη στεριά με ένα γειτονικό νησί. Για τον σχηματισμό του τόμπολου, κύρια αιτία είναι η «κυματική σκιά» που δημιουργείται πίσω από το γειτονικό νησί, εξαιτίας της μείωσης της μεταφορικής ικανότητας του κυματισμού και επομένως της απόθεσης ιζημάτων, σχηματίζοντας έτσι μία στενή ζώνη ιζημάτων, συνδέοντας το με τη στεριά (Καρύμπαλης, 2010). Στην περιοχή μελέτης τόμπολο παρατηρήθηκε στο Τουρκολίμανο, μεταξύ των παραλιών Χρυσό Φεγγάρι και Μακραμέ στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης, όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 5.7 και 5.8). Ο σχηματισμός του τόμπολο είναι αποτέλεσμα της απόθεσης ιζημάτων (άμμου αλλά και μικρών κροκαλών) στην κυματική σκιά πίσω από το μικρό βραχώδες νησάκι που αποτελείται από σχιστολιθικά πετρώματα. Είναι προφανές ότι η παρουσία του μικρού νησιού προκαλεί την περίθλαση του κυματισμού στην προστατευόμενη πίσω από αυτό περιοχή, με αποτέλεσμα την απόθεση ιζημάτων που σταδιακά δημιουργήσαν τη γεωμορφή του τόμπολο.



Εικόνα 5.7: Σχηματισμός τόμπολο στη περιοχή του Τουρκολίμανου μεταξύ των αιγιαλών Μακραμέ και Χρυσό Φεγγάρι..



*Εικόνα 5.8: Σχηματισμός τόμπολο στη περιοχή του Τουρκολίμανου μεταξύ των αιγιαλών
Μακραμέ και Χρυσό Φεγγάρι.*

5.3.2.3 Παράκτιες Γεωμορφές Θαλάσσιας Διάβρωσης

Παράκτιοι κρημνοί (Coastal cliffs)

Οι παράκτιοι κρημνοί, είναι οι απόκρημνες παράκτιες πλαγιές που επηρεάζονται άμεσα από τις θαλάσσιες διεργασίες. Οι κρημνοί παρουσιάζουν μεγάλη μορφολογική κλίση καθώς συναντώνται σε βραχώδεις ακτές, στις οποίες κυριαρχεί ο κυματισμός.

Στο σχηματισμό τους και στη διαμόρφωση της μορφολογίας τους, εκτός από τις θαλάσσιες διεργασίες (κυματισμός και παλίρροιες), συμβάλλουν οι χερσαίες εξωγενείς διαδικασίες (κλίμα και τύπος περώματος). Τόσο η μορφή, όσο και η κλίση των κλιτύων επηρεάζονται και καθορίζονται έως ένα βαθμό από τους γεωλογικούς παράγοντες, όπως είναι η δομή και η διαφοροποίηση της ανθεκτικότητας των πετρωμάτων από τα οποία αποτελούνται, η τεκτονική καταπόνηση τους κ.α. (Καρύμπαλης, 2010).

Στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ, εντοπίζονται χαμηλοί κρημνοί που έχουν αναπτυχθεί σε συνεκτικοποιημένες ερυθρού χρώματος χερσαίες αποθέσεις (ποταμοχειμάρρειας προέλευσης υλικά, μικροί κώνοι) (Εικόνες 5.9 έως 5.11).



Εικόνα 5.9: Σχηματισμός κρημνού στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ σε συνεκτικοποιημένες ερυθρού χρώματος χερσαίες αποθέσεις.



Εικόνα 5.10: Σχηματισμός κρημνών μεσαίας κλίσης στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ, οι οποίοι έχουν σχηματιστεί από τη θαλάσσια επίδραση.



Εικόνα 5.11: Σχηματισμός κρημνού στον αιγιαλό Πορτ Αρθούρ σε συνεκτικοποιημένες χερσαίες αποθέσεις.

Στη παραλία της Πουνταζέζας, επίσης, παρατηρείται παράκτιος κρημνός χαμηλής κλίσης, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως «φυσικό σκαλοπάτι» και έχει αναπτυχθεί στο νότιο τμήμα της, παράλληλα με την ακτογραμμή (Εικόνες 5.12 και 5.13).



Εικόνα 5.12: Σχηματισμός κρημνού χαμηλής κλίσης στην ακτή Πουνταζέζας.



Εικόνα 5.13: Σχηματισμός κρημνού χαμηλής κλίσης στη νότια ακτή της Πουνταζέζας.

Επίσης, χαρακτηριστικές ήταν οι περιπτώσεις διάβρωσης και υποχώρησης των γεωλογικών παράκτιων σχηματισμών που αναπτύσσονται κατά μήκος της ακτογραμμής, εξαιτίας της θαλάσσιας και κυματικής επίδρασης σε βραχώδεις και απόκρημνες ακτές. (Εικόνα 5.14)



Εικόνα 5.14 : Υποχώρηση ογκόλιθων σε κρημό του αιγιαλού Πορτ Αρθούρ.

Η παρουσία των χαμηλών κρημνών στο πίσω όριο των αιγιαλών σηματοδοτεί το όριο της δράσης του κύματος κατά την χειμερινή περίοδο. Η παρουσία των κρημνών αυτών αποτελεί ένδειξη υποχώρησης της ακτογραμμής.

Σε αρκετές περιπτώσεις η διάβρωση της ακτής έχει επηρεάσει κατασκευές (όπως σπίτια) που βρίσκονται πολύ κοντά στην ακτογραμμή. Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η προπάθεια των κατοίκων να προστατεύσουν οίκημα (με αυτοσχέδιες κατασκευές) από τη διάβρωση με διάφορους τρόπους (συνήθως ρίχνοντας ογκόλιθους στην θάλασσα για την μείωση των επιπτώσεων της δράσης του κυματισμού).

Φαίνεται καθαρά η έκταση της διάβρωσης του αιγιαλού στην περιοχή που δεν υπάρχει κανένα «αυτοσχέδιο» μέτρο προστασίας.

Όπως και η υποχώρηση της ακτογραμμής, η οποία σε συνδυασμό με ανθρώπινες παρεμβάσεις μπορεί να οδηγήσει σε επιζήμια αποτελέσματα (Εικόνα 5.15).

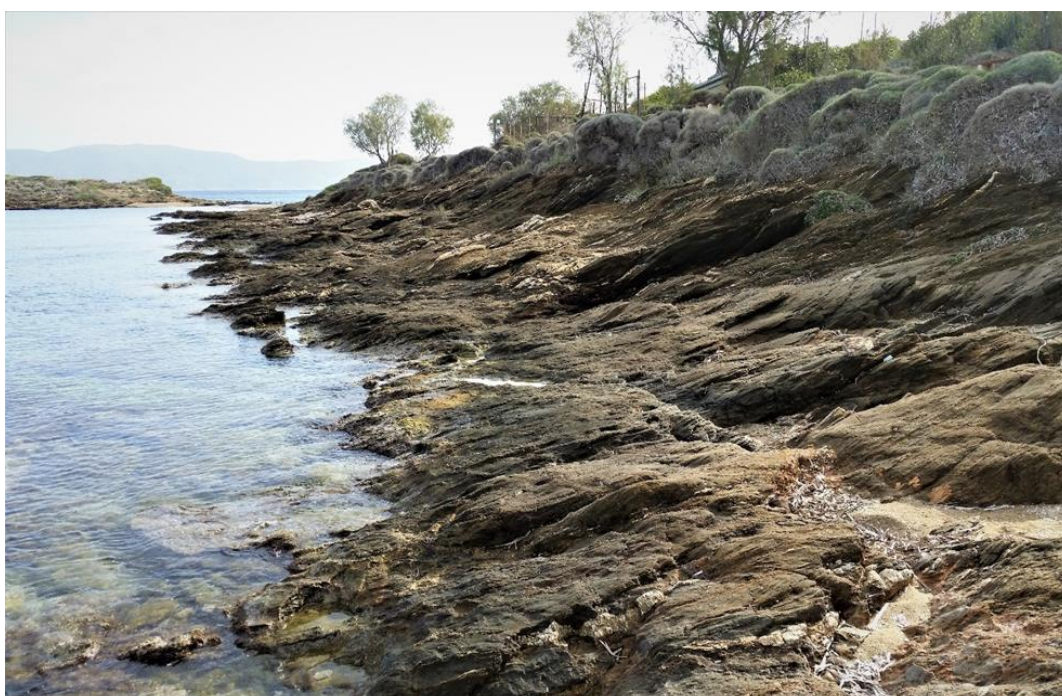


Εικόνα 5.15 : Παραθαλάσσια κατοικία σε κίνδυνο καταστροφής λόγω διάβρωσης της ακτής από τον κυματισμό.

Παράκτιοι Πάγκοι (Shore Platforms)

Η διάβρωση από τη κυματική δράση κατά μήκος τως βραχώδων ακτών μπορεί να προκαλέσει όχι μόνο τον σχηματισμό κατακόρυφων μεγάλης κλίσης γεωμορφών, όπως οι κρημνοί, αλλά και οριζόντιων σχηματισμών, όπως οι παράκτιοι πάγκοι. Ο σχηματισμός των παράκτιων πάγκων οφείλεται τόσο στη δράση των κυμάτων, όσο και στη διαδικασία της χημικής αποσάθρωσης λόγω της επίδρασης του θαλάσσιου νερού (water layer weathering) (Καρύμπαλης, 2010). Η παρουσία των γεωμορφών αυτών σχετίζονται με περιοχές στις οποίες σημειώνεται υποχώρηση των παράκτιων κρημνών. Για τη διατήρηση των παράκτιων πάγκων, η κυματική ενέργεια πρέπει να είναι αρκετά δυνατή ώστε να μεταφέρει τα κορήματα που παράγονται κατά τη διάβρωση των κρημνών.

Σχηματισμοί παράκτιων πάγκων παρατηρούνται στον Όρμο Τουρκολίμανου ανεπτυγμένοι σε σχιστολιθικά πετρώματα με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5.16).



Εικόνα 5.16: Σχηματισμός παράκτιων πάγκων στον Όρμο Τουρκολίμανου.

5.3.3. Παράκτιες Γεωμορφές Αιολικής Προέλευσης

Παράκτιες αμμώδεις θίνες (Coastal sand dunes)

Είναι γεωμορφές αιολικής απόθεσης άμμου και για το σχηματισμό τους, προϋποθέτουν μεγάλη ποσότητα άμμου και ισχυρού ανέμου για μεγάλη χρονική διάρκεια, με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να μεταφέρεται και να συσσωρεύεται υλικό χωρίς την ύπαρξη εμποδίων κατά τη μεταφορά. Συναντώνται σε εκβολές ποταμών, παράκτια έλη και έχουν τη μορφή μικρών λόφων ή ράχων, με ύψος που κυμαίνεται από 1-2 μέτρα έως και 20-30 μέτρα. Σχηματίζονται στο χερσαίο τμήμα της παράκτιας ζώνης, υψηλότερα του επιπέδου της πλημμυρίδας, αποτελώντας το όριο της θαλάσσιας επίδρασης προς την ακτή (Haslett, 2000). Στη περιοχή μελέτης, θίνες παρατηρούνται στις παραλίες Ποσειδωνίας και Θορικού.

Παρακάτω, στην *Εικόνα 5.17* εμφανίζονται θίνες αιολικής προέλευσης στον Όρμο Θορικού παράλληλα με την ακτογραμμή, χαράσσοντας το νοητό όριο της θαλάσσιας επίδρασης.



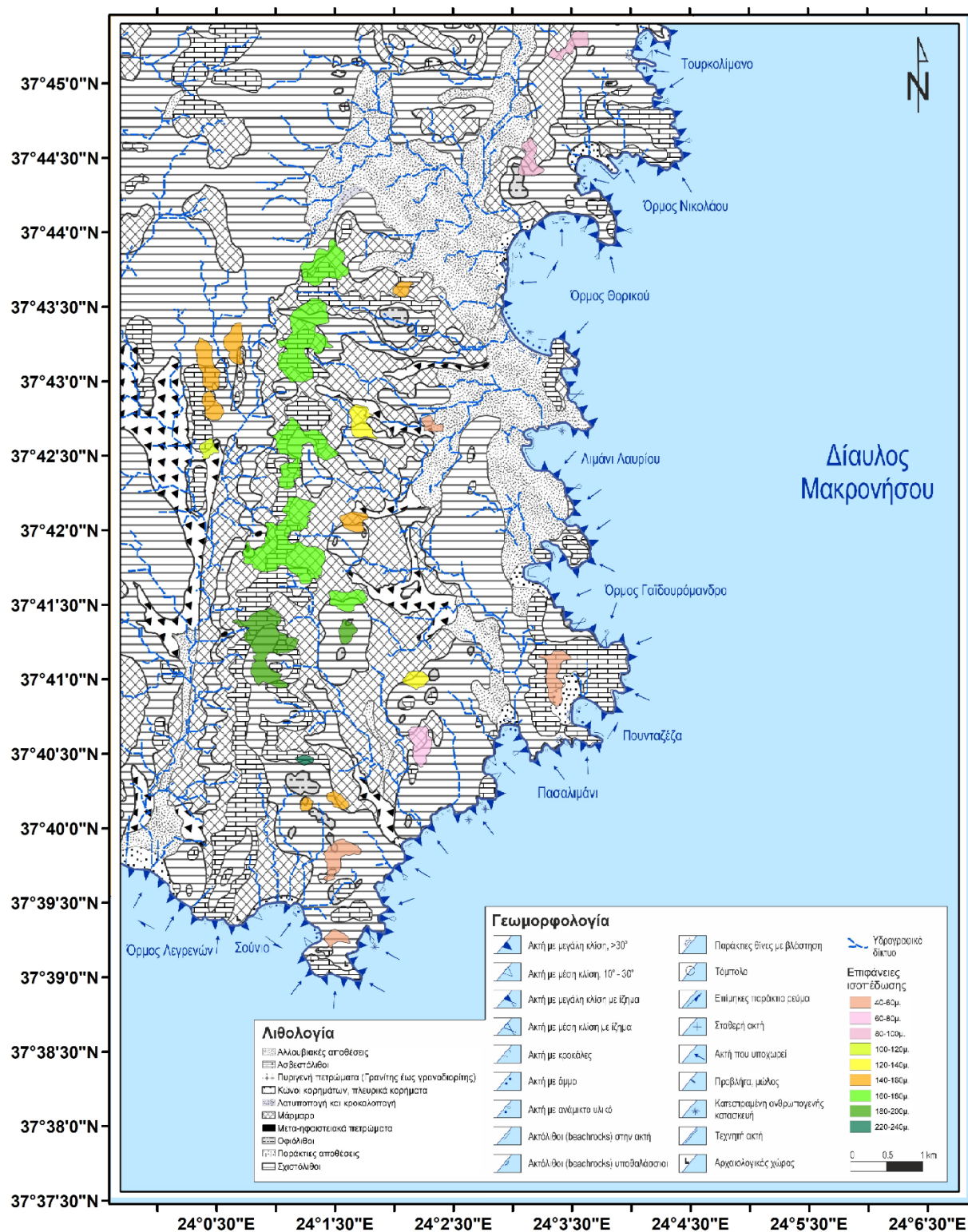
Εικόνα 5.17: Σχηματισμός θινών στον Όρμο Θορικού.

Η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5.18) απεικονίζει εμβρυακές θίνες(embryo – dunes) στη παραλία του Ασημάκη, οι οποίες παρουσιάζουν περιορισμένη ανάπτυξη βλάστησης.



Εικόνα 5.18: Εμβρυακές θίνες στο κεντρικό τμήμα του αιγιαλού Ασημάκη.

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΝΑ ΑΚΤΩΝ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ



Εικόνα 5.19: Ο Γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.

5.4 Γενικά συμπεράσματα από τη συσχέτιση της γεωλογίας και της παράκτιας γεωμορφολογίας

Οι ακτές της Λαυρεωτικής, σύμφωνα με τον γεωλογικό και γεωμορφολογικό χάρτη αναπτύσσονται σε σχηματισμούς σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων, μαρμάρων και αποθέσεων παράκτιας και ποτάμιας προέλευσης. Οι σχιστόλιθοι και οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται κυρίως στις βόρειες και νότιες ακτές, ενώ στις κεντρικές κυριαρχούν οι αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις. Αυτή η κατανομή των πετρωμάτων και των πιο χαλαρών υλικών έχουν ως αποτέλεσμα την διαφοροποίηση του ανάγλυφου και της μορφολογίας των ακτών που αναπτύσσονται στους σχηματισμούς αυτούς. Στα παράκτια τμήματα που αναπτύσσονται σχηματισμοί σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων και μαρμάρων, το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από σχετικά απόκρημνες πλαγιές και κρημνούς μεγάλης ή μεσαίας κλίσης. Αντίθετα, στα τμήματα εκείνα, που αναπτύσσονται χαλαρές αποθέσεις, το ανάγλυφο είναι πιο ήπιο, καθώς σε αυτό παρατηρούνται κυρίως γεωμορφές παράκτιων αιγιαλών ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

6.1 Κοκκομετρία

Τα ιζήματα της παράκτιας ζώνης είναι προϊόντα διαδικασιών αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων των χερσαίων περιοχών. Τα ιζήματα λοιπόν αυτά, μεταφέρονται στην παράκτια ζώνη εξαιτίας, είτε της κυματικής δράσης του νερού, είτε της δράσης του ανέμου ή εξαιτίας του πάγου. Η διαμόρφωση των παράκτιων γεωμορφών απόθεσης είναι αποτέλεσμα της αναδιανομής των χαλαρών υλικών των ακτών από τις διαφορετικές ενέργειες και διαδικασίες που δρουν σε αυτή. Οι διαδικασίες που έχουν μεγαλύτερη δράση στην εξέλιξη της παράκτιας ζώνης είναι κυρίως, ο κυματισμός, τα θαλάσσια ρεύματα, η παλίρροια και ο άνεμος. Το μέγεθος των ιζημάτων που καταλήγουν στη θάλασσα, μπορεί να κυμαίνεται από αυτό ενός ογκόλιθου, έως και ενός κόκκου τόσο μικρού που δύσκολα είναι ορατός με γυμνό μάτι (Καρύμπαλης, 2010).

Επομένως, κάθε κόκκος ιζήματος μπορεί να ταξινομηθεί και να περιγραφεί βάσει του μεγέθους του, το σχήμα του ή την προέλευση του. Το μέγεθος των κόκκων είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό των ιζημάτων για τον καθορισμό ή εντοπισμό των παράκτιων γεωμορφολογικών διεργασιών που έχουν υποστεί.

Πολλές φορές για την κατανόηση των παράκτιων και όχι μόνο διεργασιών που είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό συγκεκριμένων γεωμορφών απαιτείται η λήψη δειγμάτων ιζήματος από τα περιβάλλοντα απόθεσης και η κοκκομετρική τους ανάλυση (Καρύμπαλης, 2010).

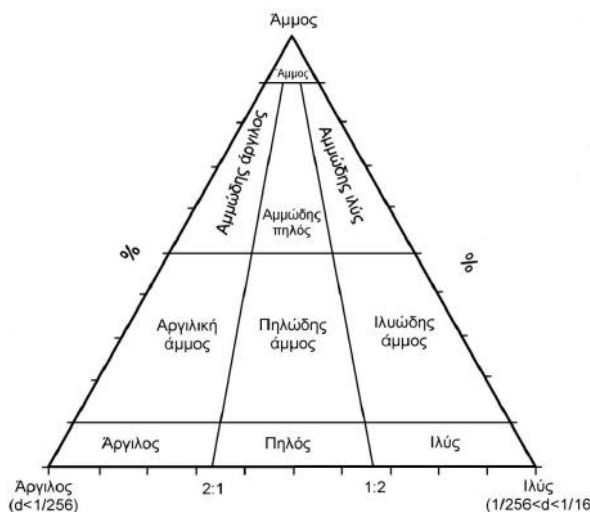
Η περιοχή μελέτης εκτείνεται από τις νότιες έως και τις βόρειες ακτές στα ανατολικά του Δήμου Λαυρεωτικής. Κρίθηκε σκόπιμο, η λήψη των δειγμάτων ιζήματος να γίνει από καθορισμένες θέσεις, και η μετέπειτα επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Δεκέμβριο του έτους 2019 και η πλειοψηφία των δειγμάτων ελήφθη στο σημείο θράυσης του κύματος,

εκτός από δύο περιπτώσεις κατά τις οποίες ελήφθη δείγμα από τις αποθέσεις αμμωδών θινών στη πρώτη περίπτωση και από την κυματική «σκιά» του τόμπολο που παρατηρήθηκε στην ακτή, στη δεύτερη περίπτωση.

Σημασία της κοκκομετρίας των ιζημάτων

Οι κόκκοι αποτελούν το δομικό στοιχείο μιας ιζηματολογικής ενότητας και φανερώνουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον προέλευσης, καθώς και το περιβάλλον απόθεσης του υλικού. Είναι σαφές ότι το ίζημα χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες του υλικού από το οποίο αποτελείται (κόκκοι) και για να μπορέσουμε να το ορίσουμε και να το μελετήσουμε, πρέπει πρώτα να περιγράψουμε τις ιδιότητες αυτές (Komar, 1976).

Το μέγεθος των κόκκων, όπως προαναφέρθηκε, παρουσιάζει μεγάλο εύρος καθώς μπορεί να κυμαίνεται από μικρόμετρα (μm) έως εκατοστά (cm) ή και μέτρα (m).



Εικόνα 6.1: Ταξινόμηση και ονοματολογία λεπτόκοκκων ιζημάτων κατά Folk (Folk, 1974).

Μια πρώτη ταξινόμηση των ιζημάτων βασίζεται στην κοκκομετρία τους και τα διαχωρίζει σε λεπτόκοκκα (με μέγεθος μικρότερο από $63\mu\text{m}$) και χονδρόκοκκα (με μέγεθος μεγαλύτερο από $63\mu\text{m}$).

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή των διαδικασιών της δειγματοληψίας των ιζημάτων, της προετοιμασίας των δειγμάτων και της μεθόδου της κοκκομετρικής ανάλυσης της άμμου που εφαρμόστηκε στο εργαστήριο.

6.2 Δειγματοληψία

Η δειγματοληπτική μέθοδος που ακολουθείται έχει άμεσο αντίκτυπο στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων σχετικά με το ιζηματολογικό καθεστώς μιας περιοχής.

Για την κοκκομετρική ανάλυση των ιζημάτων είναι σημαντική η αντιπροσωπευτική ποσότητα του κάθε δείγματος, καθώς και οι προκαθορισμένες θέσεις λήψης τους. Στη περίπτωση ενός αμμώδους υλικού επαρκής ποσότητα θεωρούνται τα 100 γραμμάρια δείγματος, ενώ για πιο χονδρόκοκκο υλικό συνιστάται μεγαλύτερη ποσότητα δείγματος.

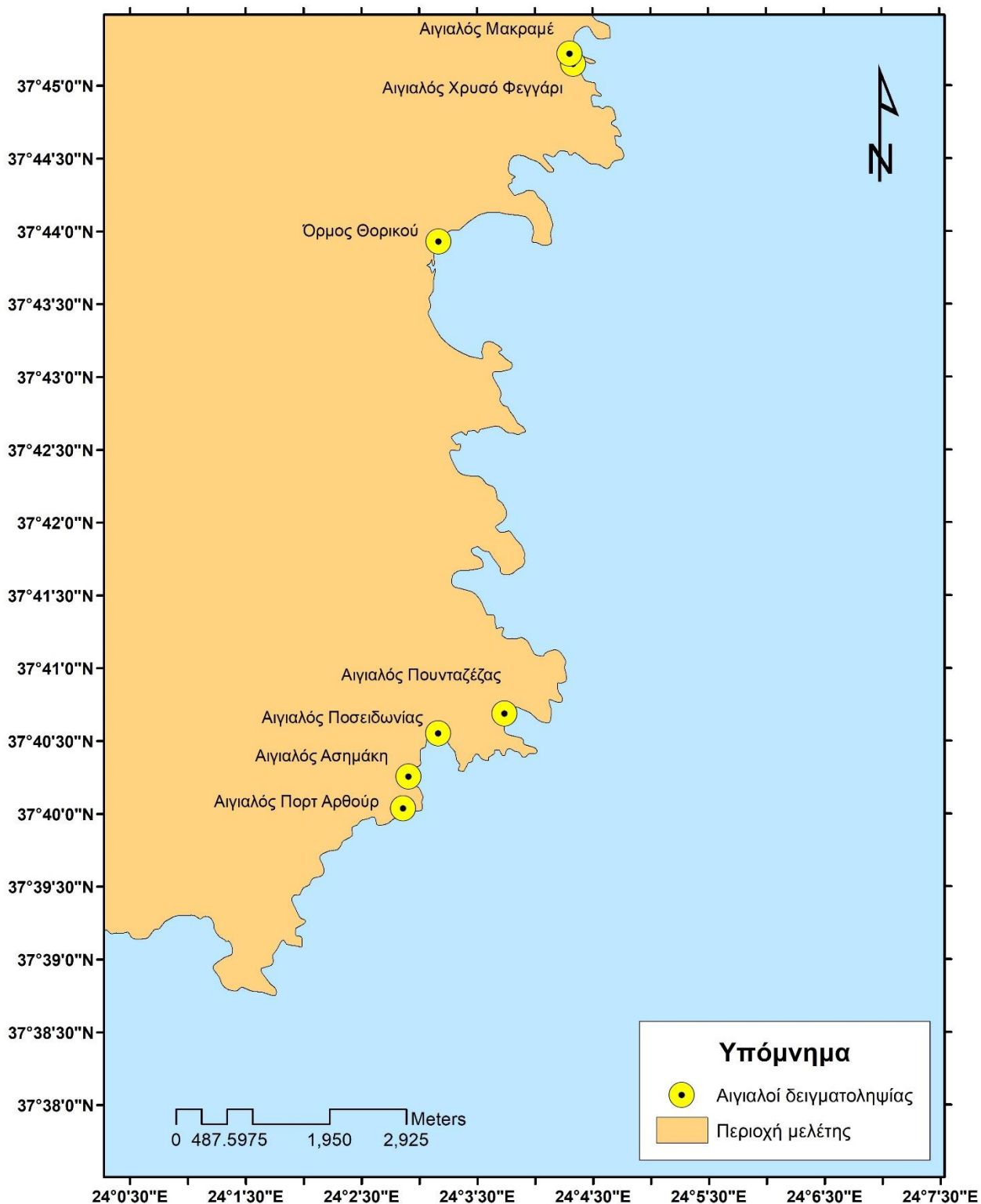
Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, η δειγματοληψία των ιζημάτων πραγματοποιήθηκε στο σημείο θραύσης των κυμάτων, με εξαίρεση 2 θέσεις, όπως προαναφέρθηκε. Συνολικά, ελήφθησαν 20 δείγματα από 6 αιγιαλούς κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Λαυρεωτικής.

Η λήψη των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με σέσουλα και στη συνέχεια αφαιρώντας το υπερκείμενο νερό, τοποθετούνταν και αποθηκεύονταν σε αεροσταγείς πλαστικές σακούλες, σημειώνοντας σε αυτά την αντίστοιχη κωδική ονομασία των δειγμάτων.

Περιοχή Μελέτης – Δειγματοληψίας

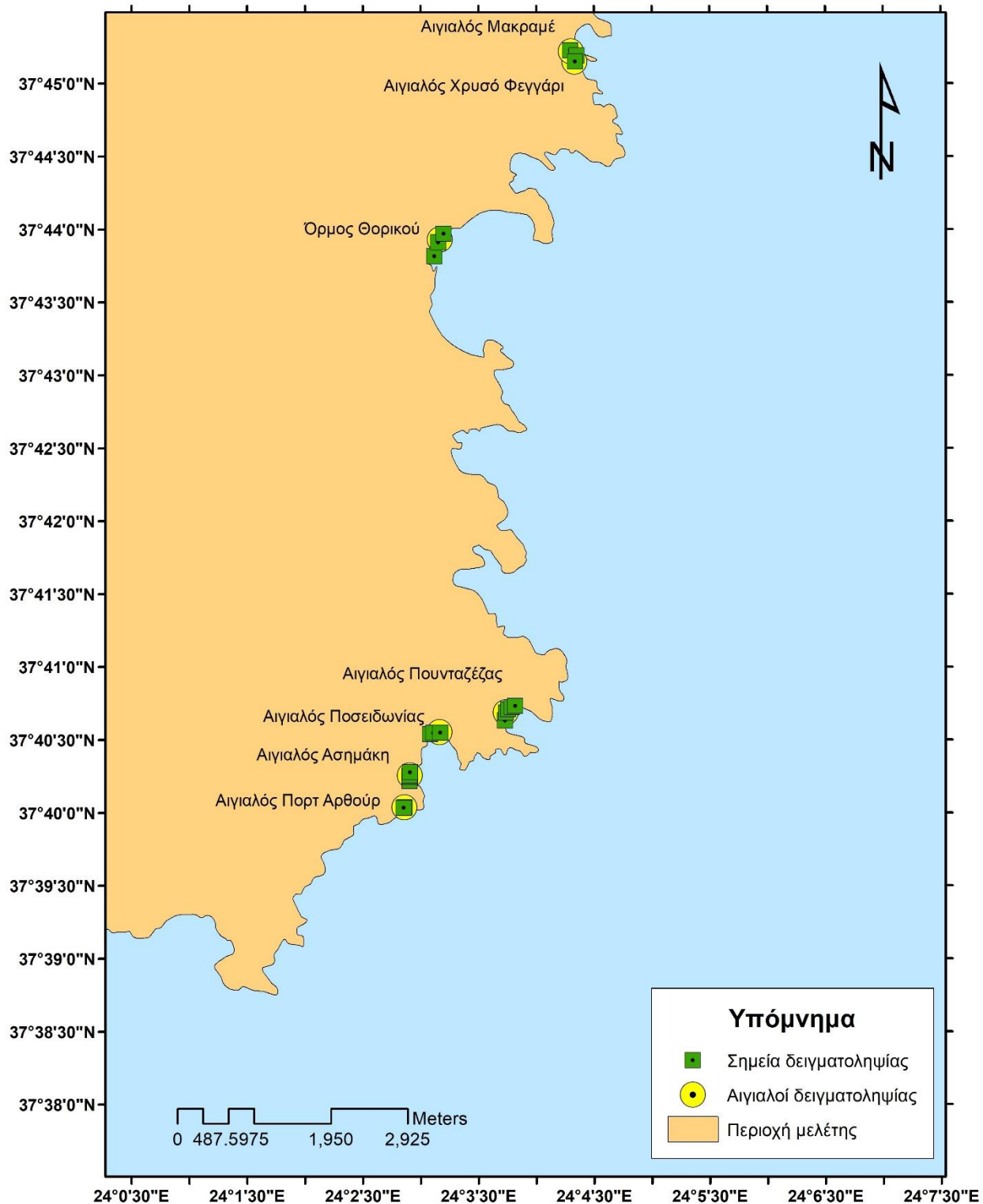
Τα 20 δείγματα παράκτιου ιζήματος λήφθηκαν από έξι αιγιαλούς, εκ των οποίων οι τέσσερις βρίσκονται στο νότιο-ανατολικές ακτές της Λαυρεωτικής, ενώ οι υπόλοιπες δύο στις βόρειο-ανατολικές. Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται και από τους παρακάτω χάρτες (*Εικόνες 6.2 και 6.3*), οι αιγιαλοί στους οποίους διεξήχθη η δειγματοληψία από το Νότο προς το Βορρά, είναι οι Πορτ Αρθούρ, Ασημάκη, Ποσειδωνία, Πουνταζέζα, Θορικό, Χρυσό Φεγγάρι και Μακραμέ (Όρμος Τουρκολίμανου).

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΙΓΙΑΛΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα 6.2: Οι αιγιαλοί στους οποίους πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία των ιζημάτων.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΙΓΙΑΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα 6.3: Η κατανομή των αιγιαλών και των σημείων/θέσεων δειγματοληψίας στη περιοχή μελέτης.

Αιγιαλοί Δειγματοληψίας	Θέσεις Δειγματοληψίας	Συντεταγμένες WGS '84	Συντεταγμένες ΕΓΣΑ '87
Πορτ Αρθούρ	Θέση Δείγματος #1	37° 40' 11" N 24° 02' 56" E	502116.97147216, 4139081.6572484
	Θέση Δείγματος #2	37° 40' 12" N 24° 02' 57" E	502125.81914143, 4139092.7537829
Ασημάκης	Θέση Δείγματος #3	37° 40' 23" N 24° 02' 58" E	502134.63644535, 4139214.7916192
	Θέση Δείγματος #4	37° 40' 25" N 24° 02' 59" E	502143.48090391, 4139236.9823053
	Θέση Δείγματος #5	37° 40' 27" N 24° 02' 00" E	501621.29510937, 4139259.0435273
	Θέση Δείγματος #6	37° 40' 25" N 24° 02' 58" E	502134.6303769, 4139236.97988
Ποσειδωνία	Θέση Δείγματος #7	37° 40' 42" N 24° 03' 09" E	502585.94547706, 4139425.7157809
	Θέση Δείγματος #8	37° 40' 43" N 24° 03' 10" E	502594.79215831, 4139436.8128188
	Θέση Δείγματος #9	37° 40' 43" N 24° 03' 13" E	502621.34310456, 4139436.8215865
Πουνταζέζα	Θέση Δείγματος #10	37° 40' 47" N 24° 03' 48" E	502931.08777422, 4139481.3066549
	Θέση Δείγματος #11	37° 40' 50" N 24° 03' 49" E	502939.9257287, 4139514.5923304
	Θέση Δείγματος #12	37° 40' 52" N 24° 03' 51" E	502957.61793864, 4139536.7871695
	Θέση Δείγματος #13	37° 40' 53" N 24° 03' 53" E	502975.31420622, 4139547.8879107
	Θέση Δείγματος #14	37° 40' 54" N 24° 03' 54" E	502984.16024061, 4139558.9853636
Θορικό	Θέση Δείγματος #15	37° 43' 57" N 24° 03' 12" E	502611.34016524, 4142920.3860767
	Θέση Δείγματος #16	37° 44' 01" N 24° 03' 14" E	502628.87079109, 4143408.5366464
	Θέση Δείγματος #17	37° 44' 04" N 24° 03' 16" E	502646.55183887, 4143441.8251654
Όρμος Τουρκολίμανου- Χρυσό Φεγγάρι	Θέση Δείγματος #18	37° 45' 18" N 24° 04' 26" E	503619.04761386, 4144706.9485259
	Θέση Δείγματος #19	37° 45' 20" N 24° 04' 27" E	503627.88228511, 4144729.1409782

Και Μακραμέ	Θέση Δείγματος #20	37° 45' 23" N 24° 04' 23" E	503592.48853341, 4144762.4076957
------------------------	--------------------	--------------------------------	-------------------------------------

Πίνακας 6.1: Τα σημεία δειγματοληψίας και οι γεωγραφικές τους συντεταγμένες.

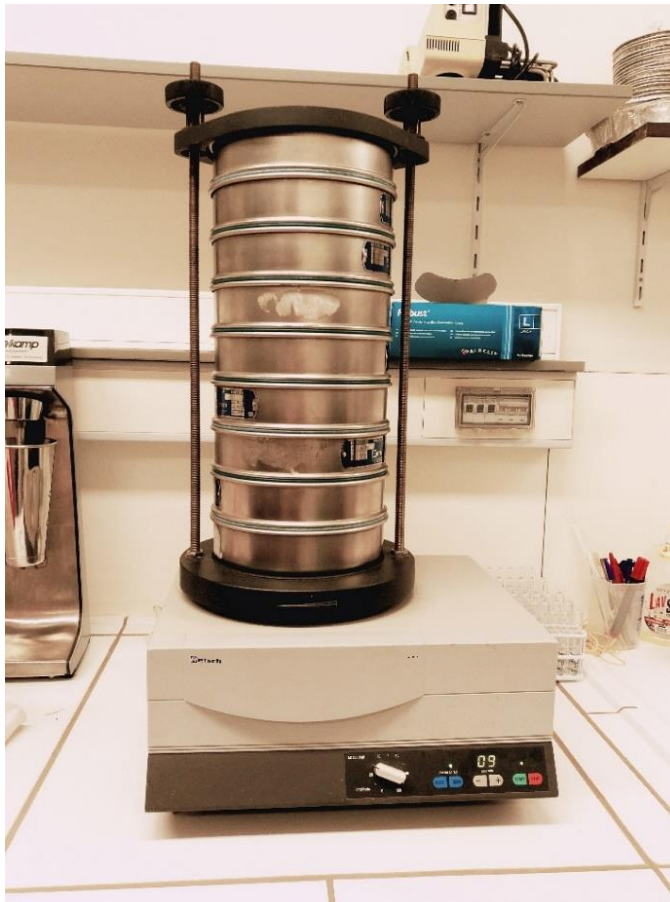
6.3 Προετοιμασία των δειγμάτων

Πριν την διαδικασία του κοσκινίσματος είναι απαραίτητος αρχικά ο διαχωρισμός των κόκκων(αποκροκίδωση) του ιζήματος και μετέπειτα η ξήρανση τους για την απομάκρυνση του νερού.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση μελέτης, αρχικά τοποθετήθηκαν περίπου 150 γρ. ιζήματος κάθε δείγματος σε γυάλινα δοχεία. Στη συνέχεια, ακολούθησε η παρασκευή 10% υδατίνου διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου στα γυάλινα δοχεία που τοποθετήθηκαν προηγουμένως τα δείγματα, έτσι ώστε να απομακρυνθούν τυχόν άλατα που περιέχονται σε αυτά και υγρασία, αποτρέποντας έτσι φαινόμενα συγκόλλησης των κόκκων του ιζήματος, γεγονός το οποίο θα επηρέαζε στη μετέπειτα επεξεργασία και ανάλυση των μετρήσεων. Μετά από αυτή τη διαδικασία, ακολούθησε η τοποθέτηση και ξήρανση των δειγμάτων σε φούρνο για περίπου τρία 24ωρα στους 70°C.

Από τα ξηρά πλέον δείγματα, λήφθηκαν 100 γρ. τα οποία τοποθετήθηκαν σε μια σειρά κοσκίνων διαφορετικής διαμέτρου. Τα κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν, τοποθετήθηκαν κατακόρυφα, με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η διάμετρος των εσωτερικών οπών να μειώνεται από πάνω προς τα κάτω. Οι διάμετροι των οπών των κοσκίνων ακολουθούν γεωμετρική πρόοδο. Στη παρούσα εργασία, αξιοποιήθηκαν κόσκινα με διαμέτρους 45 μm, 63μm, 125μm, 250μm, 500μm, 1mm, 2mm και 4mm.

Επομένως, τα κόσκινα τοποθετήθηκαν με τέτοια σειρά, έτσι ώστε στη κορυφή να βρίσκεται εκείνο με τη μεγαλύτερη διάμετρο οπών και στη βάση εκείνο με την μικρότερη πάνω σε μία συσκευή δόνησης και το κάθε δείγμα κοσκινίστηκε για 15 λεπτά σε συχνότητα 30 Hz.



Εικόνα 6.4: Η σειρά κοσκίνων Retsch με διαμέτρους 4mm, 2mm, 1mm, 500 μm , 250 μm , 125 μm , 63 μm και 45 μm που χρησιμοποιήθηκε.

Τα 100γρ. του δείγματος, ζυγισμένο σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας, τοποθετούνται στο ανώτερο κόσκινο πάνω στη συσκευή και αρχίζει η διαδικασία της κοσκίνισης.

Στο επόμενο στάδιο, καθαρίστηκαν προσεκτικά όλα τα κόσκινα, ζυγίστηκαν ξεχωριστά τα βάρη των κόκκων τους και υπολογίστηκαν τα αθροιστικά βάρη επί τοις εκατό (%) των κόκκων του κάθε δείγματος. Από αυτή τη διαδικασία, υπολογίστηκε η εκατοστιαία συμμετοχή της κάθε κοκκομετρικής τάξης στην σύσταση του υλικού του εκάστοτε δείγματος.



Εικόνα 6.5: Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας που χρησιμοποιήθηκε στο εργαστήριο.

6.4 Επεξεργασία στοιχείων κοκκομετρικής ανάλυσης

Από τους παραπάνω υπολογισμούς των αθροιστικών ποσοστών % κατά βάρος των κόκκων κάθε δείγματος, σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα των αθροιστικών καμπυλών και ακολούθησε η ερμηνεία και η μεταξύ τους σύγκριση. Αυτό γίνεται με δύο μεθόδους, τη στατιστική και τη γραφική μέθοδο (Καρύμπαλης, 2010).

Γραφική Απεικόνιση των αποτελεσμάτων της κοκκομετρίας – Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, τα αποτελέσματα της κοκκομέτρησης επεξεργάστηκαν και αποτυπώθηκαν σε διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων για την καλύτερη ερμηνεία τους. Τα διαγράμματα αθροιστικής συχνότητας, σχεδιάστηκαν, θέτοντας στον κατακόρυφο άξονα το αθροιστικό βάρος επί τοις εκατό, μετά το κοσκίνισμα, για καθένα από τα 20 δείγματα και στον οριζόντιο, την διάμετρο των κόκκων των δειγμάτων σε μονάδες Φ . Η καμπύλη που προκύπτει ονομάζεται καμπύλη αθροιστικής συχνότητας και εκφράζει τη μεταβολή του αθροιστικού βάρους (%) με την διάμετρο σε μονάδες Φ (όπου $\Phi = -\log_2 d$ και όπου d η διάμετρος του κόκκου).

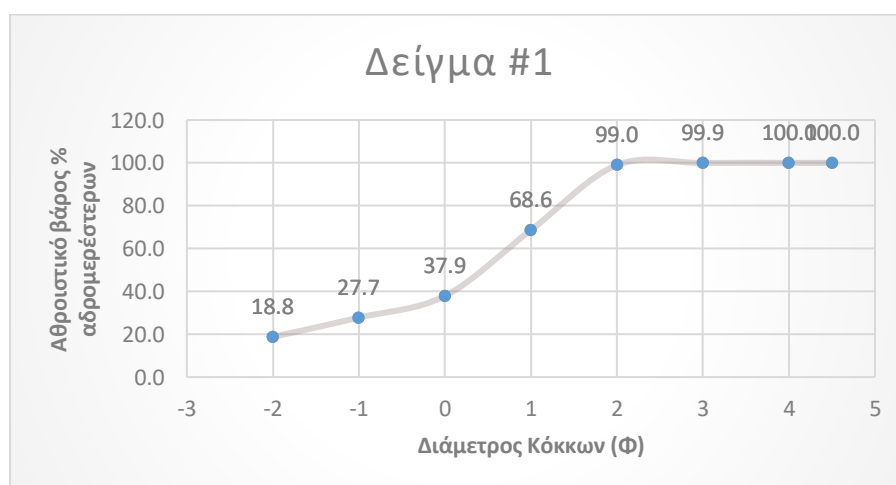
Για την παραλία Πορτ Αρθούρ:

- Δείγμα #1:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 1, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από χάλικες και χονδρόκοκκη άμμο, ενώ τα λεπτόκοκκα και πολύ λεπτόκοκκα υλικά είναι σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #1	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	18.77	18.77	-2
2.0 mm	8.97	27.74	-1
1.0 mm	10.13	37.87	0
500 μm	30.76	68.63	1
250 μm	30.35	98.98	2
125 μm	0.96	99.94	3
63 μm	0.06	100.00	4
45 μm	0.00	100.00	4.5

Πίνακας 6.2: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #1.



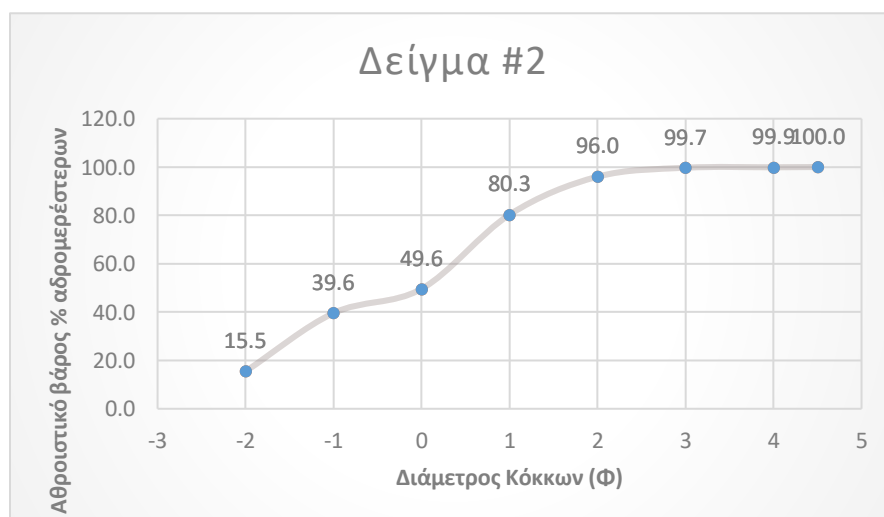
Διάγραμμα 6.1: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #1.

- Δείγμα #2:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 2, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από χάλικες και χονδρόκοκκη και μεσόκοκκη άμμο, ενώ τα ποσοστά πολύ λεπτόκοκκης άμμου είναι πολύ μικρά.

Δείγμα #2	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	15.5	15.5	-2
2.0 mm	24.1	39.6	-1
1.0 mm	10.0	49.6	0
500 μm	30.7	80.3	1
250 μm	15.7	96.0	2
125 μm	3.7	99.7	3
63 μm	0.2	99.9	4
45 μm	0.1	100.0	4.5

Πίνακας 6.3: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #2.



Διάγραμμα 6.2: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #2.

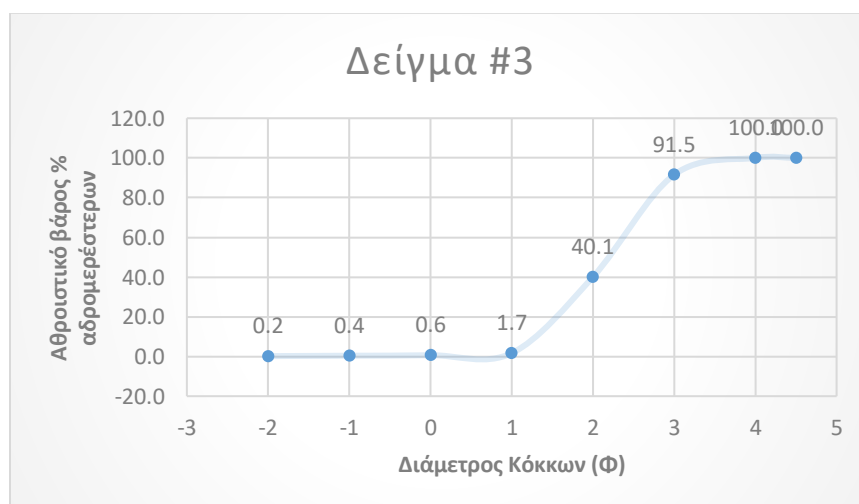
Παραλία Ασημάκη

- Δείγμα #3:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 3, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από μεσόκοκκη κυρίως, και λεπτόκοκκη άμμο, ενώ η χονδρόκοκκη άμμος και οι χάλικες είναι σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #3	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.2	0.2	-2
2.0 mm	0.2	0.4	-1
1.0 mm	0.3	0.6	0
500 μm	1.1	1.7	1
250 μm	38.4	40.1	2
125 μm	51.5	91.5	3
63 μm	8.5	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.4: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #3.



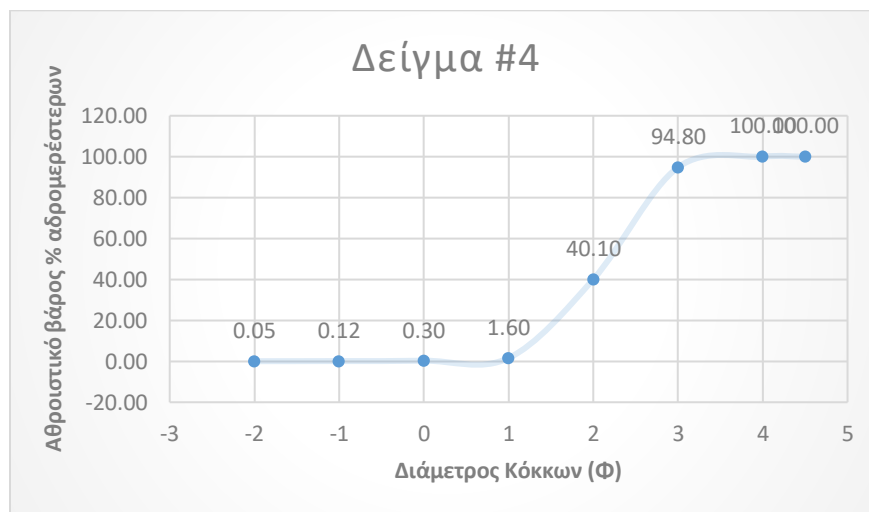
Διάγραμμα 6.3: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #3.

- Δείγμα #4:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 4, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από μεσόκοκκη κυρίως, και λεπτόκοκκη άμμο, ενώ η χονδρόκοκκη άμμος και οι χάλικες είναι σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #4	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.05	0.05	-2
2.0 mm	0.07	0.12	-1
1.0 mm	0.14	0.3	0
500 μm	1.31	1.6	1
250 μm	38.5	40.1	2
125 μm	54.7	94.8	3
63 μm	5.2	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.5: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #4.



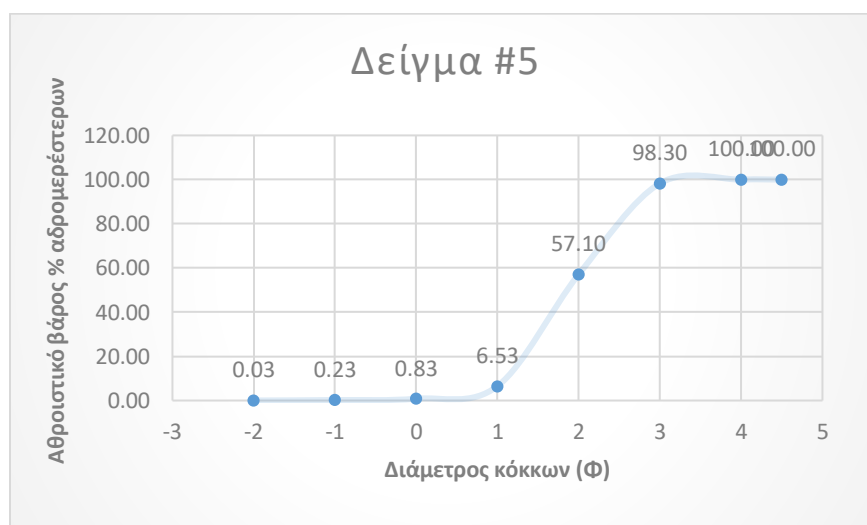
Διάγραμμα 6.4: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #4.

- Δείγμα #5:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 4, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη και λεπτόκοκκη σε μικρότερο ποσοστό, άμμο, ενώ η χονδρόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #5	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.03	0.03	-2
2.0 mm	0.2	0.23	-1
1.0 mm	0.6	0.83	0
500 μm	5.7	6.53	1
250 μm	50.6	57.1	2
125 μm	41.2	98.3	3
63 μm	1.7	100.0	4
45 μm	0	100.0	4.5

Πίνακας 6.6: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #5.



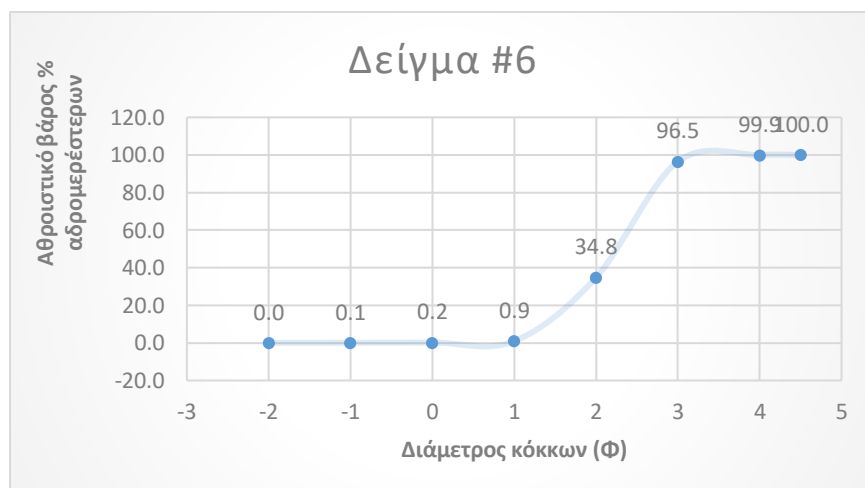
Διάγραμμα 6.5: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #5.

- Δείγμα #6:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 6, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη και λεπτόκοκκη άμμο, ενώ η χονδρόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #6	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.0	0.0	-2
2.0 mm	0.1	0.1	-1
1.0 mm	0.1	0.2	0
500 μm	0.7	0.9	1
250 μm	33.9	34.8	2
125 μm	61.7	96.5	3
63 μm	3.5	99.9	4
45 μm	0.1	100.0	4.5

Πίνακας 6.7: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #6.



Διάγραμμα 6.6: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #6.

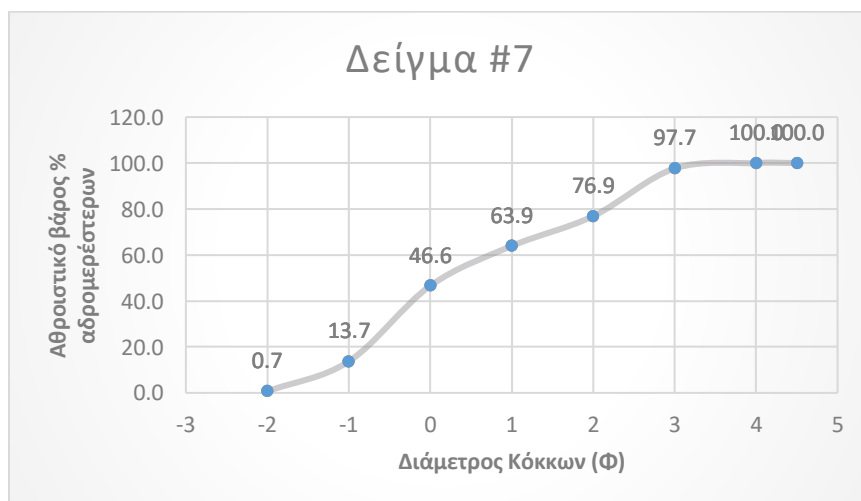
Παραλία Ποσειδωνίας

- Δείγμα #7:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 7, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος και οι χονδρόκοκοι χάλικες εμφανίζονται σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #7	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.7	0.7	-2
2.0 mm	13.0	13.7	-1
1.0 mm	32.9	46.6	0
500 μm	17.3	63.9	1
250 μm	13.0	76.9	2
125 μm	20.8	97.7	3
63 μm	2.3	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.8: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #7.



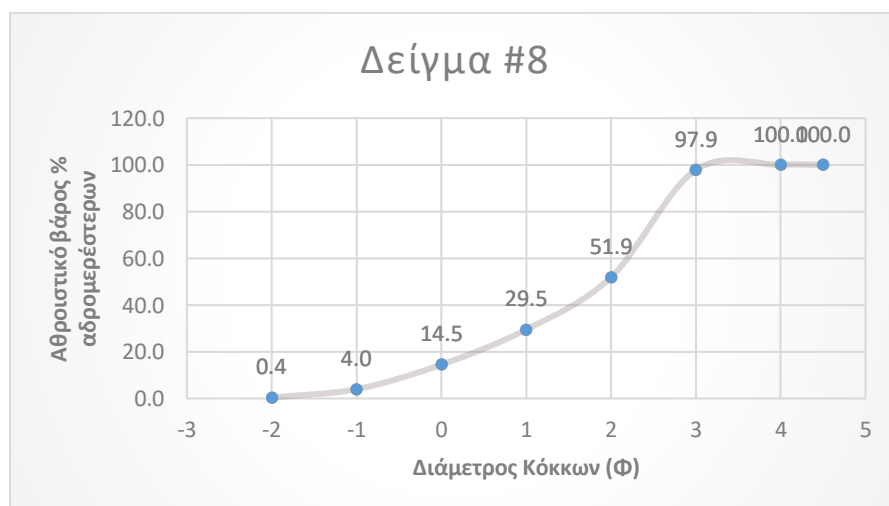
Διάγραμμα 6.7: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #7.

- Δείγμα #8:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 8, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη και η χονδρόκοκκη εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #8	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.4	0.4	-2
2.0 mm	3.6	4.0	-1
1.0 mm	10.5	14.5	0
500 μm	15.0	29.5	1
250 μm	22.4	51.9	2
125 μm	46.0	97.9	3
63 μm	2.1	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.9: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #8.



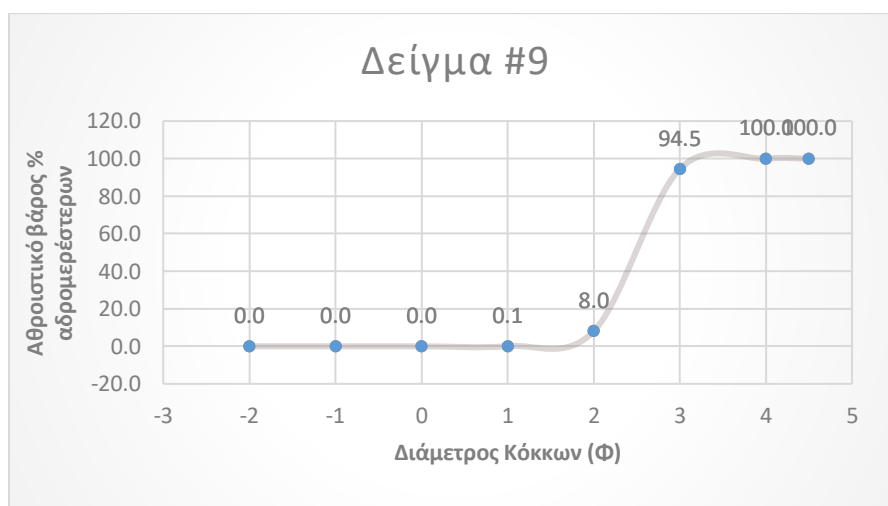
Διάγραμμα 6.8: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #8.

- Δείγμα #9:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 9, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη και λεπτόκοκκη άμμο, ενώ η πολύ λεπτόκοκκη και χονδρόκοκκη εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #9	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.0	0.0	-2
2.0 mm	0.0	0.0	-1
1.0 mm	0.0	0.0	0
500 μm	0.1	0.1	1
250 μm	8.0	8.0	2
125 μm	86.5	94.5	3
63 μm	5.5	100.0	4
45 μm	0.0	0.0	4.5

Πίνακας 6.10: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #9.



Διάγραμμα 6.9: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #9.

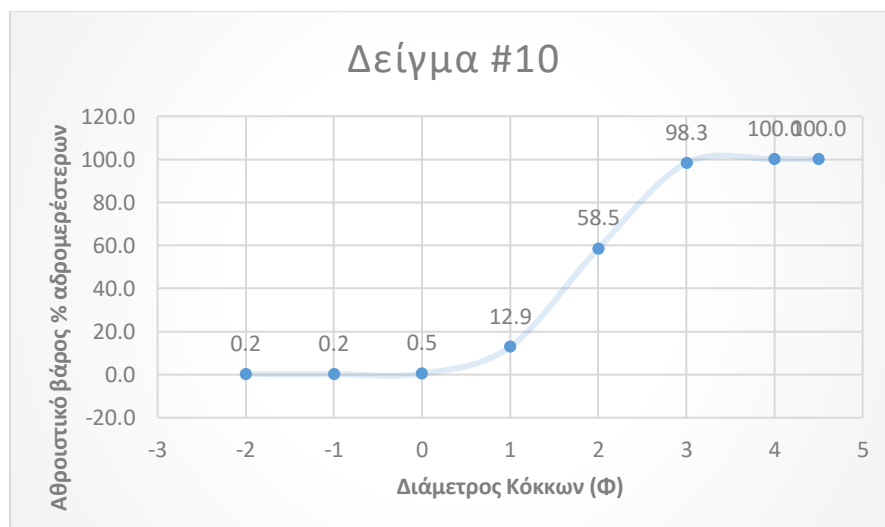
Παραλία Πουνταζέζας

- Δείγμα #10:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 10, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη και λεπτόκοκκη άμμο, ενώ η πολύ λεπτόκοκκη και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #10	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.23	0.23	-2
2.0 mm	0.00	0.23	-1
1.0 mm	0.28	0.51	0
500 μ m	12.38	12.89	1
250 μ m	45.64	58.53	2
125 μ m	39.73	98.26	3
63 μ m	1.74	100.00	4
45 μ m	0.0	100.00	4.5

Πίνακας 6.11: Αναλογία θάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #10.



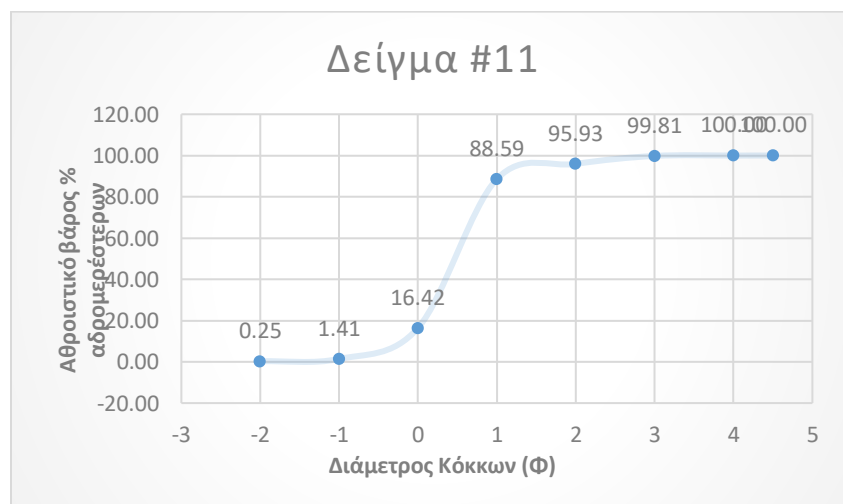
Διάγραμμα 6.10: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #10.

- Δείγμα #11:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 11, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη και μεσόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #11	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.2	0.2	-2
2.0 mm	1.2	1.4	-1
1.0 mm	15.0	16.4	0
500 μm	72.2	88.6	1
250 μm	7.3	95.9	2
125 μm	3.9	99.8	3
63 μm	0.2	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.12: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #11.



Διάγραμμα 6.11: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #11.

- Δείγμα #12:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 12, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη και μεσόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #12	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	4.2	4.2	-2
2.0 mm	1.4	5.6	-1
1.0 mm	48.2	53.8	0
500 μm	16.0	69.8	1
250 μm	9.4	79.2	2
125 μm	19.8	99.0	3
63 μm	1.0	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.13: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #12.



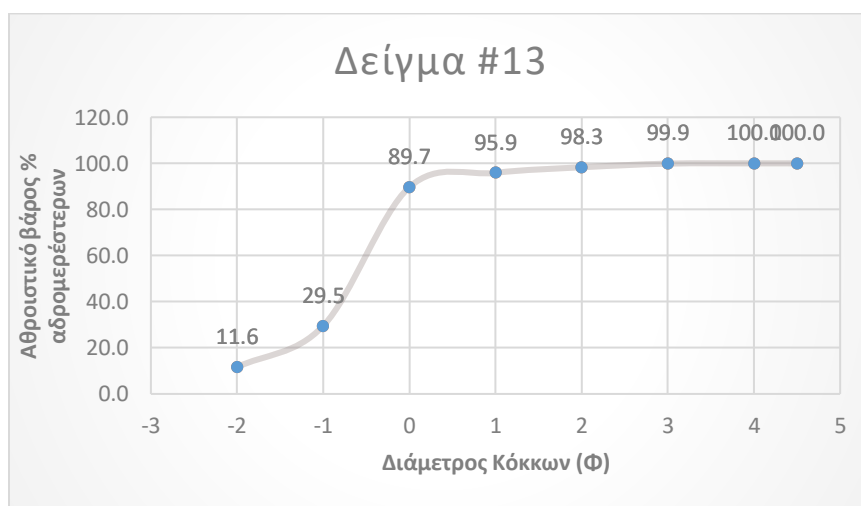
Διάγραμμα 6.12: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #12.

- Δείγμα #13:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 13, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη και πολύ χονδρόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη, η μεσόκοκκη άμμος εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #13	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	11.6	11.6	-2
2.0 mm	17.9	29.5	-1
1.0 mm	60.2	89.7	0
500 μm	6.2	95.9	1
250 μm	2.4	98.3	2
125 μm	1.6	99.9	3
63 μm	0.1	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.14: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #13.



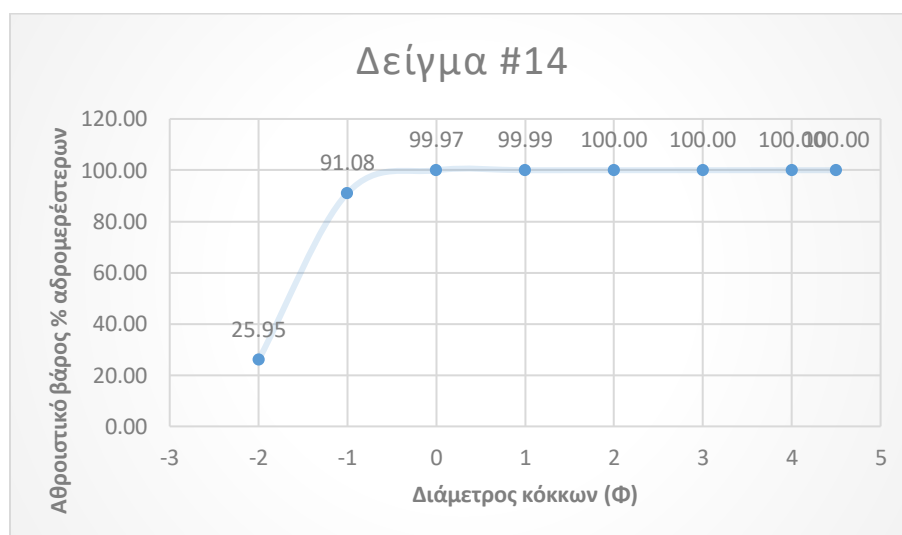
Διάγραμμα 6.13: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #13.

- Δείγμα #14:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 14, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη και πολύ χονδρόκοκκη άμμο, ενώ σε μικρότερα ποσοστά παρατηρείται λεπτόκοκκη ή μεσόκοκκη άμμος.

Δείγμα #14	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	25.95	25.95	-2
2.0 mm	65.13	91.08	-1
1.0 mm	8.89	99.97	0
500 μm	0.02	99.99	1
250 μm	0.01	100.00	2
125 μm	0.00	100.00	3
63 μm	0.00	100.00	4
45 μm	0.00	100.00	4.5

Πίνακας 6.15: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας δείγματος #14.



Διάγραμμα 6.14: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #14.

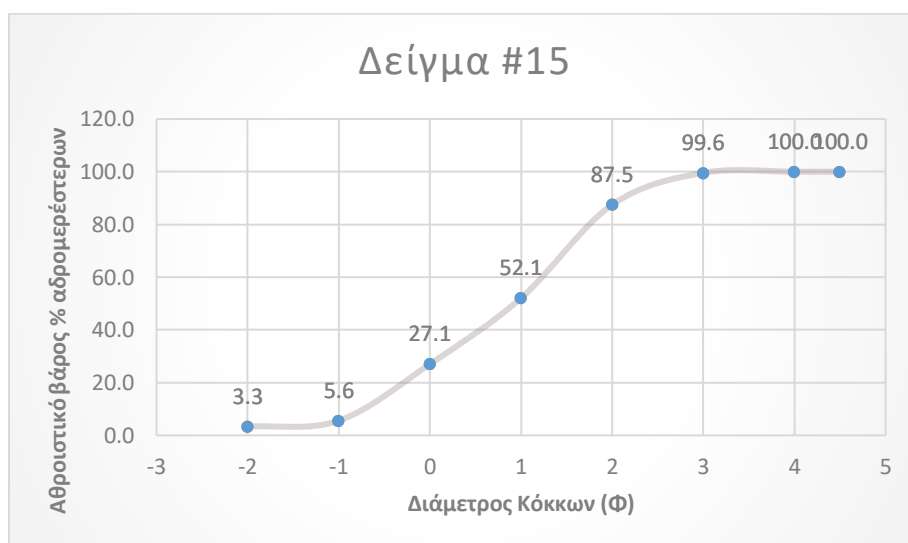
Παραλία Θορικού

- Δείγμα #15:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 15, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από μεσόκοκκη και χονδρόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #15	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	3.3	3.3	-2
2.0 mm	2.3	5.6	-1
1.0 mm	21.5	27.1	0
500 μm	25.0	52.1	1
250 μm	35.4	87.5	2
125 μm	12.1	99.6	3
63 μm	0.4	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.16: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #15.



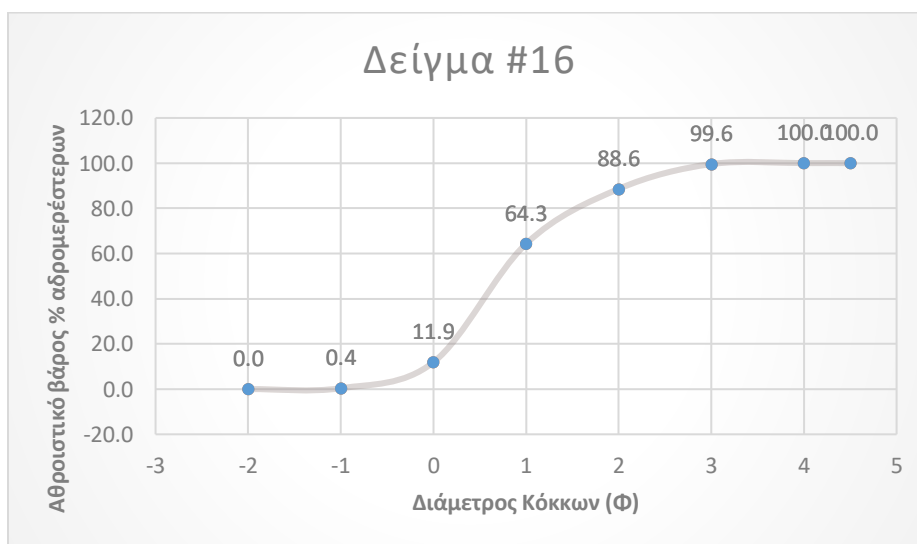
Διάγραμμα 6.15: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #15.

- Δείγμα #16:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 16, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από χονδρόκοκκη και μεσόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #16	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.0	0.0	-2
2.0 mm	0.4	0.4	-1
1.0 mm	11.5	11.9	0
500 μm	52.4	64.3	1
250 μm	24.3	88.6	2
125 μm	11.0	99.6	3
63 μm	0.4	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.17: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #16.



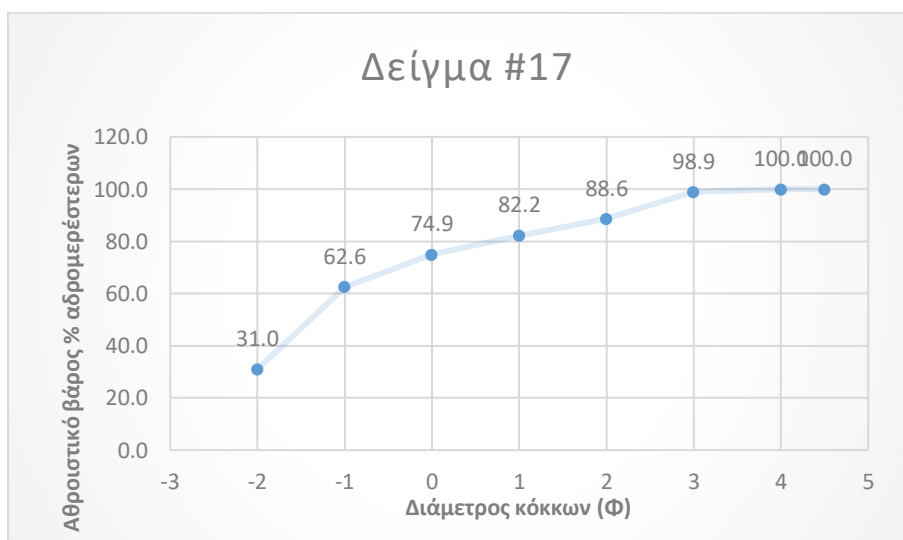
Διάγραμμα 6.16: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #16.

- Δείγμα #17:

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 17, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται από χάλικες και χονδρόκοκκη άμμο, ενώ η μεσόκοκκη και λεπτόκοκκη άμμος εμφανίζονται σε πολύ μικρά ποσοστά.

Δείγμα #17	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	31.0	31.0	-2
2.0 mm	31.6	62.6	-1
1.0 mm	12.3	74.9	0
500 μm	7.3	82.2	1
250 μm	6.4	88.6	2
125 μm	10.3	98.9	3
63 μm	1.1	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.18: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #17.



Διάγραμμα 6.17: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #17.

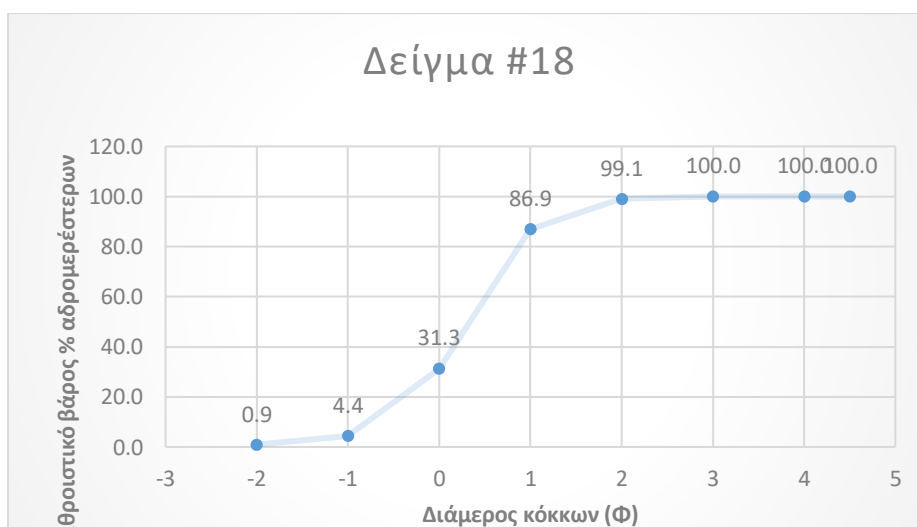
Τουρκολίμανο

- Δείγμα #18 (Παραλία Χρυσό Φεγγάρι):

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 18, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη άμμο και χονδρόκοκκη σε μικρότερα ποσοστά, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά. Επίσης, παρατηρούνται πολύ μικρά ποσοστά λεπτόκοκκης άμμου στο δείγμα.

Δείγμα #18	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	0.9	0.9	-2
2.0 mm	3.5	4.4	-1
1.0 mm	26.9	31.3	0
500 μm	55.6	86.9	1
250 μm	12.2	99.1	2
125 μm	1.1	100.0	3
63 μm	0.0	100.0	4
45 μm	0.0	100.0	4.5

Πίνακας 6.19: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #18.



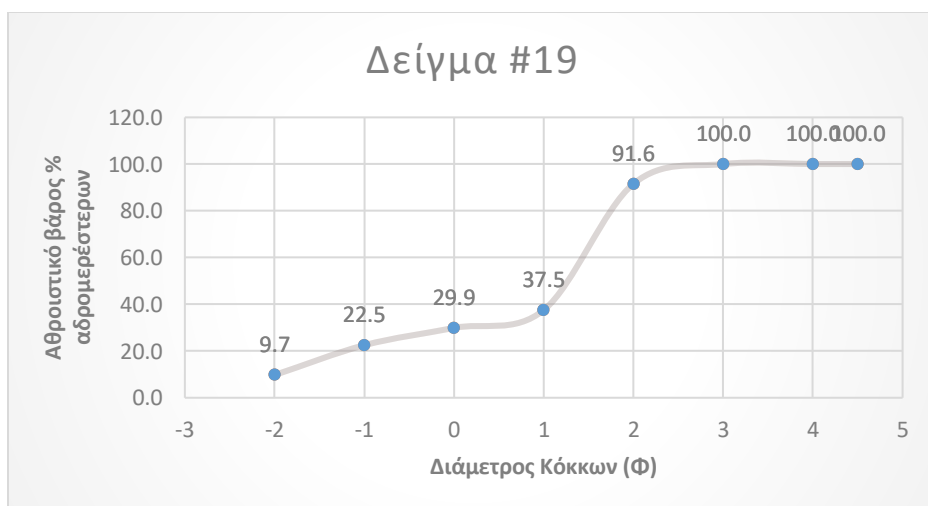
Διάγραμμα 6.18: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #18.

- **Δείγμα #19 (Σκιά Τόμπολου):**

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 19, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη και χονδρόκοκκη άμμο, ενώ η λεπτόκοκκη και πολύ χονδρόκοκκη εμφανίζεται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #19	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	9.72	9.72	-2
2.0 mm	12.76	22.48	-1
1.0 mm	7.41	29.89	0
500 μm	7.64	37.53	1
250 μm	54.04	91.57	2
125 μm	8.43	100.00	3
63 μm	0.01	100.00	4
45 μm	0.00	100.00	4.5

Πίνακας 6.20: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #19.



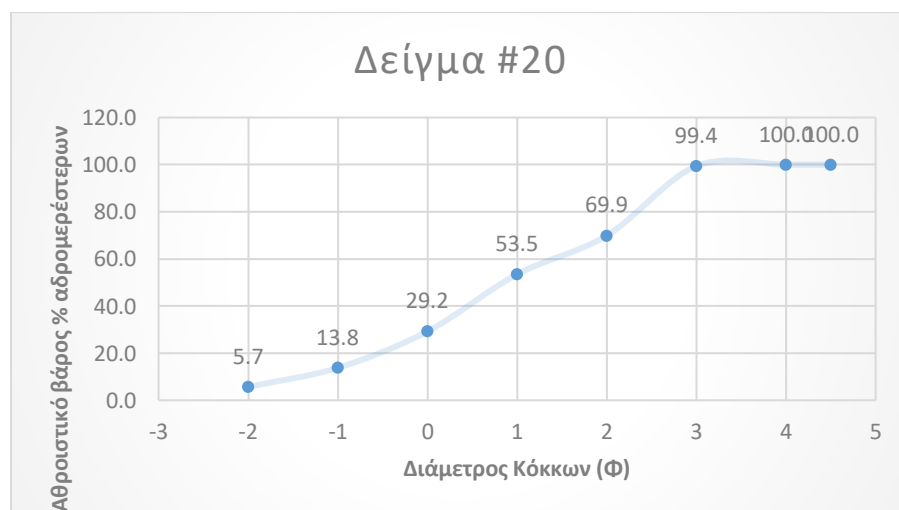
Διάγραμμα 6.19: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #19.

- Δείγμα #20 (Παραλία Μακραμέ):

Από τη καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος 20, παρατηρείται ότι το ίζημα της περιοχής μελέτης που ελήφθη το δείγμα, αποτελείται από χάλικες και άμμο ποικίλων μεγεθών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας δείγματος αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκη, μεσόκοκκη και χονδρόκοκκη άμμο, ενώ η πολύ λεπτόκοκκη άμμος και οι χάλικες εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά.

Δείγμα #20	Βάρος %	Σ(β)%	Φ
4.0 mm	5.66	5.66	-2
2.0 mm	8.13	13.79	-1
1.0 mm	15.45	29.24	0
500 μm	24.25	53.49	1
250 μm	16.41	69.90	2
125 μm	29.50	99.40	3
63 μm	0.60	100.00	4
45 μm	0.00	100.00	4.5

Πίνακας 6.21: Αναλογία βάρους και αντιστοίχιση σε μονάδες Φ του δείγματος #20.



Διάγραμμα 6.20: Καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος #20.

6.5 Στατιστική μέθοδος επεξεργασίας των αποτελεσμάτων

Η κατασκευή και απλή παρατήρηση των παραπάνω καμπυλών αθροιστικής συχνότητας δεν βοηθά αποτελεσματικά στην εξαγωγή ποσοτικών συμπερασμάτων. Για την καλύτερη ποσοτική περιγραφή των χαρακτηριστικών των καμπυλών αυτών έχουν χρησιμοποιηθεί κατά το παρελθόν από πολλούς ερευνητές ορισμένες στατιστικές παράμετροι. (Folk & Ward, 1957) Αυτοί οι παράμετροι μπορούν να δώσουν ενδείξεις για τα περιβάλλοντα απόθεσης των περιοχών λήψης των δειγμάτων και αφορούν το μέσο μέγεθος, την ταξινόμηση, την ασυμμετρία και την κύρτωση.

6.5.1 Μέσο γραφικό μέγεθος M_z (Graphic mean)

Η παράμετρος του μέσου γραφικού μεγέθους δίνεται από τον τύπο:

$$M_z = (\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})/3$$

Οι τιμές Φ_{16} , Φ_{50} και Φ_{84} αντιστοιχούν τα μεγέθη των κόκκων σε μονάδες Φ που αντιστοιχούν στα ποσοστά 16, 50 και 84 % του δείγματος μετά τη κατασκευή της αθροιστικής κοκκομετρικής καμπύλης. Το μέσο γραφικό μέγεθος δίνει τη γενική και αντιπροσωπευτική εικόνα του ιζήματος αναφορικά με το μέγεθος των κόκκων του δείγματος. Η τιμή του M_z , αντιπροσωπεύει την ενέργεια που έχει «δαπανηθεί» για τη μεταφορά του ιζήματος από τη περιοχή προέλευσης του προς τη περιοχή απόθεσης του, από το νερό, τον άνεμο ή τον πάγο.

	Μέσο Γραφικό Μέγεθος	Περιγραφή
Δείγμα #1	-0,13	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #2	-0,36	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #3	2,13	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #4	2,07	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #5	1,93	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #6	2,13	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #7	0,47	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #8	1,53	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #9	2,5	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #10	1,8	Μεσόκοκκη άμμος
Δείγμα #11	0,43	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #12	0,4	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #13	-0,9	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #14	-1,63	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #15	0,7	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #16	0,93	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #17	-0,8	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #18	0,23	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #19	0,57	Χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #20	0,8	Χονδρόκοκκη άμμος

Πίνακας 6.22 : Αποτελέσματα παραμέτρου Μέσου Γραφικού Μεγέθους.

6.5.2 Γραφική αποκλειστική σταθερή απόκλιση σ_i (Inclusive Graphic Standard Deviation)

$$\sigma_i = (\Phi_{84} - \Phi_{16})/4 + (\Phi_{95} - \Phi_5)/6,6$$

Η γραφική αποκλειστική σταθερή απόκλιση μετράει τη συγκέντρωση των κόκκων του δείγματος γύρω από τον μέσο όρο του, δηλαδή δίνει μια καλύτερη εικόνα για το σύνολο του βαθμού της ταξινόμησης του ιζήματος ως προς το μέγεθος των κόκκων από τους οποίους αποτελείται, δηλαδή για το πόσο ομοιογενές ή ανομοιογενές κοκκομετρικά είναι το ίζημα. Επομένως, το ίζημα είναι καλά ταξινομημένο όταν οι κόκκοι του ιζήματος παρουσιάζουν ίδια ή παρόμοια διάμετρο ως προς το μέγεθος των κόκκων, ενώ αντίθετα το ίζημα θεωρείται ότι έχει φτωχή ταξινόμηση ως προς το μέγεθος των κόκκων όταν παρατηρούνται σε αυτό κόκκοι διαφορετικής διαμέτρου. Σύμφωνα με την παράμετρο σ_i , οι υψηλές τιμές του υποδηλώνουν φτωχή ταξινόμηση ως προς το μέγεθος των κόκκων, δηλαδή κατά τη μεταφορά και απόθεση του ιζήματος έλαβε χώρα περιορισμένη διαλογή των κόκκων, ενώ οι χαμηλές τιμές του υποδηλώνουν καλή ταξινόμηση και συνεπώς καλη διαλογή των κόκκων του ιζήματος από το μέσο μεταφοράς και απόθεσής του.

Αποκλειστική σταθερή απόκλιση σ_i	Επίπεδο ταξινόμησης
< 0,35	Πολύ καλή
0,35 - 0,5	Καλή
0,5 - 0,71	Μέτρια καλή
0,71 - 1,0	Μέτρια
1,0 - 2,0	Κακή - Φτωχή
2,0 - 4,0	Πολύ κακή - Πολύ φτωχή
4,0 <	Εξαιρετικά κακή - Εξαιρετικά φτωχή

Πίνακας 6.23: Επίπεδο ταξινόμησης των ιζημάτων σύμφωνα με τη παράμετρο της αποκλειστικής σταθερή απόκλισης.

(Πηγή: Καρύμπαλης, 2010)

	Αποκλειστική σταθερή απόκλιση σ_i	Επίπεδο ταξινόμησης
Δείγμα #1	1,58	Κακή – φτωχή
Δείγμα #2	1,48	Κακή – φτωχή
Δείγμα #3	0,78	Μέτρια
Δείγμα #4	0,7	Μέτρια καλή
Δείγμα #5	0,78	Μέτρια
Δείγμα #6	0,69	Μέτρια καλή
Δείγμα #7	1,42	Κακή - Φτωχή
Δείγμα #8	1,14	Κακή - Φτωχή
Δείγμα #9	0,41	Καλή
Δείγμα #10	0,73	Μέτρια
Δείγμα #11	0,66	Μέτρια καλή
Δείγμα #12	1,40	Κακή - Φτωχή
Δείγμα #13	0,91	Μέτρια
Δείγμα #14	0,53	Μετρίως Καλή
Δείγμα #15	1,16	Κακή - Φτωχή
Δείγμα #16	0,87	Μέτρια
Δείγμα #17	1,79	Κακή - Φτωχή
Δείγμα #18	0,8	Μέτρια
Δείγμα #19	1,58	Κακή - Φτωχή
Δείγμα #20	1,57	Κακή - Φτωχή

Πίνακας 6.24: Αποτελέσματα παραμέτρου Αποκλειστικής Σταθερής Απόκλισης.

6.5.3 Παράμετρος λοξότητας/ασυμμετρίας

Η παράμετρος της λοξότητας μετρά το βαθμό της ασυμμετρίας, και το κατά πόσο μία καμπύλη παρουσιάζει ασύμμετρη ουρά προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά. Πιο συγκεκριμένα, η παράμετρος της αποκλειστικής γραφικής λοξότητας SKI (Inclusive Graphic Skewness) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$SKI = (\Phi 16 + \Phi 84 - 2\Phi 50) / 2(\Phi 84 - \Phi 16) + (\Phi 5 + \Phi 95 - 2\Phi 50) / 2(\Phi 95 - \Phi 5)$$

Ο υπολογισμός της προσδιορίζει την λοξότητα της «ουράς» της καμπύλης, εκτός από το κεντρικό τμήμα της. Ένα δείγμα μπορεί να χαρακτηρίζεται από θετική ή αρνητική λοξότητα και οι τιμές της λοξότητας είναι καθαροί αριθμοί και κυμαίνονται από το -1 έως το +1. Μια συμμετρική καμπύλη έχει $SKI \approx 0$, οι καμπύλες με «ουρά προς τα δεξιά» έχουν θετική λοξότητα ενώ εκείνες με «ουρά προς τα αριστερά» έχουν αρνητική λοξότητα. Όσο περισσότερο η λοξότητα αποκλίνει από το 0, τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός ασυμμετρίας. Συνήθως, για τα παράκτια ιζήματα, όπως και στη προκειμένη περίπτωση, η λοξότητα παίρνει αρνητικές τιμές.

Όρια τιμών λοξότητας SKI	Χαρακτηρισμός λοξότητας
1,0 έως 0,3	Πολύ θετική λοξότητα (Λεπτόκοκκη άμμος)
0,3 έως 0,1	Θετική λοξότητα (Λεπτόκοκκη άμμος)
0,1 έως -0,1	Συμμετρική κατανομή
-0,1 έως -0,3	Αρνητική λοξότητα (Χονδρόκοκκη άμμος)
-0,3 έως -1,3	Πολύ αρνητική λοξότητα (Χονδρόκοκκη άμμος)

Πίνακας 6.25: Όρια τιμών λοξότητας .

(Πηγή: Καρύμπαλης, 2010)

	Αποκλειστική Γραφική Λοξότητα	Χαρακτηρισμός Λοξότητας	Περιγραφή
Δείγμα #1	0,04	Συμμετρική κατανομή	-
Δείγμα #2	-0,23	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #3	-0,11	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #4	-0,14	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #5	0,075	Συμμετρική κατανομή	-
Δείγμα #6	-0,16	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #7	0,31	Θετική	Πλεονάζουσα λεπτόκοκκη άμμος
Δείγμα #8	0,06	Συμμετρική κατανομή	-
Δείγμα #9	-0,15	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #10	0,13	Θετική	Πλεονάζουσα λεπτόκοκκη άμμος
Δείγμα #11	-0,14	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #12	0,5	Πολύ θετική	Πλεονάζουσα λεπτόκοκκη άμμος
Δείγμα #13	-0,21	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος
Δείγμα #14	0,09	Συμμετρική κατανομή	-
Δείγμα #15	-0,065	Συμμετρική κατανομή	-

Δείγμα #16	0,66	Πολύ θετική	Πλεονάζουσα λεπτόκοκκη άμμος
Δείγμα #17	0,49	Πολύ θετική	Πλεονάζουσα λεπτόκοκκη άμμος
Δείγμα #18	0,168	Θετική	Πλεονάζουσα λεπτόκοκκη άμμος
Δείγμα #19	0,09	Συμμετρική κατανομή	-
Δείγμα #20	-0,16	Αρνητική	Πλεονάζουσα χονδρόκοκκη άμμος

Πίνακας 6.26: Αποτελέσματα παραμέτρου Αποκλειστικής Γραφικής Λοξότητας.

6.5.4 Παράμετρος Κύρτωσης

Η παράμετρος κύρτωσης αποτελεί μια ποσοτική εκφραση που χρησιμοποιείται για να περιγραφεί η απόκλιση από την κανονικότητα(κανονική κατανομή). Δηλαδή, μετρά τον λόγο μεταξύ της διαβάθμισης στην ουρά της καμπύλης και της διαβάθμισης στο κεντρικό τμήμα της καμπύλης. Αν το κεντρικό τμήμα είναι καλύτερα διαβαθμισμένο σε σχέση με τα άκρα, η καμπύλη είναι λεπτόκυρτη, ενώ αν η «ουρά» είναι καλύτερα διαβαθμισμένη από το κεντρικό τμήμα, η καμπύλη είναι πλατύκυρτη. Η κανονική κατανομή των κόκκων γύρω από το μέσο όρο της καμπύλης αναφέρεται σαν μεσόκυρτη. Η παράμετρος που χρησιμοποιείται παρακάτω είναι η γραφική κύρτωση K_G (Graphic Kurtosis) και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$K_G = (\Phi_{95} - \Phi_5) / 2,4(\Phi_{75} - \Phi_{25})$$

Όρια τιμών κύρτωσης K_G	Χαρακτηρισμός ιζήματος
<0,67	Πολύ πλατύκυρτο
0,67 έως 0,9	Πλατύκυρτο
0,9 έως 1,11	Μεσόκυρτο
1,11 έως 1,50	Λεπτόκυρτο
1,50 έως 3,0	Πολύ λεπτόκυρτο
3,0 <	Πάρα πολύ λεπτόκυρτο

Πίνακας 6.27: Κατάταξη και χαρακτηρισμός των ιζημάτων ανάλογα με τις τιμές της κύρτωσης.

(Πηγή: Καρύμπαλης, 2010)

	Γραφική Κύρτωση	Χαρακτηρισμός ιζήματος
Δείγμα #1	0,78	Πλατύκυρτο
Δείγμα #2	0,75	Πλατύκυρτο
Δείγμα #3	1,02	Μεσόκυρτο
Δείγμα #4	0,83	Πλατύκυρτο
Δείγμα #5	0,95	Μεσόκυρτο
Δείγμα #6	0,71	Πλατύκυρτο
Δείγμα #7	0,7	Πλατύκυρτο
Δείγμα #8	0,94	Μεσόκυρτο
Δείγμα #9	1,77	Πολύ λεπτόκυρτο
Δείγμα #10	0,87	Πλατύκυρτο
Δείγμα #11	2,25	Πολύ λεπτόκυρτο
Δείγμα #12	0,75	Πλατύκυρτο
Δείγμα #13	1,18	Λεπτόκυρτο
Δείγμα #14	1,19	Λεπτόκυρτο
Δείγμα #15	0,83	Πλατύκυρτο
Δείγμα #16	0,64	Πολύ πλατύκυρτο
Δείγμα #17	0,93	Μεσόκυρτο
Δείγμα #18	1,08	Μεσόκυρτο
Δείγμα #19	0,86	Πλατύκυρτο
Δείγμα #20	0,82	Πλατύκυρτο

Πίνακας 6.28: Αποτελέσματα παραμέτρου Γραφικής Κύρτωσης.

6.6 Σχολιασμός αποτελεσμάτων του υπολογισμού των στατιστικών παραμέτρων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον υπολογισμό της παραμέτρου του μέσου γραφικού μεγέθους (M_z) των δειγμάτων και λαμβάνοντας υπόψιν ότι η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με διεύθυνση από το Νότο προς το Βορρά, προέκυψαν τα εξής:

Τα δείγματα #1 και #2 από τη παραλία Πορτ Αρθούρ που είναι ο νοτιότερος αιγιαλός της δειγματοληψίας εμφανίζουν πολύ χονδρόκοκκη άμμο, ενώ τα δείγματα #3, #4, #5 και #6 που ελήφθησαν από τη παραλία Ασημάκη χαρακτηρίζονται από μεσόκοκκη άμμο. Σχετικά με τα δείγματα που ελήφθησαν από τη παραλία Ποσειδωνίας, το δείγμα #7 που βρίσκεται στη νοτιότερη θέση της παραλίας εμφανίζει χονδρόκοκκη άμμο, ενώ τα υπόλοιπα δύο (δείγματα #8 και #9) χαρακτηρίζονται από μεσόκοκκη άμμο. Για τη παραλία της Πουνταζέζας, το νοτιότερο δείγμα #10 χαρακτηρίζεται από μεσόκοκκη άμμο, τα δείγματα #11 και #12 βορειότερα του πρώτου, παρουσιάζουν χονδρόκοκκη και τα δείγματα #13 και #14 που ελήφθησαν από το βορειότερο τμήμα της παραλίας χαρακτηρίζονται από πολύ χονδρόκοκκη άμμο. Επομένως, παρατηρείται κατά μήκος του αιγιαλού αυτού σταδιακή μεταβολή - αύξηση του μεγέθους των κόκκων από το νότιο προς το βόρειο τμήμα του. Σχετικά με τα δείγματα της παραλίας του Θορικού, τα #15 και #16 (τα οποία ελήφθησαν στο νότιο και κεντρικό τμήμα της) εμφανίζουν χονδρόκοκκη άμμο και το #17, στο βόρειο τμήμα, πολύ χονδρόκοκκη. Τέλος, από τις υπολογισθείσες τιμές του μέσου γραφικού μεγέθους και των 3 δειγμάτων του Όρμου Τουρκολίμανο, φαίνεται ότι εμφανίζουν χονδρόκοκκη άμμο.

Το μέγεθος των κόκκων του ιζήματος αποτελεί ένδειξη της ενέργειας του περιβάλλοντος μεταφοράς και απόθεσης τους και από τα αποτελέσματα υπολογισμού της παραμέτρου του μέσου γραφικού μεγέθους προκύπτει ότι τα δείγματα των ιζημάτων από τους 20 αιγιαλούς είναι κυρίως χονδρόκοκκα, πολύ χονδρόκοκκα και μεσόκοκκα. Επομένως, στους εξεταζόμενους αιγιαλούς, ο κυρίαρχος ενεργειακός παράγοντας φαίνεται να είναι ο κυματισμός, ενώ οι αιολικές διεργασίες φαίνεται ότι είναι πιο περιορισμένες. Οι μικρότεροι κόκκοι (άργιλος) αποτίθενται εξαιρετικά αργά και μονάχα όταν το νερό ρέει αργά ή ηρεμεί. Μεταφέρονται επίσης σε μεγάλες αποστάσεις από τον άνεμο. Αντίθετα,

οι μεγαλύτεροι κόκκοι (βότσαλα, ψηφίδες) αποτίθενται πολύ γρήγορα και μεταφέρονται μονάχα από γρήγορα κινούμενα ρεύματα (Κόκκινου, 2015).

Οι παραλίες Ασημάκη και Ποσειδωνίας, οι οποίες εμφανίζουν ιζήματα μεσόκοκκου μεγέθους, φαίνεται να επηρεάζονται και από τη δράση του ανέμου, καθώς σε αυτές παρατηρούνται και αιολικές γεωμορφές, όπως είναι οι αμμώδεις θίνες.

Τα αποτελέσματα της παραμέτρου της αποκλειστικής σταθερής απόκλισης, δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τιμές των δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των δειγμάτων παρουσιάζει κακή-φτωχή ταξινόμηση των κόκκων. Τα δείγματα #1 και #2 τα οποία συλλέχθηκαν από τον παραλία Πορτ Άρθουρ, παρουσιάζουν και τα δύο φτωχή ταξινόμηση. Τα δείγματα #3, #4, #5 και #6 τα οποία συλλέχθηκαν από την παραλία Ασημάκη παρουσιάζουν μέτρια προς μετρίως καλή ταξινόμηση. Το δείγμα #9 παρουσιάζει καλή ταξινόμηση, σε αντίθεση με τα δείγματα #7 και #8 τα οποία παρουσιάζουν φτωχή ταξινόμηση, παρατηρώντας έτσι βελτίωση της ταξινόμησης από τα νότια προς τα βόρεια του αιγιαλού της Ποσειδωνίας. Στη συνέχεια, τα δείγματα #10, #11, #12, #13, #14 από την παραλία Πουνταζέζα παρουσιάζουν φτωχή έως και καλή ταξινόμηση, με τη χαμηλότερη ταξινόμηση να σημειώνεται στο δείγμα που συλλέχθηκε από το κεντρικό τμήμα του αιγιαλού. Επίσης, τα δείγματα #15, #16 και #17 από τη παραλία Θορικού παρουσιάζουν φτωχή έως μέτρια ταξινόμηση των κόκκων. Τέλος, τα δείγματα #18, #19 και #20 (αιγιαλός Τουρκολίμανου) παρουσιάζουν φτωχή έως μέτρια ταξινόμηση, με τη μέτρια να εμφανίζεται στο νοτιότερο σημείο δειγματοληψίας στη παραλία Χρυσό Φεγγάρι.

Από τα αποτελέσματα της αποκλειστικής σταθερής απόκλισης, οι τιμές στη πλειοψηφία τους δείχνουν κακή – φτωχή ταξινόμηση των κόκκων, επομένως και κακή διαλογή τους από τα μέσα μεταφοράς και απόθεσης, που πιθανόν να οφείλονται στην έντονη ιζηματογένεση του περιβάλλοντος και το μέγεθος των κόκκων του ιζήματος (Καράλη-Βουδούρη et al., 2001).

Σχετικά με την παράμετρο της αποκλειστικής γραφικής λοξότητας, η οποία δείχνει το κατά πόσο μία αθροιστική καμπύλη είναι συμμετρική ή ασύμμετρη. Τα δείγματα #1, #5, #8, #14, #15 και #19 παρουσιάζουν σχεδόν συμμετρική κατανομή με τιμές κοντά στο 0,1.

Τα δείγματα #2,#3, #4, #6, #9, #11, #13, #20 παρουσιάζουν κατανομή με αρνητική λοξότητα, σύμφωνα με την οποία, η καμπύλη προεκτείνεται προς το μέρος των πιο χονδρόκοκκων κλασμάτων, γεγονός το οποίο δείχνει ότι το ποσοστό χονδρόκοκκου ιζήματος στα δείγματα αυτά είναι μεγαλύτερα από του λεπτόκοκκου. Τέλος, τα δείγματα #7, #10 και #18 παρουσιάζουν κατανομή με θετική λοξότητα και τα δείγματα #12, #16 και #17 παρουσιάζουν κατανομή με πολύ θετική λοξότητα, σύμφωνα με τις οποίες, η αθροιστική καμπύλη προεκτείνεται προς το μέρος των πιο λεπτόκοκκων κλασμάτων και επομένως, βρίσκεται σε πλειοψηφία το λεπτόκοκκο υλικό.

Η τελευταία παράμετρος είναι η γραφική κύρτωση, η οποία μετρά το λόγο μεταξύ της ταξινόμησης των μεγεθών των κόκκων στην «ουρά» της καμπύλης και της ταξινόμησης τους στο κέντρο της. Τα δείγματα #1,#2, #4, #6, #7, #10, #12, #15, #19 και #20 κατατάσσονται στα πλατύκυρτα. Τα δείγματα #3, #5, #8, #17 και #18 κατατάσσονται στα μεσόκυρτα, τα δείγματα #13 και #14 στα λεπτόκυρτα, ενώ τα δείγματα #9, #11 και #16 στα πολύ λεπτόκυρτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περιοχή της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής παρουσιάζει πολύ σημαντικό γεωλογικό, μεταλλευτικό και παλαιοντολογικό ενδιαφέρον. Χαρακτηρίζεται ως τόπος μεγάλης ιστορικής και μνημειακής σημασίας.

Από τη μελέτη των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του αναγλύφου της Λαυρεωτικής με τη χρήση του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους για την περιοχή μελέτης, προέκυψαν τα εξής:

- Επικρατούν μεσαίες και μεγάλες κλίσεις στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής.
- Διακρίνονται δύο κύριες υδρογραφικές λεκάνες, η υδρογραφική λεκάνη Αδάμι - Ποτάμι και η υδρογραφική λεκάνη Καμάριζας – Λεγρενών.

Σχετικά με τις χρήσεις γης, η αστική δόμηση αναπτύσσεται κυρίως κατά μήκος της ακτογραμμής και οι εκτάσεις πρασίνου είναι ιδιαίτερα εκτεταμένες στην περιοχή.

Η ολοκλήρωση της περιγραφικής γεωμορφολογικής ανάλυσης και μελέτης των ακτών της Νοτιοανατολικής Λαυρεωτικής, κατέληξε σε συμπεράσματα σχετικά με τη διαμόρφωση της γεωμορφολογίας τους, μέχρι σήμερα. Τα συμπεράσματα εξήχθησαν από την υπαίθρια γεωμορφολογική μελέτη-ανάλυση και την κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων ιζήματος. Κατασκευάστηκε ο γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης και μετά από επιτόπια έρευνα εντοπίστηκαν παράκτιες γεωμορφές, όπως αιγιαλοί, beachrocks, θίνες, κρημνοί και τόμπολο (σε συνολικό μήκος ακτογραμμής 57 χλμ. περίπου).

Ειδικότερα, σχετικά με τη γεωμορφολογία των ακτών της Λαυρεωτικής, όπως προέκυψε από τον γεωλογικό και τον γεωμορφολογικό χάρτη που κατασκευάστηκαν, οι ακτές αναπτύσσονται σε σχηματισμούς σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων, μαρμάρων και αποθέσεων παράκτιας και αλλουβιακής προέλευσης. Οι σχιστόλιθοι και οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται κυρίως στις βόρειες και νότιες ακτές, ενώ στις κεντρικές κυριαρχούν οι αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις. Η κατανομή των πετρωμάτων και των πιο χαλαρών υλικών έχουν ως αποτέλεσμα την διαφοροποίηση του αναγλύφου των ακτών που σχηματίζονται σε αυτές. Στα παράκτια τμήματα που αναπτύσσονται σχηματισμοί

σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων και μαρμάρων, το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από απόκρημνες πλαγιές και κρημούς μεγάλης ή μεσαίας κλίσης. Αντίθετα, στα τμήματα εκείνα, που αναπτύσσονται χαλαρές αποθέσεις, το ανάγλυφο εμφανίζεται πιο ήπιο και παρατηρούνται σε αυτό κυρίως γεωμορφές παράκτιων αιγιαλών. Επίσης, οι παράκτιοι κρημοί με μεσαίες και μεγάλες κλίσεις, που παρατηρούνται, δηλώνουν την τάση προέλασης της θάλασσας και υποχώρησης των ακτών από τις θαλάσσιες διεργασίες και η παρουσία beachrocks σε αρκετές παράκτιες θέσεις, ιδιαίτερα τα υποθαλάσσια, υποδεικνύουν την άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου.

Σχετικά με τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης, από τα αποτελέσματα υπολογισμού της παραμέτρου του μέσου γραφικού μεγέθους προκύπτει ότι τα δείγματα των ιζημάτων από τους 7 αιγιαλούς είναι κυρίως χονδρόκοκκα, πολύ χονδρόκοκκα και μεσόκοκκα. Επομένως, στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, το μεγάλο μέγεθος των κόκκων αποτελεί δείκτη περιβάλλοντος μεταφοράς και απόθεσης σχετικά υψηλής ενέργειας.

Από τα αποτελέσματα της αποκλειστικής σταθερής απόκλισης, οι τιμές στη πλειοψηφία τους δείχνουν κακή – φτωχή ταξινόμηση των κόκκων, επομένως και κακή διαλογή τους από τα μέσα μεταφοράς και απόθεσης, που είναι κυρίως ο κυματισμός και τα παράκτια ρεύματα.

Τα αποτελέσματα της αποκλειστικής γραφικής λοξότητας δείχνουν ότι το μεγαλύτερο πλήθος των δειγμάτων (8 δείγματα), από τους αιγιαλούς με εξαίρεση αυτόν του Θορικού, εμφανίζουν αρνητικές τιμές λοξότητας και επομένως έχουν πλεονάζον χονδρόκοκκο υλικό. Έξι δείγματα (από τα οποία ένα αντιστοιχεί σε κάθε αιγιαλό της δειγματοληψίας), εμφανίζουν τιμές λοξότητας συμμετρικής κατανομής, καθώς επίσης και 6 δείγματα από τους 5 αιγιαλούς (εκτός του αιγιαλού Ασημάκη) εμφανίζουν θετικές έως και πολύ θετικές τιμές λοξότητας.

Τέλος, τα αποτελέσματα της γραφικής κύρτωσης, στην πλειοψηφία των δειγμάτων (10 δείγματα) από τους αιγιαλούς, εμφανίζουν τιμές πλατύκυρτου ιζήματος και επομένως, μεγάλη διασπορά κατανομής των κόκκων. Τα υπόλοιπα δείγματα εμφανίζουν τιμές μεσόκυρτου, λεπτόκυρτου, έως και πολύ λεπτόκυρτου ιζήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση:

Αντωνίου Β.Σ., *Ανάλυση αναγλύφου και γεωτεκτονική δομή Ανατολικής Αττικής*, διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών: Τομέας Γεωλογικών Επιστημών και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Αθήνα.

ΙΓΜΕ, (2009), *Λαύριο και Ευρύτερη περιοχή*, Αθήνα.

Καράλη-Βουδούρη Α., Λειβαδίτης Γ., (2001), Μέττος Α., *Μελέτη Παράκτιων Ιζημάτων περιοχής Κόλπου Λουτρακίου*, Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία.

Καρκάνας, Π., Παυλόπουλος, Κ., Τριανταφύλλου, Μ., Καρύμπαλης Ε., Τσούρου Θ., Παλυβός Ν., (2004), *Παράκτιο Έλος Σχινιά-Μαραθώνα: Ιζηματογένεση-Μεταβολές Στάθμης Θάλασσας-Κλιματικές Μεταβολές κατά το Μέσο-Ανώτερο Ολόκαινο*, Γεωγραφίες, Τεύχος 7, Εξάντας.

Καρύμπαλης, Ε., (2010). *Παράκτια Γεωμορφολογία*, ΙΩΝ, Αθήνα.

Καρύμπαλης Ε., Παυλόπουλος Κ. (2002), *Φυσική Γεωγραφία*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

Κόκκινου Ε., (2015), *Περιβαλλοντική Γεωλογία και Γεωτεχνολογία: Χερσαίο και Θαλάσσιο Περιβάλλον*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κορδέλλας Α., (2014), *Το Λαύριο* (β' έκδοση), Εταιρεία Μελετών Λαυρεωτικής, Λαύριο.

Λεβέντης Σ., (2014), *Διαχρονική μετατόπιση της ακτογραμμής της παράκτιας πεδιάδας του Μαραθώνα*, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

Μαρίνος Γ., Petrascheck W., (1956), *Λαύριον*, Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους, Αθήνα.

Παπαδέας Δ. Γ., (1991), *Επεξηγηματική μελέτη του Γεωλογικού Χάρτη της Αττικής*, Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), Αθήνα.

Παυλόπουλος Κ., (1992), *Γεωμορφολογική εξέλιξη της Αττικής*, ΓΑΙΑ Νο2, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.

Παυλόπουλος Κ., , *Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στον παράκτιο χώρο της ΝΑ Αττικής*.

Πηλίκος Μ., (2014), *Γεωλογική Χαρτογράφηση στην περιοχή Πόρτο Εννιά της Αττικής*, Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών- Τμήμα Γεωλογίας: Τομέας Γενικής, Θαλάσσιας Γεωλογίας και Γεωδυναμικής, Πάτρα.

Τσανάκας Κ., (2005), *Γεωμορφολογική Μελέτη και Εκτίμηση Ανθρώπινων Επεμβάσεων τμήματος της παράκτιας ζώνης του Ν. Πιερίας*, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Αθήνα.

Χαλκιάς, (2006), *Κεφάλαιο 5ο: Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

Ξενόγλωσση:

Cooper W.S., (1967), *Coastal dunes of California*, Geological Society of America Memoir, 104, 131 p.

Durr, S., R. Altherr, M. Okrusch & E. Seidel, (1978), *The median Aegean Belt; stratigraphy, structure, metamorphism*. In: Closs H., D. Roeder, K. Schmidt (eds) *Alps, Apennines, Hellenides*. Springer (Stuttgart).

Folk R.L., Ward W.C., (1957), *Brazos bar: A study of significance of grain size parameters*, Journal of Sedimentary Petrology, 27, p. 3-26.

Folk R. L., (1974), *Petrology of sedimentary rocks*, Austin; Texas.

Haslett S., (2000), *Coastal Systems*, Rontledge Introduction to Environment Series, London.

Karymbalis, E., Papanastassiou, Δ., Gaki-Papanastassiou, K., Tsanakas, K., Maroukian, H., (2013), *Geomorphological study of Cephalonia Island, Ionian Sea, Western Greece*, Journal of Maps, 9 (1): 121-134.

Karymbalis, E., Gaki-Papanastassiou, K., Tsanakas, K., Ferentinou, M., (2016), *Geomorphology of the Pinios River delta, Greece*, Journal of maps, 12: 12-21.

Komar, P. D., (1976), *Beach processes and sedimentation: Englewood Cliffs*, New Jersey, Prentice-Hall.

Lepsius R., (1893), *Geologie von Attika*, Berlin.

Soukisian T., Hatzinaki M., Korres G., Papadopoulos A., Kallos G. and Anadranistakis E., (2007), *Wave and wind Atlas of the Hellenic Seas*, Hellenic Centre for Marine Research Publ.

Tsanakas, K., Karymbalis, E., Gaki-Papanastassiou, K., Maroukian, H., (2019), *Geomorphology of the Pieria Mtns, Northen Greece*, Journal of Maps, 15(2): 499-508.

Πρόσβαση στο: <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1619630>

Τελευταία πρόσβαση: 13/2/2020

Διαδικτυακοί Ιστότοποι:

- *GEODATA.gov.gr*
- *Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία*

Πρόσβαση: <http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology>

Τελευταία πρόσβαση: 13/2/2020