



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



Διδρυματικό Πρόγραμμα
Μεταπτυχιακών Σπουδών
Ωκεανογραφία και
Διαχείριση Θαλάσσιου
Περιβάλλοντος
~ Ιδρυθέν το 1974 ~

Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Ωκεανογραφία και Διαχείριση Θαλάσσιου Περιβάλλοντος»

Διπλωματική εργασία

Μελέτη της παράκτιας τρωτότητας της νήσου Ίου,
Κυκλάδες

Κόμη Αποστολία

A.M: 216014

Τριμελής επιτροπή

Ευελπίδου Νίκη-Νικολέττα

Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ(Επιβλέπουσα)

Πούλος Σεραφείμ

Καθηγητής, ΕΚΠΑ

Καψιμάλης Βασίλειος

Διευθυντής ερευνών, ΕΔΚΕΘΕ

Αθήνα
Ιούνιος 2021

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας των ακτών της νήσου Ίου, Κυκλάδες και την αναγνώριση περιοχών που είναι συγκριτικά περισσότερο ευάλωτες στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης.

Από την εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (C.V.I), το 92,37% του συνολικού μήκους της ακτογραμμής της Ίου χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή τρωτότητα καθώς αποτελείται από βραχώδεις ακτές και κρημνούς με κλίση πάνω από 12%. Το μικρότερο ποσοστό του συνόλου της ακτογραμμής αντιστοιχεί σε 1,72 km, χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλή τρωτότητα και αντιπροσωπεύεται από αμμώδεις παραλίες και rocket beaches. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι παραλίες Μυλοπότας και Μαγγανάρι για τις οποίες μελετήθηκαν τα ιζηματολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά τους καθώς και η μετατόπιση της ακτογραμμής τους σε εποχική κλίμακα, μεταξύ εαρινής και φθινοπωρινής περιόδου μελέτης.

Από την τοπογραφική αποτύπωση που πραγματοποιήθηκε κατά τις εργασίες υπαίθρου με τη χρήση DGPS-RTK, προκύπτει πως η παραλία του Μυλοπότα χαρακτηρίζεται από ομαλοποίηση του ανάγλυφου του πυθμένα, ενώ το Μαγγανάρι χαρακτηρίζεται κυρίως από ρήχωση του πυθμένα προς τη φθινοπωρινή περίοδο μελέτης. Από την εφαρμογή της μεθόδου του ξηρού κοσκινίσματος στα δείγματα άμμου που συλλέχθηκαν κατά τις εργασίες υπαίθρου, προκύπτει πως και στις δύο παραλίες επικρατεί η ελαφρώς χαλικώδης άμμος σε εποχική κλίμακα.

Για τον υπολογισμό της εποχικής μεταβολής της ακτογραμμής στον Μυλοπότα και το Μαγγανάρι, χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις κατά μήκος της δεδομένης θέσης της ακτογραμμής από τις εργασίες πεδίου. Με τη χρήση του εργαλείου DSAS, προκύπτει οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, από την εαρινή προς τη φθινοπωρινή περίοδο στο βόρειο και νότιο τμήμα του Μυλοπότα μεταξύ 2-5 m, ενώ το κεντρικό τμήμα είναι σχεδόν σταθερό. Στο Μαγγανάρι επικρατεί προέλαση της φθινοπωρινής ακτογραμμής σε σχέση με την εαρινή έως 5 m στο ανατολικό τμήμα, ενώ το δυτικό χαρακτηρίζεται από σταθερή ακτογραμμή.

Λέξεις κλειδιά: Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας, μετατόπιση ακτογραμμής, άνοδος θαλάσσιας στάθμης, παράκτια γεωμορφολογία, παράκτια κλίση

Abstract

The present dissertation aims to assess the coastal vulnerability of the coasts of Ios Island, Cyclades and to identify areas that are comparatively more vulnerable to sea level change.

From the application of Coastal Vulnerability Index, 92,37% of the total length of the coastline of Ios Island is characterized by very low vulnerability as it consists of rocky shores and cliffs with a slope of over 12%. The smallest percentage of the entire coastline corresponds to 1,72 km, is characterized by very high vulnerability and is represented by sandy and pocket beaches. The coastal areas of Mylopotas and Magganari belong to the above category. Their sedimentological and morphological characteristics were studied as well as shoreline changes on a seasonal scale, between spring and autumn study period.

From the topographic survey carried out during fieldworks, using DGPS-RTK, it appears that Mylopotas beach is characterized by gently seabed's topography towards the autumn study period, while Magganari is mainly characterized by shallowness of the bottom towards the autumn study period. From the application of dry granulometry method to the sand samples collected during the field work, it appears that on both sites, slightly gravelly sand prevails on a seasonal scale.

To calculate the seasonal shoreline changes in Mylopotas and Magganari, the measurements from the field work along the current position of the shoreline were used. The calculation of the seasonal shoreline displacement, using the DSAS tool, results in a retreat of the shoreline, from spring to autumn study period, in the northern and southern part of Mylopotas between 2-5 m, while the central part is almost stable. In Magganari, there is an accretion of the autumn shoreline in relation to the spring shoreline of up to 5 m in the eastern part, while the western part is characterized by a stable shoreline.

Key words: Coastal Vulnerability Index, shoreline changes, sea-level rise, coastal geomorphology, coastal slope

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας ολοκληρώνεται η φοίτηση μου στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ωκεανογραφία και Διαχείριση Θαλάσσιου Περιβάλλοντος» του Τμήματος της Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας και συγκεκριμένα προς:

Την Καθηγήτρια του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών **κ. Νίκη-Νικολέττα Ευελπίδου**, για την ανάθεση του θέματος, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Τον Καθηγητή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών **κ. Σεραφείμ Πούλο** για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της μελέτης αυτής.

Τον Διευθυντή ερευνών **κ. Βασίλειο Καψιμάλη** από το Ελ.Κε.Θ.Ε για τις επιστημονικές επισημάνσεις και παρατηρήσεις.

Τον Αναπληρωτή καθηγητή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών **κ. Εμμανουήλ Βασιλάκη** για την παροχή δεδομένων και την καθοδήγησή του για την χρήση των δεδομένων αυτών.

Τον Υποψήφιο Διδάκτορα Αλέξανδρο Πετρόπουλο για την καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της μελέτης αυτής, καθώς και για την άριστη συνεργασία μας κατά τη διάρκεια των εργασιών υπαίθρου.

Τις Δρ. Ελεάνα Καρκάνη και Δρ. Κατερίνα Καρδισιά, καθώς και τους Υπ. Διδάκτορες Γιάννη Σαΐτη και Στέλιο Πετράκη για την υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την Μαρία Τζουξανιώτη και την Κατερίνα Γιαννικοπούλου για την υποστήριξή τους σε θέματα ArcGIS.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και όλους τους φίλους και συμφοιτητές μου οι οποίοι ήταν πάντα δίπλα μου σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και με υποστήριζαν.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	I
Abstract	II
Ευχαριστίες	III
Πρόλογος	1
1. Εισαγωγή.....	2
2. Περιοχή μελέτης.....	6
2.1. Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Του.....	6
2.1.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Παραλίας Μυλοπότα.....	7
2.1.2 Φράγμα Μυλοπότα.....	9
2.1.3 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Παραλίας Μαγγανάρι.....	10
2.2 Γεωλογία.....	11
2.3 Τεκτονική.....	12
2.4 Υδρογραφικό δίκτυο.....	13
2.5 Κλιματολογικά στοιχεία.....	14
2.6 Χρήσεις γης.....	17
2.7 Ανθρωπογενές περιβάλλον.....	19
2.8 Ωκεανογραφικά στοιχεία.....	20
2.8.1 Ανεμολογικό – Κυματικό καθεστώς (Σημείο 1).....	22
2.8.2 Ανεμολογικό – Κυματικό καθεστώς (Σημείο 2).....	24
3. Μεθοδολογία.....	25
3.1 Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI).....	25
3.1.1 Ιστορική εξέλιξη του CVI.....	25
3.1.2 Μεταβλητές CVI-Συλλογή δεδομένων.....	29
3.2 Εργασίες πεδίου.....	32
3.2.1 Τοπογραφική-Γεωμορφολογική αποτύπωση παραλιών μελέτης.....	32
3.2.2 Δειγματοληψία ιζήματος.....	37
3.3 Εργαστηριακές αναλύσεις.....	41
3.3.1 Κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων.....	41
3.4 Επεξεργασία δεδομένων.....	43
3.4.1 Στατιστική ανάλυση δειγμάτων.....	43
3.4.2 Χρήση λογισμικού ArcGIS.....	46
3.5 Υπολογισμός μετατόπισης της ακτογραμμής.....	47

3.6 Υδροδυναμική της παράκτιας ζώνης.....	49
4. Αποτελέσματα.....	52
4.1 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας-CVI.....	52
4.1.1 Γεωμορφολογία.....	53
4.1.2 Παράκτια κλίση.....	54
4.1.3 Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης.....	55
4.1.4 Ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής.....	57
4.1.5 Μέσο εύρος παλίρροιας.....	58
4.1.6 Μέσο σημαντικό ύψος κύματος.....	60
4.1.7 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας.....	61
4.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των παραλιών Μυλοπότας και Μαγγανάρι.....	63
4.2.1 Παραλία Μυλοπότας.....	63
4.2.2 Παραλία Μαγγανάρι.....	65
4.3 Τοπογραφικές τομές και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά παραλιών μελέτης.....	70
4.3.1 Παραλία Μυλοπότας- Εαρινή περίοδος.....	70
4.3.2 Παραλία Μυλοπότας-Φθινοπωρινή περίοδος.....	74
4.3.3 Παραλία Μαγγανάρι- Εαρινή περίοδος.....	78
4.3.4 Παραλία Μαγγανάρι- Φθινοπωρινή περίοδος.....	82
4.4 Εποχική μετατόπιση ακτογραμμής - DSAS.....	87
4.5 Κυματικά χαρακτηριστικά παραλιών μελέτης.....	89
5. Συζήτηση-Σύγκριση αποτελεσμάτων.....	102
5.1 Εκτίμηση παράκτιας τρωτότητας.....	102
5.2 Σύγκριση εποχιακών προφίλ παραλιών μελέτης.....	103
5.2.1 Γεωμορφολογικά-Τοπογραφικά χαρακτηριστικά.....	103
5.2.2 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά.....	105
5.3 Σύγκριση μετατόπισης ακτογραμμών σε εποχική κλίμακα.....	106
5.4 Κυματικό καθεστώς παραλιών μελέτης.....	107
6. Συμπεράσματα.....	108
Ξένη Βιβλιογραφία.....	110
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	115
Διαδίκτυο.....	116
Παράρτημα.....	116

Πρόλογος

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι η εκτίμηση της επικινδυνότητας της παράκτιας ζώνης της Νήσου Ύου, ως προς το φαινόμενο της διάβρωσης, από φυσικά αίτια όπως είναι οι κλιματικές αλλαγές και η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής μελετήθηκαν επίσης τα ιζηματολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των παραλιών Μυλοπότας και Μαγγανάρι σε εποχική κλίμακα, καθώς και η εποχική μετατόπιση της θέσης της ακτογραμμής, όπως αυτή αποτυπώθηκε κατά τη διάρκεια των εργασιών υπαίθρου τον Απρίλιο και τον Σεπτέμβριο του 2018.

Για την μελέτη της παράκτιας επικινδυνότητας, εφαρμόστηκε ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας, ο οποίος αποτελεί μια λειτουργική μέθοδο εκτίμησης της ευπάθειας των παράκτιων περιβαλλόντων σε παράκτιους κινδύνους. Κατά την εφαρμογή του δείκτη, συνεκτιμήθηκαν οι γεωλογικές μεταβλητές της γεωμορφολογίας, της παράκτιας κλίσης και του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής, καθώς και οι μεταβλητές φυσικών διεργασιών αποτελούμενες από την σχετική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, το σημαντικό ύψος κύματος και το μέσο παλιρροιακό εύρος. Αφού βαθμονομήθηκαν σε κλίμακα από το 1 έως το 5 οι παραπάνω μεταβλητές αναγνωρίστηκαν οι τρωτές περιοχές σε μια επερχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Στη συνέχεια αφού έγινε εκτίμηση των αποτελεσμάτων του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, επιλέχθηκαν συγκεκριμένες περιοχές μελέτης για περαιτέρω επισταμένη έρευνα οι οποίες είναι οι παραλίες Μυλοπότας και Μαγγανάρι. Πραγματοποιήθηκαν τοπογραφικές τομές και δειγματοληψίες ιζήματος σε εποχική κλίμακα ώστε να μελετηθούν μεταβολές στα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των παραλιών αλλά και στην μορφολογία της ακτογραμμής. Επίσης, με τη χρήση DGPS πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κατά μήκος της ακτογραμμής με σκοπό την αποτύπωση της δεδομένης θέσης της, για τον μετέπειτα υπολογισμό του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής μεταξύ των δύο περιόδων μελέτης.

1. Εισαγωγή

Η παράκτια ζώνη αποτελεί ένα φυσικό σύστημα το οποίο επηρεάζεται άμεσα από την αλληλεπίδραση μεταξύ της λιθόσφαιρας, της υδρόσφαιρας και της ατμόσφαιρας και από την δράση των χειρσαίων, εναέριων και θαλάσσιων διεργασιών. Πρόκειται για ένα περιβάλλον το οποίο μεταβάλλεται συνεχώς με το χρόνο μέσω φαινομένων βραδείας εξέλιξης που μπορεί να φτάσουν διάστημα χιλίων ετών ή ταχείας δράσης εντός ακόμη και εικοσιτετράωρου. Εκτός από τα μοναδικά φυσικά χαρακτηριστικά της, η παράκτια ζώνη παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον και για την πληθώρα των πόρων που προσφέρει. Περίπου το 41% του πληθυσμού της Ευρώπης κατοικεί κοντά στην ακτή, γεγονός που οδηγεί σε αυξανόμενους ρυθμούς αστικοποίησης (Collet & Engelbert 2013). Η παράκτια ζώνη φιλοξενεί πλήθος τουριστικών επιχειρήσεων και δραστηριοτήτων καθιστώντας έτσι την τουριστική βιομηχανία έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της οικονομίας σε τοπικό αλλά και εθνικό επίπεδο. Μεταξύ των διαφόρων τύπων ακτών, οι αμμώδεις ακτές επιβαρύνονται περισσότερο από αυτού του είδους δραστηριότητες (Davenport, J. & Davenport, J. L., 2006) και συγκαταλέγονται μεταξύ των πιο γεωμορφολογικά πολύπλοκων ακτών, με την ακτογραμμή να μεταβάλλεται συνεχώς υπό την αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων (Mentaschi *et al.*, 2018, Vousdoukas *et al.*, 2020).

Εκτός από τους φυσικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην εξέλιξη της παράκτιας ζώνης όπως είναι ο ευστατισμός, ο τεκτονισμός κ.ά., η κλιματική αλλαγή των τελευταίων δεκαετιών είναι ικανή να επιφέρει σημαντικές μεταβολές στις παράκτιες περιοχές, κυρίως λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης με την ακτογραμμή να αποτελεί τον κυριότερο αποδέκτη αυτών των μεταβολών. Τα παράκτια περιβάλλοντα βρίσκονται σε μια δυναμική σχέση με τις θαλάσσιες διεργασίες όπου τα παράκτια ιζήματα συνεχώς μετακινούνται, είτε με αποτέλεσμα τον σχηματισμό νέας ακτογραμμής, είτε τη διάβρωση της ήδη υπάρχουσας ακτογραμμής. Το φαινόμενο της διάβρωσης εντείνεται από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης όπως επίσης και από τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, αυξάνοντας έτσι την τρωτότητα της παράκτιας ζώνης (Briguglio, 2004). Σύμφωνα με τους Vousdoukas *et al.*, 2020, το 13,6–15,2% (36.097–40.511 km) των αμμωδών ακτών παγκοσμίως θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν σοβαρή διάβρωση έως το 2050, με τις τιμές αυτές να αυξάνονται σε ποσοστό 35,7-49,5% (95.061–131.745 km) έως το τέλος του αιώνα. Στην

περίπτωση της Ελλάδας η ακτογραμμή φτάνει τα 18.400 km για την ηπειρωτική χώρα και τα 9.835 km για τη νησιωτική χώρα (Poulos & Chronis 1997). Η διάβρωση κατά μήκος των ακτών υπολογίζεται σε 6,1% για την Θράκη και την Ανατολική Μακεδονία, 10,3% για την Κεντρική Μακεδονία, 2,3% για την Θεσσαλία, 14,7% για τα νησιά του Βόρειου Αιγαίου, 25,9% για τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα, 3,8% για την Πελοπόννησο και 6,1% για τις ακτές της Βόρειας Κρήτης (Alexandrakis *et al.* 2010). Στην περιοχή των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων το 51% της ακτογραμμής αποτελείται από χαμηλούς κρημνούς κλίσης 6-9% και το 46% από pocket beaches χαμηλών κλίσεων (Alexandrakis *et al.*, 2010).

Από τα τέλη του 19ου αιώνα, η παγκόσμια θαλάσσια στάθμη αυξάνεται περίπου 1,6 mm/έτος (Church and White, 2011), ενώ ο ρυθμός της δεν ξεπέρασε τα 0,6 mm/έτος κατά τις δύο προηγούμενες χιλιετίες (Kemp *et al.*, 2011). Στα χρονοδιαγράμματα που κυμαίνονται από δεκαετίες έως αιώνες, το επίπεδο της θάλασσας ποικίλλει κυρίως εξαιτίας της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της στην τήξη των παγετώνων και παγετικών καλυμμάτων και της θερμικής διαστολής των ωκεανών (Milne *et al.*, 2009; Church *et al.*, 2011). Καθώς η στάθμη της θάλασσας αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω στο μέλλον (0,5 έως 1 m έως το 2100 και πιθανώς περισσότερο, Church *et al.*, 2013), αυξάνονται και οι ανησυχίες σχετικά με τις μελλοντικές επιπτώσεις της στις παράκτιες ζώνες (Hinkel *et al.*, 2012; Hallegatte *et al.*, 2013; Mimura, 2013) .

Σύμφωνα με την πρόσφατη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2019), οι κυρίαρχες πηγές τροφοδοσίας γλυκού νερού που οδηγούν σε άνοδο της παγκόσμιας μέσης θαλάσσιας στάθμης (Global Mean Sea Level-GMSL) είναι οι παγετώνες και τα παγετικά καλύμματα. Από παρατηρήσεις παλιρροιογράφων και δορυφορικής αλτιμετρίας, η GMSL έχει αυξηθεί από 1,4 mm/έτος κατά την περίοδο 1901-1990, σε 2,1 mm/έτος κατά την περίοδο 1970-2005, σε 3,2 mm/έτος κατά την περίοδο 1993-2015 και σε 3,6 mm/έτος την περίοδο 2006-2015.

Η GMSL το 2019 ήταν η υψηλότερη που μετρήθηκε ποτέ. Αναπαράσταση της GMSL που βασίζεται σε παρατηρήσεις παλίρροιας δείχνει αύξηση 19 cm από το 1900 μέχρι και σήμερα (Dangendorf *et al.*, 2019).

Οι εκτιμήσεις των προβλεπόμενων μελλοντικών αλλαγών σε αυτήν την έκθεση βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στις προβλέψεις του κλιματικού μοντέλου CMIP5¹ χρησιμοποιώντας Αντιπροσωπευτικούς Διαδρόμους Συγκέντρωσης (Representative Concentration Pathways - RCPs). Τα RCP² είναι σενάρια που περιλαμβάνουν χρονοσειρές εκπομπών και συγκεντρώσεων της πλήρους σειράς αερίων του θερμοκηπίου (GHGs), αερολυμάτων και χημικώς ενεργών αερίων, καθώς και χρήση γης / κάλυψη γης. Τα RCP παρέχουν μόνο ένα σύνολο πολλών πιθανών σεναρίων που θα οδηγούσαν σε διαφορετικά επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται εκτιμήσεις της συνολικής θέρμανσης από την προ-βιομηχανική περίοδο κάτω από τέσσερα διαφορετικά RCP (IPCC, 2019).

Πίνακας 1 Προβλεπόμενη παγκόσμια μεταβολή μέση θερμοκρασίας επιφανείας σε σχέση με την περίοδο 1850-1900 για δύο χρονικές περιόδους κάτω από τέσσερα RCP (IPCC, 2019).

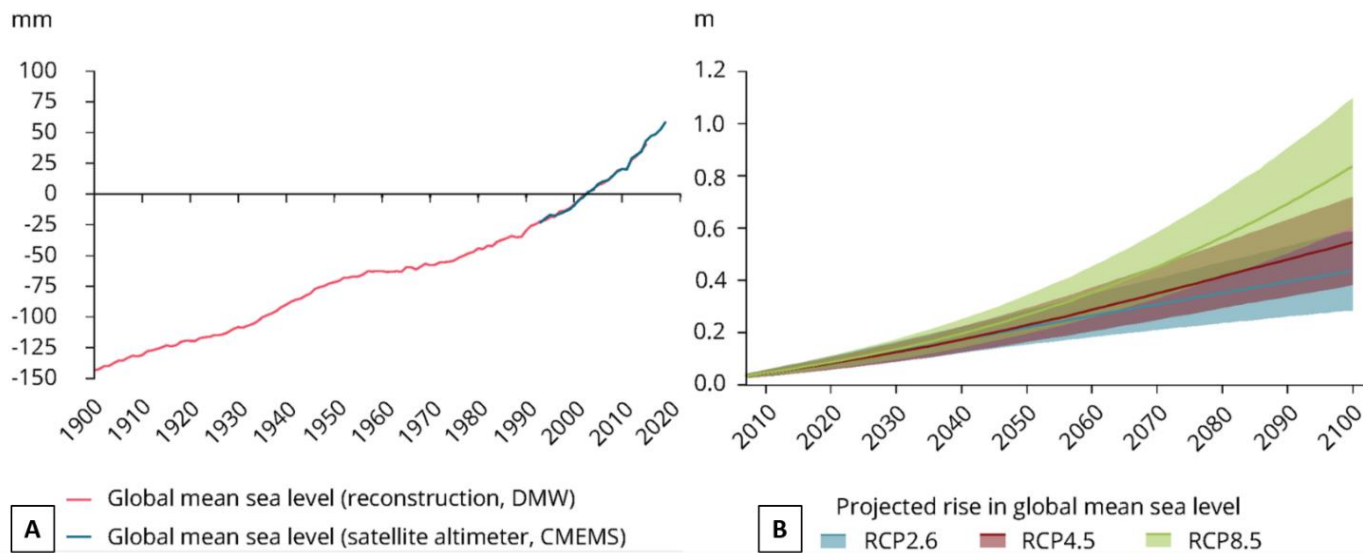
RCP	2031–2050		2081–2100	
	Μέση θερμοκρασία (°C)	Πιθανό εύρος (°C)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Πιθανό εύρος (°C)
RCP 2.6	1,6	1,1-2	1,6	0,9-2,4
RCP 4.5	1,7	1,3-2,2	2,5	1,7-3,3
RCP 6.0	1,6	1,2-2	2,9	2-3,8
RCP 8.5	2	1,5-2,4	4,3	3,2-5,4

Η μελλοντική αύξηση της GMSL που προκαλείται από τη θερμική διαστολή, την τήξη των παγετώνων και των παγετικών καλυμμάτων και των αλλαγών στην αποθήκευση υδάτων, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποιο σενάριο ακολουθείται (Εικ.1). Στο τέλος του αιώνα η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης αναμένεται να είναι ταχύτερη σε όλα τα σενάρια, συμπεριλαμβανομένων αυτών που είναι συμβατά με την επίτευξη του

¹ CMIP5 is Phase 5 of the Coupled Model Intercomparison Project. A climate modelling activity from the World Climate Research Programme (WCRP) which coordinates and archives climate model simulations based on shared model inputs by modelling groups from around the world. The CMIP5 data set includes projections using the Representative Concentration Pathways (RCP)

² The temporal evolution of natural and/or human systems towards a future state. Pathway concepts range from sets of quantitative and qualitative scenarios or narratives of potential futures to solution-oriented decision-making processes to achieve desirable societal goals. Pathway approaches typically focus on biophysical, techno-economic, and/or sociobehavioural trajectories and involve various dynamics, goals, and actors across different scales.

μακροπρόθεσμου θερμοκρασιακού στόχου όπως έχει οριστεί από την συμφωνία του Παρισιού³ (Oppenheimer *et al.*, 2019).



*Εικόνα 1 Α) Άνοδος παγκόσμιας μέσης θαλάσσιας στάθμης από το 1880 έως το 2019 βάσει δύο πηγών δεδομένων Η κόκκινη γραμμή (DMW) δείχνει την υβριδική αναπαράσταση των ανωμαλιών της θαλάσσιας στάθμης κατά τη διάρκεια του 1900-2015 (Dangendorf *et al.*, 2019). Η σκούρα μπλε γραμμή (CMEMS) δείχνει τις φιλτραρισμένες ανωμαλίες της θαλάσσιας στάθμης για το χρονικό διάστημα από το 1993 έως το 2019 με βάση δορυφορικές παρατηρήσεις (Ablain *et al.*, 2017; WCRP Sea Level Budget Group, 2018). Όλες οι τιμές σχετίζονται με το μέσο επίπεδο της περιόδου 1993-2012, κατά την οποία επικαλύπτονται τα δύο σύνολα δεδομένων. Β) Προβολές της παγκόσμιας μέσης θαλάσσιας στάθμης έως το 2100 για τρία σενάρια εκπομπών με βάση το IPCC 2019 (Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate)*

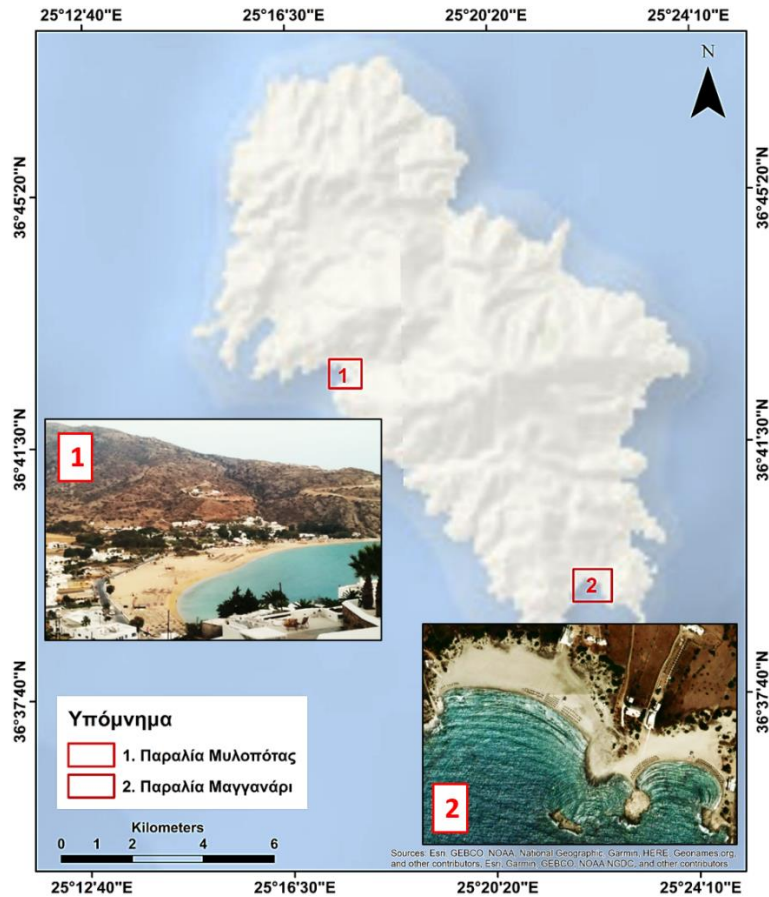
³ The Paris Agreement is an agreement within the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), dealing with greenhouse-gas-emissions mitigation, adaptation, and finance, signed in 2016. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>

2. Περιοχή μελέτης

2.1. Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Ίου

Η νήσος Ίος βρίσκεται στο Νοτιοανατολικό Αιγαίο Πέλαγος και ανήκει στον νομό Κυκλάδων. Περιβάλλεται από τα νησιά Σίκινο στα δυτικά, Σαντορίνη στα νότια, Αμοργό στα βορειοανατολικά, ενώ λίγο πιο βόρεια υπάρχουν τα νησιά της Πάρου και της Νάξου. Η έκταση του νησιού είναι περίπου 108 km², με μήκος ακτογραμμής στα 110 km. Έχει επίμηκες σχήμα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και μήκος αξόνων 18 km ο επιμήκης άξονας (ΒΔ-ΝΑ) και 8,5 km ο εγκάρσιος άξονας (ΑΝΑ-ΔΒΔ) περίπου. Το ανάγλυφο δημιουργεί 2 αξιόλογους κάμπους στο νότιο (Κάμπος) και κεντρικό τμήμα (Απάνω Κάμπος) του νησιού όπου και αναπτύσσεται κατά κύριο λόγο η γεωργική παραγωγή. Υπάρχουν και 6 κοιλάδες με πλούσια δασώδη βλάστηση (κουμαριές) της Αγίας Θεοδότης, Μαγγαναρίου, Καλάμου, Μυλοπότα, Πλακωτού και Ψάθης που καταλήγουν σε ανοικτή παράκτια ομαλή εδαφική ζώνη με καλό υδροφόρο και αξιόλογη γεωργική εκμετάλλευση. Στο υπόλοιπο τμήμα του νησιού που είναι ορεινό και κατά κύριο λόγο βραχώδες υπάρχει πλούσια φρυγανώδης βλάστηση (Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020).

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης, επιλέχθηκαν οι παραλίες Μυλοπότας και Μαγγανάρι για την μελέτη και σύγκριση των ιζηματολογικών και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών τους μεταξύ εαρινής και φθινοπωρινής περιόδου μελέτης (Εικ.2). Πρόκειται για παραλίες τύπου «τσέπης» (rocket beaches). Οι παραλίες «τσέπης» οριοθετούνται από βραχώδη ακρωτήρια ή ανθρωπογενείς υποδομές και χαρακτηρίζονται από περιορισμένη επιμήκη μεταφορά ιζημάτων (Bowman *et al.*, 2009, Pranzini *et al.*, 2013)



Εικόνα 2 Παραλίες μελέτης- Μυλοπότας (1), Μαγγανάρι (2)

2.1.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Παραλίας Μυλοπότα

Η παραλία του Μυλοπότα βρίσκεται στην δυτική Ίο με συνολικό μήκος 700 m. Οριοθετείται από δύο φυσικά ακρωτήρια και έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Το ανώτερο όριο της παραλίας περιορίζεται από χαμηλό τείχος ο οποίος την διαχωρίζει από τον παραλιακό δρόμο, πέραν του οποίου εκτείνεται η κατοικημένη περιοχή (Εικ.3). Στο κεντρικό τμήμα της παραλίας εκβάλλει ο ποταμοχείμαρρος Μυλοπότας, η ροή του οποίου έχει αποκοπεί από την κατασκευή μιας λιμνοδεξαμενής στα ανάντη. Ο Μυλοπότας θεωρείται η πιο τουριστική παραλία της Ίου, συγκεντρώνοντας πληθώρα τουριστικών επιχειρήσεων και δραστηριοτήτων αναψυχής, ο συνδυασμός των οποίων χαρακτηρίζει την παραλία από έντονη ανθρωπογενή επίδραση (Εικ.4).



Εικόνα 3 Ανώτερο τεχνητό όριο στην παραλία του Μυλοπότα

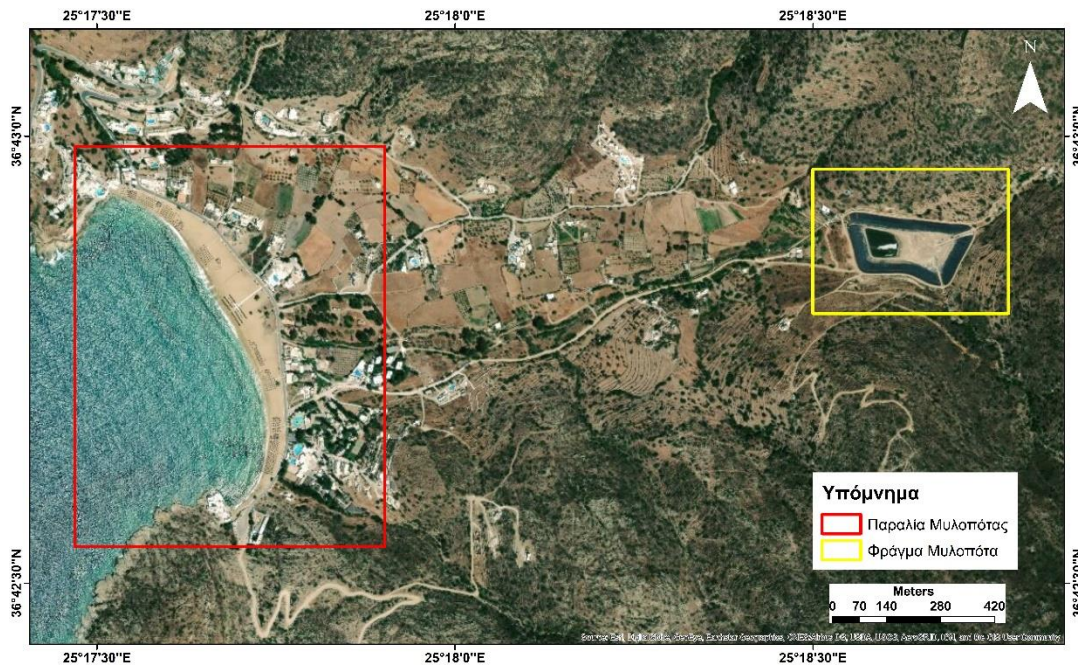


Εικόνα 4 Παρουσία τουριστικής δραστηριότητας κατά την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης

2.1.2 Φράγμα Μυλοπότα

Στο κεντρικό μέρος της νήσου Ίου, 1,5 km ανάντη της παραλίας του Μυλοποτάμου, κατασκευάστηκε το 1995 από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) το φράγμα του Μυλοπότα με σκοπό την κάλυψη αναγκών ύδρευσης και άρδευσης του νησιού (Εικ.5). Πρόκειται για ένα λιθόρριπτο φράγμα με στεγάνωση από γεωμεμβράνη HDPE, ύψους 23 m, επιφάνεια ταμιευτήρα $36 \times 10^3 \text{ m}^2$ και προβλεπόμενη χωρητικότητα ταμιευτήρα $230 \times 10^3 \text{ m}^3$. Το φράγμα είναι κατασκευασμένο στη συμβολή δύο χείμαρρων που σχηματίζουν το χείμαρρο του Μυλοπότα (Ελληνική Επιτροπή Φραγμάτων).

Τον Ιανουάριο του 2003, ύστερα από έντονα καιρικά φαινόμενα που έπληξαν τις Κυκλάδες, με το βροχόμετρο που ήταν εγκατεστημένο κοντά στο φράγμα του Μυλοπότα σε υψόμετρο 50 m να καταγράφει 126 mm ύψος βροχής, το φράγμα υπερχειλίσει προκαλώντας ανυπολόγιστες ζημιές. Η έντονη διάβρωση, η μετακίνηση υλικών, καθώς και οι φερτές ύλες που μεταφέρθηκαν από τον μεγάλο όγκο νερού που απέρρευσε, προκάλεσαν ζημιές, τόσο στο ίδιο το έργο, όσο και κατάντη αυτού στις γύρω περιοχές. Η παραλία του Μυλοπότα αποτελεί μια περίπτωση των επιπτώσεων της υπερχειλίσης, καθώς πλημμύρισε και σημειώθηκε έντονη διάβρωση στο σημείο ένωσης της παραλιακής οδού με την οδό που οδηγεί στο έργο (Καρασαχινίδη 2014)



Εικόνα 5 Φράγμα Μυλοπότα

2.1.3 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Παραλίας Μαγγανάρι

Η παραλία Μαγγανάρι βρίσκεται στο νότιο άκρο της Ίου και αποτελείται από δύο κόλπους διεύθυνσης Δ-ΝΑ και μήκους 343 m ο δυτικός και 300 m ο ανατολικός κόλπος. Σε αντίθεση με την παραλία του Μυλοπότα, το Μαγγανάρι δεν φιλοξενεί πλήθος τουριστικών επιχειρήσεων είναι όμως μια υπό ανάπτυξη παράκτια περιοχή (Εικ.7). Το ανώτερο όριο της παραλίας οριοθετείται από αμμοθίνες και βλάστηση (Εικ.6).



Εικόνα 6 Αμμοθίνες και βλάστηση πλαισιώνουν το ανώτερο όριο της παραλίας Μαγγανάρι, τόσο στον ανατολικό όσο και στον δυτικό κόλπο.



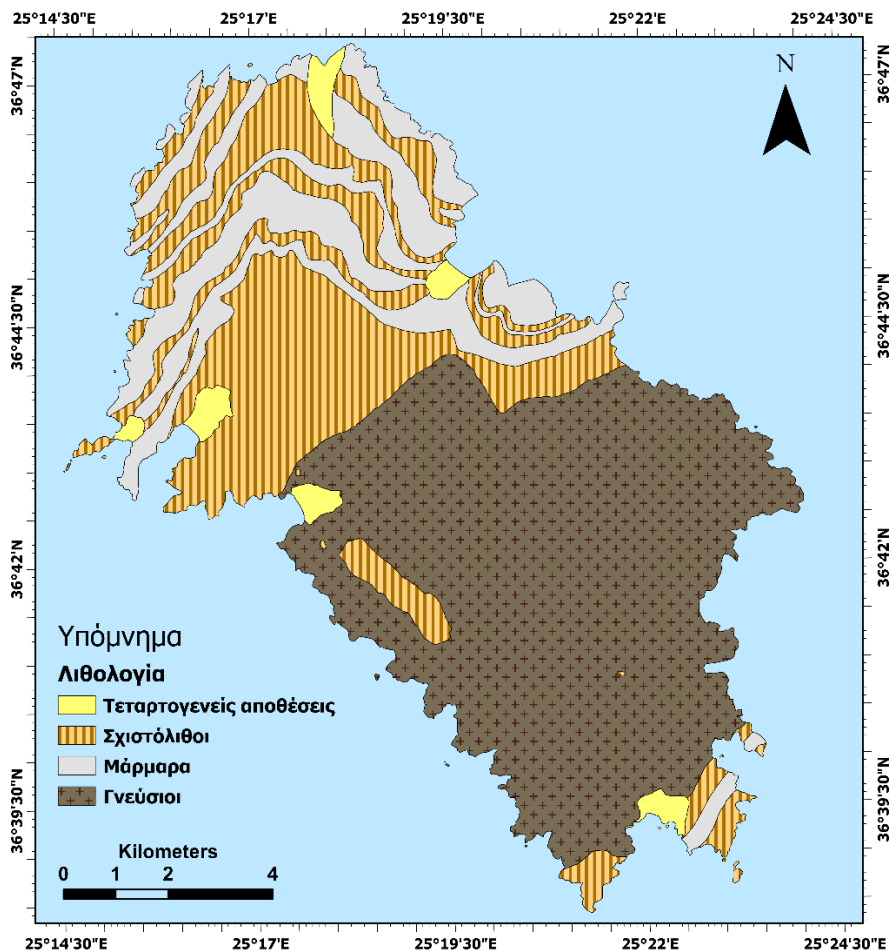
Εικόνα 7 Ανατολικός κόλπος παραλίας Μαγγανάρι

2.2 Γεωλογία

Η Ίος ανήκει στην Αττικο-Κυκλαδική μεταμορφωμένη μάζα και αποτελεί μέρος της ενδιάμεσης τεκτονο-μεταμορφικής ζώνης της Αλπικής Ορογένεσης (Εικ.8). Η γεωλογία και η πετρολογία της Ίου περιεγράφηκαν για πρώτη φορά από τους van der Maar (1980) και van der Maar and Jansen (1983), οι οποίοι κατέγραψαν δύο διαφορετικά αλπικά μεταμορφικά γεγονότα (~60-20 Ma), μια Ηώκαινική HP-LT εκλογιτική-κυανοσχιστολιθική φάση (M1) και μία νεότερη Ολιγο-Μειοκαινική πρασινοσχιστολιθική φάση (M2) (Flansburg *et al.*, 2019). Η Ίος γεωλογικά χωρίζεται σε δύο κύριες ενότητες, το κυκλαδικό υπόβαθρο και μια υπερκείμενη κυανοσχιστολιθική ενότητα:

- Το υπόβαθρο αποτελείται από σύμπλεγμα οφθαλμογενέσιων, ορθογενέσιων και γρανατικών-μαρμαρυγιακών σχιστολίθων.
- Η κυανοσχιστολιθική ενότητα αποτελεί μια ακολουθία κυρίως από ασβεστιτικά μάρμαρα που εναλλάσσονται με χλωριτικούς-ακτινολιθικούς-γλαυκοφανείς σχιστόλιθους και απαντά κυρίως στο βόρειο τμήμα του νησιού.

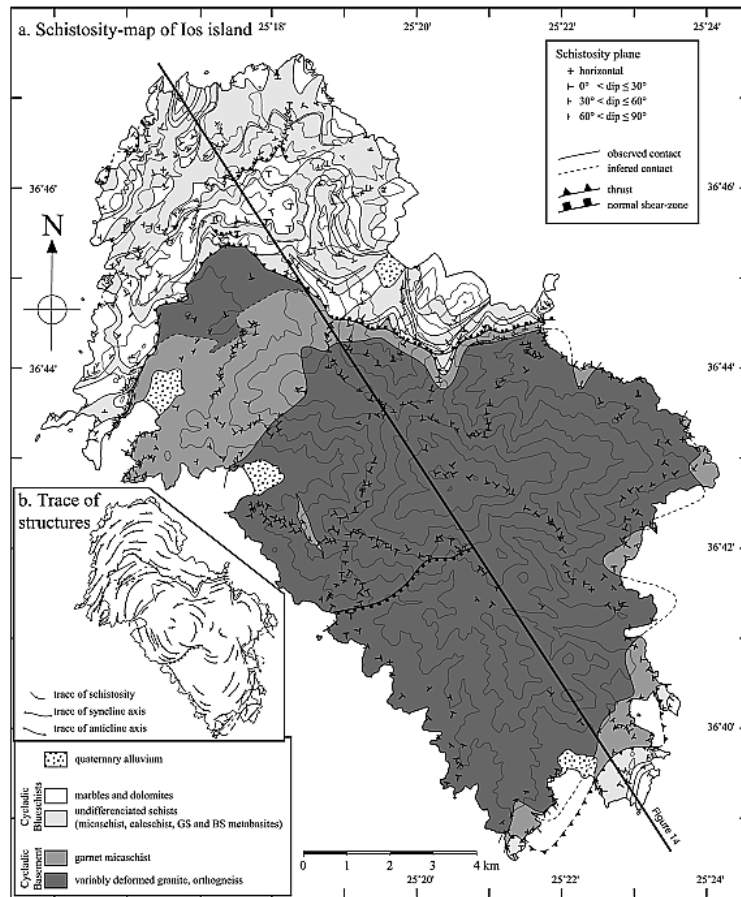
Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί απαντούν ως αλλουβιακές αποθέσεις σε παράκτιες πεδιάδες και παραλίες με τα συστατικά τους να αποτελούνται κυρίως από λεπτόκοκκο υλικό.



Εικόνα 8 Απλοποιημένος λιθολογικός χάρτης Ίου

2.3 Τεκτονική

Η Ίος εμφανίζεται ως ένας δόμος, ο πυρήνας του οποίου αποτελείται από το κυκλαδικό υπόβαθρο, ενώ στα εξωτερικά του μέρη απαντούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα της κυανοσχιστολιθικής ενότητας. Η επαφή μεταξύ των δύο ενοτήτων αποτελεί μια τεκτονική επαφή αποκόλλησης, ενώ έχουν περιγραφεί και εφελκυστικά ρήγματα τεκτονικής αποκόλλησης βάθους με μυλονίτες (Παπανικολάου 2015). Σύμφωνα με τους Huet *et al.* (2009), έχουν αναγνωριστεί ισοκλινείς και συμμετρικές πτυχές, με το αξονικό επίπεδο παράλληλο στη σχιστότητα και άξονα συγγραμικό με τη γράμμωση, που παραμορφώνουν τα πετρώματα και τον δύο ενοτήτων και είναι περισσότερο εμφανείς στα μάρμαρα (Εικ.9).

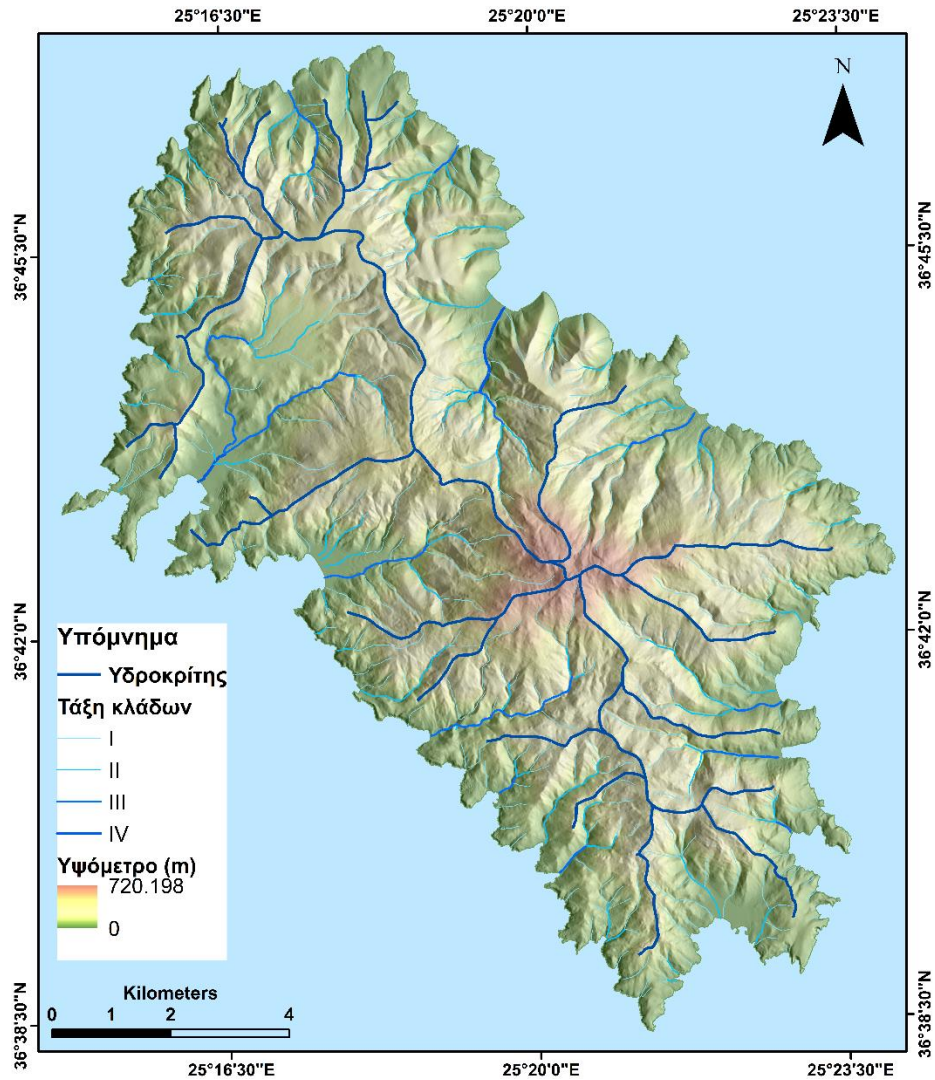


Εικόνα 9 Α)Χάρτης γεωλογίας-σχιστότητας. Β) Σύνθετος χάρτης σχιστότητας και οι άξονες κύριων πτυχών (Huet et al., 2009)

2.4 Υδρογραφικό δίκτυο

Στα νησιά των Κυκλάδων είναι χαρακτηριστική η ύπαρξη καρστικών υδροφορέων περιορισμένης έκτασης που αναπτύσσονται σε ανθρακικούς σχηματισμούς. Στην Ίο εμφανίζονται και υδροφορίες μικρής έκτασης μέσα σε ρωγματωμένους πυριγενείς και μεταμορφωμένους σχηματισμούς. Υδροπερατούς σχηματισμούς αποτελούν και οι Τεταρτογενείς αποθέσεις με τη δυναμική τους να ποικίλει ανάλογα με την συμμετοχή και την κατανομή των λεπτομερέστερων υλικών (Στουρνάρας 2011).

Τα περισσότερα ποτάμια και χείμαρροι της Ίου πηγάζουν από το ορεινό τμήμα του νησιού και εκβάλλουν κάθετα προς την ακτογραμμή. Ο μεγαλύτερος κλάδος του υδρογραφικού δικτύου είναι 4^{ης} τάξης κατά Strahler (Εικ.10).



Εικόνα 10 Υδρογραφικό δίκτυο Ίου

2.5 Κλιματολογικά στοιχεία

Στο σύνολο των νησιών των Κυκλάδων κυριαρχεί το ήπιο εύκρατο μεσογειακό κλίμα, το οποίο στις νοτιοανατολικές περιοχές κλίνει προς το θαλάσσιο. Σύμφωνα με τα κλιματικά στοιχεία από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται στη Νάξο, η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία σημειώνεται τον Ιούλιο στους 26,9 °C, ενώ η ελάχιστη μηνιαία τον Φεβρουάριο στους 9,3 °C. Λόγω του φαινομένου της ομβροσκιάς που δημιουργείται από την οροσειρά της Πίνδου και τα Όρη της Πελοποννήσου, οι Κυκλάδες καθώς και η κεντρική και ανατολική Ελλάδα, σημειώνουν τις χαμηλότερες τιμές υετού. Σύμφωνα με τις τιμές της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης, ο Δεκέμβριος σημειώνει το μεγαλύτερο ύψος βροχής στα 70,3 mm, ενώ οι χαμηλότερες τιμές σημειώνονται κατά τους

καλοκαιρινούς μήνες. Ο άνεμος που επικρατεί σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι βόρειας διεύθυνσης και η μέγιστη μέση μηνιαία ένταση ανέμου σημειώνεται τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Σταθμός Νάξου).

Για τις δύο περιόδους μελέτης (Απρίλιος και Σεπτέμβρης 2018) τα κλιματολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από μετεωρολογικό σταθμό εγκατεστημένο στο λιμάνι της Ίου, σε υψόμετρο 2 m (πίνακας 2-3) (<http://meteosearch.meteo.gr/>). Σύμφωνα με τα κλιματικά δεδομένα του Απριλίου, η μέση θερμοκρασία είναι στους 18,7 °C με απουσία βροχοπτώσεων. Η μέση ταχύτητα ανέμου είναι στα 12,6 km/hr και ο κυριότερος άνεμος είναι ο Βόρειος. Τον Σεπτέμβρη, η μέση θερμοκρασία είναι στους 24,6 °C και η συνολική βροχόπτωση φτάνει στα 20,2 mm. Η μέση ταχύτητα ανέμου είναι στα 17,5 km/hr και ο κυριότερος άνεμος είναι επίσης ο Βόρειος.

Πίνακας 2 Κλιματολογικά δεδομένα Ίου, Απρίλιος 2018

Ημέρες	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση (mm)	Μέση Ταχύτητα Ανέμου (km/hr)	Κατεύθυνση Ανέμου
1	19	0	22,2	NA
2	16,4	0	13,8	ΔΒΔ
3	16,4	0	12,2	B
4	16,6	0	10,7	ΒΒΔ
5	16,7	0	6,9	ΒΒΑ
6	17,2	0	10,4	NNA
7	16,2	0	17,2	B
8	16,5	0	20,5	B
9	16,7	0	11,8	B
10	17,1	0	4,9	B
11	17,4	0	3,6	ANA
12	19,4	0	5,8	ΒΒΑ
13	20,3	0	7,1	ΒΒΑ
14	20,6	0	9,6	ΒΒΑ
15	21,4	0	14,1	ΒΒΑ
16	21,5	0	9,7	B

17	18,4	0	7,1	BBA
18	18,1	0	11,1	BΔ
19	18,8	0	18,4	B
20	19,2	0	20,9	B
21	17,1	0	36,1	B
22	18,4	0	21,3	B
23	17,5	0	6	N
24	17,7	0	10,3	ΔBΔ
25	20,7	0	7,2	BBA
26	20,1	0	8,8	B
27	21,5	0	12,4	B
28	22,3	0	8,9	BBA
29	22,4	0	10,5	B
30	21,7	0	19,7	BBA

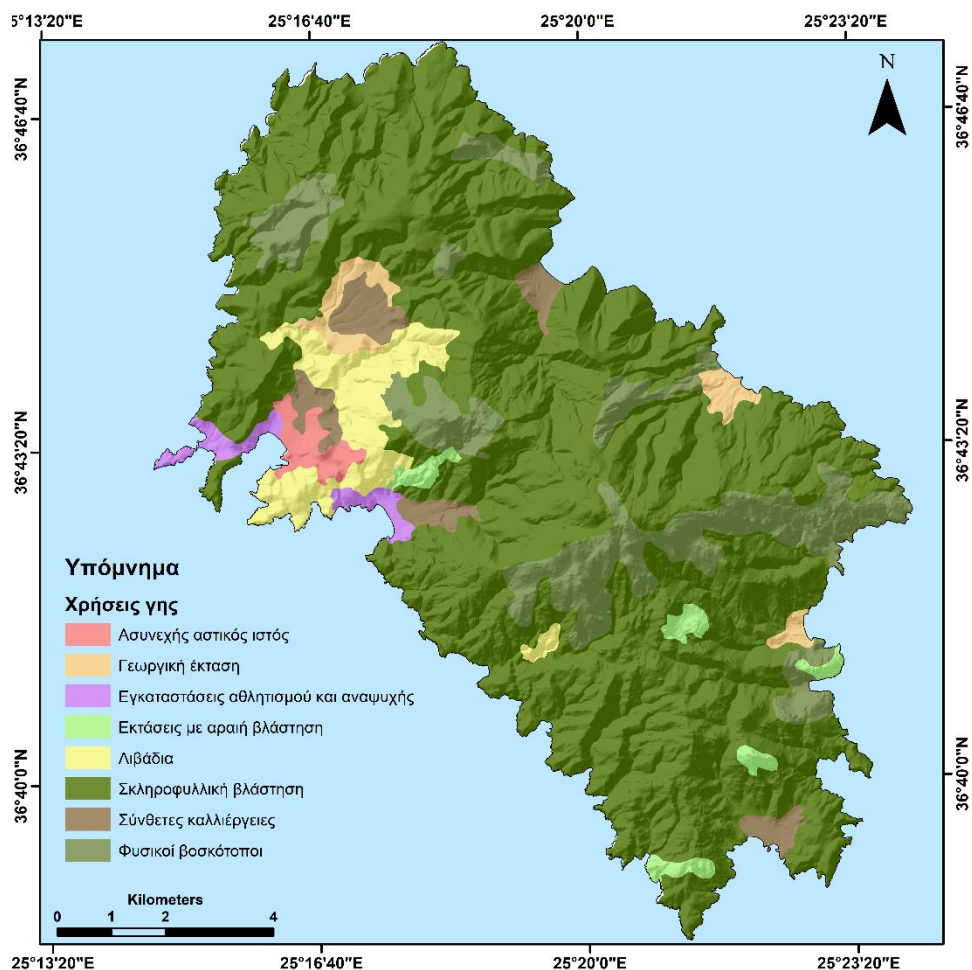
Πίνακας 3 Κλιματολογικά δεδομένα Του, Σεπτέμβριος 2018

Ημέρες	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση (mm)	Μέση Ταχύτητα Ανέμου (km/hr)	Κατεύθυνση Ανέμου
1	26,9	0	14,4	B
2	27,3	0	16,9	B
3	27,3	0	23,1	B
4	26,3	0	9,2	BBA
5	26,1	0	7,2	BBA
6	25,9	0	10,3	B
7	25,5	0	6,7	BΔ
8	25,8	0	8,2	ΔBΔ
9	26,3	0	20,3	B
10	26,4	0	20,6	B
11	25,5	0	17,5	B
12	24,7	0	21,4	BBA

13	24,7	0	16,2	B
14	24,5	0	10,7	BBA
15	24,6	0	10,9	B
16	25,6	0	20,8	B
17	25,4	0	27,9	B
18	24,2	0	28,1	B
19	23,4	0	29,8	B
20	23,3	0	24	B
21	23,5	0	18,8	BBA
22	23,3	0	11,6	BBA
23	24	0	14	B
24	24	0	8,9	BΔ
25	23,2	0	25,2	B
26	19,5	0	38,6	B
27	20,5	0	30,2	B
28	22,9	14.6	12,3	BBA
29	24,1	0.2	8,4	NNA
30	22,3	5.4	12,2	NNΔ

2.6 Χρήσεις γης

Χρησιμοποιώντας στοιχεία από τη βάση δεδομένων CORINE 2018 έγινε καταγραφή των χρήσεων γης της Ίου (Εικ.11).



Εικόνα 11 Χρήσεις γης CORINE 2018

Όπως απεικονίζεται και στον χάρτη, την μεγαλύτερη έκταση του νησιού καλύπτουν η σκληρόφυλλη βλάστηση και οι φυσικοί βοσκότοποι σε ποσοστό 72.42% και 13.37% αντίστοιχα. Ακολουθούν τα λιβάδια σε ποσοστό 5,47%. Μικρότερη έκταση καταλαμβάνουν οι σύνθετες καλλιέργειες (3,36%), οι γεωργικές εκτάσεις (1,83%) και η αραιή βλάστηση (1,59%). Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής εντοπίζονται στις περιοχές Μυλοπότα και Κουμπάρα σε ποσοστό 1,24%, ενώ ο αστικός ιστός καλύπτει μόνο το 1,1% της έκτασης του νησιού και τοποθετείται στο λιμάνι και στη Χώρα της Ίου (Πίνακας 4).

Πίνακας 4 Έκταση και ποσοστό κάλυψης χρήσεων γης

Χρήσεις γης	Έκταση (km ²)	Ποσοστό κάλυψης (%)
Σκληροφυλλική βλάστηση	78,37	72,42
Φυσικοί βοσκότοποι	14,47	13,37
Λιβάδια	5,47	5,05
Σύνθετες καλλιέργειες	3,63	3,36
Γεωργική έκταση	1,98	1,83
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	1,72	1,59
Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	1,34	1,24
Ασυνεχής αστικός ιστός	1,2	1,1

2.7 Ανθρωπογενές περιβάλλον

Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020, η πλειοψηφία των κατοίκων ασχολείται με τον τριτογενή τομέα παραγωγής, ο οποίος περιλαμβάνει τον τουριστικό τομέα κατά κύριο λόγο και το εμπόριο. Ο τουρισμός κατέχει εξέχουσα θέση ως πηγή εισοδήματος των κατοίκων, καθώς απασχολούνται είτε με καταλύματα είτε με χώρους εστίασης ή εμπορικά και τουριστικά καταστήματα. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη τουριστικών υποδομών συγκεντρώνεται στην Χώρα, το Λιμάνι και τον Μυλοπότα, όπου βρίσκονται τα περισσότερα τουριστικά καταλύματα (ξενοδοχεία, ξενώνες, ενοικιαζόμενα δωμάτια κ.λπ.), χώροι εστίασης και ψυχαγωγικές δραστηριότητες που εξυπηρετούν τους τουρίστες. Στον πίνακα 5 φαίνεται το ξενοδοχειακό δυναμικό της Ύψης σύμφωνα με το Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας (2017).

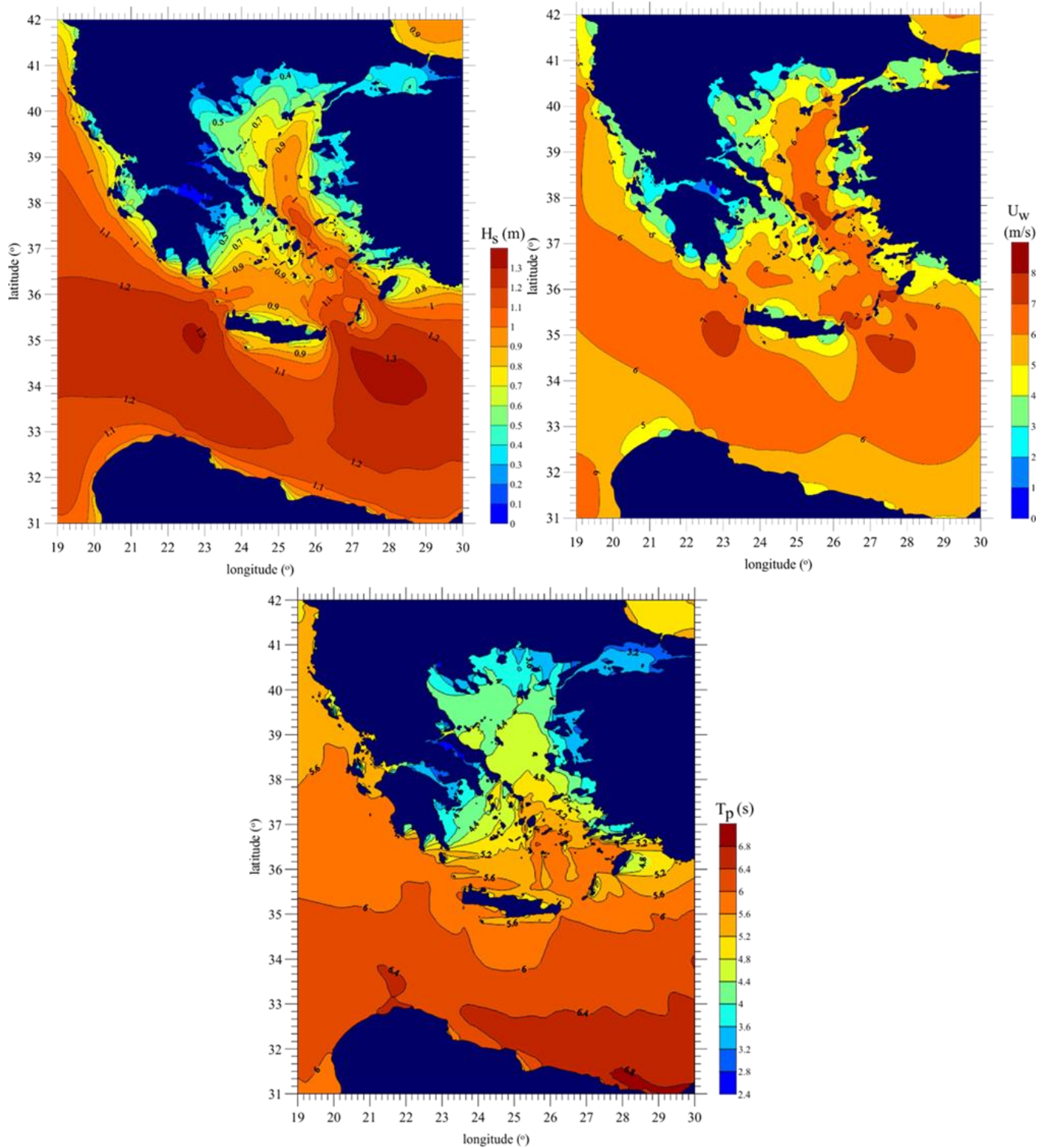
Πίνακας 5 Ξενοδοχειακό δυναμικό Ίου (Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας 2017)

Κατηγορίες	5*	4*	3*	2*	1*	Σύνολο
Μονάδες	1	5	6	25	8	45
Δωμάτια	38	163	206	553	135	1095
Κλίνες	70	325	424	1.080	269	2168

Σημαντικό τμήμα της οικονομίας της Ίου στηρίζεται και στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα παραγωγής. Η φυτική παραγωγή βασίζεται σε ελαιοκαλλιέργειες, παραγωγή κηπευτικών και την αμπελοκαλλιέργεια. Η ζωική παραγωγή βασίζεται κυρίως στην αιγοπροβατοτροφία και τη μελισσοκομία, ενώ η ενασχόληση των κατοίκων με την αλιεία είναι περιορισμένη.

2.8 Ωκεανογραφικά στοιχεία

Σύμφωνα με τον «Άτλαντα Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών» (Σουκισιάν κ.α., 2007), η ευρύτερη περιοχή της Ίου χαρακτηρίζεται από **ετήσιο μέσο σημαντικό ύψος κύματος (Hs) 0,7 – 0,8 m**, **ετήσια μέση ταχύτητα ανέμου (Uw) 4 – 5m/sec** και **ετήσια μέση περίοδο κύματος (Tp) 4,8 – 5,2 sec** (Εικ.12).



Εικόνα 12 Μέσες ετήσιες τιμές α) περιόδου κύματος T_p , β) ύψους κύματος H_s και γ) ταχύτητας ανέμου U_w (ΕΛΚΕΘΕ, 2007)

Χρησιμοποιώντας δεδομένα 10ετίας (1995-2004) από επιτόπιες μετρήσεις σε δύο σημεία μετρήσεων (Σημείο 1, Σημείο 2) στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Ίου, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση στο σύνολο των διευθύνσεων ανέμου και κύματος σε οχτώ κλάσεις, με κέντρο κάθε κλάσης τις μοίρες 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° και 315° (Εικ.13). Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συχνότητα εμφάνισης, σε ετήσια βάση, των διευθύνσεων ανέμου και διάδοσης κυματισμού.



Εικόνα 13 Τα σημεία μελέτης του ανεμολογικού και κυματικού καθεστώτος της περιοχής

2.8.1 Ανεμολογικό – Κυματικό καθεστώς (Σημείο 1)

Οι συχνότεροι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή του Σημείου 1, είναι οι Β και οι ΒΔ με συχνότητα εμφάνισης 23,5% και 22,9% αντίστοιχα. Τη μικρότερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζει η Α διεύθυνση ανέμου σε ποσοστό 3,5% (πίνακας 6).

Πίνακας 6 Συχνότητα εμφάνισης ανέμων στο Σημείο 1

Μοίρες		Πλήθος ανέμων	Συχνότητα %	Κέντρο κλάσης	Διεύθυνση ανέμου
337,5	22,5	6870	23,5	0	B
22,5	67,5	1122	3,8	45	BA
67,5	112,5	1012	3,5	90	A
112,5	157,5	1535	5,3	135	NA
157,5	202,5	1954	6,7	180	N
202,5	247,5	5721	19,6	225	ΝΔ
247,5	292,5	4321	14,8	270	Δ
292,5	337,5	6683	22,9	315	ΒΔ
Σύνολο		29218	100		

Σύμφωνα με τα κυματικά δεδομένα, η συχνότερη διεύθυνση διάδοσης κυματισμού είναι η ΝΔ με ποσοστό 27,2% στο σύνολο των διευθύνσεων. Τη μικρότερη εμφάνιση παρουσιάζουν οι διευθύνσεις ΒΑ και Α σε ποσοστό 1,4% (πίνακας 7).

Πίνακας 7 Συχνότητα εμφάνισης διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού στο Σημείο 1

Μοίρες		Πλήθος κυμάτων	Συχνότητα %	Κέντρο κλάσης	Διεύθυνση κύματος
337,5	22,5	7332	25,1	0	B
22,5	67,5	407	1,4	45	BA
67,5	112,5	414	1,4	90	A
112,5	157,5	1875	6,4	135	NA
157,5	202,5	937	3,2	180	N
202,5	247,5	7940	27,2	225	ΝΔ
247,5	292,5	5585	19,1	270	Δ
292,5	337,5	4728	16,2	315	ΒΔ
Σύνολο		29218	100		

2.8.2 Ανεμολογικό – Κυματικό καθεστώς (Σημείο 2)

Λαμβάνοντας υπόψιν τις μετρήσεις στο Σημείο 2, οι συχνότεροι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι οι ΒΔ και Β με συχνότητα εμφάνισης 22,4% και 22% (πίνακας 8).

Πίνακας 8 Συχνότητα εμφάνισης ανέμων στο Σημείο 2

Μοίρες	Πλήθος ανέμων	Συχνότητα %	Κέντρο κλάσης	Διεύθυνση ανέμου	
337,5	22,5	6433	22	0	B
22,5	67,5	1306	4,5	45	BA
67,5	112,5	1239	4,2	90	A
112,5	157,5	1493	5,1	135	NA
157,5	202,5	1698	5,8	180	N
202,5	247,5	5779	19,8	225	NΔ
247,5	292,5	4725	16,2	270	Δ
292,5	337,5	6545	22,4	315	ΒΔ
Σύνολο		29218	100		

Σύμφωνα με τα κυματικά δεδομένα, η Δ διεύθυνση διάδοσης κυματισμού παρουσιάζει την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε ποσοστό 36,1% και ακολουθεί η Β σε ποσοστό 26,7% (πίνακας 9).

Πίνακας 9 Συχνότητα εμφάνισης διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού στο Σημείο 2

Μοίρες	Πλήθος κυμάτων	Συχνότητα %	Κέντρο κλάσης	Διεύθυνση κυμάτων	
337,5	22,5	7806	26,7	0	B
22,5	67,5	546	1,9	45	BA
67,5	112,5	404	1,4	90	A
112,5	157,5	2083	7,1	135	NA
157,5	202,5	684	2,3	180	N
202,5	247,5	2497	8,5	225	NΔ
247,5	292,5	10559	36,1	270	Δ
292,5	337,5	4639	15,9	315	ΒΔ
Σύνολο		29218	100		

3. Μεθοδολογία

3.1 Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI)

Για την εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας ως προς τη διάβρωση έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφορες μέθοδοι οι οποίες βασίζονται σε ένα πλήθος παραμέτρων όπως είναι η παράκτια γεωμορφολογία, ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, η εξέλιξη της ακτογραμμής κ.ά., σχετιζόμενες άμεσα με τις επικείμενες κλιματικές αλλαγές και πώς αυτές θα επηρεάσουν τη θαλάσσια στάθμη. Μια από τις πιο κοινές μεθόδους αποτελεί ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας τον οποίο εισήγαγαν οι Gornitz *et al.*, το 1990. Πρόκειται για μια σχετικά απλή και λειτουργική μέθοδο εκτίμησης της ευπάθειας στη διάβρωση του κάθε παράκτιου περιβάλλοντος σε σχέση με μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Συνδυάζει την ευαισθησία της παράκτιας ζώνης στις μεταβολές, με την ικανότητα προσαρμογής της στις νέες συνθήκες. Με την βαθμονόμηση της ευπάθειας της παράκτιας ζώνης αναγνωρίζουμε τις περιοχές που είναι συγκριτικά περισσότερο ευάλωτες στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης.

3.1.1 Ιστορική εξέλιξη του CVI

Η βαθμονόμηση της τρωτότητας, όπως αρχικά προτάθηκε από Gornitz *et al.* 1990 για τις ανατολικές ακτές της Αμερικής, στηρίχτηκε στη αλληλεπίδραση εφτά μεταβλητών. Οι μεταβλητές αυτές είναι το ανάγλυφο, η γεωλογία, η γεωμορφολογία, οι κατακόρυφες μετακινήσεις λόγω ευστατισμού ή τεκτονικών κινήσεων, η μετατόπιση της ακτογραμμής, το παλιρροϊκό εύρος και το σημαντικό ύψος κύματος. Οι ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε κάθε μεταβλητή λαμβάνουν τιμές που κυμαίνονται από το 1 έως το 5, με το 5 να αντιπροσωπεύει την πλέον τρωτή κατηγορία κάθε μεταβλητής (Πίνακας 10).

Πίνακας 10 Πίνακας μεταβλητών όπως προτάθηκε από Gornitz et al., 1990

Μεταβλητές/Βαθ μονόμηση	Πολύ χαμηλή 1	Χαμηλή 2	Μέση 3	Υψηλή 4	Πολύ υψηλή 5
Υψόμετρο (m)	≥30,1	20,1-30	10,1-20	5,1-10	0-5
Γεωλογία	Πλουτώνια, ηφαιστειακά, Υψηλού -μεσαίου βαθμού μεταμορφωμένα	Χαμηλού βαθμού μεταμορφωμέν α, ψαμίμιτες, κροκαλοπαγή	Ιζηματογενή	Αδρόκοκκα και φτωχά ταξινομημένα χαλαρά ιζήματα	Λεπτόκοκκα χαλαρά ιζήματα, ηφαιστειακή τέφρα
Γεωμορφολογία	Βραχώδεις απότομες ακτές, Fjords	Μεσαίοι κρημνοί, κοίλες ακτές	Χαμηλοί κρημνοί, παγετώνες, αλμυρά έλη, κοραλλιογενείς ύφαλοι, μαγγρόβια	Παραλίες, αλλουβιακές πεδιάδες, εκβολές, λιμνοθάλασσες	Αμμώδεις ακτές, δέλτα
Κατακόρυφες κινήσεις (mm/yr)	≤ -1,1	-1,0 - 0,99	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	≥ 4,1
Μεατατόπιση ακτογραμμής (m/yr)	≥ 2,1 Προέλαση	1,0 – 2,0	-1,0 - +1,0 Σταθερή	-1,1 - -2,0	≤ -2,0 Διάβρωση
Παλιρροιακό εύρος (m)	≤0,99 Μικροπαλιρροιακό	1,0 – 1,9	2,0 – 4,0 Μέσο παλιρροιακό	4,1-6,0	≥ 6,1 Μακροπαλιρροιακό
Μέγιστο Ύψος κύματος (m)	0-2,9	3,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	≥ 7,0

Ο CVI τροποποιήθηκε αργότερα (Gornitz et al., 1994) ώστε να συμπεριλάβει επτά φυσικές χερσαίες/θαλάσσιες μεταβλητές και έξι κλιματικές μεταβλητές. Στη συνέχεια, ο δείκτης δέχτηκε περαιτέρω τροποποιήσεις για να καταλήξει στην πιο κοινή εφαρμόσιμη μορφή του. Σε προηγούμενες σχετικές μελέτες (Gornitz et al., 1990, Shaw et al., 1998) οι παραλίες που χαρακτηρίζονται από μεγάλη παλίρροια-μακροπαλιρροιακές- (παλιρροϊκό εύρος > 4 m) βαθμονομήθηκαν με υψηλή τρωτότητα, ενώ οι μικροπαλιρροιακές ακτές (παλιρροϊκό εύρος < 2 m) βαθμονομήθηκαν από χαμηλή τρωτότητα. Αυτή η κατηγοριοποίηση έγινε βάσει της αντίληψης ότι μεγάλα εύρη παλίρροιας συνδέονται με

ισχυρά παλιρροιακά ρεύματα που επηρεάζουν την παράκτια συμπεριφορά. Οι Thielor and Hammer Klose (1999), για την εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας στις ανατολικές ακτές της Αμερικής επέλεξαν να αντιστρέψουν αυτή τη βαθμονόμηση έτσι ώστε οι μακροπαλιρροιακές ακτές να χαρακτηρίζονται από χαμηλή τρωτότητα. Ο συλλογισμός αυτός βασίζεται κυρίως στην πιθανή επίδραση των καταγίδων στην παράκτια εξέλιξη σε σχέση με το εύρος της παλίρροιας. Για παράδειγμα, σε μια παλιρροιακή ακτογραμμή, υπάρχει μόνο 50 % πιθανότητα να συμβεί μια καταγίδα κατά την υψηλή παλίρροια. Έτσι, για μια περιοχή με παλιρροιακό εύρος 4 m, μια καταγίδα που έχει ύψος κύματος 3 m είναι ακόμα 1 m κάτω από το υψόμετρο της μέγιστης παλίρροιας για μισό παλιρροιακό κύκλο. Από την άλλη πλευρά, μια μικροπαλιρροιακή ακτογραμμή είναι ουσιαστικά πάντα "κοντά" στην υψηλή παλίρροια και συνεπώς διατρέχει πάντα μεγάλο κίνδυνο πλημμύρας από καταγίδες.

Ο προτεινόμενος, από τους Thielor and Hammer Klose (1999), CVI είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται από τους Gornitz *et al.* (1994), καθώς και με τον δείκτη που χρησιμοποιήθηκε από τους Shaw *et al.* (1998) (Πίνακας 11). Ο δείκτης αυτός επιτρέπει τη σύνδεση έξι φυσικών μεταβλητών με ποσοτικοποιήσιμο τρόπο. Αυτή η μέθοδος αποδίδει αριθμητικά δεδομένα που δεν μπορούν να εξομοιωθούν άμεσα με συγκεκριμένες φυσικές επιδράσεις. Ωστόσο, επισημαίνει περιοχές όπου οι διάφορες επιπτώσεις ανόδου της στάθμης της θάλασσας μπορεί να είναι μεγαλύτερες.

Πίνακας 11 Πίνακας μεταβλητών όπως προτάθηκε από Thieler and Hammer Klose (1999). Θετικό πρόσημο υποδεικνύει προέλαση της ακτογραμμής, ενώ αρνητικό πρόσημο υποδεικνύει διάβρωση.

Μεταβλητές/Βαθ μονόμηση	Πολύ χαμηλή 1	Χαμηλή 2	Μέση 3	Υψηλή 4	Πολύ υψηλή 5
Γεωμορφολογία	Βραχώδεις απότομες ακτές, Fjords	Μεσαίοι κρημνοί, κοίλες ακτές	Χαμηλοί κρημνοί, παγετώνες, αλλουβιακές πεδιάδες	Χαλικώδεις ακτές, εκβολές, λιμνοθάλασσες	Αμμώδεις ακτές, δέλτα, κοραλλιογενείς ύφαλοι, μαγγρόβια, αλμυρά έλη
Παράκτια κλίση (%)	>11,5	11,5-5,5	5,5-3,5	3,5-2,2	<2,2
Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/yr)	<1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,4	>3,4
Μετατόπιση ακτογραμμής (m/yr)	>2,0	1,0-2,0	-1,0-+1,0	-1,1- -2,0	<-2,0
Μέσο παλιρροιακό εύρος (m)	>6,0	4,1 – 6,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,9	<1,0
Μέσο Ύψος κύματος (m)	<0,55	0,55 – 0,85	0,85 – 1,05	1,05 – 1,25	>1,25

Ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε εφαρμογές και μελέτες διαφορετικής κλίμακας. Στην βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες εφαρμογές του CVI με τροποποιήσεις και ενσωματώσεις φυσικών παραμέτρων για την προσαρμογή του δείκτη στην εκάστοτε παράκτια περιοχή μελέτης (Abuodha *et al.*, 2007; Srinivasa Kumar *et al.*, 2010; Pantusa *et al.*, 2018).

3.1.2 Μεταβλητές CVI-Συλλογή δεδομένων

Μόλις καθοριστεί η τιμή τρωτότητας για κάθε τμήμα της ακτογραμμής, βάσει των δεδομένων της εκάστοτε μεταβλητής, ο CVI υπολογίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του γεωμετρικού μέσου ή η τετραγωνική ρίζα των βαθμονομημένων μεταβλητών διαιρούμενη με το συνολικό αριθμό των μεταβλητών:

$$CVI = \sqrt{\frac{a*b*c*d*e*f}{6}}$$

όπου a = γεωμορφολογία, b = παράκτια κλίση, c = σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης, d = ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής, e = μέσο εύρος παλίρροιας και f = μέσο ύψος κύματος.

Οι παραπάνω μεταβλητές μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες:

- Γεωλογικές μεταβλητές
- Μεταβλητές φυσικών διεργασιών

Οι γεωλογικές μεταβλητές είναι η γεωμορφολογία, ο ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής και η παράκτια κλίση. Αντιπροσωπεύουν τη σχετική αντίσταση της ακτογραμμής στη διάβρωση, τη μακροπρόθεσμη τάση διάβρωσης / προέλασής της και την τρωτότητά της στις πλημμύρες, αντίστοιχα. Οι μεταβλητές φυσικών διεργασιών περιλαμβάνουν το σημαντικό ύψος κύματος, το παλιρροϊκό εύρος και την μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, οι οποίες σχετίζονται με τον κίνδυνο πλημμύρας ενός συγκεκριμένου τμήματος ακτογραμμής σε χρονικές κλίμακες από ώρες έως αιώνες (Pendleton *et al.*, 2005).

a. Γεωμορφολογία

Η μεταβλητή της γεωμορφολογίας είναι μια μη αριθμητική μεταβλητή η οποία εκφράζει τη σχετική ανταπόκριση διαφόρων τύπων παράκτιων γεωμορφών στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την διαφορετική αντίστασή τους στο φαινόμενο της παράκτιας διάβρωσης (Pendleton *et al.*, 2005). Η ποιοτική ταξινόμηση των διαφόρων τύπων παράκτιων γεωμορφών που απαντούν στην εκάστοτε περιοχή μελέτης, επιτρέπει την μετέπειτα βαθμονόμησή τους σε κλίμακα από το 1 έως το 5, με τους παράκτιους βραχώδεις κρημνούς να παρουσιάζουν πολύ χαμηλή επικινδυνότητα (1), ενώ οι αμμώδεις ακτές

παρουσιάζουν ιδιαίτερη υψηλή επικινδυνότητα (5) (Rao *et al.*, 2008; Karymbalis *et al.*, 2012). Για την εκτίμηση της παράκτιας γεωμορφολογίας ψηφιοποιήθηκαν στο περιβάλλον του λογισμικού ArcGIS 10.3 της ESRI κρημνοί μεσαίας και μικρής κλίσης, βραχώδεις ακτές, αμμώδεις παραλίες, εκβολές ποταμών και ανθρωπογενείς κατασκευές. Έγινε χρήση τοπογραφικού χάρτη 1:5.000 ισοδιάστασης 4 m από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, σε συνδυασμό με ορθοφωτογραφίες του Κτηματολογίου του έτους 2010.

b. Παράκτια κλίση

Η παράκτια κλίση αποτελεί μια γεωλογική μεταβλητή άμεσα συνδεδεμένη με την τοπογραφία μιας περιοχής. Μέσα από τον προσδιορισμό της παράκτιας κλίσης καθορίζεται η σχετική τρωτότητα μιας παράκτιας περιοχής σε ενδεχόμενη θαλάσσια κατάκλυση και οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, καθώς παράκτιες περιοχές χαμηλού υψομέτρου με ήπια κλίση επιδεικνύουν μεγαλύτερη τρωτότητα σε σχέση με περιοχές απότομης κλίσης (Pendleton *et al.*, 2005; Karymbalis *et al.*, 2012). Για τον υπολογισμό της παράκτιας κλίσης (σε ποσοστό) της περιοχής μελέτης, δημιουργήθηκε Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) με τη χρήση λεπτομερών ισοϋψών καμπυλών ισοδιάστασης 4 m από τοπογραφικά διαγράμματα 1:5.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Στο περιβάλλον του ArcGIS 10.3, υπολογίστηκε η κλίση της παράκτιας ζώνης από την ακτογραμμή μέχρι την ισοϋψή των 6m.

c. Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης

Η μεταβλητή της σχετικής μεταβολής θαλάσσιας στάθμης προκύπτει από άνοδο ή πτώση της μέσης ετήσιας στάθμης των υδάτων, όπως αυτή μετράται από ενεργούς παλιρροιακούς σταθμούς (Pendleton *et al.*, 2005). Η μεταβλητή αυτή αφορά την παγκόσμια μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης κυρίως λόγω θερμικής διαστολής των ωκεανών και κλιματικής αλλαγής. Για την εκτίμηση της παράκτιας επικινδυνότητας εφαρμόστηκαν δύο σενάρια μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την πρόσφατη έκθεση του IPCC 2019, το σενάριο RCP 2.6 αντιπροσωπεύει χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και υψηλό μέλλον μετριασμού, που στις προσομοιώσεις του CMIP5 δίνει δύο στις τρεις πιθανότητες περιορισμού της υπερθέρμανσης του πλανήτη κάτω από τους 2° C έως το 2100. Το σενάριο αυτό προβλέπει άνοδο της GMSL για τα επόμενα 100 χρόνια στα 0,43 m με ρυθμό 4,3 mm/έτος. Αντίθετα, το σενάριο RCP 8.5 αντιπροσωπεύει υψηλές

εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και έλλειψη πολιτικής για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, που οδηγεί σε συνεχή αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου. Το σενάριο αυτό προβλέπει άνοδο της GMSL για τα επόμενα 100 χρόνια στα 0,84 m με ρυθμό 8,4 mm/έτος.

d. Ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής

Η μεταβλητή του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής αναφέρεται στη διαχρονική μετατόπιση των ακτών, προσδιορίζοντας την τρωτότητα των παράκτιων περιοχών και την απόκρισή τους στην οπισθοχώρηση ή προέλαση της ακτογραμμής (Pendleton *et al.*, 2010). Μέσα από τη μελέτη δεδομένων όπως ορθοφωτογραφίες, ιστορικές αναφορές, χάρτες και τοπογραφικά διαγράμματα, είναι εφικτή η σύγκριση της τωρινής κατάστασης της ακτογραμμής με τη μορφή που είχε σε παλαιότερα έτη. Με τον τρόπο αυτό προβλέπεται η τάση μετατόπισης της ακτογραμμής, η οποία αποτελεί βασική πληροφορία για την κατανόηση των παράκτιων διεργασιών και των μελλοντικών μεταβολών (EUROSION, 2004; Mohanty *et al.*, 2017). Για τον προσδιορισμό του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής της Ίου, χρησιμοποιήθηκαν ορθοφωτογραφίες του κτηματολογίου για τις χρονικές περιόδους 2010 και 1996. Η ψηφιοποίηση των δύο ακτογραμμών πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του ArcGIS 10.3 και ο υπολογισμός του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο DSAS 4.3.

e. Μέσο εύρος παλίρροιας

Το παλιρροιακό εύρος συνδέεται με μόνιμους και επεισοδιακούς κινδύνους πλημμύρας (Pendleton *et al.*, 2005). Το μέσο παλιρροιακό εύρος για δεδομένο παλιρροιακό σταθμό μέτρησης ορίζεται ως η διαφορά σε μέτρα μεταξύ της μέσης πλήμμυης και της μέσης ρηχίας στη διάρκεια ενός έτους. Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας από παλιρροιογράφο στη Σύρο, το μέσο παλιρροϊακό εύρος είναι 14 cm.

f. Μέσο σημαντικό ύψος κύματος

Το σημαντικό ύψος κύματος εκφράζει το μέσο όρο του 1/3 των υψηλότερων κυμάτων του συνολικού φάσματος των κυμάτων. Το ύψος κύματος χρησιμοποιείται ως δείκτης της ενέργειας των κυμάτων, η οποία αυξάνει τον όγκο των παράκτιων ιζημάτων. Τα ύψη

κύματος που εμφανίζονται στην περιοχή, σύμφωνα με τον Άτλαντα Ανέμων και Κυματισμού των Ελληνικών θαλασσών (Soukisian *et al*, 2007) του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών, είναι στα 0,7 – 0,8 m.

3.2 Εργασίες πεδίου

Αφού εφαρμόστηκε ο δείκτης στην παράκτια ζώνη της Ύου, βάσει των αποτελεσμάτων, επιλέχθηκαν παράκτιες περιοχές για περαιτέρω μελέτη ως προς τα ιζηματολογικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά τους, σε εποχική κλίμακα μεταξύ εαρινής και φθινοπωρινής περιόδου για το έτος 2018.

Για την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν συνολικά 2 αποστολές μέσα στο έτος 2018, στον Μυλοπότα και το Μαγγανάρι προκειμένου να συλλεχθούν τα απαραίτητα ιζηματολογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα για την σύνθεση του προφίλ των συγκεκριμένων παραλιών σε εποχική κλίμακα. Οι εργασίες πεδίου που αφορούν το εαρινό προφίλ των παραλιών μελέτης πραγματοποιήθηκαν κατά τον μήνα Απρίλιο, ενώ οι εργασίες για το φθινοπωρινό προφίλ πραγματοποιήθηκαν τον μήνα Σεπτέμβριο.

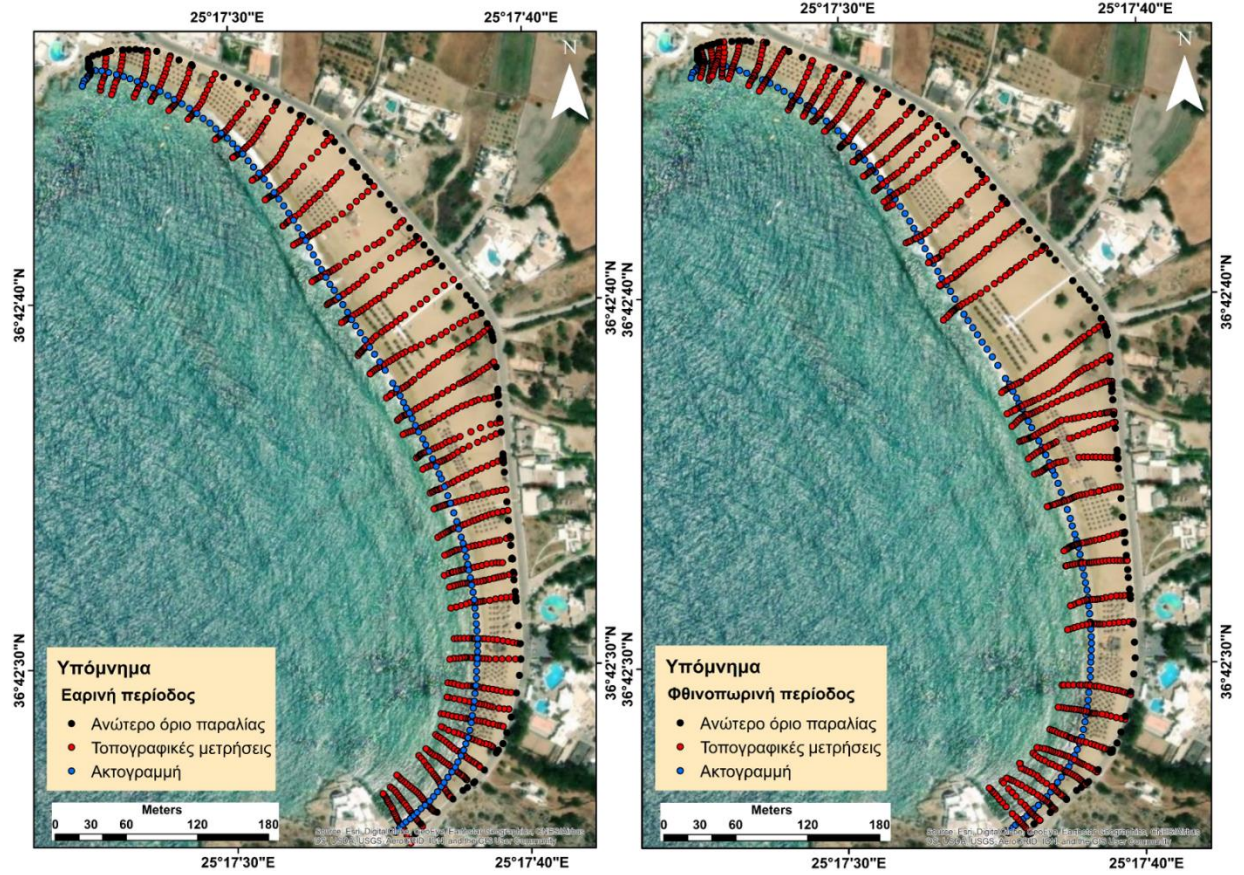
3.2.1 Τοπογραφική-Γεωμορφολογική αποτύπωση παραλιών μελέτης

Η επιτόπια τοπογραφική-γεωμορφολογική αποτύπωση του χερσαίου και θαλάσσιου τμήματος των παραλιών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του διαφορικού DGPS-RTK (DGPS-Differential Global Positioning System-Real Time Kinematic) Spectra Precision SP80 GNSS Receiver μεγάλης ακρίβειας, ώστε να υπολογιστεί η θέση των σημείων ενδιαφέροντος και το υψόμετρό τους (Εικ.14). Πρόκειται για έναν δέκτη GNSS επόμενης γενιάς που συνδυάζει την εξέλιξη της τεχνολογίας GNSS-RTK με νέα επαναστατική επεξεργασία των δορυφορικών σημάτων. Αποτελείται από UHF κεραία, μεταλλική ράβδο 2 μέτρων πάνω στην οποία τοποθετείται η κεραία και προηγμένο συλλέκτη δεδομένων.

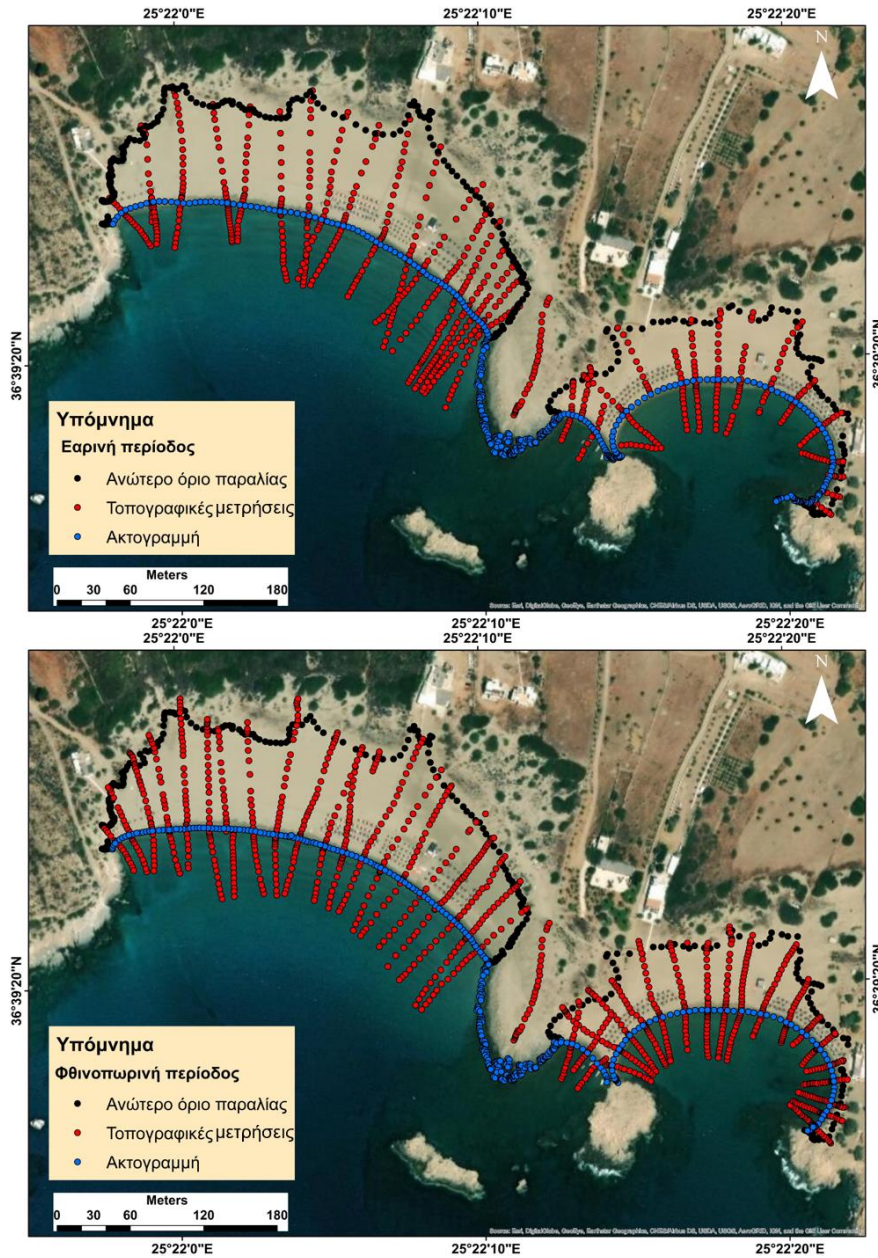


Εικόνα 14 Spectra Precision SP80 GNSS Receiver

Η αποτύπωση περιλαμβάνει μετρήσεις για την οριοθέτησή του προς την χέρσο ανώτερου ορίου της εκάστοτε παραλίας, το οποίο συχνά συμπίπτει με ανάπτυξη βλάστησης ή/και την ύπαρξη ανθρωπογενών παρεμβάσεων (τοιχία, δρόμος), καθώς και μετρήσεις κατά μήκος της δεδομένης θέσης της ακτογραμμής ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση μεταξύ της εποχικής μετατόπισης της θέσης της, εφόσον αυτή υπάρχει. Επίσης, κατά την εργασία πεδίου πραγματοποιήθηκαν κάθετες τοπογραφικές τομές για την αποτύπωση της μορφολογίας των παραλιών ως προς την ακτογραμμή. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις υψομέτρου και βάθους ως προς την ακτογραμμή με σκοπό να αποτυπωθούν οι υψομετρικές διαφορές και το πλάτος των παραλιών. Λόγω της ύπαρξης εμποδίων ανθρωπογενούς προέλευσης, δεν ήταν εφικτή η λήψη μετρήσεων σε ακριβώς κάθετη πορεία από το ανώτερο μέρος της παραλίας προς την ακτογραμμή. Κατά τις εργασίες πεδίου που έλαβαν χώρα στην παραλία του Μυλοπότα πραγματοποιήθηκαν 41 τοπογραφικές τομές τον Απρίλιο του 2018 και 40 τον Σεπτέμβρη του 2018 (Εικ.15). Κατά τις εργασίες πεδίου που έλαβαν χώρα στην παραλία Μαγγανάρι πραγματοποιήθηκαν 36 τοπογραφικές τομές τον Απρίλιο του 2018 και 42 τον Σεπτέμβρη του 2018 (Εικ.16). Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατασκευάστηκε Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους ανά εποχή για τις δύο παραλίες.



Εικόνα 15 Χάρτης παραλίας Μυλοπότα όπου απεικονίζονται τα σημεία μετρήσεων του DGPS για το εαρινό και φθινοπωρινό προφίλ.



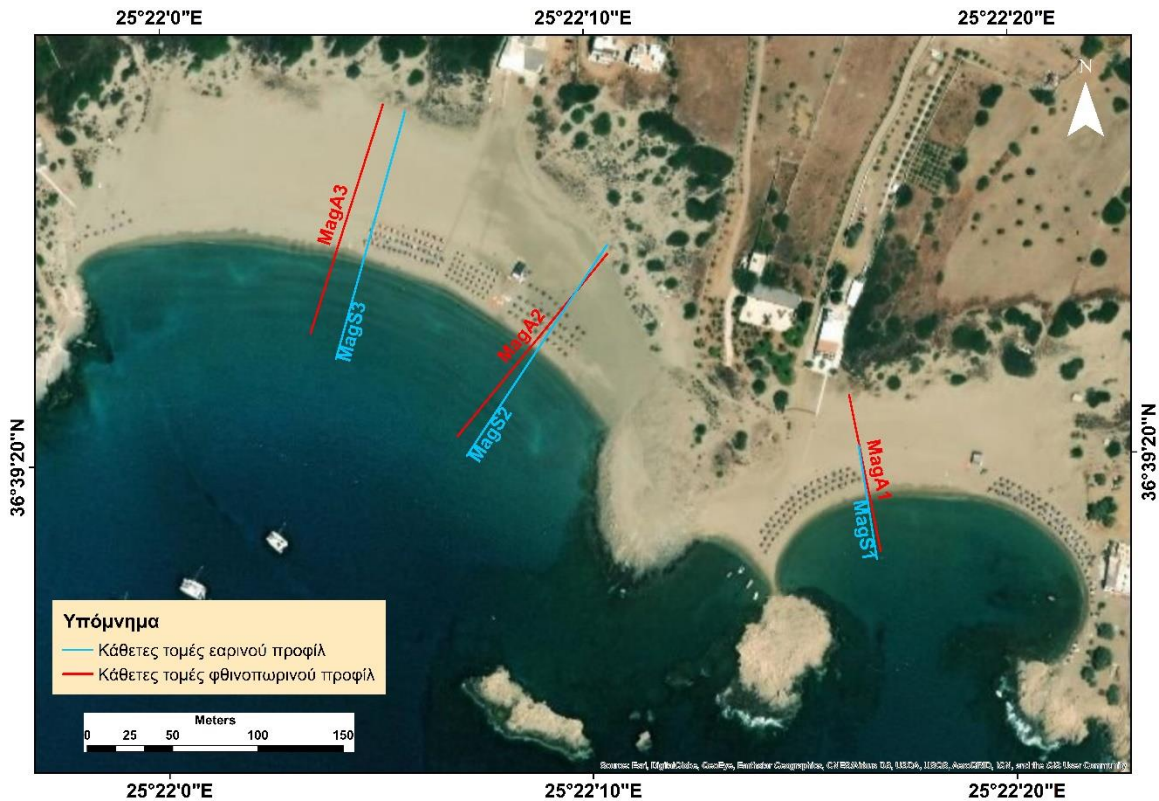
Εικόνα 16 Χάρτης παραλίας Μαγγανάρι όπου απεικονίζονται τα σημεία μετρήσεων του DGPS για το εαρινό και φθινοπωρινό προφίλ.

Από τις τοπογραφικές τομές που πραγματοποιήθηκαν σε όλο το μήκος των παραλιών, λόγω ομοιογένειας της τοπογραφίας, επιλέχθηκαν 3 θέσεις από την εκάστοτε παραλία οι οποίες συμπίπτουν για κάθε μία περίοδο μελέτης, ώστε να απεικονιστούν γραφικά. Οι θέσεις αυτές βρίσκονται κυρίως στα άκρα και το κεντρικό τμήμα κάθε παραλίας ανάλογα με την μορφολογία της:

- Για τον Μυλοπότα απεικονίστηκαν γραφικά οι τομές MylS1, MylS2 και MylS3 για την εαρινή περίοδο μελέτης και οι τομές MylA1, MylA2 και MylA3 για την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης (Εικ.17).
- Για το Μαγγανάρι απεικονίστηκαν γραφικά οι τομές MagS1, MagS2 και MagS3 για την εαρινή περίοδο μελέτης και οι τομές MagA1, MagA2 και MagA3 για την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης (Εικ.18).



Εικόνα 17 Τοπογραφικές τομές παραλίας Μυλοπότα



Εικόνα 18 Τοπογραφικές τομές παραλίας Μαγανάρη

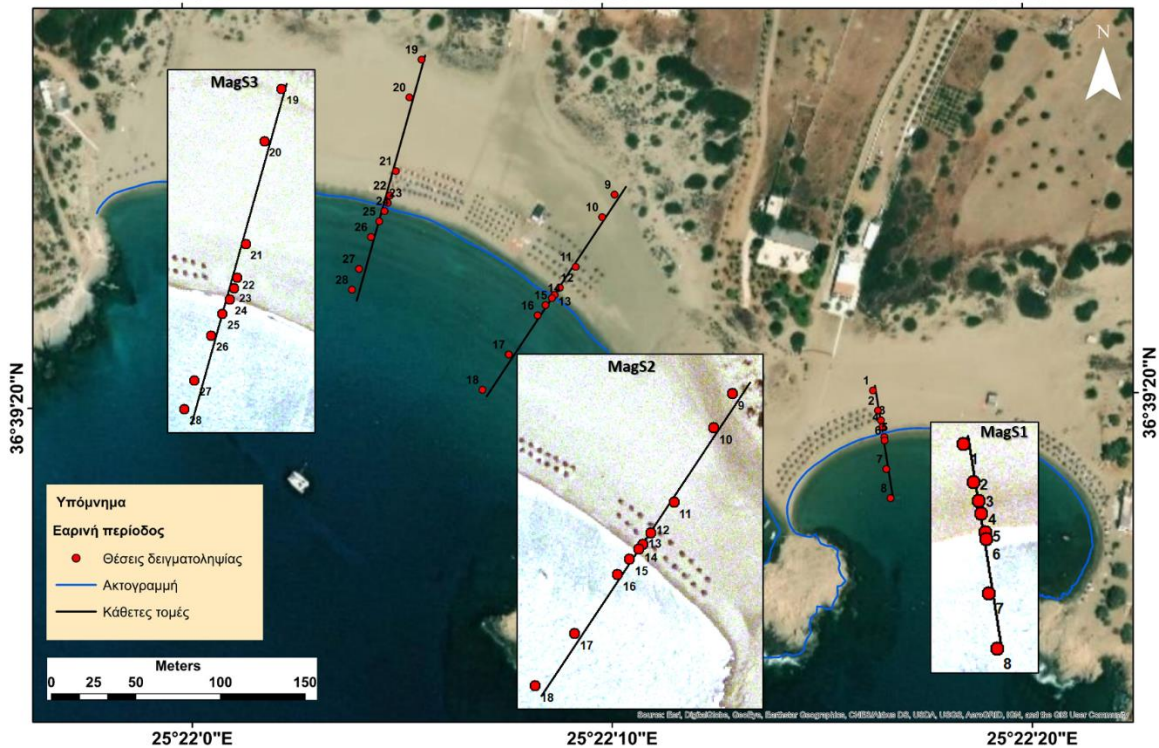
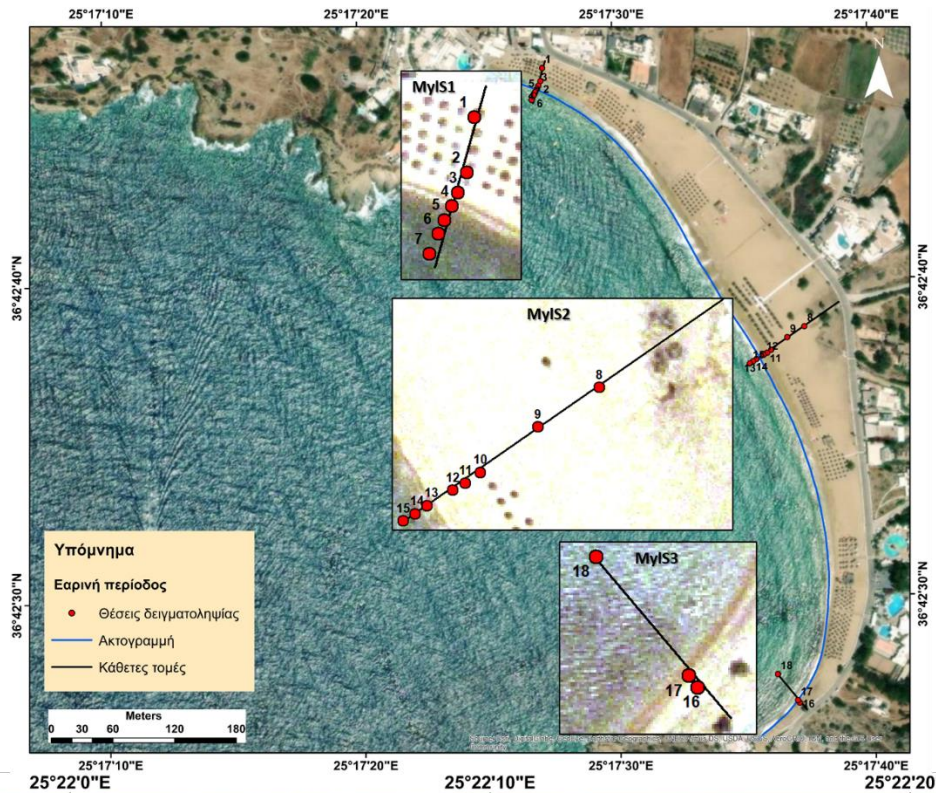
3.2.2 Δειγματοληψία ιζήματος

Κατά την υλοποίηση των τοπογραφικών μετρήσεων στις παραλίες μελέτης, κρίθηκε απαραίτητη η δειγματοληψία αντιπροσωπευτικών ιζημάτων σε επιμέρους θέσεις για τον μετέπειτα χαρακτηρισμό του υλικού της εκάστοτε παραλίας και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το μέσο που μετέφερε το συγκεκριμένο ίζημα αλλά και το περιβάλλον απόθεσης. Οι θέσεις δειγματοληψίας αντιπροσωπεύουν σημεία όπου παρατηρούνται εναλλαγές στη σύσταση του υλικού της παραλίας. Κάθε δείγμα αποθηκεύτηκε σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες και ονομάστηκε με μοναδικό κωδικό όνομα (Εικ.19).

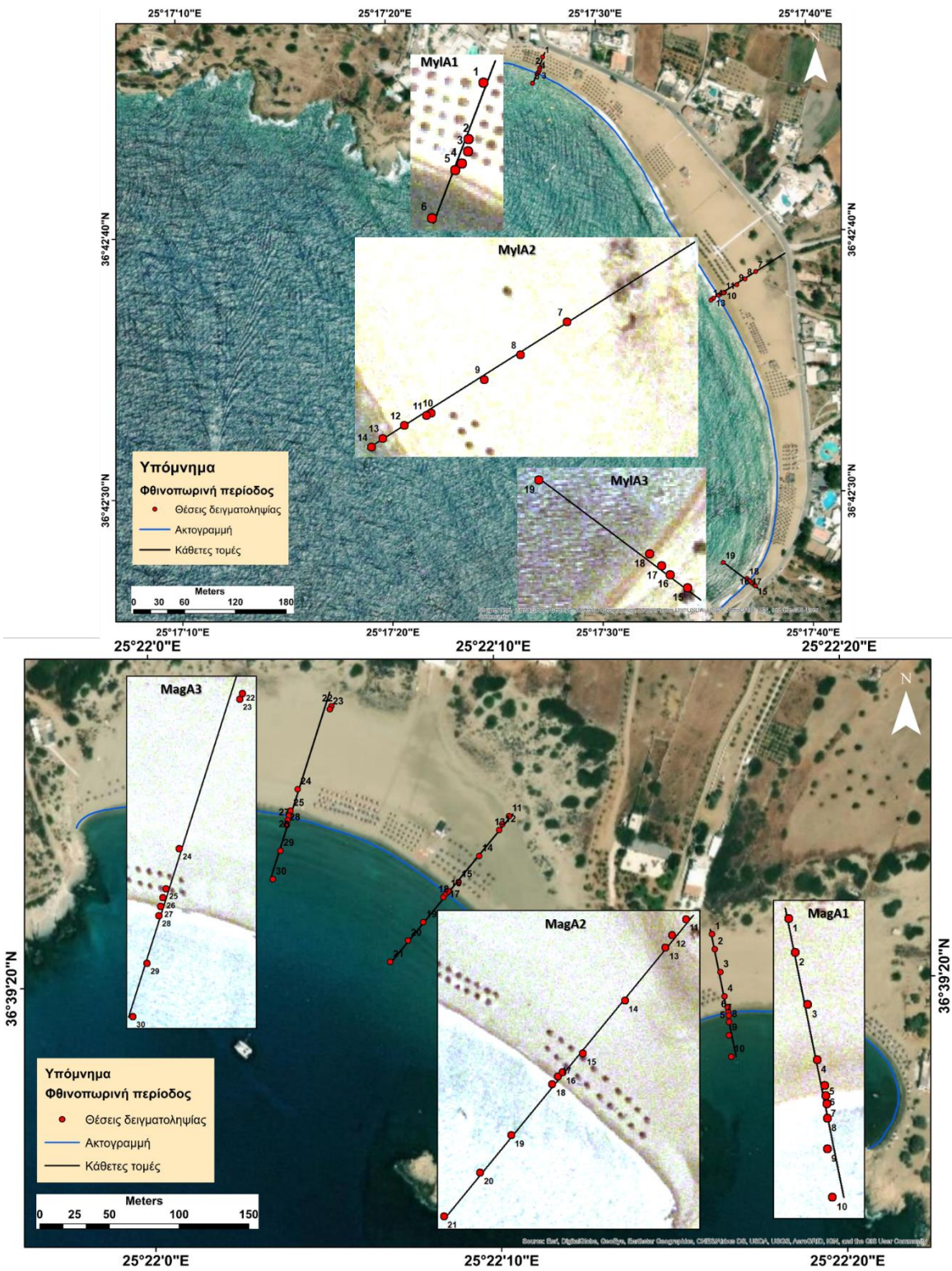


Εικόνα 19 Α) Χρήση DGPS στην παραλία Μυλοπότα, Β) Δειγματοληψία ιζημάτων

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν στον Μυλοπότα 45 δειγματοληψίες τον Απρίλιο και 47 τον Σεπτέμβρη, ενώ στο Μαγγανάρι πραγματοποιήθηκαν 44 δειγματοληψίες τον Απρίλιο και 57 τον Σεπτέμβρη. Όπως και με τις τοπογραφικές τομές, θα παρουσιαστούν οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά μήκος των τριών τομών που προαναφέρθηκαν αντίστοιχα για κάθε εποχή. Επομένως, για τη σύνθεση του **εαρινού προφίλ** των παραλιών, συλλέχθηκαν 18 δείγματα από τον Μυλοπότα και 28 δείγματα από το Μαγγανάρι (Εικ.20). Για τη σύνθεση του **φθινοπωρινού προφίλ** συλλέχθηκαν 19 δείγματα από τον Μυλοπότα και 30 από το Μαγγανάρι (Εικ.21).



Εικόνα 20 Χάρτης απεικόνισης σημείων δειγματοληψίας και των κάθετων τομών προς την ακτογραμμή. Μυλοπότας (πάνω) και Μαγγανάρι (κάτω)-Εαρινή περίοδος



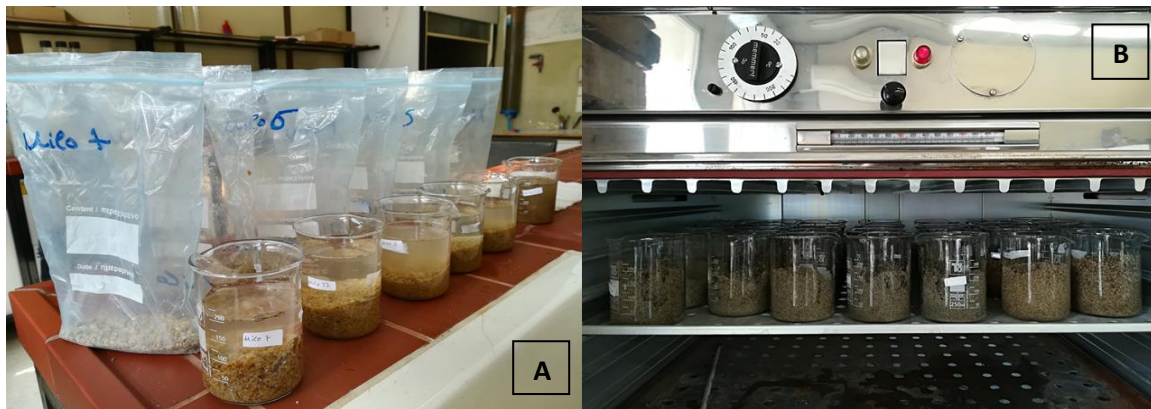
Εικόνα 21 Χάρτης απεικόνισης σημείων δειγματοληψίας και των κάθετων τομών προς την ακτογραμμή. Μυλοπότας (πάνω) και Μαγγανάρι (κάτω)-Φθινοπωρινή περίοδος

3.3 Εργαστηριακές αναλύσεις

3.3.1 Κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων

Οι εργαστηριακές αναλύσεις που ακολουθούν περιλαμβάνουν την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων άμμου που συλλέχθηκαν από τις παραλίες μελέτης, με σκοπό τον προσδιορισμό του λιθολογικού χαρακτήρα, του μεγέθους των κόκκων, των κοκκομετρικών στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής κατανομής και του μηχανισμού απόθεσης. Οι κοκκομετρικές αναλύσεις έλαβαν χώρα στο Εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας, στην αίθουσα ιζηματολογικών αναλύσεων του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος.

Το πρώτο στάδιο της κοκκομετρικής ανάλυσης είναι η ορθή προετοιμασία των δειγμάτων ώστε να εξαχθούν τα σωστά αποτελέσματα. Η προεργασία των δειγμάτων περιλαμβάνει την τοποθέτηση τους μέσα σε γυάλινα πυρίμαχα ποτήρια ζέσεως και στη συνέχεια, την πλύση τους με απεσταγμένο νερό ώστε να απομακρυνθούν τα άλατα και να αποφευχθεί η συγκόλληση των κόκκων άμμου. Όταν το ίζημα δεν βρίσκεται πλέον σε αιώρηση μέσα στο διάλυμα, τα δείγματα μεταφέρονται σε φούρνο όπου αποξηραίνονται σε θερμοκρασία 70⁰ C (Εικ.22). Χρειάζονται περίπου τρεις με τέσσερις ημέρες ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία από τα δείγματα.



Εικόνα 22 Α) Τοποθέτηση δείγματος σε ποτήρια ζέσεως, Β) Τοποθέτηση των δειγμάτων στον φούρνο

Η κοκκομετρική ανάλυση εφαρμόστηκε συνολικά σε 95 δείγματα. Σε ιζήματα με κόκκους διαμέτρου μεγαλύτερης από 0.063mm, δηλαδή για το μέρος του δείγματος που χαρακτηρίζεται ως άμμος, εφαρμόζεται η μέθοδος του ξηρού κοσκίνισματος. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι μια σειρά από κόσκινα διαφορετικής διαμέτρου, ένας ηλεκτρικός ζυγός ακριβείας και μια συσκευή δόνησης. Πριν τη διαδικασία του κοσκίνισματος, το κάθε δείγμα αφού απομακρυνθεί από τον φούρνο αναδεύεται ώστε να διαλυθούν τυχόν συσσωματώματα και διαχωρίζεται μέσω του διαχωριστή (Εικ.23). Τα κόσκινα τοποθετούνται διαδοχικά σχηματίζοντας μια κατακόρυφη στήλη έτσι ώστε η διάμετρος των ανοιγμάτων τους να ελαττώνεται από την κορυφή προς τη βάση κατά γεωμετρικό λόγο (Καρύμπαλης 2010).



Εικόνα 23 Εξοπλισμός κοκκομετρικής ανάλυσης ιζημάτων

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν κόσκινα με διαμέτρους 63μm, 125μm, 250μm, 500μm, 1mm, 2mm και 4mm. Σε περιπτώσεις πιο αδρόκοκκου υλικού από το όριο άμμος-χαλίκι χρησιμοποιήθηκαν και κόσκινα διαμέτρου 8mm και 16mm. Το πιο λεπτόκοκκο υλικό που διέρχεται από το κόσκινο με τη μικρότερη διάμετρο στα 63μm, συγκεντρώνεται στη βάση (τάσι) της στήλης των κοσκίνων και αποτελεί το όριο ιλύος-άμμου. Για ίζημα μεγέθους κόκκων άμμου, περίπου τα 60 gr θεωρούνται επαρκής ποσότητα για κοσκίνισμα ώστε να είναι περισσότερο ακριβής η τεχνική. Για περισσότερο αδρόκοκκο υλικό απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα ιζήματος. Αφού ζυγιστεί και καταγραφεί το αρχικό βάρος του κάθε δείγματος, τοποθετείται στο ανώτερο κόσκινο και

η στήλη των κόσκινων μεταφέρεται στη συσκευή δόνησης η οποία τίθεται σε λειτουργία για 20 λεπτά σε ισχύ 6 Hz.

Μετά από κάθε κοσκίνισμα, τα κόσκινα απομακρύνονται προσεκτικά για αποφυγή απώλειας ιζήματος και καταγράφεται το βάρος του ιζήματος που κατακρατήθηκε σε κάθε κόσκινο καθώς και το περιεχόμενο του δίσκου που περιέχει τα πιο λεπτόκοκκα υλικά (ιλύς και άργιλος). Από το βάρος του συνολικού δείγματος που χρησιμοποιήθηκε, και αυτού που συγκρατήθηκε από κάθε κόσκινο, υπολογίζεται το ποσοστό επί της εκατό του υλικού που έχει συγκρατηθεί σε κάθε ένα από αυτά (Εικ.24) (Παράρτημα-Πίνακες 1-2).



Εικόνα 24 Ίζημα που κατακρατήθηκε στα κόσκινα

3.4 Επεξεργασία δεδομένων

3.4.1 Στατιστική ανάλυση δειγμάτων

Επόμενο βήμα της κοκκομετρικής ανάλυσης αποτελεί η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που προέκυψαν από το κοσκίνισμα, η οποία υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα GRADISTAT v.4.

Η δημιουργία του συγκεκριμένου προγράμματος αποτελεί μια αξιόπιστη μέθοδο για την ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από ξηρή κοκκομετρία (μέσω κόσκινων). Αφού εισαχθεί το βάρος κάθε ιζήματος που κατακρατείται από τα κόσκινα, ακολουθεί στατιστικός υπολογισμός του δείγματος βάσει της μεθόδου των ροπών που παρέχεται από την γλώσσα προγραμματισμού Microsoft Visual Basic. Με αυτό τον τρόπο υπολογίζεται το μέσο γραφικό μέγεθος των κόκκων, η επικρατέστερη τιμή, η ταξινόμηση (τυπική απόκλιση), η λοξότητα, η κύρτωση, το D10, D50, D90, D90/D10, D90-D10, D75/D25,

D75-D25. Οι σημαντικότερες στατιστικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται συνήθως αφορούν το μέσο μέγεθος, την ταξινόμηση, τη λοξότητα και την κύρτωση (Καρύμπαλης, 2010).

$$\text{✚ Μέσο γραφικό μέγεθος } Mz: Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} \text{ (Folk και Ward 1957)}$$

Δίνει τη γενική και αντιπροσωπευτική εικόνα του ιζήματος ως προς το μέγεθος των κόκκων, εκφράζοντας εάν το δείγμα είναι χονδρόκοκκο ή λεπτόκοκκο. Επίσης αντιπροσωπεύει την ενέργεια που χρειάστηκε για τη μεταφορά του ιζήματος.

$$\text{✚ Γραφική αποκλειστική σταθερή απόκλιση } \sigma_I: \sigma_I = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6}$$

(Folk και Ward 1957)

Εκφράζει την κοκκομετρική ομοιογένεια ή ανομοιογένεια του ιζήματος. Κόκκοι με ίδια ή παρόμοια διάμετρο αποτελούν ένα καλά ταξινομημένο ίζημα, ενώ κόκκοι διαφορετικής διαμέτρου τότε αποτελούν ένα φτωχά ταξινομημένο ίζημα. Καλή ταξινόμηση χαρακτηρίζει αιολικά ιζήματα, μέτρια έως κακή τα ποτάμια ιζήματα και πολύ κακή ταξινόμηση τα παγετώδη (πίνακας 12).

Πίνακας 12 Βαθμός ταξινόμησης των ιζημάτων

Αποκλειστική σταθερή απόκλιση σι (Φ)	Ταξινόμηση
<0,35	Πολύ καλή
0,35-0,5	Καλή
0,5-0,71	Μετρίως καλή
0,71-1,0	Μέτρια
1,0-2,0	Φτωχή
2,0-4,0	Πολύ φτωχή
>4,0	Εξαιρετικά φτωχή

$$\text{✚ Γραφική λοξότητα (ασυμμετρία) } (Sk_I):$$

$$Sk_I = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)} \text{ (Folk και Ward 1957)}$$

Η παράμετρος της λοξότητας εκφράσει το βαθμό ασυμμετρίας. Η τιμές λοξότητας είναι καθαροί αριθμοί μεταξύ -1 και +1. Για μια απολύτως συμμετρική καμπύλη ισχύει $S_{kl}=0$, όταν υπερτερεί το λεπτόκοκκο υλικό $S_{kl}>0$, ενώ όταν υπερτερεί το χονδρόκοκκο υλικό $S_{kl}<0$ (πίνακας 13).

Πίνακας 13 Όρια τιμών λοξότητας κατά Folk

Λοξότητα (S_{kl})	Χαρακτηρισμός
1 μέχρι +0,3	Πολύ θετική (λεπτόκοκκη)
+0,3 μέχρι +0,1	Θετική
+0,1 μέχρι -0,1	Συμμετρική
-0,1 μέχρι -0,3	Αρνητική
-0,3 μέχρι -1,30	Πολύ αρνητική (χονδρόκοκκη)

$$\star \text{ Κύρτωση (K}_G\text{): } K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} \text{ (Folk και Ward 1957)}$$

Η παράμετρος της κύρτωσης εκφράζει την απόκλιση από την κανονικότητα. Λεπτόκυρτη καμπύλη σημαίνει μεγάλη συγκέντρωση κόκκων κοντά στο μέσο όρο, μεσόκυρτη καμπύλη σημαίνει κανονική κατανομή κόκκων γύρω από το μέσο όρο και πλατύκυρτη καμπύλη σημαίνει μεγάλη διασπορά κατανομής των κόκκων (πίνακας 14).

Πίνακας 14 Όρια τιμών κύρτωσης

Κύρτωση (K_G)	Χαρακτηρισμός
<0,67	Πολύ πλατύκυρτο
0,67-0,9	Πλατύκυρτο
0,9-1,11	Μεσόκυρτο
1,11-1,5	Λεπτόκυρτο
1,5-3	Πολύ λεπτόκυρτο
>3	Πάρα πολύ λεπτόκυρτο

Οι στατιστικές παράμετροι του μεγέθους κόκκων υπολογίζονται αριθμητικά, γεωμετρικά (σε μικρά) και λογαριθμικά χρησιμοποιώντας την κλίμακα μεγεθών σε μονάδες Φ (Krumbein and Pettijohn, 1938). Επίσης παρουσιάζονται οι γραμμικές

παρεμβολές με σκοπό τον υπολογισμό στατιστικών παραμέτρων βάσει των γραφικών μεθόδων του Folk και Ward (1957), αντλώντας πληροφορίες σχετικά την φυσική περιγραφή του ιζήματος (π.χ. “πολύ χονδρόκοκκοι άμμος”, “μέτρια ταξινόμηση”). Παρέχετε η δυνατότητα της φυσικής περιγραφής του δείγματος σχετικά με την υφή, δίνοντας πιο περιγραφική ονομασία στο ίζημα κατά Folk (1954) (π.χ. “λεπτή χαλικώδης χοντρή άμμος”), και τέλος, περιλαμβάνονται πίνακες που απεικονίζουν το ποσοστό των κόκκων που εμπίπτουν σε κάθε κλάσμα μεγέθους, τροποποιημένο από Udden (1914) και Wentworth (1922) (Παράρτημα-Πίνακες 3-4). Όσο αφορά τις γραφικές παραστάσεις, το πρόγραμμα παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας διαγραμμάτων της κατανομής των μεγεθών των κόκκων και της αθροιστικής κατανομής των δεδομένων, εμφανίζοντας το μέγεθος των κόκκων ενός δείγματος σε τριγωνικό διάγραμμα.

Η κάθε μία ή και ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων είναι δυνατό να προσδιορίσουν ορισμένα περιβάλλοντα απόθεσης για τους ιζηματογενείς κόκκους και να ερμηνευτούν οι μηχανισμοί μεταφοράς και απόθεσής τους (Καρύμπαλης, 2010).

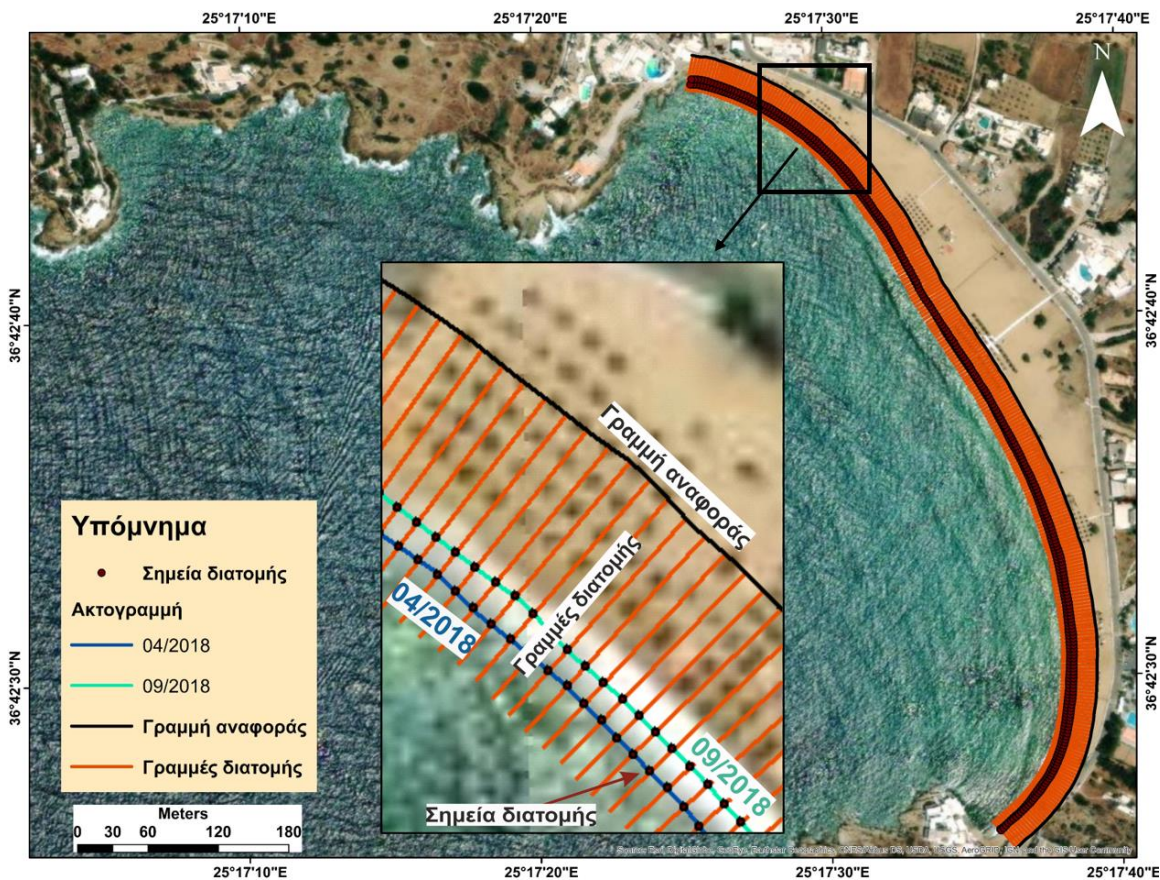
3.4.2 Χρήση λογισμικού ArcGIS

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S), αποτελούν ένα λειτουργικό και αποτελεσματικό εργαλείο παρέχοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να διαχειριστεί, να αναλύσει, να επεξεργαστεί, να αποθηκεύσει και να απεικονίσει συνδυαστικά επίπεδα πληροφοριών. Είναι λογισμικά μέσω των οποίων τα δεδομένα που εμπεριέχουν την έννοια της γεωγραφικής κατανομής, παρουσιάζονται χωρικά και ποιοτικά. Κάθε αντικείμενο που εμφανίζεται σε έναν ψηφιακό ή έντυπο χάρτη με τη μορφή σημείου, γραμμής ή επιφάνειας αποτελεί τη γεωγραφική απεικόνιση δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν καταγραφές στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών (Βαϊόπουλος, 2008).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε χρήση του προγράμματος ArcGIS 10.3 της ESRI (Environmental Systems Research Institute). Το περιβάλλον του ArcGIS προσφέρει μια σειρά εφαρμογών όπως το ArcMap, ArcDesktop, ArcToolbox, μέσα από τη χρήση των οποίων δημιουργήθηκαν χάρτες με τις ψηφιοποιημένες περιοχές ενδιαφέροντος, καθώς επίσης πραγματοποιήθηκε και ο υπολογισμός του CVI. Ένα ακόμα εργαλείο του ArcGIS που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της εποχικής μετατόπισης της ακτογραμμής για τις επιμέρους παραλίες μελέτης αλλά και για την παράκτια ζώνη της Ίου, είναι το DSAS 4.3 (Digital Shoreline Analysis System).

3.5 Υπολογισμός μετατόπισης της ακτογραμμής

Το εργαλείο DSAS αποτελεί ένα λογισμικό το οποίο επιτρέπει τον στατιστικό υπολογισμό του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής (προέλαση/οπισθοχώρηση) χρησιμοποιώντας ιστορικές ακτογραμμές σε μορφή διανυσματικών δεδομένων (Thieler *et al.*, 2009). Για τον υπολογισμό της μετατόπισης της ακτογραμμής, το DSAS παράγει γραμμές διατομής (transects) κατά μήκος της ακτής και κάθετα προς μια γραμμή αναφοράς (baseline). Η μεταξύ τους απόσταση και το μήκος τους καθορίζεται από τον χρήστη. Η γραμμή αναφοράς είναι παράλληλη προς τις ιστορικές ακτογραμμές και μπορεί να βρίσκεται είτε προς την χέρσο, είτε προς τη θάλασσα. Στα σημεία όπου οι γραμμές διατομής διασταυρώνονται με τις ιστορικές ακτογραμμές, παράγονται σημεία, τα οποία προσδιορίζουν τις θέσεις των ιστορικών θέσεων των ακτών κατά μήκος κάθε διατομής. Τα στατιστικά στοιχεία υπολογίζονται για κάθε γραμμή διατομής και αποθηκεύονται σε έναν πίνακα δεδομένων. Κάθε μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής βασίζεται στις μετρούμενες διαφορές μεταξύ των θέσεων της ακτογραμμής μέσα στο χρόνο. Οι τιμές που προκύπτουν εκφράζονται ως μέτρα μετατόπισης της θέσης της ακτογραμμής κατά μήκος των γραμμών διατομής ανά έτος (Himmelstoss 2009) (Εικ.25). Αρνητικές τιμές υποδεικνύουν οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, ενώ θετικές τιμές υποδεικνύουν προέλαση της ακτογραμμής.



Εικόνα 25 Παράδειγμα εφαρμογής εργαλείου DSAS από την παραλία του Μυλοπότα.

Για τον υπολογισμό της εποχικής μεταβολής της ακτογραμμής στον Μυλοπότα και στο Μαγγανάρι, χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις κατά μήκος της θέσης της ακτογραμμής από τις εργασίες πεδίου που έλαβαν χώρα τον Απρίλιο και τον Σεπτέμβρη του 2018. Στις μετρήσεις αυτές συνυπολογίστηκαν η παλίρροια και η ατμοσφαιρική πίεση για τις δεδομένες χρονικές περιόδους. Επειδή οι τιμές της παλίρροιας κυμαίνονται μεταξύ 0,02-0,06 m δεν επιφέρουν σημαντικές μεταβολές στη μετρούμενη από το DGPS-RTK θέση της εκάστοτε ακτογραμμής. Η στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε μέσα από το εργαλείο DSAS 4.3 ήταν η NSM (Net Shoreline Movement). Η μέθοδος αυτή αναφέρεται στη συνολική απόσταση μεταξύ των παλαιότερων και νεότερων ακτογραμμών. Για την παραλία Μυλοπότας δημιουργήθηκαν από το DSAS 279 γραμμές διατομής σε διαστήματα 5 m κατά μήκος της ακτογραμμής και εκτείνονται 30 m από την γραμμή αναφοράς προς την θάλασσα. Για την παραλία Μαγγανάρι δημιουργήθηκαν από το DSAS 273 γραμμές διατομής σε διαστήματα 4 m κατά μήκος της ακτογραμμής και εκτείνονται 30 m από την γραμμή αναφοράς προς την θάλασσα.

Επίσης, με το εργαλείο DSAS υπολογίστηκε και ο ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής της Ίου, στα πλαίσια εφαρμογής του CVI, μεταξύ της περιόδου 1996-2010, χρησιμοποιώντας ορθοφωτογραφίες από το Ελληνικό Κτηματολόγιο. Η στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η EPR (End Point Rate). Η μέθοδος αυτή αντιπροσωπεύει την απόσταση των ακτογραμμών δια το χρόνο που έχει παρέλθει μεταξύ της παλαιότερης και της πιο πρόσφατης ακτογραμμής. Κατά μήκος της παράκτιας ζώνης της Ίου δημιουργήθηκαν 5191 γραμμές διατομής σε διαστήματα 20 m με έκταση 30 m από την γραμμή αναφοράς προς την θάλασσα.

3.6 Υδροδυναμική της παράκτιας ζώνης

Τα κυματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη του κυματισμού στις παραλίες Μυλοπότα και Μαγγανάρι, αντιστοιχούν στην περίοδο 1995-2004 και αποτελούν 3ωρες μετρήσεις. Για τον υπολογισμό των κυματικών χαρακτηριστικών, όπως μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα h_c (Closure depth), βάθος θραύσης κυμάτων db (Breaker depth), ταχύτητα κύματος σε βαθιά νερά (C_0), μήκος κύματος σε βαθιά νερά (L_0) και ύψος θραύσης του κύματος (H_b) έγιναν οι εξής εργασίες:

1. Από το σύνολο των δεδομένων (29218 τιμές), απομονώθηκαν οι τιμές που ανήκουν στο εύρος των κύριων διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού της εκάστοτε παραλίας (H_{dir}).
2. Από τις τιμές του ύψους κύματος (H_m), αφού ταξινομήθηκαν, ανά χρονολογία, από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη τιμή, απομονώθηκαν οι τέσσερις πρώτες τιμές ύψους κύματος, ανά έτος, οι οποίες αντιστοιχούν σε δώδεκα ώρες.
3. Με αυτό τον τρόπο συγκεντρώθηκαν οι **40 μέγιστες τιμές H_m** με τις αντίστοιχες περιόδους κύματος (T_p) και αντιπροσωπεύουν τα **κύματα θύελλας** για την 10ετία.
4. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των H_m και T_p . Τα δεδομένα εισήχθησαν στις αντίστοιχες εξισώσεις υπολογισμού των κυματικών χαρακτηριστικών (πίνακας 15)

Πίνακας 15 Τοπολόγιο κυματικών εξισώσεων

Κυματικά χαρακτηριστικά	Μονάδες μέτρησης	Τύπος
hc (Closure depth) (Carter, 1988)	(m)	$hc = 2.28 * H_{s\ max} - 68.5 \left(\frac{H_{s\ max}^2}{g * T_p^2} \right)$
Ts (Significant wave period)	(sec)	$T_s = 0.95 * T_p$
Co (Wave celerity in deep water)	(m/s)	$C_0 = 1.56 * T_p$
L0 (Wave length in deep water)	(m)	$L_0 = 1.56 * T_p^2$
Hb (Breaker height) (Komar και Gaughan, 1972)	(m)	$H_b = \frac{H_m * 0.563}{(H_m/L_0)^{0.2}}$
db (max) (Breaker depth) (CERC, 1984)	(m)	$d_b = \frac{H_b}{0.78}$
E (Total wave energy)	(Joule/m ²)	$E = \frac{\rho * g * H_m^2}{8}$
P_{os} (Wave power-offshore)	(Watt/m)	$P = \frac{E * C_0}{2}$

Τα παραπάνω κυματικά χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν εκ νέου για το σημαντικό ύψος κύματος:

1. Από το σύνολο των δεδομένων (29218 τιμές), απομονώθηκαν οι τιμές που ανήκουν στο εύρος των κύριων διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού της εκάστοτε παραλίας (Hdir).
2. Από τις τιμές του ύψους κύματος (Hm), αφού ταξινομήθηκαν, ανά χρονολογία, από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη τιμή, επιλέχθηκε το **1/3 των μέγιστων τιμών του ύψους κύματος** από κάθε έτος, καθώς το σημαντικό ύψος κύματος (H_{1/3} significant wave height) εκφράζει το μέσο όρο του 1/3 των υψηλότερων κυμάτων του συνολικού φάσματος των κυμάτων (Πούλος, 2017).
3. Στη συνέχεια αφού έχει συγκεντρωθεί 1/3 των υψηλότερων κυμάτων ανά έτος, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των Hm και Tp για την 10ετία.

4. Τα δεδομένα εισήχθησαν στις αντίστοιχες εξισώσεις υπολογισμού των κυματικών χαρακτηριστικών (πίνακας 15).

Για τον υπολογισμό της συνολικής κυματικής ενέργειας (E) και της κυματικής ισχύς (P) για την 10ετία έγιναν οι εξής εργασίες:

1. Για κάθε κύρια διεύθυνση διάδοσης κυματισμού της εκάστοτε παραλίας, υπολογίστηκε η Ενέργεια για όλα τα ύψη κύματος μέσα στη 10ετία από τον τύπο:

$$E = \frac{\rho * g * H_m^2}{8}, \text{ (Joule/m}^2\text{)}$$

2. Στη συνέχεια αθροίστηκαν όλες οι τιμές E της 10ετίας και διαιρέθηκαν με τον χρόνο μετρήσεων (10 έτη), ώστε να προκύψει η συνολική κυματική ενέργεια που δέχονται οι παραλίες μελέτης ετησίως.
3. Η κυματική ισχύς υπολογίστηκε με τον ίδιο τρόπο που υπολογίστηκε και η συνολική κυματική ενέργεια. Δίνεται από τον τύπο:

$$P = \frac{E * C_0}{2}, \text{ (Watt/m)}$$

4. Αποτελέσματα

4.1 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας-CVI

Τα απαραίτητα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά τις εργασίες πεδίου, από ορθοφωτογραφίες και τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Για την επεξεργασία των δεδομένων και την αποτύπωσή τους σε χάρτες στο περιβάλλον του ArcGIS 10.3, επιλέχθηκε το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ 87-GreekGrid).

Για κάθε μία μεταβλητή, η ακτή κατηγοριοποιήθηκε σε πέντε κατηγορίες τρωτότητας, (1) πολύ χαμηλή έως (5) πολύ υψηλή. Τα όρια βαθμονόμησης της ακτής σε πέντε κατηγορίες επικινδυνότητας, έχουν προταθεί από τους Pendleton *et al.* (2004). Για την μεταβλητή της παράκτιας κλίσης χρησιμοποιήθηκαν τα όρια που έχουν προταθεί από τους Alexandrakis *et al.*, (2010) (πίνακας 16).

Πίνακας 16 Κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Pendleton et al (2004). Για την μεταβλητή της παράκτιας κλίσης χρησιμοποιήθηκαν τα όρια που έχουν προταθεί από τους Alexandrakis et al., (2010). Θετικό πρόσημο υποδεικνύει προέλαση της ακτογραμμής, ενώ αρνητικό πρόσημο υποδεικνύει οπισθοχώρηση.

Μεταβλητές/Βαθμ ονόμηση	Πολύ χαμηλή 1	Χαμηλή 2	Μέση 3	Υψηλή 4	Πολύ υψηλή 5
Γεωμορφολογία	Βραχώδεις απότομες ακτές, Fjords	Μεσαίοι κρημνοί, κοίλες ακτές	Χαμηλοί κρημνοί, παγετώνες, αλλουβιακές πεδιάδες	Χαλικώδεις ακτές, εκβολές, λιμνοθάλασσες	Αμμώδεις ακτές, δέλτα, κοραλλιογενείς ύφαλοι, μαγγρόβια, αλμυρά έλη
Παράκτια κλίση (%)	>12	12-9	9-6	6-3	<3
Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/yr)	<1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,4	>3,4
Ρυθμός Μετατόπισης ακτογραμμής (m/yr)	>2,0	1,0-2,0	-1,0-+1,0	-1,1- -2,0	<-2,0

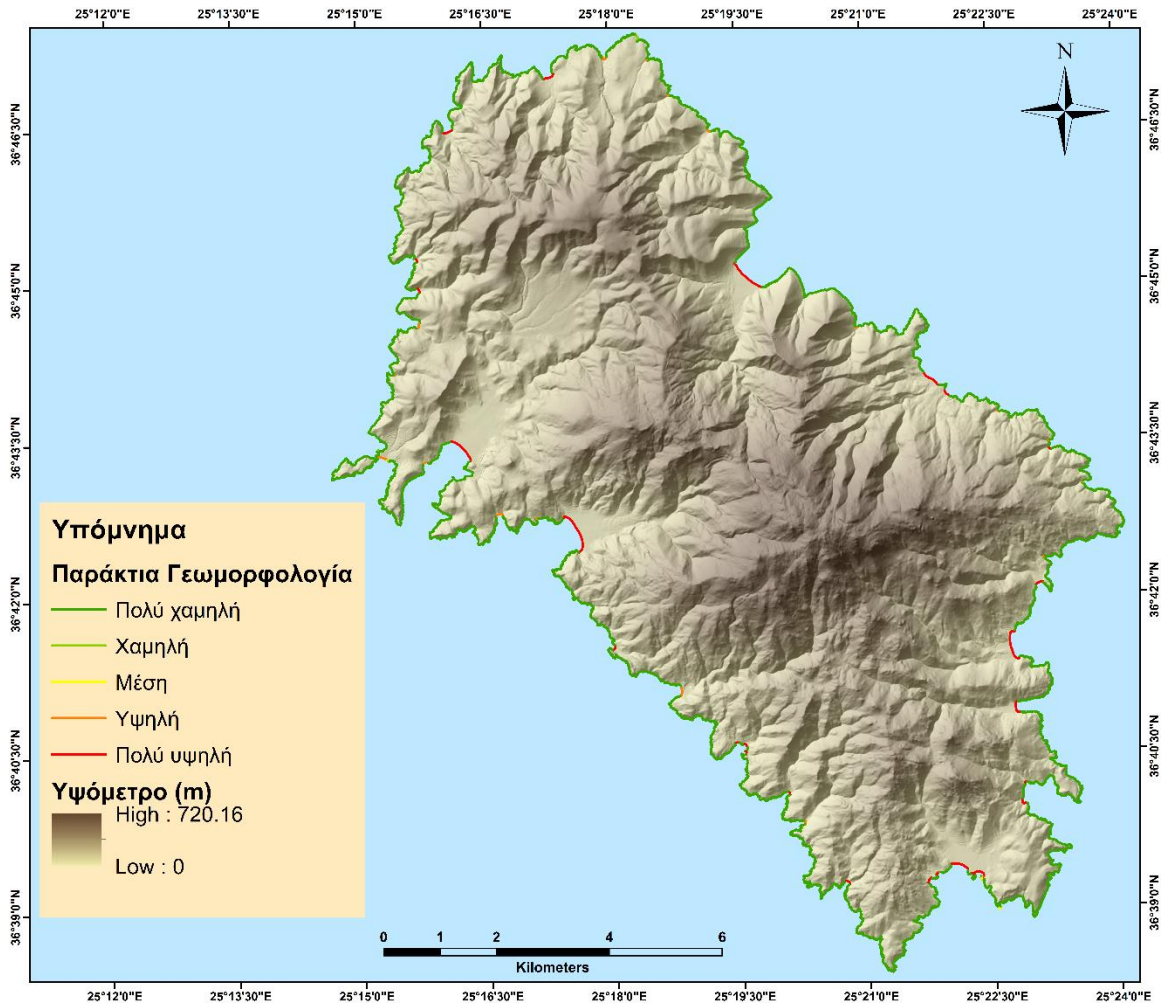
Μέσο παλιρροιακό εύρος (m)	>6,0	4,0 – 6,0	2,0 – 4,0	1,0 – 2,0	<1.0
Μέσο Ύψος κύματος (m)	<0,55	0,55 – 0,85	0,85 – 1,05	1,05 – 1,25	>1,25

4.1.1 Γεωμορφολογία

Οι κυριότερες παράκτιες γεωμορφές της περιοχής μελέτης είναι μεσαίοι και χαμηλοί κρημνοί, βραχώδεις ακτές, κρημνοί μεγάλης κλίσης, αμμώδεις παραλίες, εκβολές ποταμών και rocket beaches. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται και οι ανθρωπογενείς κατασκευές, όπως το λιμάνι της Ίου στα δυτικά και μικρότερες μαρίνες σκαφών, οι οποίες χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλή τρωτότητα. Το μεγαλύτερο μέρος της παράκτιας ζώνης της Ίου (93,29 %) συνίσταται από βραχώδεις ακτές και κρημούς μεγάλης κλίσης και χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή τρωτότητα (πίνακας 17). Το αμέσως επόμενο ποσοστό του συνολικού μήκους της ακτογραμμής (5,13 %) το καταλαμβάνουν οι αμμώδεις ακτές και τα rocket beaches, τα οποία χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή τρωτότητα (Εικ.26)

Πίνακας 17 Βαθμονόμηση της παραμέτρου της παράκτιας γεωμορφολογίας

Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
Παράκτια γεωμορφολογία	Βραχώδεις, κρημνώδεις ακτές, ανθρωπογενείς κατασκευές	Μεσαίοι κρημνοί	Χαμηλοί κρημνοί	Χαλικώδεις ακτές, εκβολές	Αμμώδεις ακτές, rocket beaches	
Μήκος (%)	93,29	0,24	0,18	1,16	5,13	100
Μήκος (km)	102,77	0,27	0,20	1,27	5,65	110,1



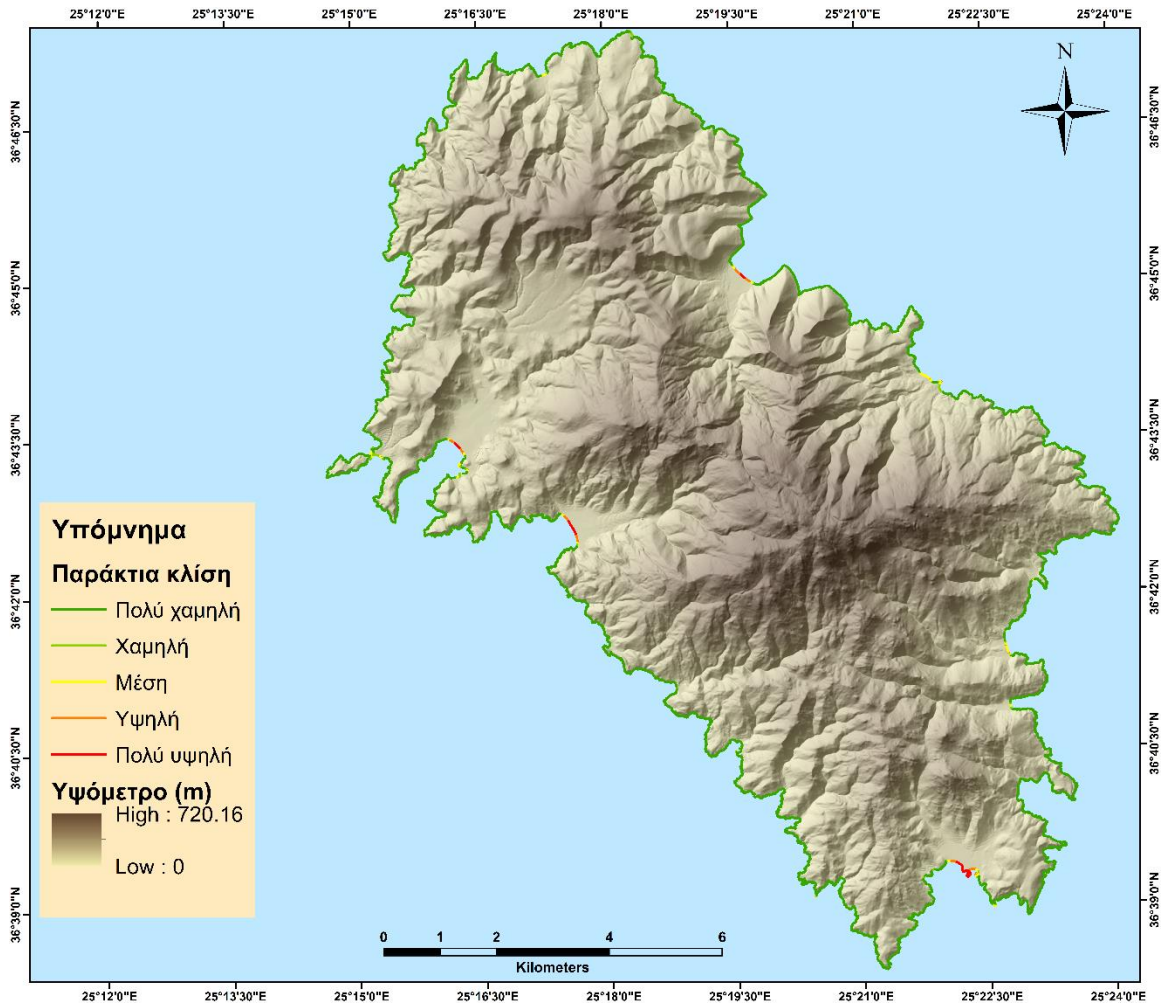
Εικόνα 26 Χάρτης βαθμονόμησης παράκτιας γεωμορφολογίας

4.1.2 Παράκτια κλίση

Η παράκτια κλίση υπολογίστηκε για την απόσταση μεταξύ της ακτογραμμής και την ισοϋψή των 6m, χρησιμοποιώντας το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, στο περιβάλλον του ArcGIS 10.3. Το 95,07% του συνολικού μήκους της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται από μεγάλες κλίσεις πάνω από 12% και επομένως χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή τρωτότητα. Το 4,93% μοιράζεται στις υπόλοιπες τέσσερις κατηγορίες τρωτότητας (πίνακας 18). Όπως φαίνεται και από τον χάρτη, κλίσεις κάτω από το 3% χαρακτηρίζονται από υψηλή τρωτότητα και αντιπροσωπεύονται κυρίως από παραλίες και εκβολές (Εικ.27).

Πίνακας 18 Βαθμονόμηση της παραμέτρου της παράκτιας κλίσης

Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
Παράκτια κλίση (%)	>12	12 – 9	9 – 6	6 – 3	<3	
Μήκος (%)	95,07	1,36	1,47	0,92	1,18	100
Μήκος (km)	104,74	1,50	1,61	0,92	1,30	110,1



Εικόνα 27 Χάρτης βαθμονόμησης παράκτιας κλίσης

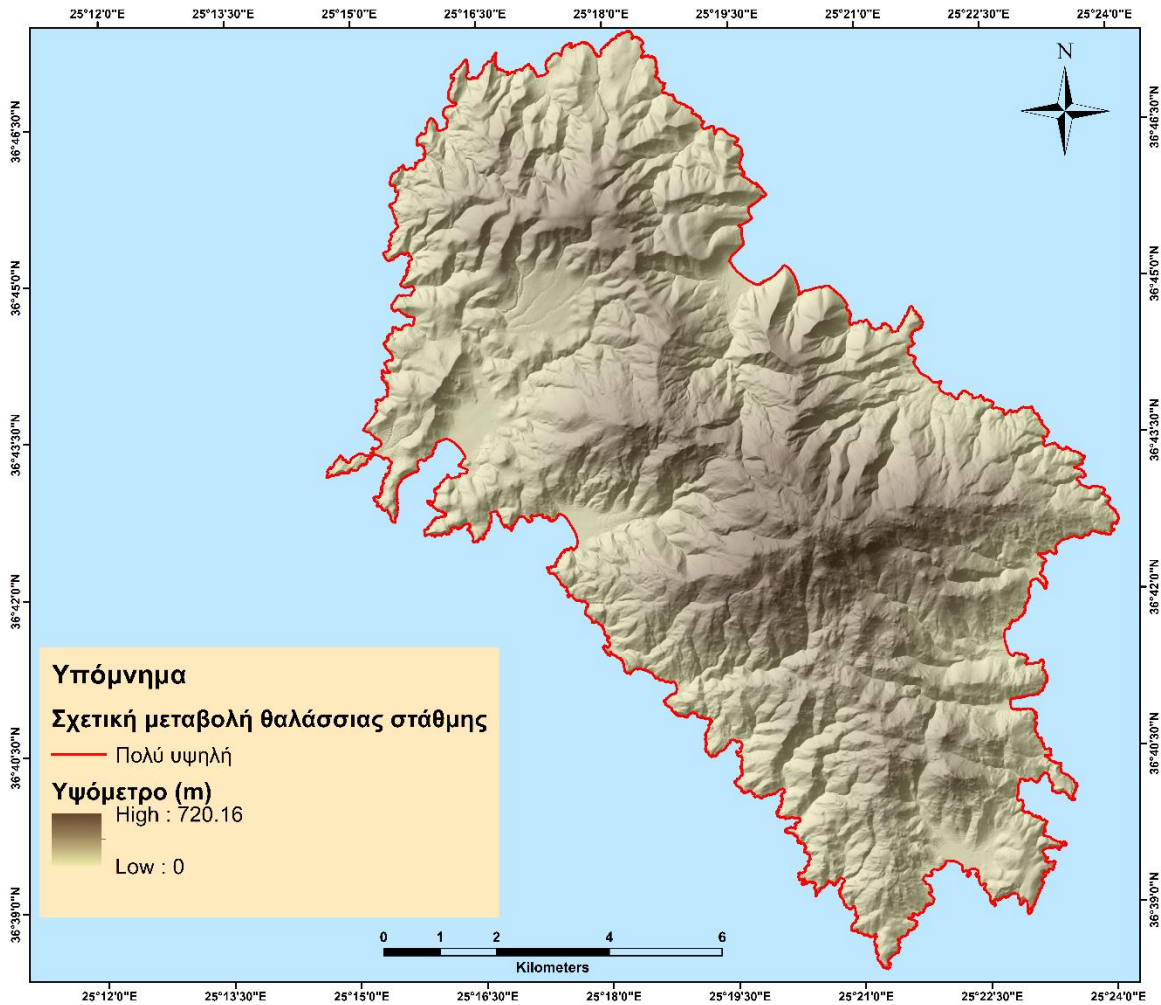
4.1.3 Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης

Για την βαθμονόμηση της σχετικής μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης εφαρμόστηκαν τα σενάρια RCP 2.6 και RCP 8.5 του IPCC 2019, όπου για τα επόμενα 100 χρόνια προβλέπουν άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με ρυθμό 4,3 mm/έτος και 8,4 mm/έτος

αντίστοιχα. Τα δύο αυτά σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή τρωτότητα (πίνακας 19) (Εικ.28).

Πίνακας 19 Βαθμονόμηση της παραμέτρου της σχετικής μεταβολής θαλάσσιας στάθμης

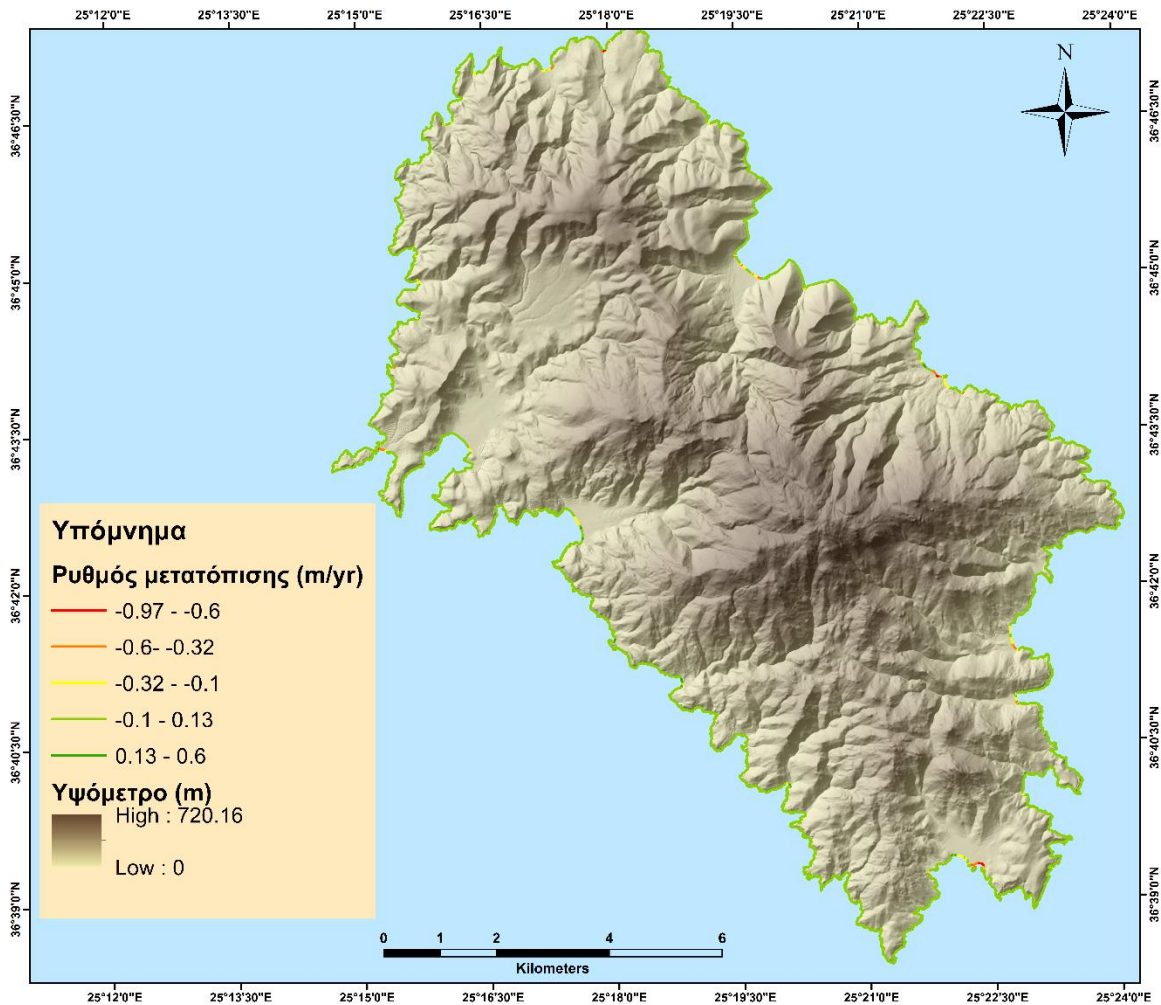
Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/yr)	<1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3	3 – 3,4	>3,4	
Μήκος (%)					100	100
Μήκος (km)					110,1	110,1



Εικόνα 28 Χάρτης βαθμονόμησης σχετικής μεταβολής θαλάσσιας στάθμης

4.1.4 Ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής

Ο ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής υπολογίστηκε μέσα από το εργαλείο DSAS 4.3 (Ρυθμός Μετατόπισης=Απόσταση/(2010-1996)), βάσει των ψηφιοποιημένων ακτογραμμών από ορθοφωτοχάρτες του Ελληνικού Κτηματολογίου για τα έτη 1996 και 2010. Από τον υπολογισμό του ρυθμού μετατόπισης, προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται από έναν ρυθμό $-0,1-0,13$ m/yr, ενώ το εύρος του ρυθμού μετατόπισης κυμαίνεται μεταξύ $-0,97-0,6$ m/yr (Εικ.29).

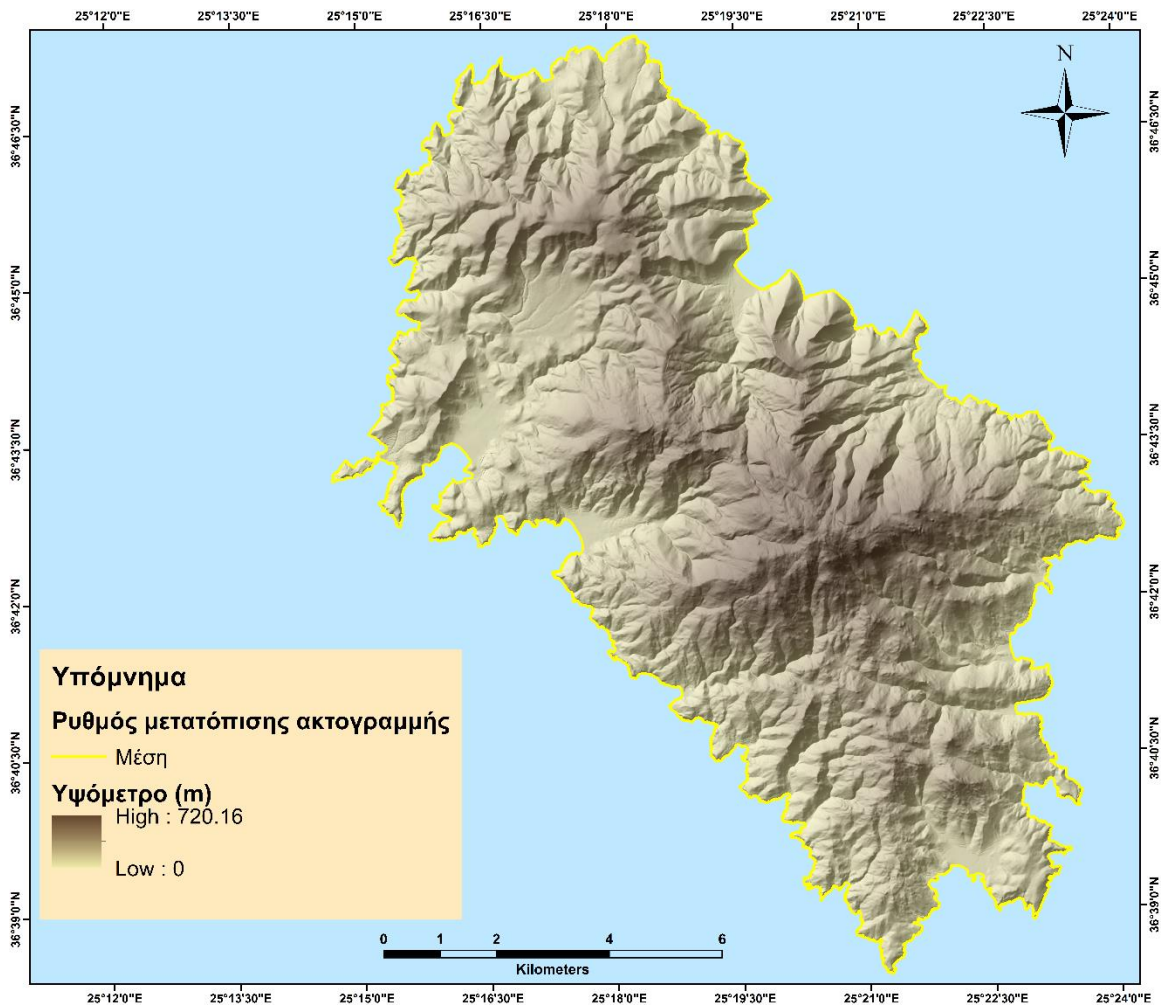


Εικόνα 29 Χάρτης βαθμονόμησης ρυθμού μεταβολής (m/yr) της ακτογραμμής για τα έτη 1966 και 2010

Για την βαθμονόμηση της τρωτότητας λαμβάνονται υπόψιν τα εύρη που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Επομένως ο ρυθμός μετατόπισης για το σύνολο της ακτογραμμής της Του εντάσσεται στην κατηγορία της μέσης τρωτότητας, (πίνακας 20) (Εικ.30).

Πίνακας 20 Βαθμονόμηση της παραμέτρου του ρυθμού μεταβολής της ακτογραμμής

Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
Ρυθμός Μετατόπισης ακτογραμμής (m/yr)	>2	1 – 2	-1– 1	-2- -1	<-2	
Μήκος (%)			100			100
Μήκος (km)			110,1			110,1



Εικόνα 30 Χάρτης ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής

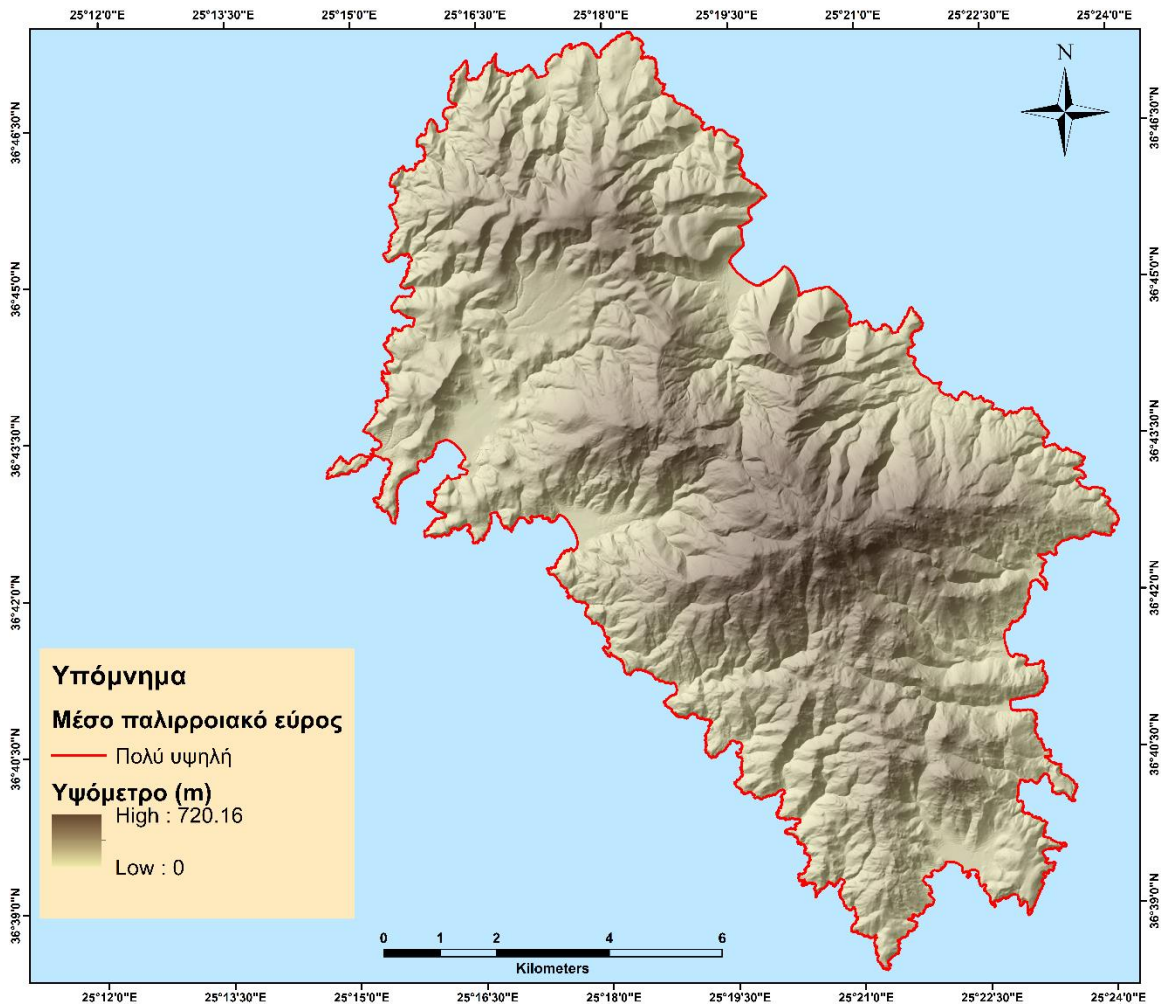
4.1.5 Μέσο εύρος παλίρροιας

Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας για τις Κυκλάδες, το μέσο παλιρροϊακό εύρος είναι 14 cm και θεωρήθηκε το ίδιο κατά μήκος όλης

της ακτογραμμής. Επομένως το σύνολο της ακτογραμμής της Ίου εντάσσεται στην κατηγορία της πολύ υψηλής τρωτότητας (πίνακας 21) (Εικ.31).

Πίνακας 21 Βαθμονόμηση της παραμέτρου του μέσου εύρους παλίρροιας

Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
Μέσο εύρος παλίρροιας (m)	>6	4 – 6	2 – 4	1– 2	<1	
Μήκος (%)					100	100
Μήκος (km)					110,1	110,1



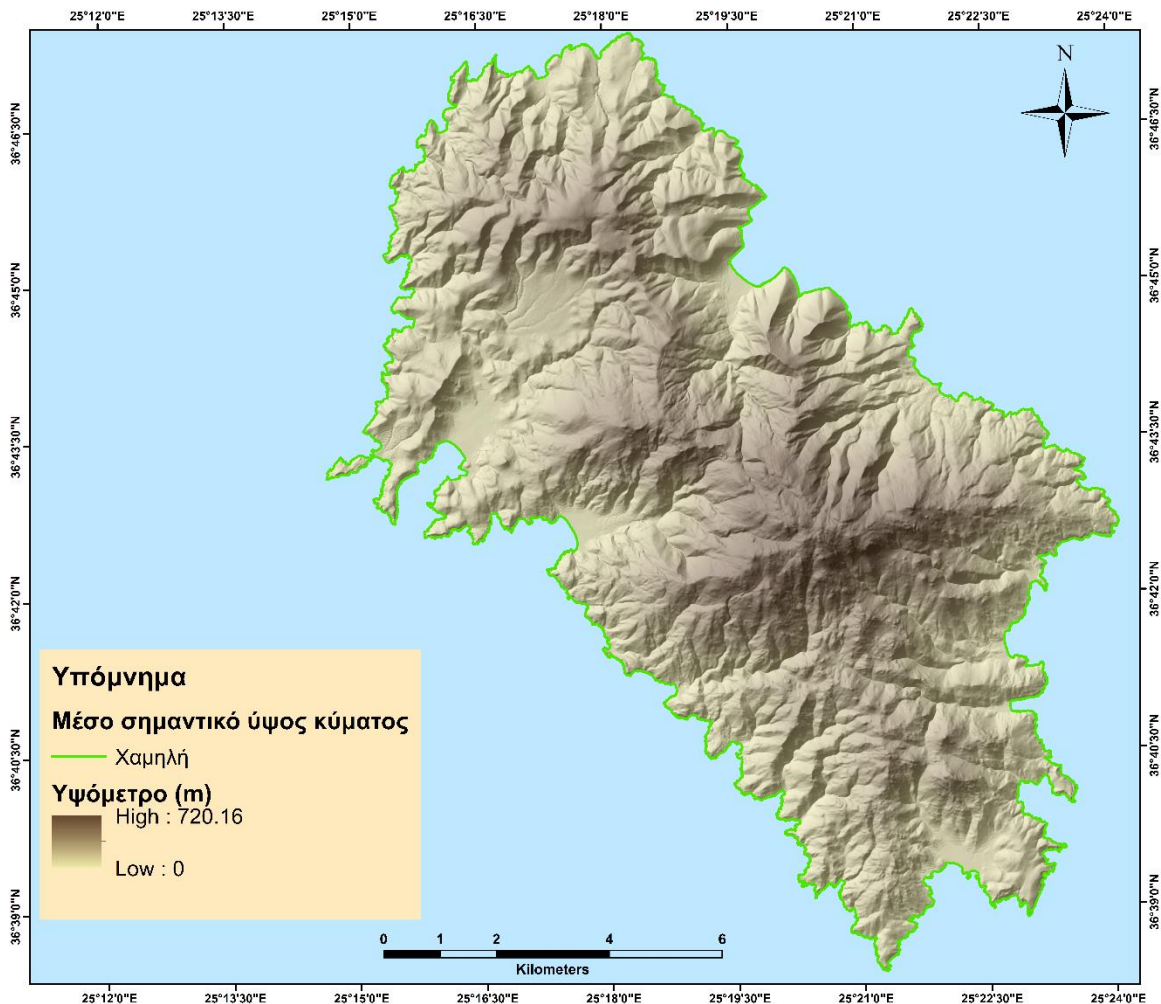
Εικόνα 31 Χάρτης βαθμονόμησης μέσου παλίρροιακού εύρους

4.1.6 Μέσο σημαντικό ύψος κύματος

Το μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος που εμφανίζεται στην περιοχή, σύμφωνα με τον Άτλαντα Ανέμων και Κυματισμού των Ελληνικών θαλασσών (Soukissian *et al.*, 2007) του Ελληνικού Κέντρου θαλασσιών Ερευνών, είναι στα 0,7 – 0,8 m. Επομένως το σύνολο της ακτογραμμής της Ίου εντάσσεται στην κατηγορία χαμηλής τρωτότητας (πίνακας 22) (Εικ.32).

Πίνακας 22 Βαθμονόμηση της παραμέτρου του μέσου σημαντικού ύψους κύματος

Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
Μέσο σημαντικό ύψος κύματος (m)	<0,55	0,55 – 0,85	0,85 – 1,05	1,05 – 1,25	>1,25	
Μήκος (%)		100				100
Μήκος (km)		110,1				110,1



Εικόνα 32 Χάρτης βαθμονόμησης μέσου σημαντικού ύψους κύματος

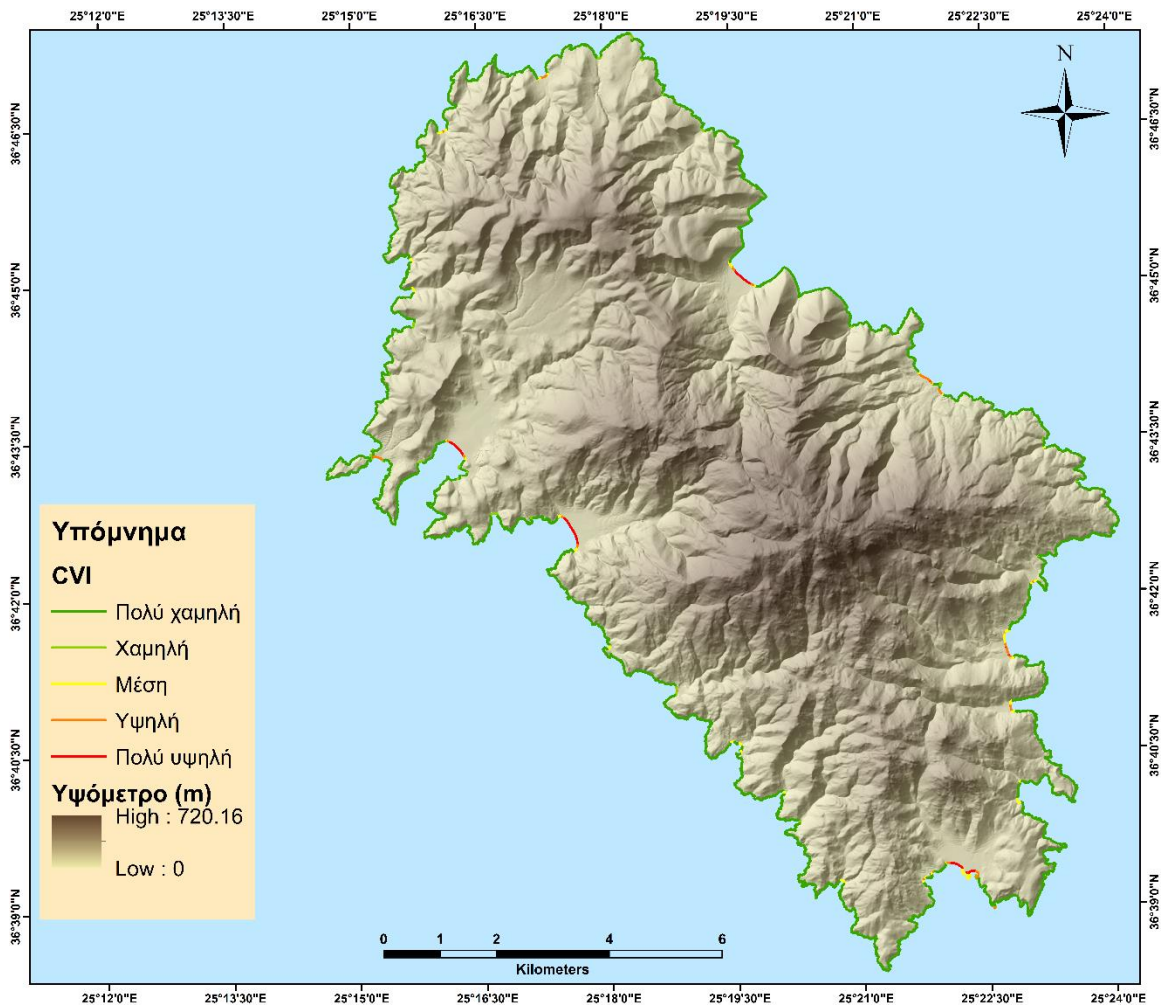
4.1.7 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας

Αφού βαθμονομήθηκε η τρωτότητα των γεωλογικών και φυσικών μεταβλητών ως προς την παράκτια διάβρωση σε σχέση με μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, ακολούθησε ο μαθηματικός υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας. Οι υπολογισμένες τιμές του CVI κατά μήκος της ακτογραμμής της Ίου, κυμαίνονται από 5 έως 25. Το 92,37% του συνολικού μήκους της ακτογραμμής το οποίο αντιστοιχεί σε 101,74 km, χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή τρωτότητα και απαντά σχεδόν σε όλο το μήκος της παράκτιας ζώνης. Ακολουθεί ποσοστό 2,64% το οποίο αντιστοιχεί σε 2,91 km και παρουσιάζει μεσαία τρωτότητα. Το 1,74 % αντιστοιχεί σε 1,91 km και χαρακτηρίζεται από υψηλή τρωτότητα, ενώ η χαμηλή τρωτότητα αντιπροσωπεύεται από ένα ποσοστό 1,69% το οποίο αντιστοιχεί σε 1,86 km. Το μικρότερο ποσοστό του συνόλου της

ακτογραμμής της Ίου χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλή τρωτότητα και αντιστοιχεί σε 1,72 km (πίνακας 23) (Εικ.33).

Πίνακας 23 Βαθμονόμηση Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας

Βαθμονόμηση τρωτότητας	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)	Σύνολο
CVI	5 – 7,07	7,07 - 10	10 – 11,18	11,18 – 19,36	19,36 - 25	
Μήκος (%)	92,37	1,69	2,64	1,74	1,56	100
Μήκος (km)	101,74	1,86	2,91	1,91	1,72	110,1



Εικόνα 33 Χάρτης βαθμονόμησης παράκτιας τρωτότητας

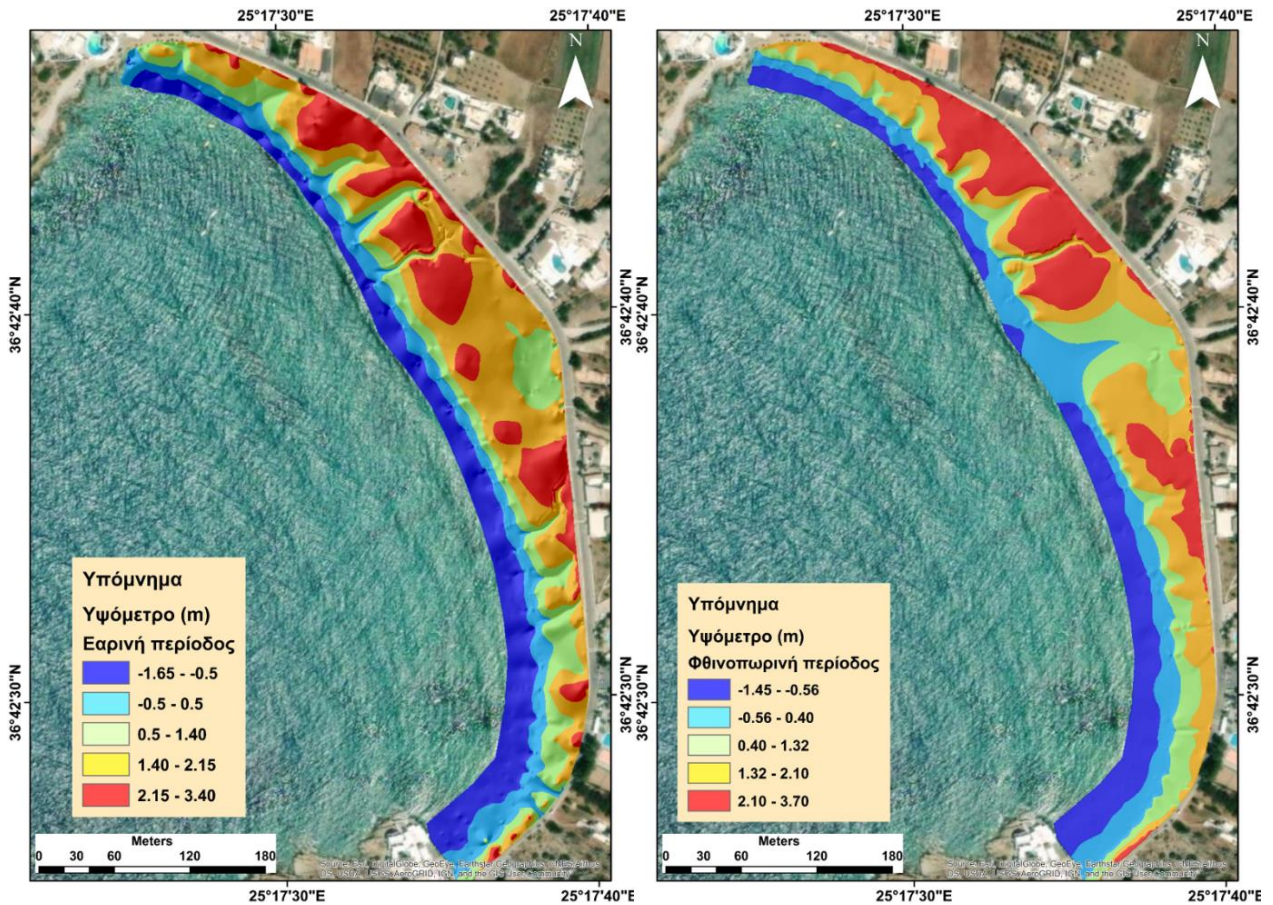
4.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των παραλιών Μυλοπότας και Μαγγανάρι

Από τις “ευάλωτες” παράκτιες περιοχές που αναγνωρίστηκαν, έπειτα από την εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, έγινε επιλογή των παραλιών Μυλοπότας και Μαγγανάρι για επισταμένη μελέτη σε εποχική κλίμακα.

4.2.1 Παραλία Μυλοπότας

Το μέγιστο υψόμετρο του χερσαίου τμήματος της παραλίας, όπως μετρήθηκε με το DGPS τον Σεπτέμβρη, είναι στα 3,7 m, ενώ από τις μετρήσεις του Απριλίου είναι στα 3,4 m και εντοπίζεται στο ΒΔ τμήμα της παραλίας και για τις δύο εποχές.

Σύμφωνα με το Ψηφιακό Μοντέλου Εδάφους, κατά την εαρινή περίοδο των μετρήσεων, η συγκέντρωση υλικού στην παραλία χαρακτηρίζει το χερσαίο τμήμα της από υψόμετρο μεταξύ 0,5-2,15 m, ενώ μεγαλύτερο υψόμετρο εμφανίζεται κατά τόπους κυρίως στο κεντρικό και ΒΔ τμήμα της παραλίας. Εκατέρωθεν της ακτογραμμής, το βάθος κυμαίνεται περίπου μεταξύ -0,5-0 m και το υψόμετρο μεταξύ 0-0,5m για την εαρινή περίοδο και μεταξύ -0,56-0 m και 0-0,40 m για την φθινοπωρινή περίοδο. Κατά την φθινοπωρινή περίοδο, το υψόμετρο κυμαίνεται μεταξύ 0,40-2,10 m. Μέγιστα υψόμετρα μεταξύ 2,10-3,70 m εμφανίζονται κυρίως στο ΒΔ τμήμα της παραλίας (Εικ.34).

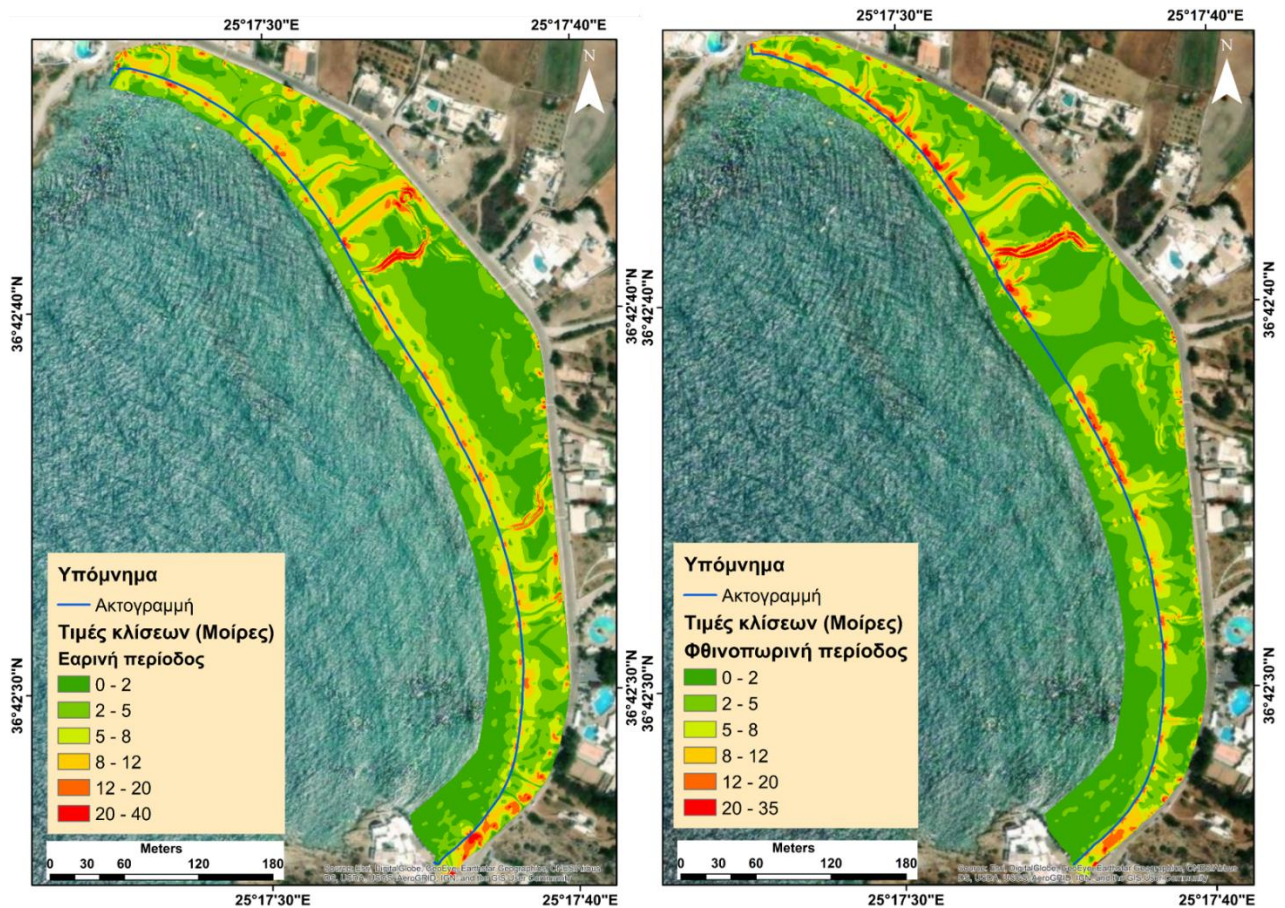


Εικόνα 34 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) της παραλίας Μυλοπότας για τις περιόδους μελέτης

Σύμφωνα με τον χάρτη μορφολογικών κλίσεων, κατά την εαρινή περίοδο η παραλία του Μυλοπότα χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις σε όλο το μήκος της που κυμαίνονται μεταξύ 0° - 2° και 2° - 5° . Παράλληλα και σε μικρή απόσταση από την ακτογραμμή σημειώνονται κλίσεις με τιμές από 5° έως 12° όπου σε ορισμένα σημεία παίρνουν και τιμές από 12° έως 20° , υποδεικνύοντας την ύπαρξη ζώνης berm. Μεγάλες τιμές κλίσεων μεταξύ 20° έως 40° σημειώνονται προς το βορειοδυτικό τμήμα της παραλίας. Στο υποθαλάσσιο τμήμα οι κλίσεις είναι κυρίως ήπιες, εκτός από το βορειοδυτικό τμήμα της παραλίας όπου σημειώνονται κλίσεις με μέγιστες τιμές από 12° έως 40° .

Κατά την φθινοπωρινή περίοδο η παραλία επίσης χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις (0° - 5°). Παράλληλα προς την ακτογραμμή οι κλίσεις κυμαίνονται κυρίως μεταξύ 5° έως 8° , ενώ σημειώνονται και κλίσεις από 12° έως 20° , υποδεικνύοντας τη διατήρηση της ζώνης berm από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο. Οι μέγιστες τιμές κλίσεων μεταξύ

20⁰ έως 35⁰ απαντούν επίσης προς το βορειοδυτικό τμήμα της παραλίας και οφείλονται σε συσσώρευση άμμου λόγω των ανθρωπογενών παρεμβάσεων από την καλοκαιρινή-τουριστική περίοδο. Το υποθαλάσσιο τμήμα χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις οι οποίες μεταβάλλονται σε μικρή έκταση στο βορειοδυτικό τμήμα λαμβάνοντας τιμές από 20⁰ έως 35⁰ (Εικ.35).



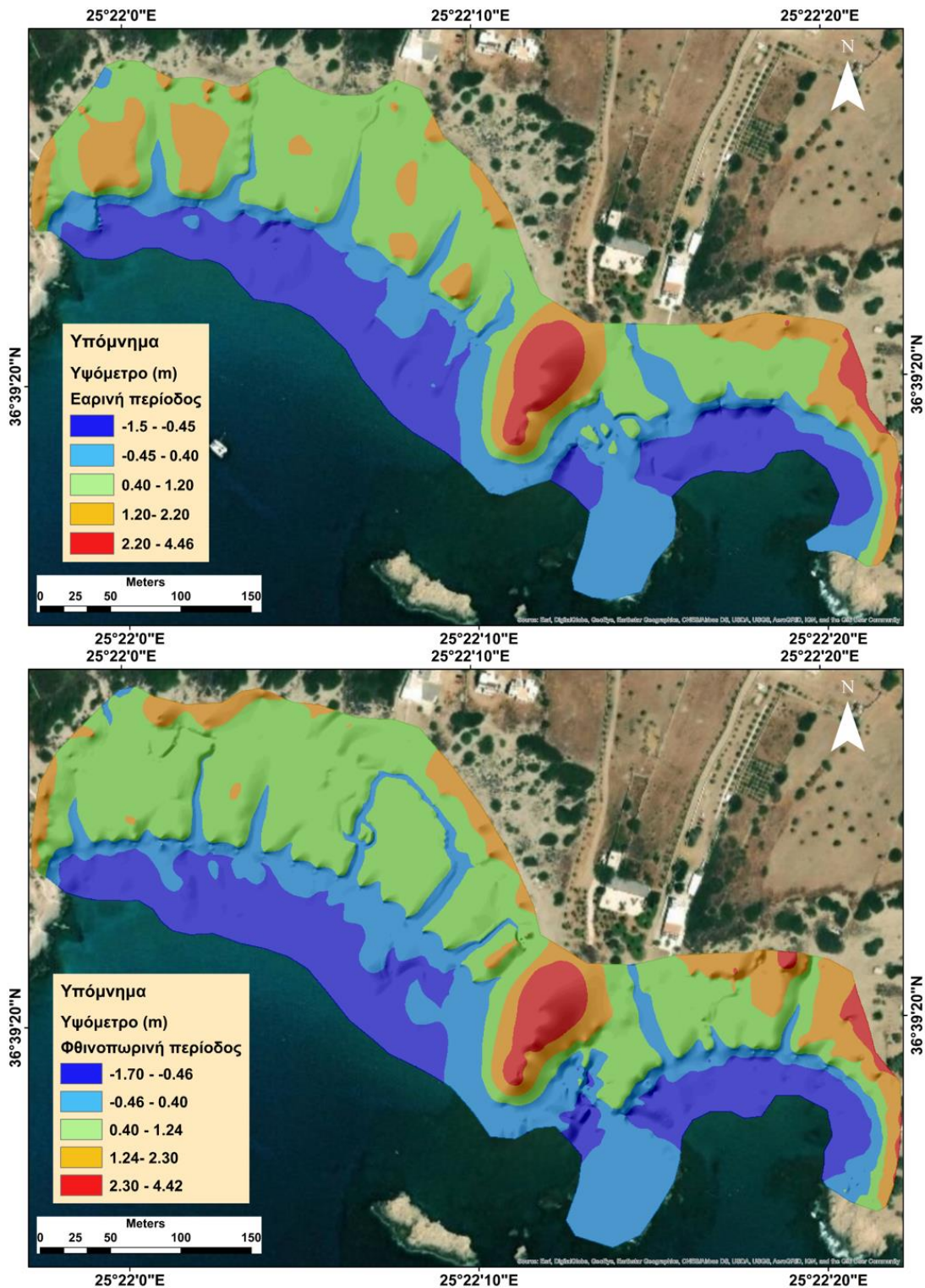
Εικόνα 35 Χάρτης μορφολογικών κλίσεων παραλίας Μυλοπότα

4.1.2 Παραλία Μαγγανάρι

Το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής μελέτης σημειώνεται στα 4,42 m και βρίσκεται στην ενδιάμεση των δύο κόλπων προέλαση της χέρσου, όπου πρόκειται για μητρικό πέτρωμα. Στον ανατολικό κόλπο σχηματίζεται ένα μικρού μεγέθους τόμπολο για το οποίο αποτυπώθηκε η δεδομένη ακτογραμμή.

Στην παραλία Μαγγανάρι, σύμφωνα με το Ψηφιακό Μοντέλου Εδάφους, η εαρινή περίοδος χαρακτηρίζεται κυρίως από υψόμετρα μεταξύ 0,40-1,20 m στο χερσαίο τμήμα

της παραλίας. Υψόμετρα μεταξύ 1,20-2,20 m εμφανίζονται κυρίως στο Δ και ΝΑ τμήμα της παραλίας. Μέγιστα υψόμετρα μεταξύ 2,20-4,46 m εμφανίζονται κυρίως στην ενδιάμεση εμφάνιση μητρικού πετρώματος και για τις δύο εποχές. Εκατέρωθεν της ακτογραμμής, το βάθος κυμαίνεται περίπου από -0,45-0 m και το υψόμετρο από 0-0,4 m και για τις δύο εποχές. Κατά την φθινοπωρινή περίοδο, το υψόμετρο κυμαίνεται κυρίως μεταξύ 0,40-1,24 m σε όλη την έκταση του χερσαίου τμήματος της παραλίας. Στο ΝΑ τμήμα εμφανίζονται και υψόμετρα μεταξύ 1,24-2,30 m (Εικ.36).

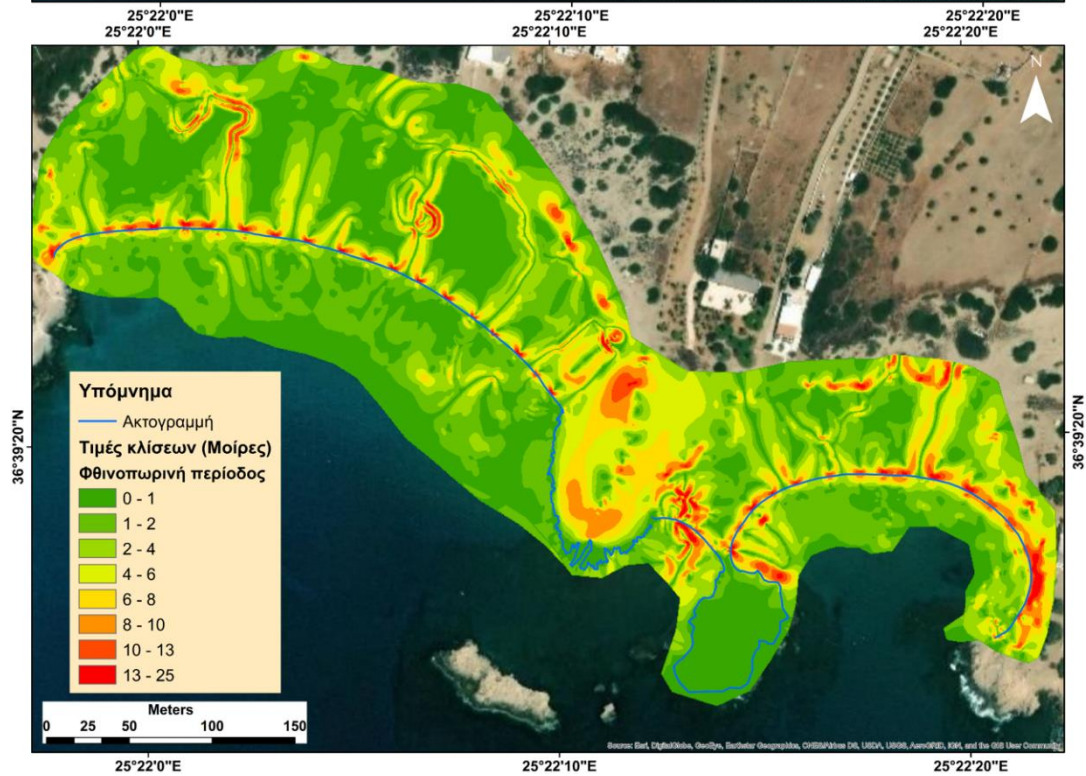
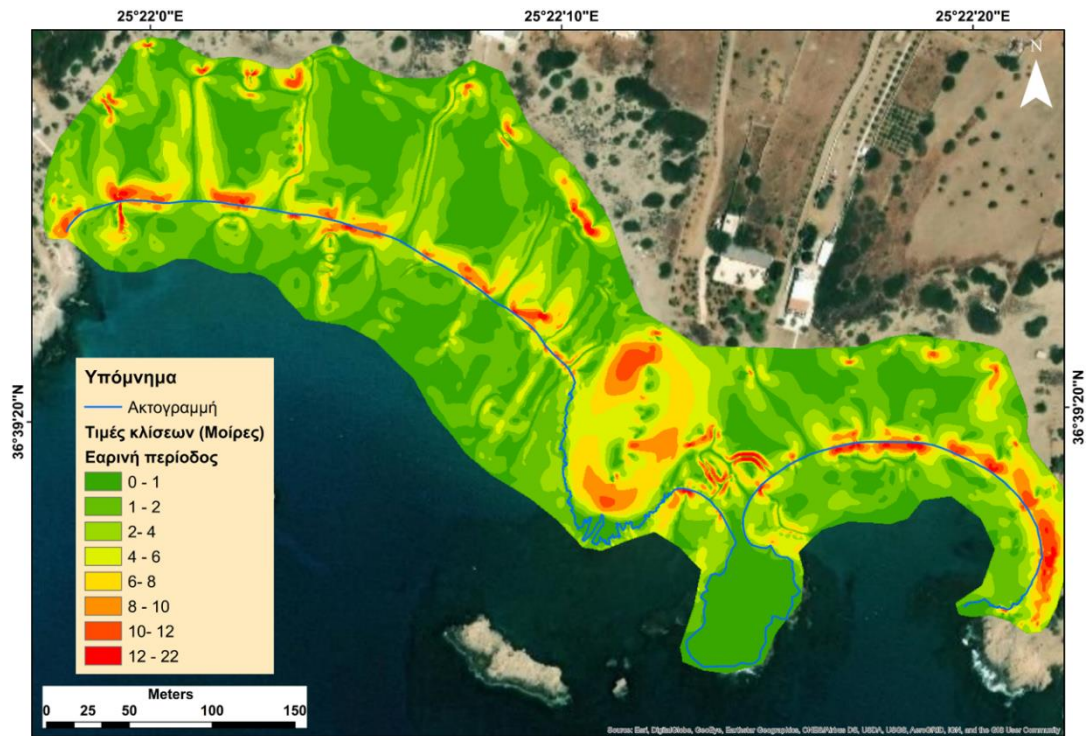


Εικόνα 36 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) της παραλίας Μαγγανάρι για τις περιόδους μελέτης

Σύμφωνα με τον χάρτη μορφολογικών κλίσεων, κατά την εαρινή περίοδο επικρατούν ήπιες κλίσεις από 0° έως 2° σε όλη την έκταση της παραλίας, τόσο στο χερσαίο

τμήμα και στο υποθαλάσσιο τμήμα της. Έντονες κλίσεις εμφανίζονται παράλληλα προς την ακτογραμμή, υποδεικνύοντας την ύπαρξη ζώνης berm με μέγιστη τιμή τις 22° . Στο ενδιάμεσο χερσαίο τμήμα σημειώνονται κυρίως κλίσεις με τιμές από 4° έως 12° . Κλίσεις μεταξύ 12° - 22° οι οποίες απαντούν κατά τόπους κυρίως στο ανώτερο όριο της παραλίας οφείλονται στη συσσώρευση φερτών υλικών από το υδρογραφικό δίκτυο αλλά και στην παρουσία αμμοθινών.

Κατά την φθινοπωρινή περίοδο, οι ήπιες κλίσεις μεταξύ 0° - 2° διατηρούνται σε όλη την έκταση της παραλίας. Έντονες κλίσεις μεταξύ 8° έως 25° , εμφανίζονται επίσης παράλληλα προς την παραλία υποδεικνύοντας τη διατήρηση της ζώνης berm από την άνοιξη προς το φθινόπωρο, όπως συμβαίνει και στην παραλία του Μυλοπότα. Ομοίως διατηρούνται και οι κλίσεις μεταξύ 4° - 13° στο ενδιάμεσο χερσαίο τμήμα. (Εικ.37)



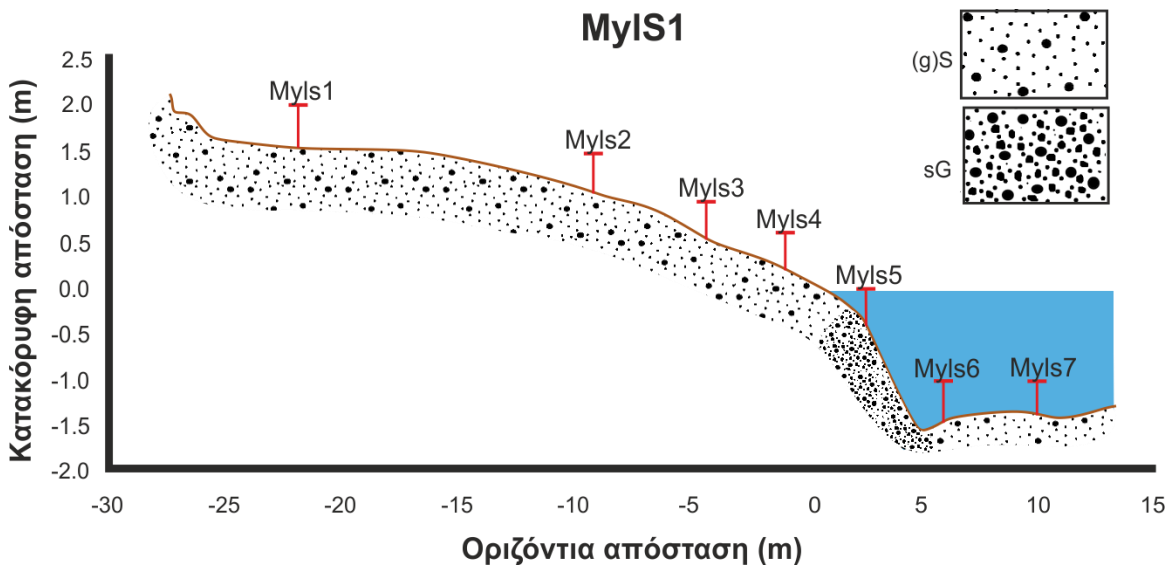
Εικόνα 37 Χάρτης μορφολογικών κλίσεων παραλίας Μαγγανάρι

4.3 Τοπογραφικές τομές και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά παραλιών μελέτης

Τα αποτελέσματα της αποτύπωσης του χερσαίου και υποθαλάσσιου τμήματος καθώς και ο προσδιορισμός των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών των παραλιών, παρουσιάζονται παρακάτω ανά εποχή εργασιών υπαίθρου.

4.3.1 Παραλία Μυλοπότας- Εαρινή περίοδος

Τομή MylS1



Εικόνα 38 Προφίλ τομής MylS1 και θέσεις δειγματοληψίας

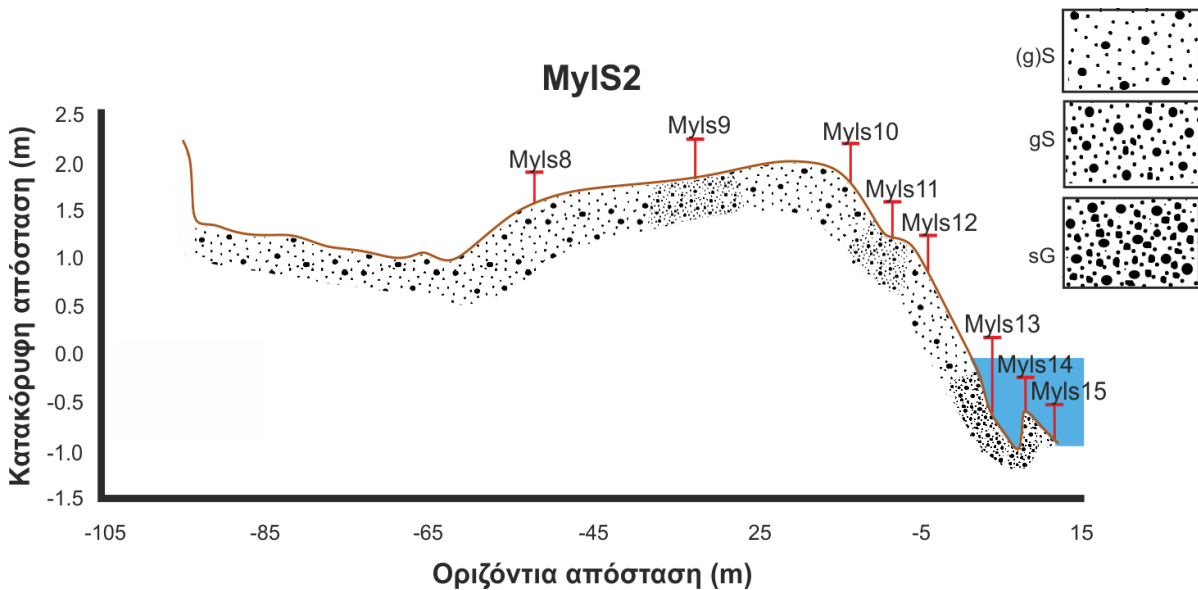
Η τομή MylS1 βρίσκεται στο ΒΔ τμήμα της παραλίας και έχει μήκος 43 m. Το χερσαίο τμήμα της τομής αποτελούν τα δείγματα Myls1, Myls2, Myls3 και Myls4 τα οποία συλλέχθηκαν από ύψος 1,47 m, 0,967 m, 0,44 m και 0,14 m αντίστοιχα. Από το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής συλλέχθηκαν τα δείγματα Myls5, Myls6 και Myls7 σε βάθη -0,64 m, -1,46 m και -1,44 m αντίστοιχα (Εικ.38). Το ανάγλυφο του χερσαίου τμήματος μέχρι και την ακτογραμμή χαρακτηρίζεται από ομαλή κλίση και αποτελείται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο με μέτρια ταξινόμηση, αρνητική έως συμμετρική λοξότητα και λεπτόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση. Σε απόσταση 5m από την ακτογραμμή παρατηρείται βύθισμα βάθους 1,56 m, το οποίο εξομαλύνεται για τα υπόλοιπα 10 m της τομής. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται από αμμόδες χαλίκι το οποίο μεταπίπτει σε

ελαφρώς χαλικώδη άμμο. Χαρακτηρίζονται από μέτρια έως φτωχή ταξινόμηση, αρνητική λοξότητα και μεσόκυρτη κύρτωση (πίνακας 24).

Πίνακας 24 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής Myls1

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Myls1	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls2	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls3	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls4	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls5	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Φτωχή	Αμμώδες χαλίκι- sG
Myls6	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls7	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Φτωχή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

Τομή Myls2



Εικόνα 39 Προφίλ τομής Myls2 και θέσεις δειγματοληψίας

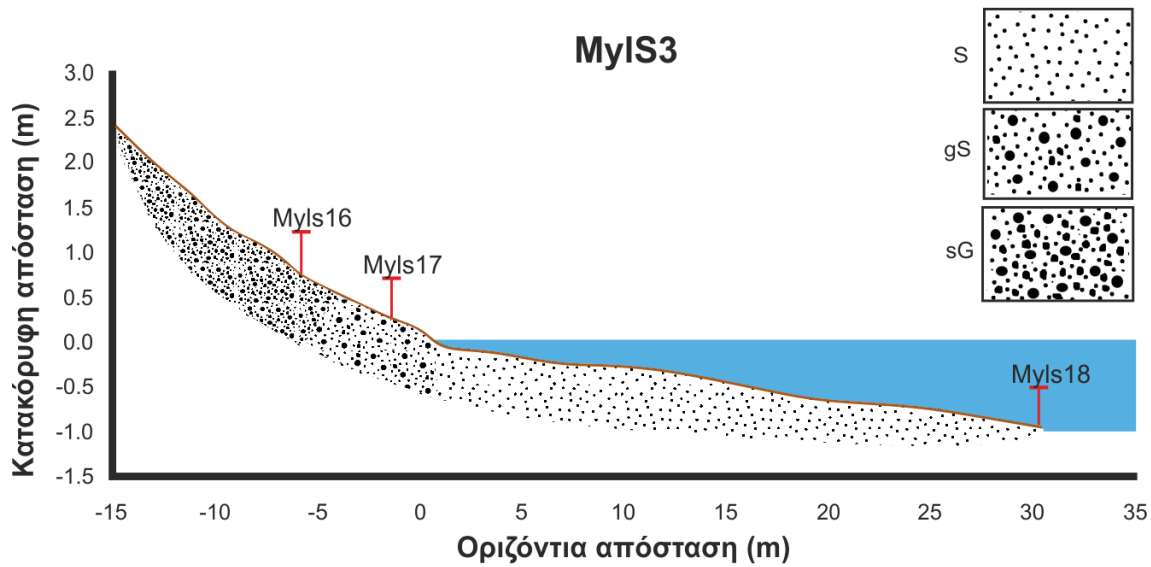
Η τομή Myls2 βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της παραλίας του Μυλοπότα. Το χερσαίο τμήμα της τομής αποτελείται από τα δείγματα Myls8, Myls9, Myls10, Myls11 και Myls12 τα οποία συλλέχθηκαν σε ύψος 1,55 m, 1,81 m, 1,8 m, 1,17 m και 0,92 m αντίστοιχα. Το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής αποτελείται από τα δείγματα Myls13, Myls14 και Myls15 σε βάθη -0,66 m, -0,52 m και -0,88 m αντίστοιχα (Εικ.39). Το χερσαίο

τμήμα μεταξύ 90-60 m απόστασης από την ακτογραμμή χαρακτηρίζεται από ομαλή κλίση με υψόμετρο από 1,4 m έως 1 m. Σε απόσταση περίπου 13 m και 6,5 m από την ακτογραμμή διακρίνονται δύο berms. Τα ιζήματα της χέρσου αποτελούνται από εναλλαγές μεταξύ ελαφρώς χαλικώδους άμμου και χαλικώδους άμμου, με ταξινόμηση από μετρίως καλή έως φτωχή, αρνητική έως θετική λοξότητα και λεπτόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση. Η κλίση γίνεται απότομη από το πρώτο berm μέχρι και το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής, με την παρουσία βυθίσματος μέγιστου βάθους 1 m, σε απόσταση 7 m από την ακτογραμμή. Το απότομο βύθισμα συνοδεύεται από ύβωμα ύψους 0,5 m. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται από αμμώδες χαλίκι και χαλικώδη άμμο, μέτρια έως φτωχή ταξινόμηση, συμμετρική έως πολύ θετική λοξότητα και μεσόκυρτη έως πολύ πλατύκυρτη κύρτωση (πίνακας 25).

Πίνακας 25 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής Myls2

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Myls8	Θετική	Πλατύκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls9	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Myls10	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls11	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Χαλικώδης άμμος-gS
Myls12	Συμμετρική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myls13	Συμμετρική	Πολύ πλατύκυρτο	Φτωχή	Αμμώδες χαλίκι-sG
Myls14	Πολύ θετική	Πλατύκυρτο	Φτωχή	Αμμώδες χαλίκι-sG
Myls15	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Χαλικώδης άμμος-gS

Τομή MyIS3



Εικόνα 40 Προφίλ τομής MyIS3 και θέσεις δειγματοληψίας

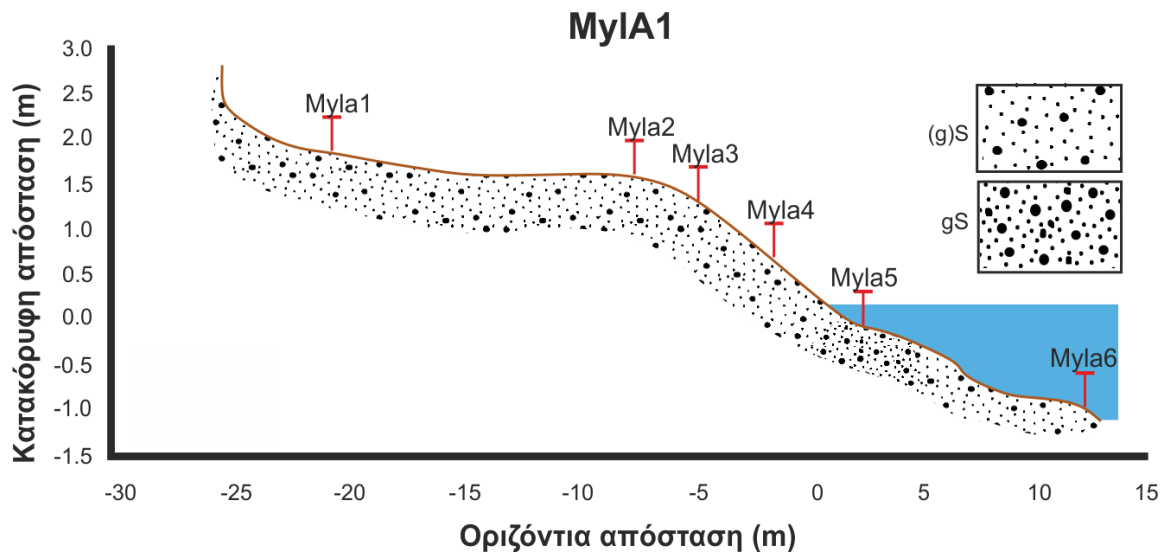
Η τομή MyIS3 βρίσκεται το ΝΑ τμήμα της παραλίας. Από τη τομή συλλέχθηκαν τα δείγματα Myls16 και Myls17 από το χερσαίο τμήμα σε ύψος 0,7 m και 0,29 m αντίστοιχα. Από το υποθαλάσσιο τμήμα συλλέχθηκε το δείγμα Myls18 σε βάθος -0,97 m (Εικ.40). Η μορφολογία του ανάγλυφου παρουσιάζει απότομη κλίση μέχρι την ακτογραμμή η οποία ομαλοποιείται στο υποθαλάσσιο τμήμα μέχρι την απόσταση των 30 m από την ακτογραμμή. Τα ιζήματα του χερσαίου τμήματος χαρακτηρίζονται από αμμώδες χαλίκι και χαλικώδη άμμο, φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση, πολύ αρνητική λοξότητα και πολύ λεπτόκυρτη έως πολύ πλατύκυρτη κύρτωση. Ο πυθμένας χαρακτηρίζεται από άμμο, καλής ταξινόμησης, με αρνητική λοξότητα και λεπτόκυρτη κύρτωση (πίνακας 26).

Πίνακας 26 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MyIS3

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Myls16	Πολύ αρνητική	Πολύ πλατύκυρτο	Πολύ φτωχή	Αμμώδες χαλίκι-sG
Myls17	Πολύ αρνητική	Πολύ λεπτόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Myls18	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Καλή	Άμμος-S

4.3.2 Παραλία Μυλοπότας-Φθινοπωρινή περίοδος

Τομή MyIA1



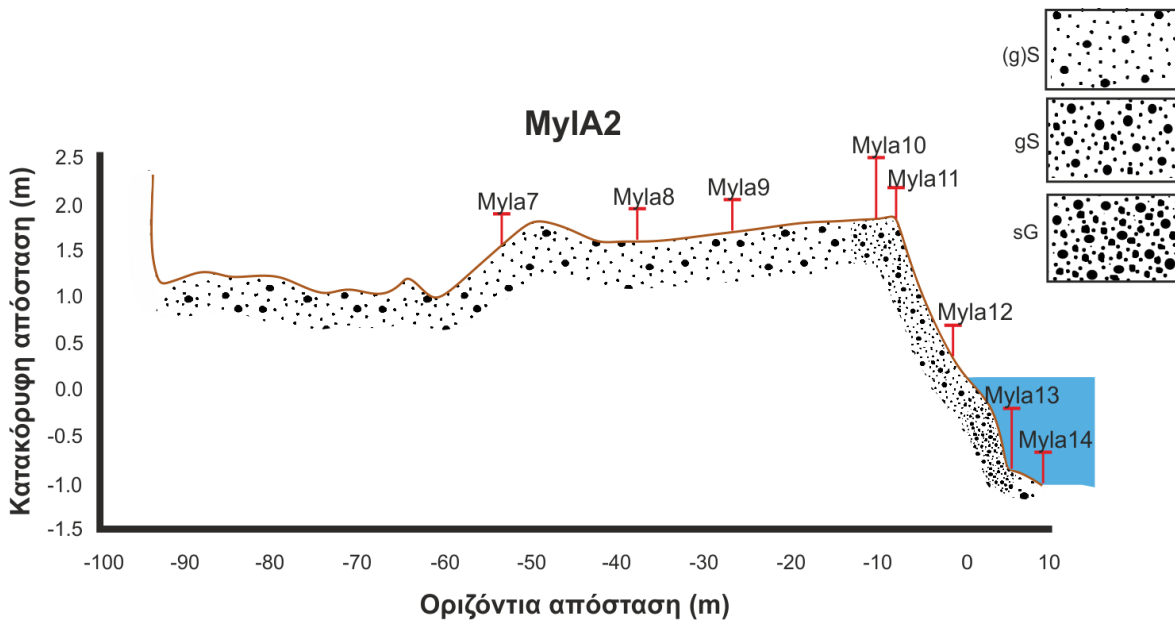
Εικόνα 41 Προφίλ τομής MyIA1 και θέσεις δειγματοληψίας

Η τομή MyIA1 βρίσκεται στο ΒΔ τμήμα της παραλίας. Τα δείγματα Myla1, Myla2, Myla3 και Myla4 αντιπροσωπεύουν το χερσαίο τμήμα της τομής στα ύψη των 1,86 m, 1,0 m, 1,35 m και 0,7 m, ενώ τα δείγματα Myla5 και Myla6 σε βάθος -0,04 m και -1,02 m αντιπροσωπεύουν το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής (Εικ.41). Το χερσαίο ανάγλυφο παρουσιάζει ομαλή κλίση, η οποία γίνεται απότομη σε απόσταση 5m από την ακτογραμμή μέχρι το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής. Η μεταβολή αυτή στην κλίση οφείλεται στην εμφάνιση ζώνης berm με ύψος περίπου 1,35 m. Το χερσαίο τμήμα αποτελείται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο και χαρακτηρίζεται από μέτρια ταξινόμηση, λεπτόκυρτη έως μεσόκυρτη κύρτωση και αρνητική έως συμμετρική λοξότητα. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται από χαλικώδη έως ελαφρώς χαλικώδη άμμο και χαρακτηρίζονται από φτωγή έως μέτρια ταξινόμηση, μεσόκυρτη κύρτωση και αρνητική έως θετική λοξότητα (πίνακας 27).

Πίνακας 27 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής Myla1

ΤΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Myla1	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla2	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla3	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla4	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla5	Θετική	Μεσόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Myla6	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

Τομή Myla2



Εικόνα 42 Προφίλ τομής Myla2 και θέσεις δειγματοληψίας

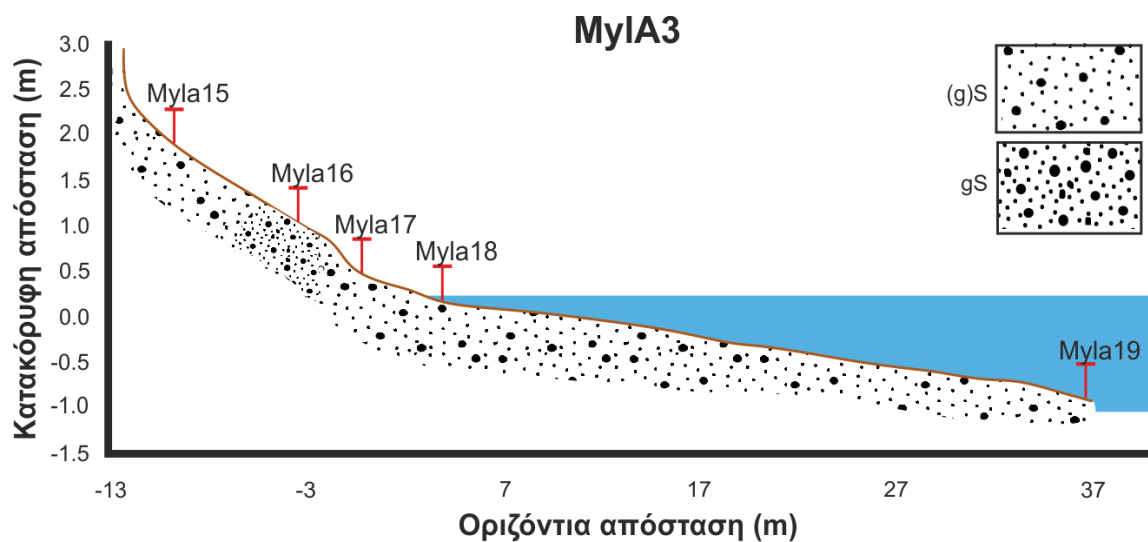
Η τομή Myla2 βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της παραλίας. Το χερσαίο τμήμα της τομής αποτελείται από τα δείγματα Myla7, Myla8, Myla9, Myla10, Myla11 και Myla12 σε ύψος 1,55 m, 1,59 m, 1,7 m, 1,83 m, 1,85 m και 0,36 m αντίστοιχα. Τα υποθαλάσσια δείγματα Myla13 και Myla14 συλλέχθηκαν από βάθη -0,87 m και -1,03 m (Εικ.42). Το πλάτος του χερσαίου τμήματος είναι περίπου 95 m και αποτελείται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο που μεταπίπτει σε χαλικώδη άμμο προς την ακτογραμμή. Σε απόσταση περίπου 7,5 m από την ακτογραμμή και σε ύψος 1,85 m διακρίνεται berm πέραν

του οποίου η κλίση γίνεται απότομη μέχρι και σε απόσταση 10 m από την ακτογραμμή προς τη θάλασσα. Τα ιζήματα της χέρσου παρουσιάζουν φτωχή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, αρνητική έως θετική λοξότητα και λεπτόκυρτη έως μεσόκυρτη κύρτωση. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται από αμμώδες χαλίκι και ελαφρώς χαλικώδης άμμο, με μέτρια ταξινόμηση, λεπτόκυρτη κύρτωση και αρνητική έως πολύ αρνητική λοξότητα (πίνακας 28).

Πίνακας 28 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής Myla2

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Myla7	Θετική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla8	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla9	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla10	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Χαλικώδης άμμος-gS
Myla11	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Myla12	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μέτρια	Χαλικώδης άμμος-gS
Myla13	Πολύ αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Αμμώδες χαλίκι-sG
Myla14	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

Τομή Myla3



Εικόνα 43 Προφίλ τομής Myla3 και θέσεις δειγματοληψίας

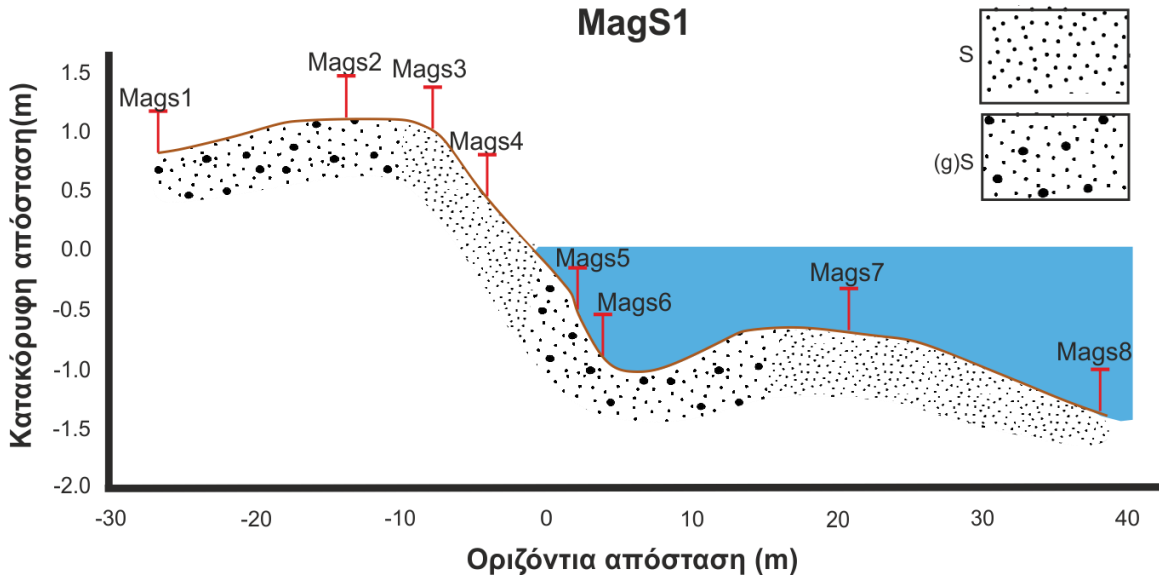
Η τομή MylA3 βρίσκεται στο ΝΑ τμήμα της παραλίας. Από το χερσαίο τμήμα της τομής συλλέχθηκαν τα δείγματα Myla15, Myla16 και Myla17 από ύψος 1,78 m, 0,77 m και 0,19 m αντίστοιχα. Τα δείγματα Myla18 και Myla19 συλλέχθηκαν σε βάθη -0,15 m και -1,32 m από το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής (Εικ.43). Το χερσαίο τμήμα χαρακτηρίζεται από απότομη κλίση μέχρι και την ακτογραμμή. Τα ιζήματα χαρακτηρίζονται από εναλλαγή μεταξύ ελαφρώς χαλικώδους άμμου και χαλικώδους άμμου με μέτρια έως μετρίως καλή ταξινόμηση, πολύ λεπτόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση και αρνητική έως πολύ αρνητική λοξότητα. Από την ακτογραμμή μέχρι και σε απόσταση 37 m η κλίση γίνεται ηπιότερη. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο, μέτρια έως καλή ταξινόμηση αρνητική λοξότητα και λεπτόκυρτη έως μεσόκυρτη κύρτωση (πίνακας 29).

Πίνακας 29 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MylA3

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Myla15	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla16	Πολύ αρνητική	Πολύ λεπτόκυρτο	Μέτρια	Χαλικώδης άμμος-gS
Myla17	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla18	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Myla19	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

4.3.3 Παραλία Μαγγανάρι- Εαρινή περίοδος

Τομή MagS1



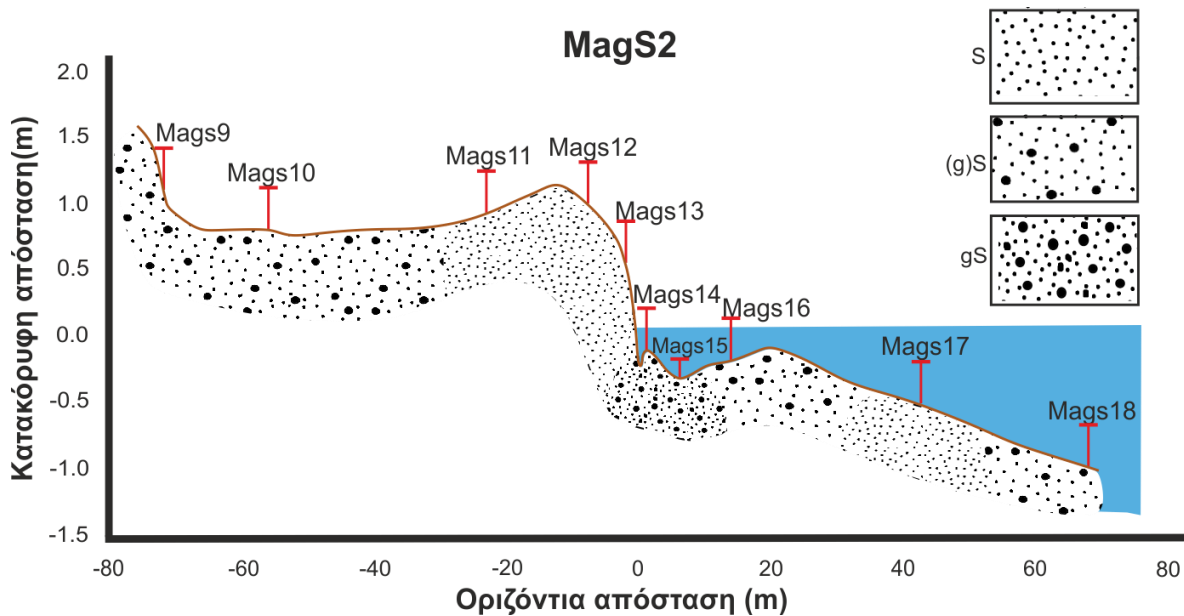
Εικόνα 41 Προφίλ τομής MagS1 και θέσεις δειγματοληψίας

Η τομή MagS1 βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα του ανατολικού κόλπου. Τα δείγματα Mags1, Mags2, Mags3 και Mags4 συλλέχθηκαν από το χερσαίο τμήμα της τομής σε ύψος 0,84 m, 1,12 m, 1,03 m και 0,401 m. Το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής απαρτίζονται τα δείγματα Mags5, Mags6, Mags7 και Mags8 σε βάθη -0,54 m, -0,95 m, -0,7 m και -1,41 m αντίστοιχα (Εικ.44). Το χερσαίο τμήμα έχει πλάτος περίπου 27 m με ήπια κλίση μέχρι τα 8 m από τη ακτογραμμή όπου διακρίνεται berm. Τα ιζήματα του χερσαίου τμήματος αποτελούνται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο η οποία προς την ακτογραμμή μεταπίπτει σε άμμο και χαρακτηρίζονται από μέτρια έως καλή ταξινόμηση, λεπτόκυρτη έως μεσόκυρτη κύρτωση και αρνητική έως θετική λοξότητα. Από το berm μέχρι και την ακτογραμμή η κλίση γίνεται απότομη η οποία, σε απόσταση περίπου 6m από την ακτογραμμή συνοδεύεται από βύθισμα μέγιστου βάθους 1m. Ακολουθεί ύβωμα πλάτους περίπου 10 m το οποίο ομαλοποιείται μέχρι το τέλος της τομής. Τα ιζήματα του πυθμένα χαρακτηρίζονται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο η οποία μεταπίπτει σε άμμο, με μετρίως καλή έως μέτρια ταξινόμηση, μεσόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση και συμμετρική έως θετική λοξότητα (πίνακας 30).

Πίνακας 30 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MagS1

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Mags1	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags2	Θετική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags3	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Καλή	Άμμος-S
Mags4	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags5	Θετική	Πλάτύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags6	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags7	Θετική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags8	Θετική	Πλάτύκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S

Τομή MagS2



Εικόνα 42 Προφίλ τομής MagS2 και θέσεις δειγματοληψίας

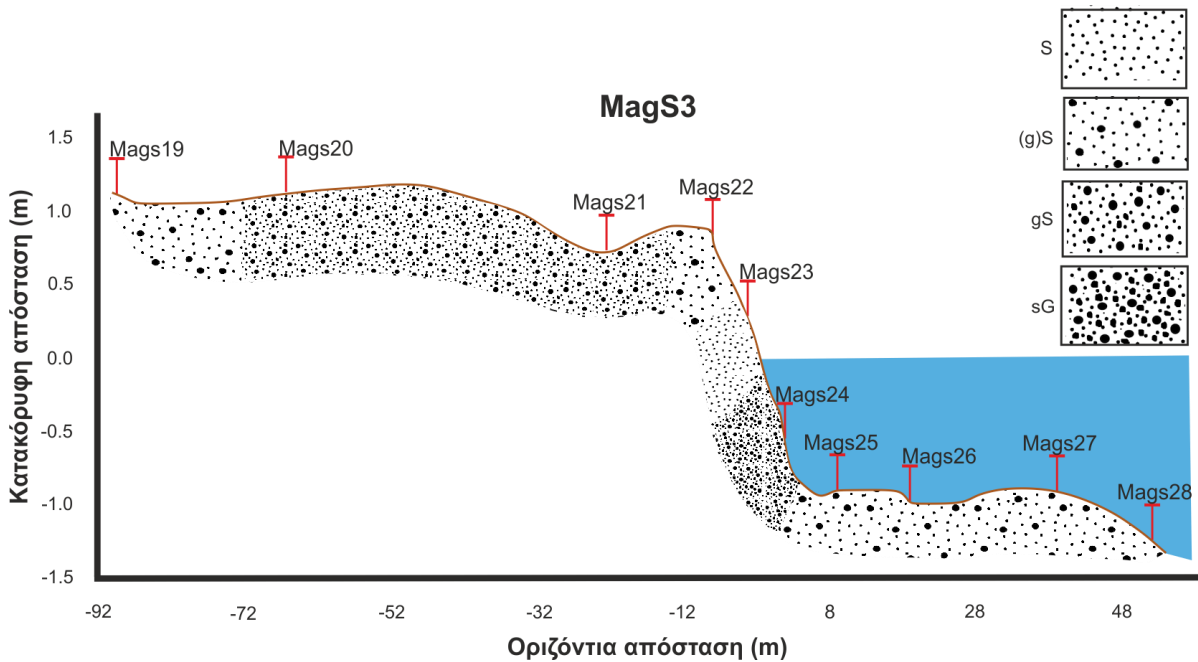
Η τομή MagS2 βρίσκεται στο νότιο τμήμα του δυτικού κόλπου. Τα δείγματα Mags9, Mags10, Mags11, Mags12 και Mags13 αποτελούν το χερσαίο τμήμα της τομής και συλλέχθηκαν από ύψη 1,1 m, 0,81 m, 0,94 m, 1 m και 0,53 m αντίστοιχα. Το υποθαλάσσιο τμήμα αποτελείται από τα δείγματα Mags14, Mags15, Mags16, Mags17 και Mags18 σε βάθη -0,11 m, -0,32 m, -0,2 m, -0,53 m και -0,99 m αντίστοιχα (Εικ.45). Το ανώτερο όριο της τομής είναι απότομο λόγω της ύπαρξης θινών και στη συνέχεια η κλίση

ομαλοποιείται. Σε απόσταση 15 m περίπου από την ακτογραμμή διακρίνεται berm, πέραν του οποίου η κλίση γίνεται απότομη μέχρι και την ακτογραμμή. Τα ιζήματα της παραλίας αποτελούνται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο έως άμμο, μετρίως καλή ταξινόμηση, ως επί τον πλείστον πλατύκυρτη κύρτωση και αρνητική έως συμμετρική λοξότητα. Στο υποθαλάσσιο τμήμα διακρίνεται μια αλληλουχία βυθισμάτων μικρού πλάτους τα οποία συνοδεύονται από υβώματα. Σε απόσταση 20 m από τη ακτογραμμή η κλίση γίνεται ομαλή. Τα ιζήματα του πυθμένα χαρακτηρίζονται από εναλλαγές μεταξύ χαλικώδους άμμου, ελαφρώς χαλικώδους άμμου και άμμου, με φτωχή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, πλατύκυρτη κύρτωση και αρνητική λοξότητα (πίνακας 31).

Πίνακας 31 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MagS2

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Mags9	Συμμετρική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags10	Συμμετρική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags11	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags12	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags13	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags14	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Mags15	Πολύ αρνητική	Πλατύκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Mags16	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags17	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags18	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

Τομή MagS3



Εικόνα 46 Προφίλ τομής MagS3 και θέσεις δειγματοληψίας

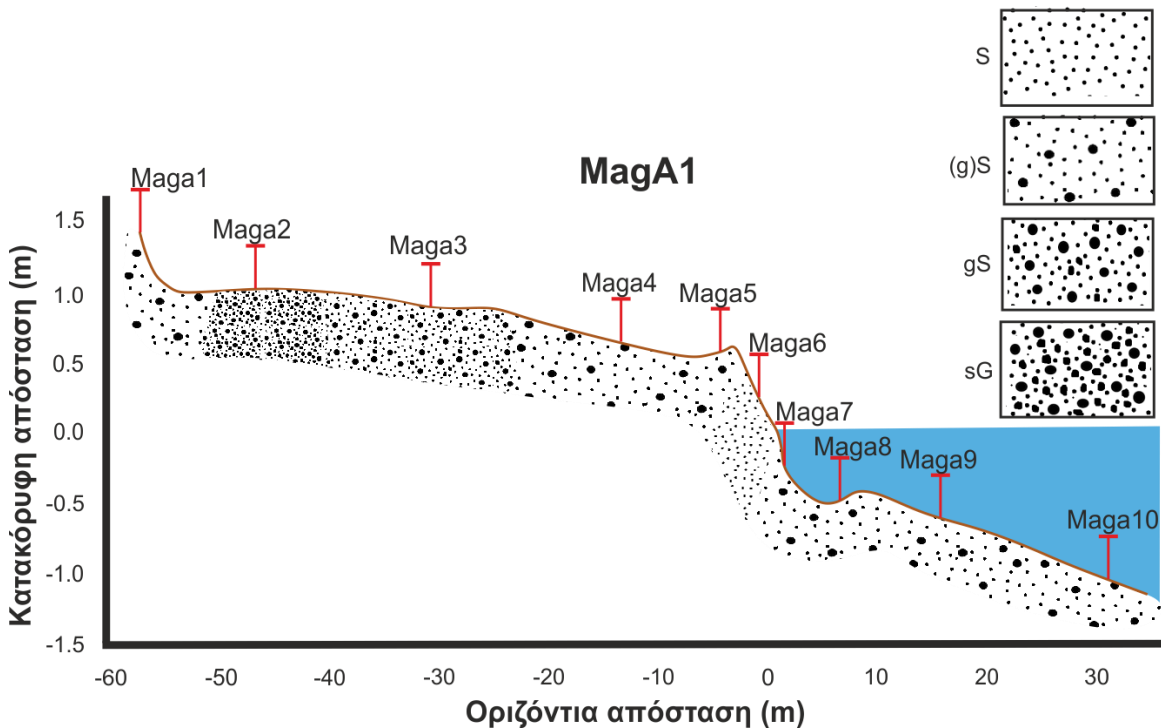
Η τομή MagS3 βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα του δυτικού κόλπου. Το χερσαίο τμήμα της τομής αποτελείται από τα δείγματα Mags19, Mags20, Mags21, Mags22 και Mags23 σε ύψος 1,14 m, 1,13 m, 0,73 m, 0,78 m και 0,28 m αντίστοιχα. Το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής αποτελείται από τα δείγματα Mags24, Mags25, Mags26, Mags27 και Mags28 σε βάθη -0,6 m, -0,9 m, -0,97 m, -0,90 m και -1,22 m αντίστοιχα (Εικ.46). Το χερσαίο ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από ομαλή κλίση, η οποία διακόπτεται από βύθισμα σε απόσταση περίπου 22 m από την ακτογραμμή. Στη συνέχεια, σε απόσταση περίπου 8m από την ακτογραμμή διακρίνεται berm πέραν του οποίου η κλίση γίνεται απότομη. Τα ιζήματα του χερσαίου τμήματος χαρακτηρίζονται από εναλλαγές μεταξύ ελαφρώς χαλικώδους άμμου έως άμμου, με φτωχή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, μεσόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση και πολύ αρνητική έως θετική λοξότητα. Στο υποθαλάσσιο τμήμα η κλίση του πυθμένα είναι σχεδόν ομαλή και τα ιζήματα του πυθμένα χαρακτηρίζονται ως επί των πλείστων από ελαφρώς χαλικώδη άμμο, μετρίως καλή ταξινόμηση, αρνητική λοξότητα και λεπτόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση (πίνακας 32).

Πίνακας 32 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MagS3

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Mags19	Συμμετρική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags20	Πολύ αρνητική	Πλατύκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Mags21	Θετική	Μεσόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Mags22	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags23	Θετική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Mags24	Θετική	Λεπτόκυρτο	Φτωχή	Αμμώδες χαλίκι-sG
Mags25	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags26	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags27	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Mags28	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

4.3.4 Παραλία Μαγανάρι- Φθινοπωρινή περίοδος

Τομή MagA1



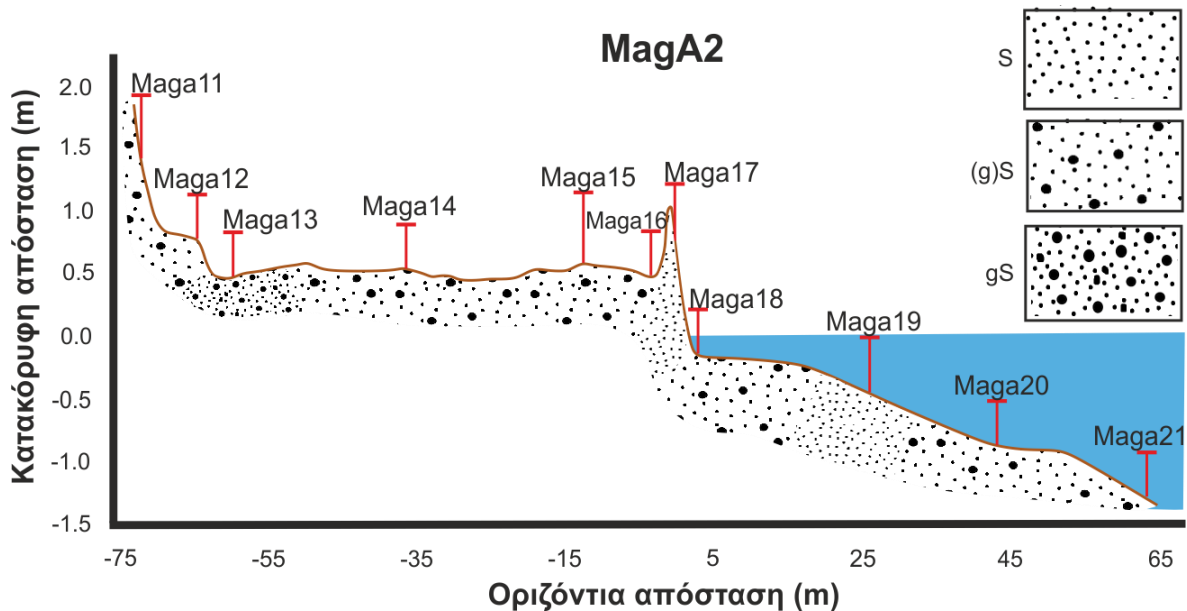
Εικόνα 47 Προφίλ τομής MagA1 και θέσεις δειγματοληψίας

Η τομή MagA1 βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα του ανατολικού κόλπου. Στο χερσαίο τμήμα βρίσκονται τα δείγματα Maga1, Maga2, Maga3, Maga4, Maga5 και Maga6 σε ύψος 1,44 m, 1,03 m, 0,9 m, 0,63 m, 0,57 m και 0,24 m. Το υποθαλάσσιο τμήμα αποτελείται από τα δείγματα Maga7, Maga8, Maga9 και Maga10 σε βάθη -0,24 m, -0,5 m, -0,6 m και -1,04 m (Εικ.47). Το χερσαίο ανάγλυφο παρουσιάζει ομαλή κλίση που σε απόσταση περίπου 3 m από την ακτογραμμή γίνεται απότομη, διακρίνοντας έτσι και την ύπαρξη berm. Τα ιζήματα της χέρσου αποτελούνται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο έως άμμο, ενώ εμφανίζεται και αμμώδες χαλίκι σε απόσταση 47 m από την ακτογραμμή. Χαρακτηρίζονται από φτωχή έως καλή ταξινόμηση, λεπτόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση και ως επί το πλείστον αρνητική λοξότητα. Η απότομη κλίση συνεχίζεται και μετά την ακτογραμμή, όπου σχηματίζεται ένα βύθισμα (κοιλότητα) βάθους 0,5 m. Το βύθισμα ακολουθείται από ύβωμα το οποίο εξομαλύνεται μέχρι το τέλος της τομής. Παρατηρείται ρήγωση του πυθμένα σε σχέση με το εαρινό προφίλ. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται κυρίως από ελαφρώς χαλικώδη άμμο, μετρίως καλή ταξινόμηση, πλατύκυρτη κύρτωση και θετική λοξότητα (πίνακας 33).

Πίνακας 33 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MagA1

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Maga1	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga2	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Φτωχή	Αμμώδες χαλίκι- sG
Maga3	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος- gS
Maga4	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga5	Θετική	Λεπτόκυρτο	Καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga6	Θετική	Μεσόκυρτο	Καλή	Άμμος-S
Maga7	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga8	Θετική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga9	Θετική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga10	Θετική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

Τομή MagA2



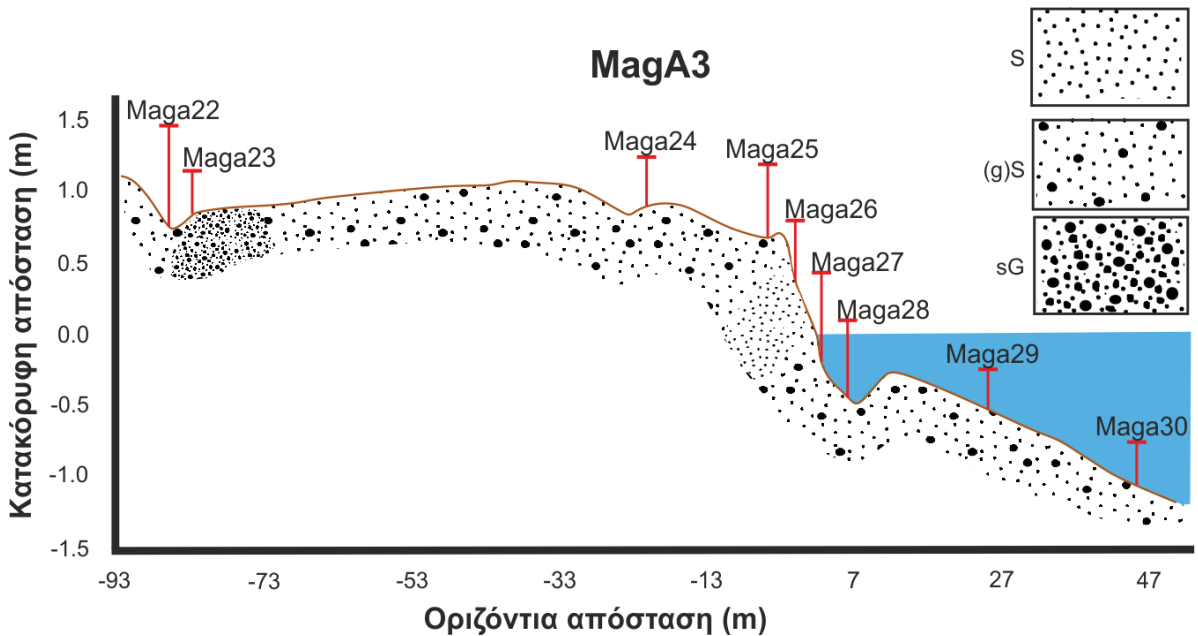
Εικόνα 48 Προφίλ τομής MagA2 και θέσεις δειγματοληψίας

Η τομή MagA2 βρίσκεται στο νότιο τμήμα του δυτικού κόλπου. Τα δείγματα Maga11, Maga12, Maga13, Maga14, Maga15, Maga16 και Maga17 συλλέχθηκαν από το χερσαίο τμήμα της τομής από ύψος 1,37 m, 0,77 m, 0,46 m, 0,55 m, 0,59 m, 0,47 m και 0,73 m. Τα υποθαλάσσια δείγματα Maga18, Maga19, Maga20 και Maga21 συλλέχθηκαν από βάθος -0,16 m, -0,45 m, -0,88 m και -1,30 m (Εικ.48). Στην αρχή της τομής το ανάγλυφο έχει απότομη κλίση λόγω της ύπαρξης θίνας, η οποία στη συνέχεια ομαλοποιείται. Σε απόσταση 0.6 m από την ακτογραμμή παρατηρείται berm ύψους 1,05 m, πέραν του οποίου η κλίση γίνεται πάλι απότομη μέχρι και την ακτογραμμή. Τα ιζήματα του χερσαίου τμήματος χαρακτηρίζονται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο έως άμμο, με φτωγή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, λεπτόκυρτη έως πλατύκυρτη κύρτωση και κυρίως αρνητική έως πολύ αρνητική λοξότητα. Μετά την ακτογραμμή η κλίση είναι ομαλή μέχρι 45 m, όπου στη συνέχεια εμφανίζεται ύψωμα ήπιας κλίσης, το οποίο εξομαλύνεται, μέχρι το τέλος της τομής στα 65 m. Τα ιζήματα του πυθμένα αποτελούνται κυρίως από ελαφρώς χαλικώδη άμμο, με μετρίως καλή έως καλή ταξινόμηση, λεπτόκυρτη έως μεσόκυρτη κύρτωση και αρνητική έως συμμετρική λοξότητα (πίνακας 34).

Πίνακας 34 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MagA2

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Maga11	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga12	Αρνητική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga13	Πολύ αρνητική	Λεπτόκυρτο	Φτωχή	Χαλικώδης άμμος-gS
Maga14	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga15	Πολύ αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga16	Θετική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga17	Συμμετρική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Maga18	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga19	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Καλή	Άμμος-S
Maga20	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga21	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

Τομή MagA3



Εικόνα 49 Προφίλ τομής MagA3 και θέσεις δειγματοληψίας

Η τομή MagA3 βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα του δυτικού κόλπου. Από το χερσαίο τμήμα της τομής συλλέχθηκαν τα δείγματα Maga22, Maga23, Maga24, Maga25

και Maga26, τα οποία συλλέχθηκαν από υψόμετρο 0,73 m, 0,84 m, 0,91 m, 0,69 m και 0.33 m αντίστοιχα. Τα δείγματα Maga27, Maga28, Maga29 και Maga30 σε βάθη -0,23 m, -0,46 m, -0,52 m και -1,06 m αποτελούν το υποθαλάσσιο τμήμα της τομής (Εικ.49). Σε απόσταση 85 m από την ακτογραμμή παρατηρείται βύθισμα, πέραν του οποίου η κλίση του ανάγλυφου ομαλοποιείται μέχρι και σε απόσταση περίπου 24 m από την ακτογραμμή όπου διακρίνεται δεύτερο βύθισμα. Σε απόσταση 4m από την ακτογραμμή διακρίνεται berm πέραν του οποίου προς την ακτογραμμή η κλίση γίνεται απότομη. Τα χερσαία ιζήματα χαρακτηρίζονται από αμμώδες χαλίκι έως άμμο, με φτωγή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, λεπτόκυρτη έως πολύ πλατύκυρτη κύρτωση και κυρίως αρνητική λοξότητα. Μετά την ακτογραμμή διακρίνεται βύθισμα βάθους περίπου 0,5 m το οποίο διαδέχεται ύβωμα πέραν του οποίου η κλίση ομαλοποιείται μέχρι το τέλος της τομής στα 47 m. Παρατηρείται ρήγωση του πυθμένα. Τα ιζήματα του πυθμένα χαρακτηρίζονται από ελαφρώς χαλικώδη άμμο, μέτρια έως μετρίως καλή ταξινόμηση, λεπτόκυρτη κύρτωση και αρνητική λοξότητα (πίνακας 35).

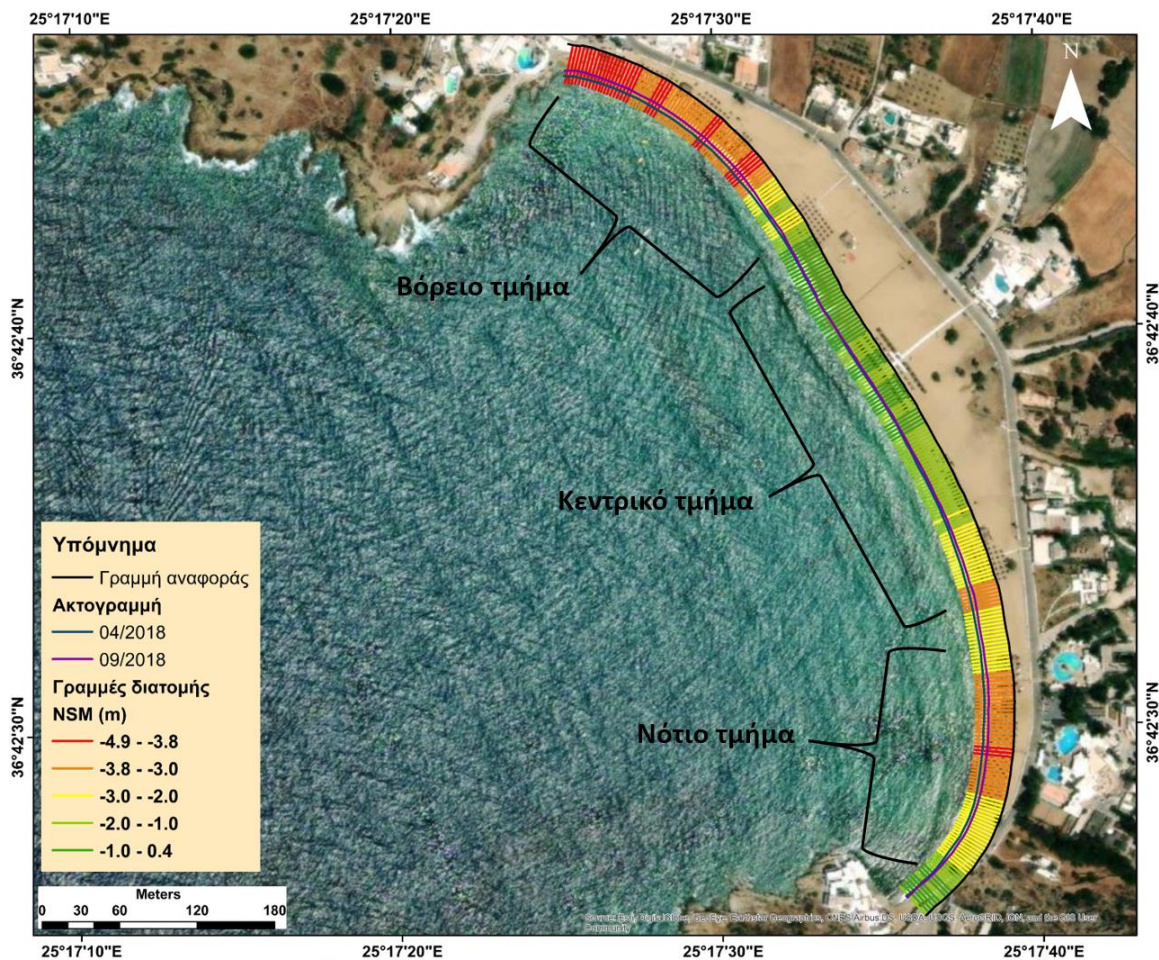
Πίνακας 35 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά τομής MagA3

ΔΕΙΓΜΑ	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)	Textural Group, by the Folk and Ward (1957)
Maga22	Θετική	Πλατύκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga23	Αρνητική	Πολύ πλατύκυρτο	Φτωγή	Αμμώδες χαλίκι-sG
Maga24	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Φτωγή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga25	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga26	Θετική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Άμμος-S
Maga27	Συμμετρική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga28	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga29	Αρνητική	Λεπτόκυρτο	Μετρίως καλή	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S
Maga30	Αρνητική	Μεσόκυρτο	Μέτρια	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος-(g)S

4.4 Εποχική μετατόπιση ακτογραμμής - DSAS

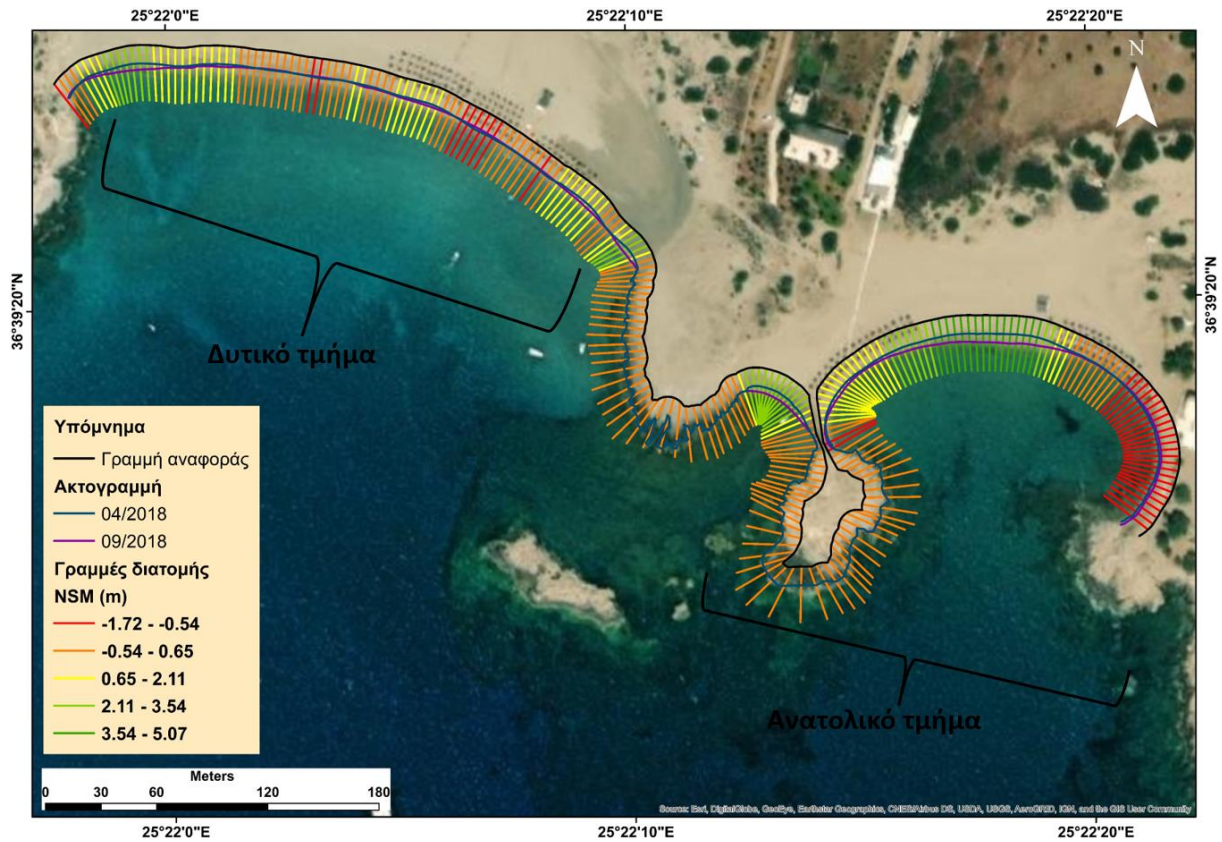
Για τον υπολογισμό της εποχικής μεταβολής της ακτογραμμής, τα δεδομένα επεξεργάστηκαν στο περιβάλλον του ArcGIS 10.3 μέσα από το εργαλείο DSAS 4.3.

Στο βόρειο τμήμα της παραλίας του Μυλοπότα, η εαρινή ακτογραμμή σε σχέση με την φθινοπωρινή υφίσταται οπισθοχώρηση εύρους 4,9-3 m. Προς το κεντρικό τμήμα, η οπισθοχώρηση αυτή μειώνεται και υπολογίστηκε μεταξύ -3 m και -2 m. Το κεντρικό τμήμα της παραλίας χαρακτηρίζεται από οπισθοχώρηση μεταξύ -2 m και -1 m, η οποία προς το νότιο τμήμα αυξάνεται μεταξύ -3 m και -2 m. Επίσης στο κεντρικό τμήμα σημειώνεται και μικρή προέλαση της φθινοπωρινής ακτογραμμής σε σχέση με την εαρινή, η οποία δεν ξεπερνά τα 0,4 m. Στο νότιο τμήμα, συνεχίζεται η οπισθοχώρηση της εαρινής ακτογραμμής σε σχέση με την φθινοπωρινή και κυμαίνεται κυρίως μεταξύ -2 m και -3,8 m. Στο νότιο άκρο της παραλίας η μετατόπιση είναι σχεδόν μηδενική (Εικ.50).



Εικόνα 50 Χάρτης εποχιακής μετατόπισης της ακτογραμμής στην παραλία του Μυλοπότα

Στο ανατολικό άκρο της παραλίας Μαγγανάρι η εαρινή ακτογραμμή σε σχέση με την φθινοπωρινή υφίσταται οπισθοχώρηση εύρους 1,72-0,54 m. Προς το τόμπολο, η φθινοπωρινή ακτογραμμή προελαύνει σε σχέση με την εαρινή από 0,65 m έως και 5 m. Στο δυτικό τμήμα η μετατόπιση της ακτογραμμής είναι σχεδόν μηδενική, με κατά τόπους κυρίως προέλαση της φθινοπωρινής ακτογραμμής από 0,65 m έως και 3,54 m. Η ακτογραμμή της ενδιάμεσης χέρσου και του τόμπολο δεν μετατοπίζεται εποχικά (Εικ.51).



Εικόνα 51 Χάρτης εποχιακής μετατόπισης της ακτογραμμής στην παραλία Μαγγανάρι

4.5 Κυματικά χαρακτηριστικά παραλιών μελέτης

Στις υπό εξέταση παραλίες οι κύριες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού είναι οι εξής :

A) Παραλία Μυλοπότα (Εικ.52)

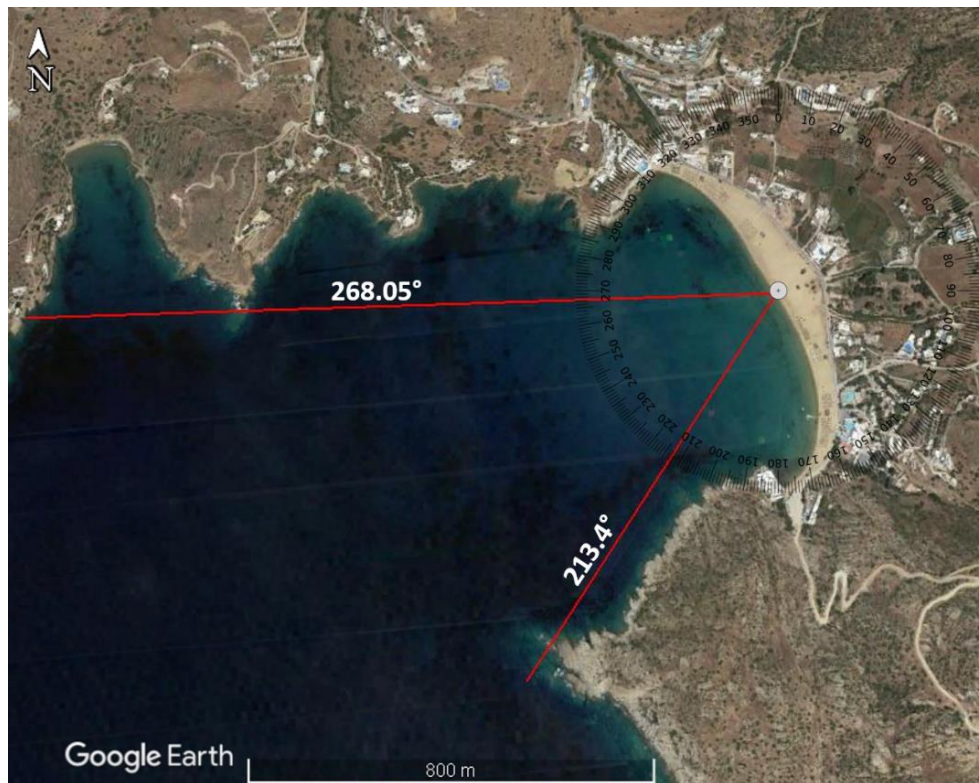
- Νοτιοδυτική → $213,4^{\circ}$ - $247,5^{\circ}$
- Δυτική → $247,5^{\circ}$ - $268,05^{\circ}$

B) Παραλία Μαγανάρι-Δυτικός Κόλπος (Εικ.53α)

- Νοτιοανατολική → $140,12^{\circ}$ - $157,5^{\circ}$
- Νότια → $157,5^{\circ}$ - $202,5^{\circ}$
- Νοτιοδυτική → $202,5^{\circ}$ - $207,23^{\circ}$

Γ) Παραλία Μαγανάρι-Ανατολικός Κόλπος (Εικ.53β)

- Νότια → $163,18^{\circ}$ - $202,5^{\circ}$
- Νοτιοδυτική → $202,5^{\circ}$ - $213,74^{\circ}$



Εικόνα 52 Κύριες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού-Παραλία Μυλοπότα



Εικόνα 53 Κύριες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού-Παραλία Μαγγανάρι, Α) Δυτικός κόλπος, Β) Ανατολικός κόλπος

Όπως έχει αναφερθεί και στην μεθοδολογία (βλ. 3.6), για τον υπολογισμό των κυματικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε:

- ✓ ο μέσος όρος των 40 μέγιστων τιμών H_m και T_p που αντιστοιχούν στα κύματα θύελλας της 10ετίας
- ✓ ο μέσος όρος του σημαντικού ύψους κύματος και T_p ($H_{1/3}$ significant wave height) της 10ετίας.

Από την εφαρμογή των εξισώσεων (βλ. 3.6) προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Α) Παραλία Μυλοπότα

Σύμφωνα με τον πίνακα 36, το βάθος κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (h_c) είναι 6,51 m για την ΝΔ διεύθυνση διάδοσης κυματισμού και 5,31 m για τη Δ.

Πίνακας 36 Κυματικά χαρακτηριστικά των κύριων διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού για τις 40 μέγιστες τιμές κύματος-Μυλοπότας

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	Tr(s)	Ts(s)	Hm(m)	hc(m)	Co(m/s)	Lo(m)	Hb(m)	db _{max} (m)
ΝΔ	9,17	8,72	3,24	6,51	14,31	131,31	3,82	4,90
Δ	8,72	8,28	2,60	5,31	13,60	118,50	3,15	4,03

Σύμφωνα με τον πίνακα 37, το σημαντικό ύψος κύματος (Hm) είναι 1,50 m και το βάθος θραύσης (db_{significant}) των κυμάτων 2,35 m για την ΝΔ διεύθυνση και για την Δ είναι 1,08 m και 1,82 m αντίστοιχα.

Πίνακας 37 Κυματικά χαρακτηριστικά των κύριων διευθύνσεων ανέμου για το 1/3 των τιμών από κάθε έτος (H1/3 significant wave height)-Μυλοπότας

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	Tr(s)	Ts(s)	Hm(m)	hc(m)	Co(m/s)	Lo(m)	Hb(m)	db _{significant} (m)
ΝΔ	6,83	6,49	1,50	3,07	10,66	72,79	1,83	2,35
Δ	6,96	6,61	1,08	2,30	10,86	75,55	1,42	1,82

Στον πίνακα 38, παρατίθενται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό της συνολικής κυματικής ενέργειας και της κυματικής ισχύς για όλα καταγεγραμμένα ύψη κύματος της 10ετίας.

Πίνακας 38 Συνολική ενέργεια και κυματική ισχύς-Μυλοπότας

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	E(J/m ²)	P(Watt/m)
ΝΔ	1030500.72	5557205.8
Δ	275806.5	1567776

Β) Παραλία Μαγανάρι-Δυτικός Κόλπος

Οι κύριες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού στον δυτικό κόλπο της παραλίας είναι η ΝΑ, Ν και η ΝΔ. Ακολουθώντας την μεθοδολογία, το βάθος κινητοποίησης ιζημάτων

στον πυθμένα (hc) για τις 40 μέγιστες τιμές ύψους κύματος είναι 3 m για την ΝΑ διεύθυνση, 3,60 m για την Ν και 2 m για την ΝΔ (πίνακας 39).

Πίνακας 39 Κυματικά χαρακτηριστικά των κύριων διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού για τις 40 μέγιστες τιμές κύματος-Μαγγανάρι, Δυτικός κόλπος

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	Tp(s)	Ts(s)	Hm(m)	hc(m)	Co(m/s)	Lo(m)	Hb(m)	db _{max} (m)
ΝΑ	6,81	6,47	1,45	3	10,63	72,44	1,8	2,3
Ν	8,24	7,83	1,71	3,6	12,86	106	2,20	2,82
ΝΔ	6,93	6,58	0,93	2	10,81	74,85	1,26	1,61

Στον πίνακα 40 παρατίθενται τα αποτελέσματα υπολογισμού των κυματικών χαρακτηριστικών βάσει του σημαντικού ύψους κύματος για κάθε κύρια διεύθυνση διάδοσης κυματισμού. Για την ΝΑ διεύθυνση το σημαντικό ύψος κύματος (Hm) είναι 1,12 m και το βάθος θραύσης (db_{significant}) των κυμάτων στα 1,8 m. Για την Ν διεύθυνση είναι 1,13 m το σημαντικό ύψος κύματος και 1,92 m το βάθος θραύσης. Τέλος, για την ΝΔ διεύθυνση το σημαντικό ύψος κύματος είναι 1,02 m και το βάθος θραύσης 1,8 m.

Πίνακας 40 Κυματικά χαρακτηριστικά των κύριων διευθύνσεων ανέμου για το 1/3 των τιμών από κάθε έτος (H1/3 significant wave height-Μαγγανάρι, Δυτικός κόλπος

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	Tp(s)	Ts(s)	Hm(m)	hc(m)	Co(m/s)	Lo(m)	Hb(m)	db _{significant} (m)
ΝΑ	6,25	5,93	1,12	2,34	9,74	60,87	1,41	1,8
Ν	7,20	6,84	1,13	2,40	11,23	80,86	1,49	2
ΝΔ	7,40	7,03	1,02	2,19	11,55	85,53	1,39	1,8

Στον πίνακα 41, παρατίθενται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό της συνολικής κυματικής ενέργειας και της κυματικής ισχύς για όλα καταγεγραμμένα ύψη κύματος και των αντίστοιχων περιόδων τους για την 10ετία.

Πίνακας 41 Συνολική ενέργεια και κυματική ισχύς-Μαγγανάρι, Δυτικός κόλπος

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	E(J/m ²)	P(Watt/m)
ΝΑ	32900.21	164603.01
Ν	53794.2	303494.8
ΝΔ	6625.5	37345.93

Γ) Παραλία Μαγγανάρι-Ανατολικός κόλπος

Στον ανατολικό κόλπο της παραλίας οι κύριες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού είναι η Ν και η ΝΔ. Το βάθος κινητοποίησης ιζημάτων (h_c) στον πυθμένα για τις 40 μέγιστες τιμές ύψους κύματος είναι 3,46 m για την Ν διεύθυνση και 2,77 m για την ΝΔ (πίνακας 42).

Πίνακας 42 Κυματικά χαρακτηριστικά των κύριων διευθύνσεων διάδοσης κυματισμού για τις 40 μέγιστες τιμές κύματος-Μαγγανάρι, Ανατολικός κόλπος

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	T_p (s)	T_s (s)	H_m (m)	h_c (m)	C_o (m)	L_o (m)	H_b (m)	db_{max} (m)
Ν	8,14	7,74	1,64	3,46	12,70	103,43	2,12	2,71
ΝΔ	7,76	7,37	1,30	2,77	12,10	93,92	1,72	2,21

Στον πίνακα 43 παρατίθενται τα αποτελέσματα υπολογισμού των κυματικών χαρακτηριστικών βάσει του σημαντικού ύψους κύματος για τη Ν και ΝΔ διεύθυνση. Σύμφωνα με τις εξισώσεις κυματισμού, το σημαντικό ύψος κύματος (H_m) για τη Ν διεύθυνση είναι 1,13 m και για τη ΝΔ 1,14 m, ενώ το βάθος θραύσης ($db_{significant}$) και για τις δύο διευθύνσεις είναι 2 m.

Πίνακας 43 Κυματικά χαρακτηριστικά των κύριων διευθύνσεων ανέμου για το 1/3 των τιμών από κάθε έτος (H1/3 significant wave height-Μαγανάρι, Ανατολικός κόλπος

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	Tp(s)	Ts(s)	Hm(m)	hc(m)	Co(m)	Lo(m)	Hb(m)	db_{significant}(m)
N	7,21	6,85	1,13	2,40	11,24	81,01	1,5	2
NΔ	7,36	7	1,14	2,43	11,5	84,52	1,52	2

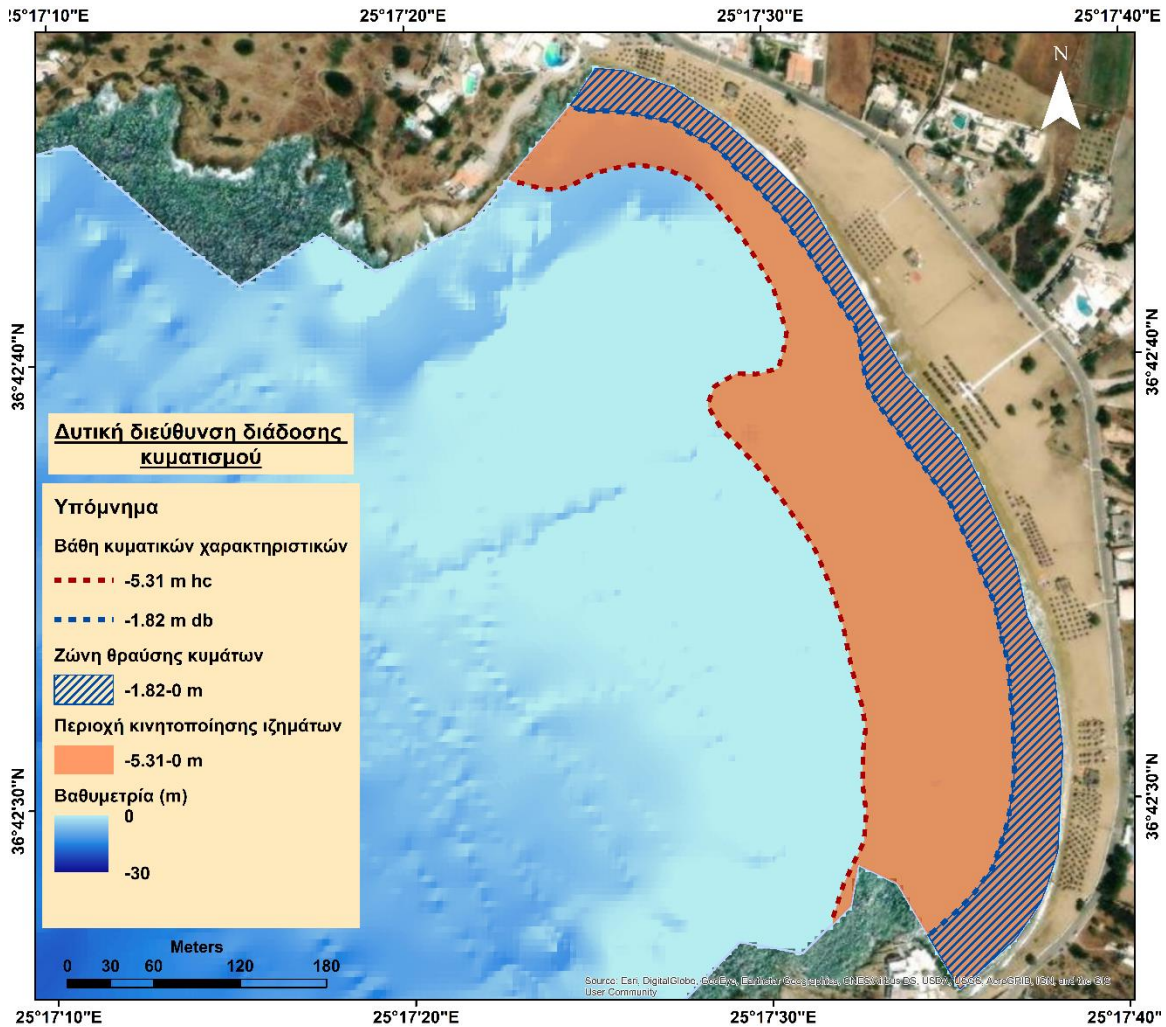
Στον πίνακα 44, παρατίθενται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό της συνολικής κυματικής ενέργειας και της κυματικής ισχύς για όλα καταγεγραμμένα ύψη κύματος και τις αντίστοιχες περιόδους τους για την 10ετία.

Πίνακας 44 Συνολική ενέργεια και κυματική ισχύς-Μαγανάρι, Ανατολικός κόλπος

Δ/ση διάδοσης κυματισμού	E(J/m²)	P(Watt/m)
N	45523.75	257360.7
NΔ	15901.26	88425.08

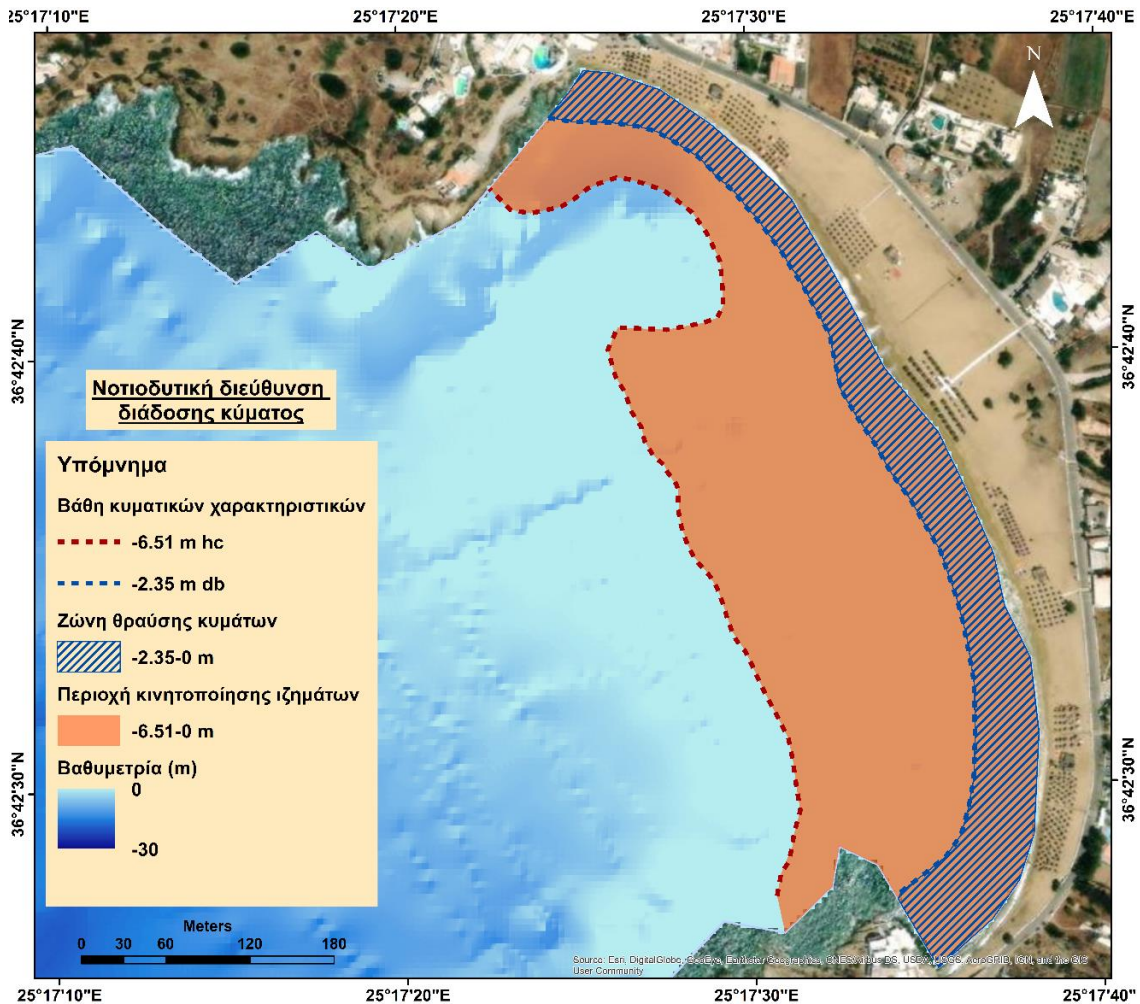
Στους παρακάτω χάρτες απεικονίζονται, ανά διεύθυνση για κάθε παραλία, το αντίστοιχο μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (hc) όπως προκύπτει από τις 40 μέγιστες τιμές κύματος για την 10ετία και το βάθος θραύσης των κυμάτων (db_{significant}) όπως προκύπτει από το σημαντικό ύψος κύματος (Εικ.54-55-56-57-58-59-60).

Για την δυτική διεύθυνση διάδοσης του κυματισμού στον Μυλοπότα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το βάθος θραύσης βρίσκεται σε βάθος 1,82 m και σε απόσταση 15-40 m από την ακτογραμμή. Το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα βρίσκεται στα -5,31 m και σε μέγιστη απόσταση περίπου 100 m από την ακτογραμμή (Εικ.54).



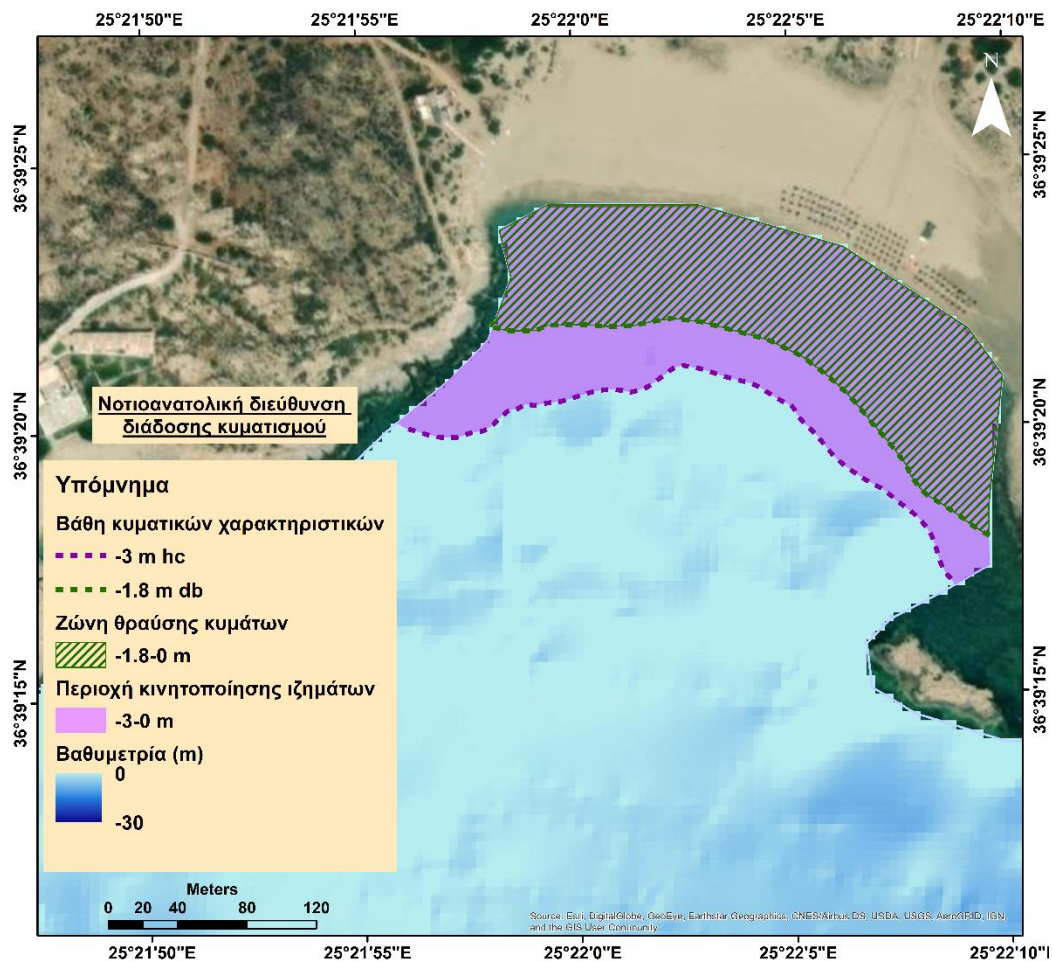
Εικόνα 54 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη δυτική διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στον Μυλοπότα. Η σκιαγραφημένη με μπλε γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή.

Για την ΝΔ διεύθυνση διάδοσης του κυματισμού στον Μυλοπότα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το βάθος θραύσης βρίσκεται σε βάθος 2,35 m και σε απόσταση 20-55 m από την ακτογραμμή. Το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα βρίσκεται στα -6,51 m και σε μέγιστη απόσταση περίπου 190 m από την ακτογραμμή (Εικ.55).



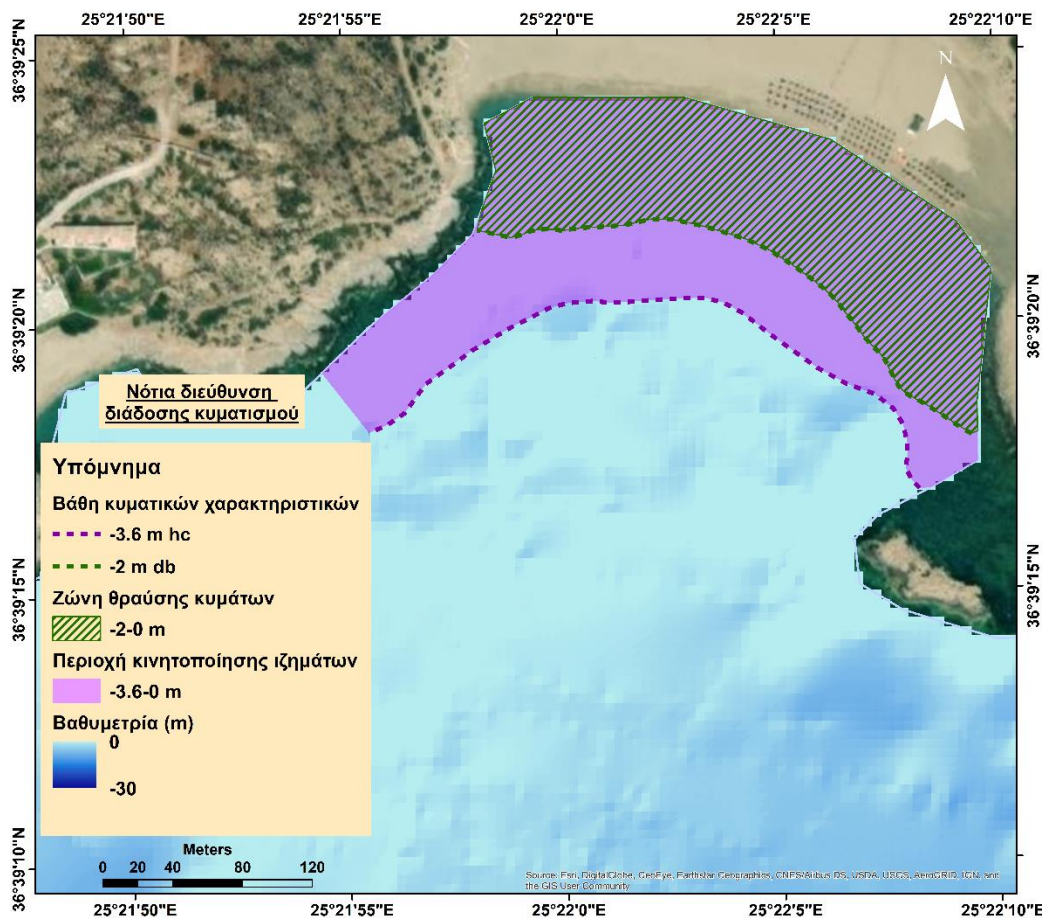
Εικόνα 55 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη νοτιοδυτική διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στον Μυλοπότα. Η σκιαγραφημένη με μπλε γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή.

Στον δυτικό κόλπο της παραλίας Μαγγανάρι για την ΝΑ διεύθυνση διάδοσης κυματισμού το βάθος θραύσης των κυμάτων βρίσκεται στα -1,8 m και σε απόσταση 60-75 m από την ακτογραμμή. Το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων στον πυθμένα είναι στα -3m και σε απόσταση περίπου 90-105 m από την ακτογραμμή (Εικ.56).



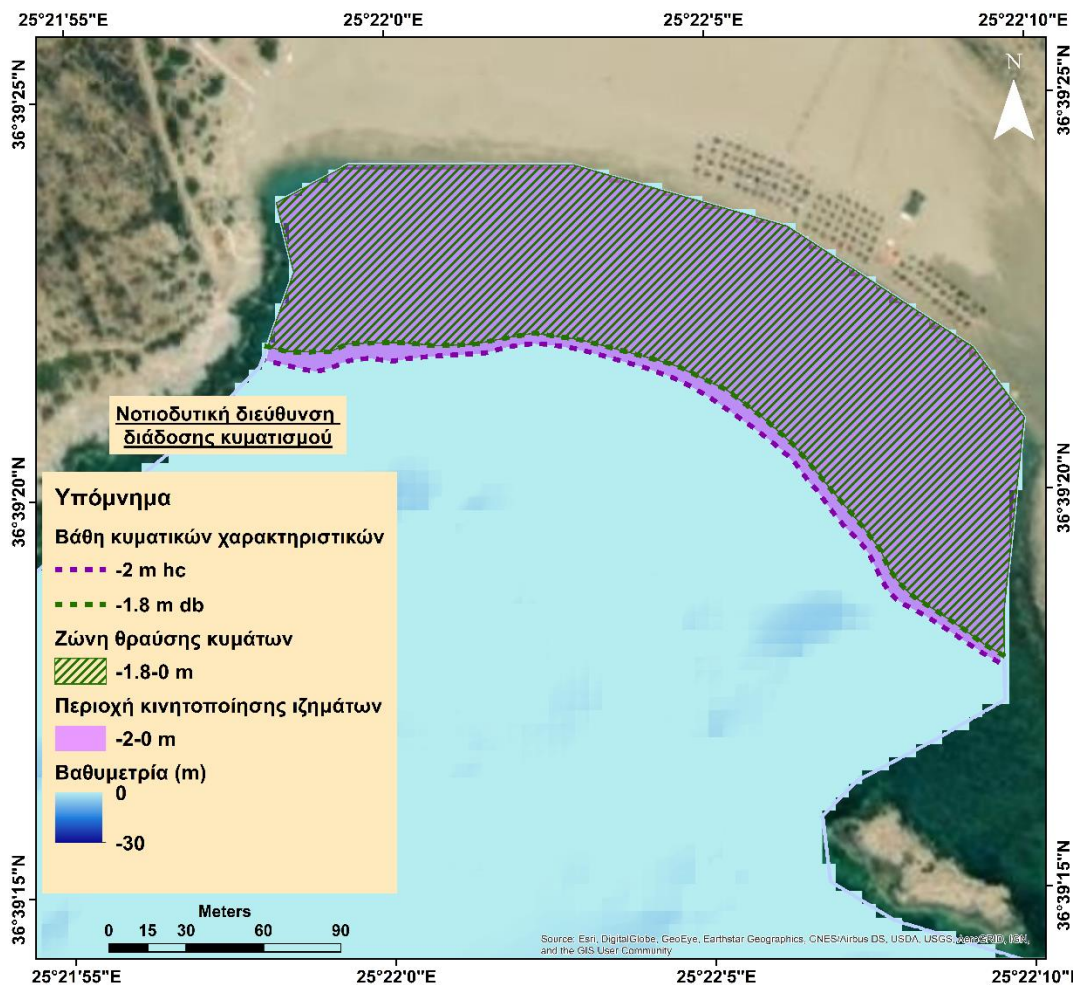
Εικόνα 56 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη νοτιοανατολική διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στο Μαγανάρη-Δυτικός κόλπος. Η σκιαγραφημένη με πράσινες γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή.

Για την νότια διεύθυνση διάδοσης κυματισμού, το βάθος θραύσης βρίσκεται στα - 2 m σε απόσταση 70-85 m από την ακτογραμμή. Το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων στον πυθμένα είναι στα -3,6 m και σε απόσταση έως και 116 m από την ακτογραμμή (Εικ.57).



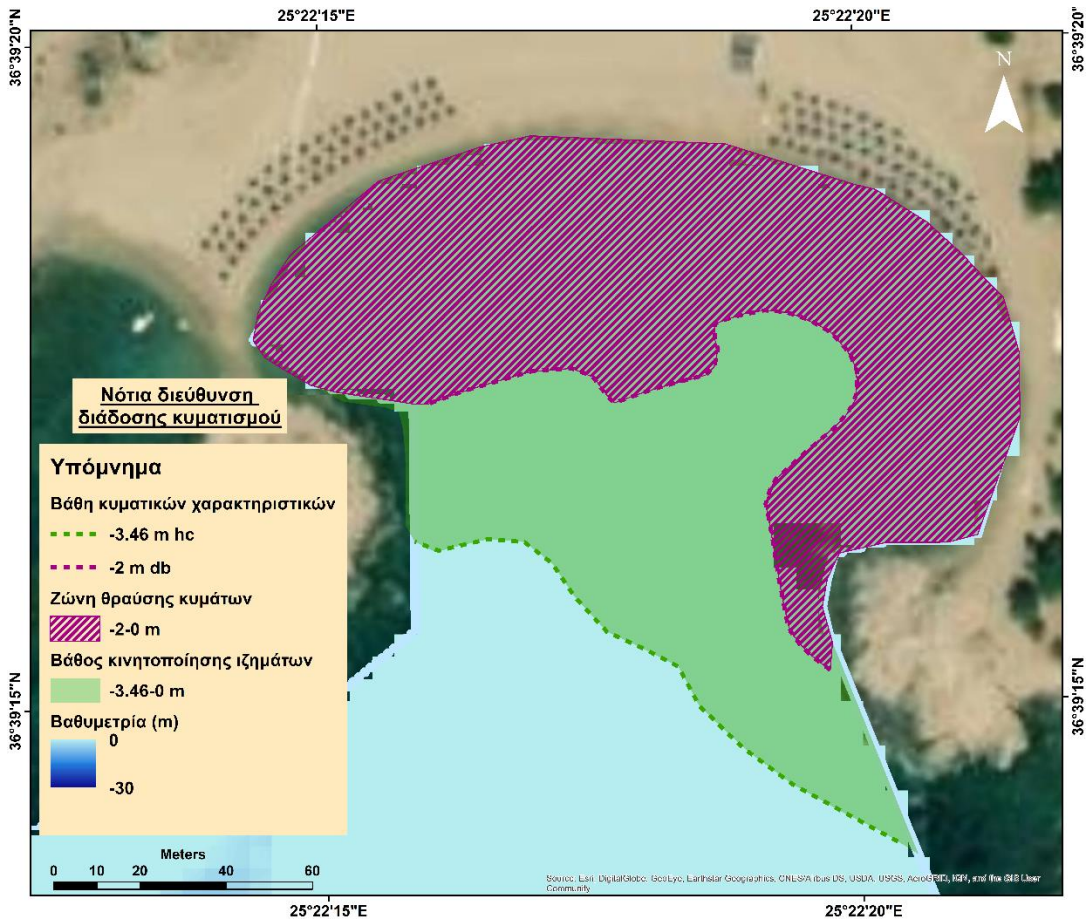
Εικόνα 57 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη νότια διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στο Μαγγανάρι-Δυτικός κόλπος. Η σκιαγραφημένη με πράσινες γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή.

Για την ΝΔ διεύθυνση διάδοσης κυματισμού το βάθος θραύσης των κυμάτων βρίσκεται στα -1,8 m και σε απόσταση 60-75 m από την ακτογραμμή. Το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων στον πυθμένα είναι στα -2 m και σε απόσταση 70-80 m από την ακτογραμμή (Εικ.58).

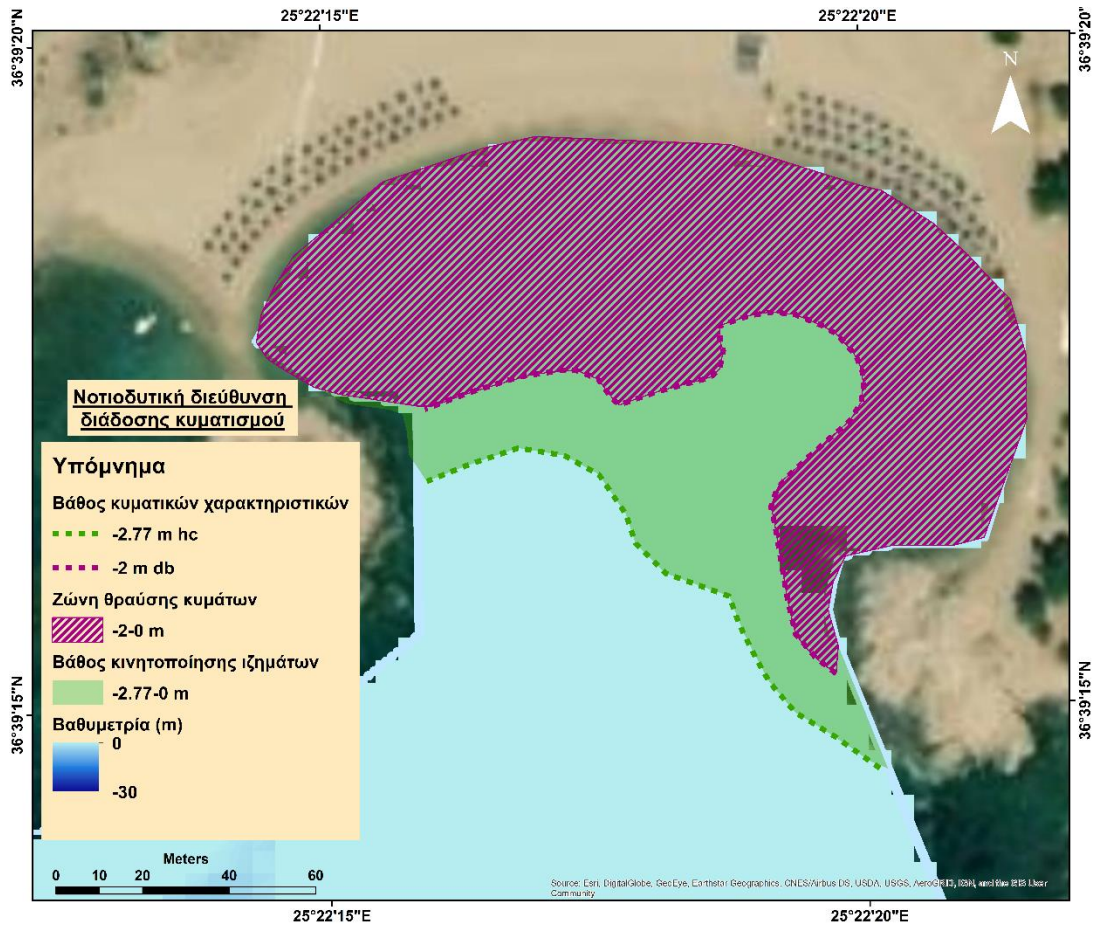


Εικόνα 58 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη νοτιοδυτική διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στο Μαγανάρειο Δυτικό κόλπο. Η σκιαγραφημένη με πράσινες γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή.

Στον ανατολικό κόλπο της παραλίας το βάθος θραύσης των κυμάτων ταυτίζεται για της δύο διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού και βρίσκεται στα -2 m σε απόσταση 30-50 m από την ακτογραμμή. Για την νότια διεύθυνση διάδοσης κυματισμού το μέγιστο βάθος κινητοποίησης ιζημάτων βρίσκεται στα -3,46 m σε απόσταση περίπου 120 m από την ακτογραμμή (Εικ.59). Για την νοτιοδυτική διεύθυνση διάδοσης κυματισμού το μέγιστο βάθος κινητοποίησης ιζημάτων βρίσκεται στα -2,77 m σε απόσταση περίπου 100 m από την ακτογραμμή (Εικ.60).



Εικόνα 59 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη νότια διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στο Μαγανάρι-Ανατολικός κόλπος. Η σκιαγραφημένη με μωβ γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή



Εικόνα 60 Απεικόνιση μέγιστου βάθους κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (hc) και βάθους θραύσης (db) των κυμάτων για τη νοτιοδυτική διεύθυνση διάδοσης κυματισμού στο Μαγγανάρι-Ανατολικός κόλπος. Η σκιαγραφημένη με μωβ γραμμές περιοχή απεικονίζει τη ζώνη θραύση των κυμάτων, από το βάθος θραύσης μέχρι την ακτογραμμή. Η χρωματισμένη περιοχή απεικονίζει την περιοχή όπου κινητοποιούνται τα ιζήματα από το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων μέχρι την ακτογραμμή.

5. Συζήτηση-Σύγκριση αποτελεσμάτων

5.1 Εκτίμηση παράκτιας τρωτότητας

Σε αυτή τη μελέτη, η σχετική ευπάθεια/τρωτότητα της παράκτιας ζώνης της Ίου, σε σχέση με μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης σύμφωνα με τα σενάρια του IPCC 2019, εκτιμήθηκε με τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας. Αφού πραγματοποιήθηκε η βαθμονόμηση των γεωλογικών και φυσικών μεταβλητών, υπολογίστηκαν οι τιμές CVI κατά μήκος της ακτής οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 5 και 25. Εξετάζοντας τη συνολική τρωτότητα της παράκτιας ζώνης της Ίου, είναι φανερό ότι μεταξύ των πέντε κατηγοριών βαθμονόμησης, η κατανομή της τρωτότητας είναι ανομοιόμορφη με την πολύ χαμηλή τρωτότητα να υπερτερεί.

Οι φυσικές μεταβλητές, δηλαδή η σχετική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, το μέσο εύρος παλίρροιας και το μέσο σημαντικό ύψος κύματος, καθώς και η μετατόπιση της ακτογραμμής από τις γεωλογικές μεταβλητές, αντιπροσωπεύονται από μία κατηγορία βαθμονόμησης η κάθε μία, για όλη την έκταση της ακτογραμμής. Επομένως, οι μεταβλητές που καθορίζουν τον CVI, είναι η παράκτια γεωμορφολογία και η παράκτια κλίση.

Το μεγαλύτερο μέρος της ακτογραμμής της Ίου, μήκους 101,74 km, αποτελούμενο από γνεύσιους και σχιστόλιθους χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή τρωτότητα και αντιπροσωπεύεται κυρίως από βραχώδεις ακτές και κρημνούς μεγάλης κλίσης. Τα τμήματα της ακτογραμμής που αντιπροσωπεύονται από αμμώδεις παραλίες ή rocket beaches λεπτόκοκκου υλικού και μικρής κλίσης, χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή τρωτότητα και αφορούν ένα ελάχιστο ποσοστό (1,56%) της συνολικής έκτασης της ακτογραμμής συνολικού μήκους 1,72 km . Οι περιοχές αυτές επιδεικνύουν την μεγαλύτερη ευπάθεια σε μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

5.2 Σύγκριση εποχιακών προφίλ παραλιών μελέτης

Αφού εφαρμόστηκε ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας στην ακτογραμμή της Ύτου και αναγνωρίστηκαν οι “ευάλωτες” στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης περιοχές, έγινε επιλογή δύο από αυτών για περαιτέρω μελέτη ως προς τα ιζηματολογικά, γεωμορφολογικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά τους σε εποχική κλίμακα. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι παραλίες Μυλοπότας και Μαγγανάρι οι οποίες βρίσκονται στο δυτικό και νότιο τμήμα της Ύτου αντίστοιχα.

5.2.1 Γεωμορφολογικά-Τοπογραφικά χαρακτηριστικά

Παραλία Μυλοπότας

Η παραλία του Μυλοπότα χαρακτηρίζεται από ήπιο ανάγλυφο με κλίσεις έως 5° για τις δύο περιόδους μελέτης (εαρινή-φθινοπωρινή). Η μορφολογία της παραλίας αλλάζει παράλληλα προς την ακτογραμμή, με τις κλίσεις να κυμαίνονται μεταξύ 8°-20° για το εαρινό προφίλ και μεταξύ 12°-20° για το φθινοπωρινό προφίλ. Προς το βόρειο τμήμα της παραλίας σημειώνονται και κλίσεις έως περίπου 35°. Η μεταβολή αυτή οφείλεται στην ύπαρξη ζώνης berm η οποία διατηρείται μεταξύ των δύο εποχών μελέτης και είναι πιο έντονη στο φθινοπωρινό προφίλ. Το υποθαλάσσιο τμήμα της παραλίας χαρακτηρίζεται κυρίως από ήπιες κλίσεις πυθμένα, με εξαίρεση σημεία στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της παραλίας όπου σημειώνονται και μεγαλύτερες κλίσεις.

Συγκρίνοντας της τομές MylS1 και MylA1 στο βόρειο τμήμα της παραλίας, η τομή MylS1 παρουσιάζει ομαλή ήπια σχετικά κλίση, η οποία σε απόσταση 5 m από την ακτογραμμή γίνεται απότομη με την εμφάνιση βυθίσματος βάθους 1,56 m. Η τομή MylA1 χαρακτηρίζεται επίσης από ομαλή κλίση και την διακριτή παρουσία ζώνης berm σε απόσταση περίπου 5 m προς την ακτογραμμή. Το υποθαλάσσιο τμήμα χαρακτηρίζεται από ήπια ομαλή κλίση.

Στο κεντρικό τμήμα της παραλίας, οι τομές MylS2 και MylA2, χαρακτηρίζονται από σταθερή τοπογραφία σε εποχική κλίμακα. Από τις δύο ζώνες berm σε απόσταση 13 m και 6,5 m προς την ακτογραμμή στο εαρινό προφίλ, έχει διατηρηθεί η πρώτη ζώνη 6,5 m η οποία στο φθινοπωρινό προφίλ έχει μετατοπιστεί σε απόσταση 7,5 m. Στο υποθαλάσσιο τμήμα, το βύθισμα και το επακόλουθο ύβωμα του εαρινού προφίλ έχουν ομαλοποιηθεί στο φθινοπωρινό προφίλ.

Στο νότιο τμήμα της παραλίας, η τοπογραφία δεν διαφοροποιείται για τα δύο εποχικά προφίλ. Είναι εμφανές πως η ζώνη berm από το κεντρικό τμήμα της παραλίας έως το νότιο έχει ομαλοποιηθεί, όπως προκύπτει και από την αποτύπωση του ανάγλυφου στις τομές MylS3 και MylA3.

Παραλία Μαγγανάρι

Η παραλία Μαγγανάρι χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις μεταξύ 0° - 4° για τις δύο περιόδους μελέτης (εαρινή-φθινοπωρινή), τόσο στο χερσαίο όσο και στο υποθαλάσσιο τμήμα της. Κατά μήκος της ακτογραμμής σημειώνονται κλίσεις που φτάνουν μέχρι και τις 25° . Οι κλίσεις αυτές υποδηλώνουν την ύπαρξη ζώνης berm η οποία διατηρείται σε όλο το μήκος της παραλίας από την εαρινή περίοδο μέχρι τη φθινοπωρινή.

Οι τομές MagS1 και MagA1, αντιπροσωπεύουν τον ανατολικό κόλπο της παραλίας και δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στην τοπογραφία τους. Και στις δύο εποχές μελέτης, διακρίνεται ζώνη berm σε απόσταση 8 m και 3 m από την ακτογραμμή για το εαρινό και φθινοπωρινό προφίλ αντίστοιχα. Προς την ακτογραμμή η κλίση γίνεται απότομη, με την εμφάνιση βυθίσματος σε απόσταση περίπου 6 m από την ακτογραμμή και για τα δύο προφίλ. Το ύψωμα που ακολουθεί το βύθισμα, έχει ένα πλάτος 4 m για το φθινοπωρινό προφίλ και περίπου 10 m για το εαρινό προφίλ. Στο φθινοπωρινό προφίλ μειώνεται το βάθος του βυθίσματος και το μέγεθος του υβώματος.

Οι τομές MagS2 και MagA2, παρουσιάζουν επίσης παρόμοια τοπογραφία κυρίως στο χερσαίο τμήμα της παραλίας. Το ανώτερο όριο της τομής είναι απότομο λόγω της ύπαρξης θινών και στη συνέχεια η κλίση ομαλοποιείται. Για το εαρινό προφίλ, σε απόσταση περίπου 15 m από την ακτογραμμή διακρίνεται ζώνη berm η οποία διατηρείται και στο φθινοπωρινό προφίλ, μετατοπισμένη σε μικρότερη απόσταση προς την ακτογραμμή. Διαφορές σημειώνονται στο υποθαλάσσιο τμήμα της τομής, όπου κατά την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης η κλίση του πυθμένα είναι ομαλή με την εμφάνιση ήπιου υβώματος σε απόσταση περίπου 50 m από την ακτογραμμή, ενώ κατά την εαρινή περίοδο εμφανίζονται δύο διαδοχικά βυθίσματα και υβώματα σε μικρή απόσταση από την ακτογραμμή πέραν των οποίων η κλίση γίνεται ομαλή.

Συγκρίνοντας τις τομές MagS3 και MagA3, το εαρινό προφίλ χαρακτηρίζεται από ομαλή κλίση μέχρι την εμφάνιση βυθίσματος στα 22 m πριν την ακτογραμμή. Από τη ζώνη

berm προς την ακτογραμμή η κλίση γίνεται απότομη, ενώ το βάθος του πυθμένα κυμαίνεται μεταξύ 0,88 m και 1 m. Κατά το φθινοπωρινό προφίλ, στο χειρσαίο τμήμα της παραλίας εμφανίζονται δύο βυθίσματα στα 85 m και 24 m από την ακτογραμμή. Το υποθαλάσσιο τμήμα χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη βυθίσματος που δεν ξεπερνά τα 0,5 m, το οποίο ακολουθεί ύβωμα μικρού πλάτους. Από την εαρινή προς τη φθινοπωρινή περίοδο ο πυθμένας ρηχαίνει.

5.2.2 Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά

Παραλία Μυλοπότας

Στο βόρειο τμήμα της παραλίας, οι τομές MylS1 και MylA1 παρουσιάζουν κατά το πλείστο όμοια ιζηματολογικά χαρακτηριστικά, με το υλικό της παραλίας να χαρακτηρίζεται κυρίως ως ελαφρώς χαλικώδης άμμος μέτριας ταξινόμησης. Η μεσόκυρτη κύρτωση επικρατεί. Η λοξότητα διαφοροποιείται μεταξύ των δύο προφίλ, με την επικράτηση αρνητικής λοξότητας στο εαρινό προφίλ και την επικράτηση συμμετρικής στο φθινοπωρινό.

Στο κεντρικό τμήμα της παραλίας, υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των τομών MylS2 και MylA2. Συγκεκριμένα, στην τομή MylS2 το υλικό της παραλίας χαρακτηρίζεται από εναλλαγές μεταξύ ελαφρώς χαλικώδους άμμου και χαλικώδους άμμου, το οποίο μεταπίπτει υποθαλάσσια σε αμμώδες χαλίκι και χαλικώδη άμμο. Στην τομή MylA2 σημειώνεται συνεχόμενη εμφάνιση ελαφρώς χαλικώδους άμμου, η οποία μεταπίπτει σε χαλικώδη άμμο προς την ακτογραμμή. Στο φθινοπωρινό προφίλ επικρατεί μέτρια ταξινόμηση και λεπτόκυρτη κύρτωση, ενώ στο εαρινό προφίλ στατιστικές παράμετροι παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις.

Στο νότιο τμήμα της παραλίας, κατά το εαρινό προφίλ (τομή MylS3) το υλικό της παραλίας μεταβαίνει από αμμώδες χαλίκι σε άμμο με την επικράτηση πολύ πλατύκυρτης κύρτωσης και πολύ αρνητικής λοξότητας. Κατά το φθινοπωρινό προφίλ (τομή MylA3), επικρατεί ελαφρώς χαλικώδης άμμος αρνητικής λοξότητας και κυρίως μέτριας ταξινόμησης.

Παραλία Μαγγανάρι

Μεταξύ των τομών MagS1 και MagA1, το υλικό της παραλίας του ανατολικού κόλπου χαρακτηρίζεται από τη διαδοχική εμφάνιση ελαφρώς χαλικώδους άμμου και

άμμου κατά το εαρινό προφίλ, ενώ κατά το φθινοπωρινό επικρατεί ελαφρώς χαλικώδης άμμος κυρίως θετικής λοξότητας και μετρίως καλής ταξινόμησης.

Στον δυτικό κόλπο, οι τομές MagS2 και MagA2 παρουσιάζουν παρόμοιο ιζηματολογικό καθεστώς με αυτό των τομών του ανατολικού κόλπου. Στο εαρινό προφίλ, το υλικό χαρακτηρίζεται από επικράτηση μετρίως καλής ταξινόμησης, πλατύκυρτης κύρτωσης και αρνητικής λοξότητας, ενώ στο φθινοπωρινό προφίλ επικρατεί διαφοροποίηση των στατιστικών παραμέτρων.

Συγκρίνοντας τις τομές MagS3 και MagA3 του δυτικού κόλπου, το υλικό της παραλίας χαρακτηρίζεται από επικράτηση ελαφρώς χαλικώδους άμμου και αρνητικής λοξότητας και στις δύο περιόδους μελέτης, με την εμφάνιση χαλικώδους άμμου μόνο στο εαρινό προφίλ.

5.3 Σύγκριση μετατόπισης ακτογραμμών σε εποχική κλίμακα

Στην παραλία του Μυλοπότα επικρατεί η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, από την εαρινή προς την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης, κυρίως στο βόρειο και νότιο τμήμα της παραλίας. Η οπισθοχώρηση αυτή κυμαίνεται κυρίως μεταξύ 3 και 4,9 m. Το μεγαλύτερο μέρος της ακτογραμμής στο κεντρικό τμήμα της παραλίας, δεν παρουσιάζει εποχική μετατόπιση, ενώ στα σημεία όπου η φθινοπωρινή ακτογραμμή προελαύνει, δεν ξεπερνά τα 0,4 m. Μ

Στην παραλία Μαγγανάρι το μεγαλύτερο μέρος της ακτογραμμής παραμένει σταθερό μεταξύ των δύο εποχών. Η μεγαλύτερη μετατόπιση υφίσταται στο ανατολικό τμήμα, με την φθινοπωρινή ακτογραμμή να προελαύνει σε σχέση με την εαρινή έως και 5 m προς τη θάλασσα.

5.4 Κυματικό καθεστώς παραλιών μελέτης

Οι διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού που δρουν στην παραλία του Μυλοπότα είναι η ΝΔ και η Δ. Το βάθος κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα (h_c) είναι στα 6,51 m για την ΝΔ διεύθυνση και στα 5,31 m για τη Δ, ενώ το βάθος θραύσης ($db_{\text{significant}}$) των κυμάτων είναι 2,35 για την ΝΔ και 1,82 για τη Δ.

Οι διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού στον δυτικό κόλπο της παραλίας είναι η ΝΑ, η Ν και η ΝΔ. Το βάθος κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα είναι στα 3 m για την ΝΑ διεύθυνση, στα 3,60 m για την Ν και στα 2 m για την ΝΔ. Το βάθος θραύσης είναι στα 1,80 για την ΝΑ, στα 2 για τη Ν και στα 1,8 για τη ΝΔ.

Στον ανατολικό κόλπο της παραλίας οι κύριες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμού είναι η Ν και η ΝΔ, όπου το βάθος κινητοποίησης ιζημάτων στον πυθμένα είναι 3,46 m για την Ν διεύθυνση και 2,77 m για την ΝΔ. Το βάθος θραύσης και για τις δύο διευθύνσεις είναι στα 2 m.

6. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η νήσος Ίος ως προς την παράκτια τρωτότητα σε σχέση με μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, καθώς επίσης αποτυπώθηκαν και τα τοπογραφικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των παραλιών Μυλοπότας και Μαγγανάρι, εφόσον, έπειτα από την εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, χαρακτηρίστηκαν από πολύ υψηλή τρωτότητα.

Η λιθολογία της παράκτιας ζώνης της Ίου μαζί με την παράκτια γεωμορφολογία, σε συνδυασμό με τις παράκτιες κλίσεις, αποτελούν τις κύριες γεωλογικές παραμέτρους, βάσει των οποίων το μεγαλύτερο μέρος της ακτογραμμής της Ίου (101,74 km) χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή τρωτότητα σε μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μέχρι το 2100. Αυτή η συνθήκη επιβεβαιώνεται και από τον υπολογισμό του ρυθμού μετατόπισης της ακτογραμμής στα πλαίσια εφαρμογής του CVI. Σε χρονικό διάστημα 14 ετών (1996-2010), η μετατόπιση (προέλαση/διάβρωση) που έχει υποστεί η ακτογραμμή της Ίου αφορά ως επί το πλείστο παράκτιες περιοχές κλίσης <3% όπως αμμώδεις παραλίες και rocket beaches και είναι μεταξύ των -1-1 m/yr, σε αντίθεση με τις βραχώδεις-κρημνώδεις ακτές όπου η μετατόπισή τους είναι σχεδόν μηδενική.

Από την επισταμένη μελέτη των παραλιών Μυλοπότα και Μαγγανάρι, είναι σαφές πως σε εποχική κλίμακα, μεταξύ του εαρινού και φθινοπωρινού προφίλ των παραλιών, τα ιζηματολογικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν μεταβολές. Στην παραλία του Μυλοπότα επικρατεί η ελαφρώς χαλικώδης άμμος με την ζώνη berm να είναι περισσότερο διακριτή κατά την φθινοπωρινή περίοδο. Η παρατηρούμενη ομαλοποίηση του πυθμένα από την εαρινή προς τη φθινοπωρινή μελέτης πιθανότατα να οφείλεται στη δράση των θερινών κυματισμών οι οποίοι τείνουν να εξομαλύνουν το ανάγλυφο του πυθμένα. Στην παραλία Μαγγανάρι επικρατεί παρόμοιο ιζηματολογικό καθεστώς. Η πλειοψηφία των ιζημάτων χαρακτηρίζεται ως ελαφρώς χαλικώδης άμμος, ενώ η παρουσία άμμου είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τον Μυλοπότα. Η ζώνη berm έχει διατηρηθεί και στις δύο περιόδους μελέτης. Παρατηρείται ρήχωση του πυθμένα με διατήρηση της μορφολογίας στον ανατολικό κόλπο. Για τον δυτικό κόλπο, στις τομές MagS2- MagA2, παρατηρείται εξομάλυνση του πυθμένα στη φθινοπωρινή περίοδο μελέτης, χωρίς να έχει απομακρυνθεί ή προστεθεί υλικό. Από τις τομές MagS3- MagA3 παρατηρείται ρήχωση του πυθμένα.

Καθώς και οι δύο παραλίες ανήκουν στην κατηγορία των pocket beaches χαρακτηρίζονται από περιορισμένη επιμήκη μεταφορά ιζημάτων. Επομένως πηγή τροφοδοσίας ιζήματος αποτελεί κυρίως το υδρογραφικό δίκτυο. Στην περίπτωση του Μυλοπότα, η υπολογισμένη οπισθοχώρηση της ακτογραμμής από την εαρινή προς την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης πιθανότατα οφείλεται στην μειωμένη πλευρική τροφοδοσία ιζήματος καθώς περικλείεται από βραχώδεις σχηματισμούς, σε συνδυασμό με την έντονη τουριστική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μέχρι και τις αρχές του φθινοπώρου. Η κατασκευή του φράγματος στα ανάντη του ποταμοχείμαρρου Μυλοπότα έχει περιορίσει την τροφοδοσία ιζήματος από την χέρσο προς την παραλία. Επίσης, μέρος του υλικού που απομακρύνεται από το βόρειο τμήμα της παραλίας πιθανότατα να διατηρείται μέσα στη ζώνη θραύσης δικαιολογώντας και την μικρή ρήχωση που παρατηρείται στο βόρειο τμήμα της παραλίας κατά το φθινοπωρινό προφίλ. Στο Μαγγανάρι, η περιορισμένη μέχρι σήμερα τουριστική δραστηριότητα και η διατήρηση του φυσικού τοπίου, ευνοεί την τροφοδοσία της παραλίας από το υδρογραφικό δίκτυο και την παραμονή του ιζήματος μεταξύ των εποχών. Στη συνθήκη αυτή ανταποκρίνεται η υπολογισμένη προέλαση της ακτογραμμής από την εαρινή προς την φθινοπωρινή περίοδο μελέτης, αλλά και η σχεδόν μηδενική μετατόπιση της ακτογραμμής στο μεγαλύτερο μέρος της παραλίας.

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Abuodha, P.A., Woodroffe, C.D., 2007. Assessing Vulnerability of Coasts to Climate Change: A Review of Approaches and Their Application to the Australian Coast; Australian National Centre for Ocean Resources and Security. University of Wollongong: Wollongong, Australia, 2007, 458p, Available online: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.2048&rep=rep1&type=pdf>
2. Ablain, M., Legeais, J. F., Prandi, P., Marcos, M., Fenoglio-Marc, L., Dieng, H. B., & Cazenave, A. (2017). Satellite altimetry-based sea level at global and regional scales. *Surveys in Geophysics*, 38(1), 7-31.
3. Alexandrakis G., Karditsa A., Poulos S., Ghionis G., Kampanis N.A., (2010). An assessment of the vulnerability to erosion of the coastal zone due to a potential rise of sea level: The case of the Hellenic Aegean coast. In *Environmental Systems – Volume III*, [Ed. Achim Sydow], In: *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, 324 p
4. Bowman, D., Guillén, J., López, L., Pellegrino, V., 2009. Planview geometry and morphological characteristics of pocket beaches on the Catalan coast (Spain). *Geomorphology* 108 (3–4), 191–199.
5. Briguglio, L., 2004. Small Island Developing States and their Economic Vulnerabilities. International Workshop on ‘Vulnerability and Resilience of Small States’. The Global Development Research Center Programme, Partner of UN Ocean Atlas, The Ocean Project, GIN Global Island Network, World Ocean Network, University Gozo Centre, Malta.
6. Carter, R.W.J. (1988). *Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural System of the Coastline*. Academic Press, Harcourt Brace, London.
7. CERC, 1984. *Shore Protection Manual*. U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering
8. Research Center. U.S. Government Printing Office, Washington. D.C

9. Church, J.A., White, N.J., 2011. Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surv. Geophys.* 32 (4–5), 585–602.
10. Church, J.A., White, N.J., Konikow, L.F., Domingues, C.M., Cogley, J.G., Rignot, E., Gregory, J. M., van den Broeke, M.R., Monaghan, A.J., Velicogna, I., 2011. Revisiting the Earth's sea-level and energy budgets from 1961 to 2008. *Geophys. Res. Lett.* 38.
11. Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J.M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M.A., Milne, G.A., Nerem, R.S., Nunn, P.D., Payne, A.J., Pfeffer, W.T., Stammer, D., Unnikrishnan, A.S., 2013. Sea-level rise by 2100. *Science* 342 (6165), 1445-1445.
12. Collet, I., & Engelbert, A. (2013). Coastal regions: people living along the coastline, integration of NUTS 2010 and latest population grid. *EUROSTAT Stat. Focus*, 30, 12.
13. Dangendorf, S., Hay, C., Calafat, F. M., Marcos, M., Piecuch, C. G., Berk, K., & Jensen, J. (2019). Persistent acceleration in global sea-level rise since the 1960s. *Nature Climate Change*, 9(9), 705-710.
14. Davenport, J. & Davenport, J. L. (2006). The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 67, 280–292
15. EUROSION, 2004. Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. PART I - Major findings and Policy Recommendations of the EUROSION project. 57 (Directorate General Environment, European Commission).
16. Flansburg, M. E., Stockli, D. F., Poulaki, E. M., & Soukis, K. (2019). Tectono-magmatic and Stratigraphic Evolution of the Cycladic Basement, Ios Island, Greece. *Tectonics*, 38(7), 2291-2316.
17. Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
18. Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology*, 62, 344-359.
19. Gornitz, V., White, T.W., Cushman, R.M., 1990. Vulnerability of the East coast, U.S.A. to future sea level rise. *J. Coast. Res.*, 9, 201–237.

20. Gornitz, V.M., Daniels, R.C., White, T.W. & K.R. Birdwell, 1994. The development of a coastal vulnerability assessment database, Vulnerability to sea-level rise in the U.S. southeast. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 12, 327-338.
21. Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R.J., Corfee-Morlot, J., 2013. Future flood losses in major coastal cities. *Nat. Clim. Chang.* 3 (9), 802–806.
22. Himmelstoss, E.A. 2009. “DSAS 4.0 Installation Instructions and User Guide” in: Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan. 2009 Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.
23. Hinkel, J., Brown, S., Exner, L., Nicholls, R.J., Vafeidis, A.T., Kebede, A.S., 2012. Sea-level rise impacts on Africa and the effects of mitigation and adaptation: an application of DIVA. *Reg. Environ. Chang.* 12 (1), 207–224.
24. Huet, B., Labrousse, L., & Jolivet, L. (2009). Thrust or detachment? Exhumation processes in the Aegean: Insight from a field study on Ios (Cyclades, Greece). *Tectonics*, 28(3).
25. IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. Weyer (eds.)]. In press.
26. Karymbalis, E., Chalkias, C., Chalkias, G., Grigoropoulou, E., Manthos, G., & Ferentinou, M. (2012). Assessment of the sensitivity of the southern coast of the Gulf of Corinth (Peloponnese, Greece) to sea-level rise. *Central European Journal of Geosciences*, 4(4), 561-577.
27. Kemp, A.C., Horton, B.P., Donnelly, J.P., Mann, M.E., Vermeer, M., Rahmstorf, S., 2011. Climate related sea-level variations over the past two millennia. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108 (27), 11017–11022.
28. Komar, P.D. and Gaughan, M.K. (1972). Airy Wave Theory and Breaker Height Prediction. *Proceedings of the 13th Coastal Engineering Conference*, American Society of Civil Engrs. pp. 405-418

29. Krumbein, W.C. and Pettijohn, F.J., 1938. *Manual of Sedimentary Petrography*. Appleton-Century-Crofts, New York
30. Mentaschi, L., Voudoukas, M. I., Pekel, J.-F., Voukouvalas, E. & Feyen, L. (2018). Global long-term observations of coastal erosion and accretion. *Sci. Rep.* 8, 12876.
31. Milne, G.A., Gehrels, W.R., Hughes, C.W., Tamisiea, M.E., 2009. Identifying the causes of sea-level change. *Nat. Geosci.* 2 (7).
32. Mimura, N., 2013. Sea-level rise caused by climate change and its implications for society. *Proc. Jpn. Acad. Ser. B Phys. Biol. Sci.* 89 (7), 281–301.
33. Mohanty, P. C., Mahendra, R. S., Nayak, R. K., & Kumar, T. S. (2017). Impact of sea level rise and coastal slope on shoreline change along the Indian coast. *Natural Hazards*, 89(3), 1227-1238.
34. Oppenheimer, M., B.C. Glavovic, J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meyssignac, and Z. Sebesvari, 2019: Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
35. Pantusa, D., D'Alessandro, F., Principato, F., Tomasicchio, G.R., 2018. Application of a Coastal Vulnerability Index. A Case Study along the Apulian Coastline, Italy. *Water — Open Access Journal*. *Water* 2018, 10, 1218; doi:10.3390/w10091218
36. Pendleton, E.A., Thieler, E.R., Williams, S.J., 2005. Coastal Vulnerability Assessment of War in the Pacific National Historical Park to Sea-Level Rise. U.S. Geological Survey Open-File Report 2005a-1056. 2005. Available online: <https://pubs.usgs.gov/of/2005/1056/>
37. Pendleton, E.A., Williams, S.J., Thieler, E.R., 2004. Coastal Vulnerability Assessment of Assateague Island National Seashore (ASIS) To Sea-Level Rise, U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1020, Electronic Book. <https://pubs.usgs.gov/of/2004/1020/index.html>

38. Pendleton, E. A., Thieler, E. R., & Williams, S. J. (2010). Importance of coastal change variables in determining vulnerability to sea-and lake-level change. *Journal of Coastal Research*, 176-183.
39. Poulos, S.E., Chronis, G., 1997. The importance of the river systems in the evolution of the Greek coastline. *BULLETIN-INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE MONACO-NUMERO SPECIAL-*, 75-96.
40. Pranzini, E., Rosas, V., Jackson, N.L., Nordstrom, K.F., 2013. Beach changes from sediment delivered by streams to pocket beaches during a major flood. *Geomorphology* 199, 36–47.
41. Rao, K. N., Subraelu, P., Rao, T. V., Malini, B. H., Ratheesh, R., Bhattacharya, S., & Rajawat, A. S. (2008). Sea-level rise and coastal vulnerability: an assessment of Andhra Pradesh coast, India through remote sensing and GIS. *Journal of Coastal Conservation*, 12(4), 195-207.
42. Shaw, J., Taylor, R.B., Forbes, D.L., Ruz, M.H. & S. Solomon, 1998. Sensitivity of the Canadian Coast to Sea-Level Rise. *Geological Survey of Canada Bulletin*, 505, 114 p.
43. Smith, A. D., 1994. Late Quaternary tectonics, sedimentation and sea-level changes in the North Aegean region (Doctoral dissertation, University of Cambridge).
44. Srinivasa Kumar, T., Mahendra, R.S., Nayak, S., Radhakrishnan, K., Sahu, K.C., 2010 Coastal Vulnerability Assessment for Orissa State, East Coast of India. *J. Coast. Res.* 2010, 26, 523–534
45. Thieler, E.R. & E.S. Hammar-Klose, 1999. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise, U.S. Atlantic Coast. U.S. Geological Survey, Open-File Report, 99-593 pp.
46. Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., & Ergul, A. (2009). The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change (No. 2008-1278). US Geological Survey.
47. Udden, J.A., 1914. Mechanical composition of clastic sediments. *Bulletin of the Geological Society of America*, 25, 655-744.
48. van der Maar, P. A. (1980). The geology and petrology of Ios, Cyclades, Greece. *Hellenic Journal of Geology*, 30, 206-224.

49. van der Maar, P. A., & Jansen, J. B. H. (1983). The geology of the polymetamorphic complex of Ios, Cyclades, Greece and its significance for the Cycladic Massif. *International Journal of Earth Sciences*, 72(1), 283–299. <https://doi.org/10.1007/BF01765910>.
50. Vousdoukas, M. I., Ranasinghe, R., Mentaschi, L., Plomaritis, T. A., Athanasiou, P., Luijendijk, A., & Feyen, L. (2020). Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature climate change*, 10(3), 260-263.
51. Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.

Ελληνική Βιβλιογραφία

52. Βαϊόπουλος, Δ., Βασιλόπουλος, Α., Ευελπίδου, Ν., 2008. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Εκδόσεις Συμμετρία.
53. Ελληνική Επιτροπή Φραγμάτων, 2013. Τα φράγματα της Ελλάδας
54. Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014 – 2020. Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου Γενική Διεύθυνση Περιφερειακής Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής
55. Καρασαχινίδη, Ε., 2014. Διερεύνηση των συνθηκών υπερπήδησης του φράγματος Μυλοπότα της Νησου Ίου, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
56. Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010. Παράκτια Γεωμορφολογία. Εκδόσεις Ίων.
57. Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2017
58. Παπανικολάου, Δ.Ι., 2015. Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις Πατάκη.
59. Πούλος, Σ. και Καρδιτσά, Α., 2017. Εφαρμοσμένη Ωκεανογραφία & Περιβάλλον. Σημειώσεις μαθήματος "Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Ωκεανογραφία". Αθήνα.
60. Στουρνάρας, Γ., Νάστος, Π., Γιόξας, Γ., Ευελπίδου, Ν., Βασιλάκης, Ε., & Παρτσινεβέλου, Σ. Α. και Ηλιόπουλος, Β.(2011). Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στα Επιφανειακά και Υπόγεια Υδατικά Σώματα του Ελλαδικού Χώρου. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής της Τράπεζας της Ελλάδος.
61. Σουκισιάν Τ., Χατζηνάκη, Μ., Κορρές, Γ., Παπαδόπουλος, Α., Κάλλος, Γ., Αναδρανιστάκης, Ε., (2007). «ΑΤΛΑΝΤΑ του Ανέμου και Κύματος των

Ελληνικών Θαλασσών». Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών Δημ., 300 σελ., ISBN – 987 960 86651 9-4.

62. Υδρογραφική Υπηρεσία, 2015. Στατιστικά στοιχεία της στάθμης της θάλασσας ελληνικών λιμένων, β' έκδοση, Αθήνα.

Διαδίκτυο

63. WCRP Global Sea Level Budget Group, 2018

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-7/wcrp-global-sea-level-budget>

64. Meteo

<http://meteosearch.meteo.gr/>

65. United Nations Climate Change

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>

Παράρτημα

Περιοχή Μελέτης – Παραλία Μυλοπότας (Ιος)												
Πίνακας 1Α Κοκκομετρική διαβάθμιση άμμου – αποτελέσματα επί τοις εκατό (%)												
Φθινοπωρινό προφίλ παραλίας												
ID	ΔΕΙΓΜΑ	25,6-16m	16-8mm	8-4mm	4-2mm	2-1mm	1mm-500μm	500-250μm	250-125μm	125-63μm	<63μm	Textural Group by the Folk and Ward (1957)
Τομή MylA1												
1	Myla1		0	0	0,18	1,76	23,88	58,4	14,51	0,96	0,3	Ελαφρός χαλικώδης άμμος
2	Myla2		0	0,19	1,66	12,67	46,35	33,86	5,09	0,14	0,03	Ελαφρός χαλικώδης άμμος
3	Myla3		0	0	1,39	6,93	31,32	49,39	10,75	0,16	0,05	Ελαφρός χαλικώδης άμμος
4	Myla4		0	0	0,49	2,97	13,87	60,85	21,63	0,15	0,03	Ελαφρός χαλικώδης άμμος
5	Myla5	0	2,43	1,66	18,11	36,81	22,32	15,51	3,11	0,03	0,02	Χαλικώδης άμμος
6	Myla6		0	0	0,58	4,06	10,46	36,4	46,83	1,59	0,08	Ελαφρός χαλικώδης άμμος

Τομή MylA2												
7	Myla7		0	0	0,92	39,33	41,66	14,9	3,05	0,11	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
8	Myla8		0	0	1,77	21,04	49,69	22,15	5,26	0,08	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
9	Myla9		0	0	0,38	16,9	63,31	17,35	1,98	0,06	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
10	Myla10		0	3,53	18,41	47,75	23,82	6,12	0,35	0,01	0,01	Χαλικώδης άμμος
11	Myla11		2,5	0,18	5,07	20,9	33,13	34,29	3,86	0,06	0,02	Χαλικώδης άμμος
12	Myla12		0	0,24	7,38	38,69	47,75	5,56	0,35	0,02	0,02	Χαλικώδης άμμος
13	Myla13	21,21	2,5	4,63	18,8	27,48	12,07	11,37	1,9	0,04	0,01	Αμμώδες χαλίκι
14	Myla14		0	0	0,16	3,26	18,83	62	15,5	0,21	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
Τομή MylA3												
15	Myla15	0	2,88	0,19	0,22	0,08	1,05	25,87	66,63	2,78	0,29	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
16	Myla16	0	3,1	1,73	0,37	0,39	1,19	14,15	75,01	3,96	0,1	Χαλικώδης άμμος
17	Myla17		0	0	0,05	0,85	5,95	41,19	49	2,93	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
18	Myla18		0	0	0,02	0,02	0,33	9,43	86,94	3,08	0,19	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
19	Myla19		0	0,81	1,97	1,91	5,45	28,63	54,18	6,99	0,05	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος

Περιοχή Μελέτης – Παραλία Μυλοπότας (Ιος)											
Πίνακας 1B Κοκκομετρική διαβάθμιση άμμου – αποτελέσματα επί τοις εκατό (%)											
Εαρινό προφίλ παραλίας											
ID	ΔΕΙΓΜΑ	16-8mm	8-4mm	4-2mm	2-1mm	1mm - 500μm	500 - 250μm	250 - 125μm	125 - 63μm	<63μm	Textural Group by the Folk and Ward (1957)
Τομή MylS1											

1	Myls 1	0,90	3,57	0,08	3,44	28,95	50,02	12,48	0,41	0,14	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
2	Myls 2	0	0	1,55	13,04	53,12	28,44	3,68	0,13	0,05	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
3	Myls 3	0	0	1,27	15,20	47,09	30,28	5,82	0,31	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
4	Myls 4	0	0,87	3,99	15,87	29,89	44,01	5,19	0,17	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
5	Myls 5	14,39	7,70	19,59	34,41	19,26	4,29	0,32	0,04	0,01	Αμμώδες χαλίκι
6	Myls 6	0	0	0,70	6,74	27,14	50,72	14,47	0,18	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
7	Myls 7	0	0,33	1,49	10,27	24,70	40,96	21,81	0,43	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
Τομή MyIS2											
8	Myls 8	0	0	0,52	33,67	37,95	22,04	5,62	0,18	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
9	Myls 9	5,04	2,91	10,27	26,73	34,34	16,01	4,58	0,11	0,01	Χαλικώδης άμμος
10	Myls 10	0	0	2,48	20,87	45,04	24,84	6,60	0,14	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
11	Myls 11	0	0,29	26,60	66,75	6,12	0,18	0,04	0,01	0,01	Χαλικώδης άμμος
12	Myls 12	0	0	2,57	54,07	42,87	0,36	0,08	0,05	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
13	Myls 13	47,64	1,43	12,01	30,25	8,42	0,16	0,06	0,02	0,01	Αμμώδες χαλίκι
14	Myls 14	70,16	0,45	4,24	14,11	9,47	1,44	0,11	0,01	0,00	Αμμώδες χαλίκι
15	Myls 15	0	0,18	9,19	39,67	34,82	15,14	0,93	0,06	0,02	Χαλικώδης άμμος
Τομή MyIS3											
16	Myls 16	37,46	0,34	0,03	0,1	3,84	30,03	26,32	1,82	0,05	Αμμώδες χαλίκι
17	Myls 17	5,70	0	0,05	0,14	2,30	33,05	56,26	2,42	0,07	Χαλικώδης άμμος
18	Myls 18	0	0	0	0	0,1	11,8	82,7	5,3	0,1	Άμμος

Περιοχή Μελέτης – Παραλία Μαγγοναρί (Ιος)
Πίνακας 2Α Κοκκομετρική διαβάθμιση άμμου – αποτελέσματα επί τους εκατό (%)
Φθινοπωρινό προφίλ παραλίας

ID	ΔΕΙΓΜΑ Α	25,6- 16m m	16- 8mm	8 - 4mm	4 - 2mm	2 - 1mm	1mm - 500μm	500 - 250μm	250 - 125μm	125 - 63μ m	<63 μm	Textural Group by the Folk and Ward (1957)
Τομή MagA1												
1	Maga1		0	0,78	1,23	1,46	25,39	62,37	8,49	0,22	0,07	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
2	Maga2	0	7,94	13,81	14,12	10,06	14,91	30,95	7,71	0,36	0,16	Άμμώδες χαλίκι
3	Maga3		0	4,12	5,48	10,59	33,98	38,43	6,91	0,31	0,18	Χαλικώδης άμμος
4	Maga4		0	0,46	0,02	1,09	24,79	66,41	7,12	0,08	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
5	Maga5		0	0	0,02	0,28	5,27	82,35	12,01	0,05	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
6	Maga6		0	0	0	0,01	3,07	81,4	15,47	0,03	0,02	Άμμος
7	Maga7		0	0	0,19	1,56	35,28	61,04	1,9	0,02	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
8	Maga8		0	0	0,23	0,56	4,7	75,66	18,79	0,05	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
9	Maga9		0	0	0,02	0,47	4,91	58,54	35,91	0,13	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
10	Maga1 0		0	0	0,18	0,28	3,91	53,11	41,44	0,86	0,22	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
Τομή MagA2												
11	Maga1 1		0	0,05	0,07	0,58	5,91	40,23	52,57	0,51	0,08	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
12	Maga1 2		0	0	0,12	0,72	3,04	38,88	55,3	1,72	0,22	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
13	Maga1 3		0	2,09	5,22	8,22	11,21	35,87	36,12	1,02	0,25	Χαλικώδης άμμος
14	Maga1 4		0	0	1,18	3,48	5,09	40,08	49,03	0,99	0,16	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
15	Maga1 5		0	0	0,39	3,24	8,38	30,63	56,04	1,22	0,1	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
16	Maga1 6		0	0	0	0,1	3,49	66,3	29,85	0,22	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
17	Maga1 7		0	0	0	0,07	2,86	49,06	47,7	0,29	0,02	Άμμος

18	Maga1 8		0	0	0,02	0,75	14,17	61	23,96	0,08	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
19	Maga1 9		0	0	0	0,03	0,31	7,55	89,12	2,91	0,07	Άμμος
20	Maga2 0		0	0,23	0,05	0,18	1,04	10,09	83,65	4,62	0,13	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
21	Maga2 1		0	0	0,03	0,34	1,71	13,48	77,23	6,96	0,24	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
Τομή MagA3												
22	Maga2 2		0	0	0,08	0,37	2,76	65,32	31,13	0,28	0,05	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
23	Maga2 3	33,8 8	2,23	6,51	7,74	3,17	5,68	22,45	17,55	0,59	0,22	Αμμώδες χαλίκι
24	Maga2 4		0	0	2,04	11,69	22,06	44,35	19,63	0,2	0,05	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
25	Maga2 5		0	0	1,24	4,42	19,65	56,37	18,16	0,15	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
26	Maga2 6		0	0	0	0,15	7,68	73,19	18,92	0,05	0,02	Άμμος
27	Maga2 7		0	0	0,48	13,87	72,23	12,99	0,39	0,02	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
28	Maga2 8		0	0	0,19	2,44	24,97	60,05	12,25	0,08	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
29	Maga2 9		0	0	0,02	0,19	1,5	20,4	75,19	2,68	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
30	Maga3 0		0	0	0,24	0,93	5,08	27,59	60,92	5,16	0,08	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος

Περιοχή Μελέτης – Παραλία Μαγγαναρί (Ιος)
Πίνακας 2B Κοκκομετρική διαβάθμιση άμμου – αποτελέσματα επί τοις εκατό (%)
Εαρινό προφίλ παραλίας

ID	ΔΕΙΓΜΑ	16-8mm	8-4mm	4-2mm	2-1mm	1mm-500μm	500-250μm	250-125μm	125-63μm	<63μm	Textural Group by the Folk and Ward (1957)
Τομή MagS1											
1	Mags1	0	0,54	1,64	9	44,75	39,16	4,75	0,11	0,06	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
2	Mags2	0	0	0,03	0,82	7,19	71,94	19,88	0,1	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
3	Mags3	0	0	0	0,58	16,11	77,98	5,22	0,09	0,03	Άμμος
4	Mags4	0	0	0	0,41	27,83	65,46	6,17	0,08	0,05	Άμμος
5	Mags5	0	0	0,01	1,26	67,33	31,25	0,11	0,03	0,01	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
6	Mags6	0	0,65	1,16	9,22	46,99	39,41	2,51	0,05	0,01	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
7	Mags7	0	0	0	0,12	3,94	70,85	24,92	0,12	0,05	Άμμος
8	Mags8	0	0	0	0,31	3,15	56,02	40,34	0,16	0,02	Άμμος
Τομή MagS2											
9	Mags9	0	0	0,02	0,13	4,8	50,28	44,26	0,46	0,06	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
10	Mags10	0	0	0,21	0,32	4,45	48,41	45,47	1,05	0,09	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
11	Mags11	0	0	0	0,09	1,3	41,82	56,18	0,57	0,05	Άμμος
12	Mags12	0	0	0	0,05	3,95	42,2	52,66	1,1	0,05	Άμμος
13	Mags13	0	0	0	0,02	0,61	26,36	72,36	0,63	0,03	Άμμος
14	Mags14	0	2,65	10,8	18,7	20,78	28,86	18,05	0,14	0,02	Χαλικώδης άμμος
15	Mags15	0	3,95	11,86	12,71	12,22	27,15	30,95	1,11	0,05	Χαλικώδης άμμος
16	Mags16	0	0	0,04	0,28	4,69	34,17	59,99	0,8	0,04	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
17	Mags17	0	0	0	0,18	1,07	19,12	78,22	1,4	0,02	Άμμος
18	Mags18	0	0	0,16	0,19	1,01	13,49	78,77	6,29	0,09	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος

Τομή MagS3											
19	Mags19	0	0,13	0,11	3,68	17,54	46,3	31,7	0,5	0,05	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
20	Mags20	0	8,88	11,91	5,83	9,6	34,36	27,93	1,04	0,46	Χαλικώδης άμμος
21	Mags21	0	0,49	14,85	37,09	22,1	17,89	7,4	0,12	0,05	Χαλικώδης άμμος
22	Mags22	0	0	0,29	7,6	20,84	45,66	25,4	0,18	0,04	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
23	Mags23	0	0	0	0,1	1,27	58,92	39,57	0,1	0,03	Άμμος
24	Mags24	11,82	6,86	31,08	22,14	10,09	11,08	6,85	0,06	0,02	Αμμώδες χαλίκι
25	Mags25	0	0	2,18	5,13	13,32	42,67	36,05	0,63	0,02	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
26	Mags26	0	0	0,03	0,16	5	42,42	51,67	0,69	0,03	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
27	Mags27	0	0	0,27	0,88	3,63	25,05	65,87	4,25	0,05	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος
28	Mags28	0	0	0,09	0,78	3,38	21,99	68,27	5,41	0,09	Ελαφρώς χαλικώδης άμμος

Πίνακας 3Α Μέσο Γραφικό Μέγεθος (Mz) - Ενεργή Διάμετρος (d50) – Γραφική Λοξότητα (Sk) – Γραφική Κύρτωση (Ku)- Ταξινόμηση (σ) κόκκων Φθινοπωρινό προφίλ παραλίας Μυλοπότα							
ID	ΔΕΙΓΜΑ	Elevation (m)	D50 (μm)	Mz (μm)	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)
Τομή Myla1							
1	Myla1	1,858	375,3	458,2	-0,078	1,222	0,748
2	Myla2	1,604	588,3	735,6	0,015	0,965	0,838
3	Myla3	1,349	432,4	586,3	-0,14	1,051	0,873
4	Myla4	0,699	344,7	432,3	0,001	1,33	0,745
5	Myla5	-0,04	1184,9	1718,1	0,118	0,957	1,209
6	Myla6	-1,02	257,2	382,5	-0,224	0,965	0,856
Τομή Myla2							
7	Myla7	1,549	850,2	991,6	0,109	0,931	0,86
8	Myla8	1,59	684,4	834,4	0,049	1,117	0,902
9	Myla9	1,702	699	808,7	0,048	1,327	0,705
10	Myla10	1,827	1330,8	1682,6	0,05	1,119	0,961
11	Myla11	1,853	639,6	1160,1	-0,177	0,922	1,095

12	Myla12	0,355	947,9	1196,1	-0,115	0,898	0,776
13	Myla13	-0,872	1860,6	30536	-0,41	1,308	0,727
14	Myla14	-1,027	366,6	456,8	-0,11	1,326	0,727
Τομή Myla3							
15	Myla15	1,776	203,7	597,8	-0,278	0,912	0,635
16	Myla16	0,765	191,1	698,8	-0,486	2,777	0,982
17	Myla17	0,191	243,2	308	-0,136	0,838	0,722
18	Myla18	-0,154	181,4	204,6	-0,152	1,06	0,421
19	Myla19	-1,32	216,6	392,9	-0,281	1,152	0,897

**Πίνακας 3B Μέσο Γραφικό Μέγεθος (Mz) - Ενεργή Διάμετρος (d50) – Γραφική Λοξότητα (Sk) – Γραφική Κύρτωση (Ku)- Ταξινόμηση (σ) κόκκων
Εαρινό προφίλ παραλίας Μυλοπότα**

ID	ΔΕΙΓΜΑ	Elevation (m)	D50 (μm)	Mz (μm)	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)
Τομή Myls1							
1	Myls1	1,469	417,2	805,2	-0,198	1,227	0,948
2	Myls2	0,967	629,9	754,1	0,066	1,042	0,795
3	Myls3	0,444	610,4	744	0,068	1,012	0,874
4	Myls4	0,14	507,1	808,9	-0,264	0,89	0,978
5	Myls5	-0,637	1691,3	3453,8	-0,259	1,044	1,503
6	Myls6	-1,462	405,0	543,3	-0,146	1,081	0,874
7	Myls7	-1,443	399,8	598,7	-0,125	1,012	1,06
Τομή Myls2							
8	Myls8	1,549	749,1	898,5	0,114	0,881	0,976
9	Myls9	1,814	903,1	1814,2	-0,175	1,261	1,383
10	Myls10	1,79	661,2	827,4	0,066	1,061	0,985
11	Myls11	1,165	1573,2	1863,1	-0,169	1,059	0,626
12	Myls12	0,919	1088,8	1211,1	0,098	0,748	0,628
13	Myls13	-0,657	3792,9	6681,3	0,036	0,605	1,511
14	Myls14	-0,517	9763,3	8861,9	0,718	0,705	1,547
15	Myls15	-0,875	980,9	1201	0,065	0,974	0,947
Τομή Myls3							
16	Myls16	0,29	413,6	4710,9	-0,565	0,507	2,531
17	Myls17	0,695	224,4	937	-0,472	2,282	1,302
18	Myls18	-0,972	181,7	205,6	-0,134	1,122	0,456

**Πίνακας 4Α Μέσο Γραφικό Μέγεθος (Mz) - Ενεργή Διάμετρος (d50) – Γραφική Λοξότητα (Sk) –
Γραφική Κύρτωση (Ku)- Ταξινόμηση (σ) κόκκων
Φθινοπωρινό προφίλ παραλίας Μαγανάρι**

ID	ΔΕΙΓΜΑ	Elevation (m)	D50 (μm)	Mz (μm)	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)
Τομή MagA1							
1	Maga1	1,437	395,3	545,9	-0,144	1,096	0,709
2	Maga2	1,029	827,3	2598,3	-0,275	0,735	1,918
3	Maga3	0,895	544,4	982,9	-0,235	1,225	1,178
4	Maga4	0,626	390,7	492,9	-0,161	1,133	0,651
5	Maga5	0,57	344	375,7	0,118	1,146	0,464
6	Maga6	0,239	335,3	357,5	0,166	1,105	0,46
7	Maga7	-0,242	431,5	526,3	-0,195	0,791	0,623
8	Maga8	-0,487	332,6	369,7	0,18	1,142	0,532
9	Maga9	-0,595	294,9	331,3	0,145	0,819	0,639
10	Maga10	-1,041	275,6	316,8	0,102	0,75	0,642
Τομή MagA2							
11	Maga11	1,371	239,8	307,9	-0,17	0,831	0,7
12	Maga12	0,772	228,3	288,4	-0,147	0,755	0,649
13	Maga13	0,46	319	692,8	-0,342	1,187	1,295
14	Maga14	0,551	249,4	368,9	-0,228	1,032	0,818
15	Maga15	0,592	228,2	344,3	-0,333	0,985	0,822
16	Maga16	0,473	307,8	332,6	0,228	0,879	0,597
17	Maga17	0,726	257,1	296,2	0,013	0,738	0,633
18	Maga18	-0,157	335,7	391,8	0,066	1,248	0,708
19	Maga19	-0,449	180,2	201	-0,129	0,994	0,397
20	Maga20	-0,882	181,9	225,2	-0,174	1,132	0,453
21	Maga21	-1,298	183,5	221	-0,087	1,327	0,538
Τομή MagA3							
22	Maga22	0,731	304,3	332,3	0,222	0,855	0,601
23	Maga23	0,843	2066	47181,2	-0,24	0,617	3,602
24	Maga24	0,905	400,3	605,1	-0,171	1,046	1,054
25	Maga25	0,686	369,1	496,5	-0,12	1,317	0,837
26	Maga26	0,326	335,4	369,8	0,108	1,264	0,581
27	Maga27	-0,225	710,3	813,7	-0,003	1,375	0,587
28	Maga28	-0,463	386,1	477,9	-0,107	1,149	0,731
29	Maga29	-0,521	193,3	234,5	-0,266	1,114	0,555
30	Maga30	-1,059	208	281,8	-0,28	0,943	0,715

Πίνακας 4B Μέσο Γραφικό Μέγεθος (Mz) - Ενεργή Διάμετρος (d50) – Γραφική Λοξότητα (Sk) – Γραφική Κύρτωση (Ku)- Ταξινόμηση (σ) κόκκων
Εαρινό προφίλ παραλίας Μαγγάνι

ID	ΔΕΙΓΜΑ	Elevation (m)	D50 (μm)	Mz (μm)	Sk (φ)	Ku (φ)	σ (φ)
Τομή MagS1							
1	Mags1	0,835	548,1	708	-0,051	0,934	0,809
2	Mags2	1,121	333,7	374,4	0,105	1,285	0,603
3	Mags3	1,034	371,8	431,7	-0,162	1,144	0,498
4	Mags4	0,407	397,1	472,1	-0,169	1,009	0,633
5	Mags5	-0,541	605,5	641,7	0,23	0,86	0,59
6	Mags6	-0,947	562,8	717,1	-0,038	0,937	0,781
7	Mags7	-0,696	319	343,9	0,245	1,038	0,571
8	Mags8	-1,406	281,1	314,1	0,128	0,759	0,627
Τομή MagS2							
9	Mags9	1,098	268,7	310,5	0,056	0,742	0,645
10	Mags10	0,809	262,4	312,4	0,029	0,739	0,652
11	Mags11	0,937	229,9	273,8	-0,124	0,751	0,622
12	Mags12	1,003	237,8	288,4	-0,1	0,743	0,647
13	Mags13	0,532	200,5	239,9	-0,259	0,984	0,57
14	Mags14	-0,112	551,3	1061,7	-0,162	0,862	1,431
15	Mags15	-0,32	394,7	1035,8	-0,343	0,783	1,602
16	Mags16	-0,195	220,6	281,9	-0,214	0,782	0,649
17	Mags17	-0,531	192,3	230,3	-0,255	1,127	0,527
18	Mags18	-0,986	183,5	219,5	-0,104	1,257	0,511
Τομή MagS3							
19	Mags19	1,138	326,1	431	-0,064	0,995	0,88
20	Mags20	1,126	378,6	1232,1	-0,445	0,894	1,776
21	Mags21	0,725	1046,6	1278,4	0,232	0,939	1,24
22	Mags22	0,776	362	498	-0,12	1,087	0,981
23	Mags23	0,275	282,2	306,3	0,152	0,767	0,613
24	Mags24	-0,601	1984,7	3224,1	0,166	1,141	1,781
25	Mags25	-0,894	310,3	470,5	-0,181	1,117	0,985
26	Mags26	-0,974	242,1	297,5	-0,1	0,754	0,659
27	Mags27	-0,902	202,2	270	-0,28	0,924	0,644
28	Mags28	-1,218	196,4	255,3	-0,259	1,094	0,64