



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΣΕΡΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
& ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ



ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΛΙΟΣΑΤΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΣΚΥΡΟΥ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ευελπίδου Νίκη - Νικολέττα
Παπανικολάου Δημήτριος
Χαμπίκ Μαρουκιάν

Επ. Καθηγήτρια ΕΚΠΑ(Επιβλέπουσα)
Καθηγητής ΕΚΠΑ
Καθηγητής ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2013



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Επίκουρη Καθηγήτρια του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Ευελπίδου Νίκη, για την ανάθεση του θέματος της μεταπτυχιακής εργασίας, καθώς και για τη συνεχή επίβλεψη, υπομονή και καθοδήγηση της κατά την εκπόνηση της. Θα ήθελα ακόμα να την ευχαριστήσω για την ευκαιρία που μου έδωσε να εμβαθύνω πάνω στις μεθόδους παρατήρησης στην ύπαιθρο, αλλά και για όλες τις ευκαιρίες που μου έδωσε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Αποτέλεσε τον σημαντικότερο παράγοντα προκειμένου να φέρω εις πέρας τις σπουδές μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μαρουκιάν Χαμπίκ, μέλος της τριμελούς επιτροπής, για την συνεργασία του και τις εύστοχες παρατηρήσεις του, που διεύρυναν την οπτική μου στην προσέγγιση του θέματος.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Παπανικολάου Δημήτριο, για την ευκαιρία που μου έδωσε να παρακολουθήσω το μεταπτυχιακό αυτό και για την υπομονή και υποστήριξή του στις προσπάθειες μου.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο Ινστιτούτο Leibniz (Leibniz Institute for Applied Geophysics, Αννόβερο, Γερμανία), στον Dr. Manfred Frechen, αλλά και σε όλο το

προσωπικό, που με δέχτηκαν, με βοήθησαν και με καθοδήγησαν καθ' όλη τη διάρκεια των πειραματικών εργασιών, καθώς και το ευρωπαϊκό πρόγραμμα STSM (Short Term Scientific Mission) - ES0701 και ES0907, για τις 2 υποτροφίες που μου χορήγησε, προκειμένου να μεταβώ στη Γερμανία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου Ευφροσύνη και τον σύντροφο μου Διονύση, για τη βοήθεια και την υποστήριξη, ηθική και συναισθηματική, που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Με εκτίμηση,

Παρασκευή Λιοσάτου

**Στη μνήμη του
πολυαγαπημένου μου πατέρα,
Δημήτρη**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα αποτελέσματα της παγκόσμιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της αλόγιστης ανάπτυξης της παράκτιας ζώνης είναι η παράκτια διάβρωση, όπου αποτελεί ένα σοβαρό παγκόσμιο πρόβλημα. Σε αντίθεση με άλλες φυσικές καταστροφές, (π.χ. σεισμοί, τυφώνες, τσουνάμι κ.ά.) η παράκτια διάβρωση είναι μια συνεχής διεργασία, που όμως σήμερα λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης μπορεί να προβλεφθεί και να αντιμετωπιστεί έγκαιρα.

Σε αυτή τη μεταπτυχιακή εργασία αναπτύχθηκε μία πρότυπη μεθοδολογία προκειμένου να εκτιμηθεί η επικινδυνότητα διάβρωσης, της παράκτιας ζώνης της νήσου Σκύρου. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε όλη την ακτογραμμή του νησιού. Τα ιδιαίτερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης, επιδρούν κατά σημαντικό μέρος θετικά ή αρνητικά στην εξέλιξη του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης. Στο νησί της Σκύρου περίπου στο $\frac{1}{4}$ του νησιού, απαντώνται και ακτόλιθοι, γνωστοί στη διεθνή βιβλιογραφία ως beachrocks. Έτσι λοιπόν κρίθηκε απαραίτητο να εξεταστούν σε βάθος οι παραπάνω γεωμορφές, ώστε να διαπιστωθεί αν και κατά πόσο επιδρούν αρνητικά ή θετικά στο φαινόμενο της παράκτιας διάβρωσης.

Στο πλαίσιο της εργασίας συλλέχθηκαν στοιχεία, τα οποία μετά την επεξεργασία τους οδήγησαν σε αποτελέσματα ικανά να στηρίξουν τη σχέση των ακτόλιθων και του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης, προσφέροντας μία πλήρη εικόνα της κατάστασης στην περιοχή μελέτης (νήσος Σκύρος).

Για τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας της παράκτιας περιοχής μελέτης, εφαρμόστηκε ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI), ο οποίος βιβλιογραφικά περιλαμβάνει μεταβλητές που σχετίζονται με τα φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής (γεωμορφολογία, εύρος παλίρροιας, μέσο ύψος κύματος, τοπογραφία, οριζόντιες ιστορικές αλλαγές θέσης της ακτογραμμής κ.ά.), ωστόσο δε λαμβάνει υπόψη του τη γεωλογία της κάθε περιοχής, αλλά και κοινωνικό-οικονομικά κριτήρια. Γι' αυτούς τους λόγους κρίθηκε σκόπιμη η τροποποίηση του δείκτη προσθέτοντας άλλες δύο μεταβλητές, με δεδομένα για την κοινωνικοοικονομική κατάσταση της περιοχής, όπως οι χρήσεις γης, αλλά και της λιθολογίας των γεωλογικών σχηματισμών. Το νέο σύνολο

μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε σε 2 διαφορετικά μοντέλα του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (γεωμετρικός μέσος και ρίζα γεωμετρικού μέσου).

Ειδικότερα για τη μεταβλητή της γεωμορφολογίας πραγματοποιήθηκε άσκηση υπαίθρου, όπου έγινε λεπτομερής παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση με χάρτες κλίμακας 1:5000 και την χρήση φορητών σύγχρονων συσκευών υπαίθρου για την καταγραφή των παράκτιων γεωμορφών που αναπτύσσονται κατά μήκος της ακτογραμμής, με σκοπό τον προσδιορισμό των διεργασιών που δρουν στον παράκτιο χώρο και τις καθιστούν τρωτές. Για την έρευνα της περιοχής μελέτης συγκεντρώθηκε χαρτογραφικό υλικό και πιο συγκεκριμένα χάρτες 1:5.000, 1:50.000 και αεροφωτογραφίες για τη λεπτομερή απεικόνιση του ανάγλυφου και των γεωμορφών. Πολύ σημαντικό ρόλο έπαιξε η εργασία υπαίθρου της παράκτιας περιοχής, καθώς αναγνωρίστηκαν οι παράκτιες γεωμορφές και κυρίως οι ακτόλιθοι, οι οποίοι και ενσωματώθηκαν στον υπολογισμό του δείκτη, ενώ παρατηρήθηκαν και οι ακτές που υπόκεινται σε διάβρωση και μη και πιστοποιήθηκαν επιτόπου οι χρήσεις γης. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ποσοτική εκτίμηση με την διαδικασία της βαθμονόμησης των μεταβλητών που δρουν στην παράκτια ζώνη, το οποίο επιτευχθεί με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, και συγκεκριμένα με το λογισμικό ArcGIS 10. Ειδικότερα, κατά την ταξινόμηση των γεωμορφολογικών σχηματισμών, στους ακτόλιθους δόθηκε μία μέση τιμή ίση με 3, βασιζόμενη στο γεγονός ότι στη βιβλιογραφία δεν υφίσταντο σαφής αποδείξεις, για το αν προστατεύουν από τη διάβρωση ή όχι. Εντούτοις σε όλες τις περιοχές που συναντώνται ακτόλιθοι και οι οποίες έχουν χαμηλή κλίση υπολογίστηκε τουλάχιστον υψηλός κίνδυνος διάβρωσης.

Επιπλέον, διακρίθηκαν οι περιοχές χαμηλού υψομέτρου και οι χρήσεις γης αυτών, που αναμένεται να πληγούν από φυσικές καταστροφές που σχετίζονται με άνοδο της θαλάσσιας στάθμης βάσει των σεναρίων της IPCC (2007).

Από την εφαρμογή των μοντέλων του Δ.Π.Τ. στην περιοχή μελέτης (νήσος Σκύρος) διαπιστώνουμε ότι σε ποσοστό 12% η ακτογραμμή εμφανίζει υψηλή – πολύ υψηλή επικινδυνότητα διάβρωσης. Οι περιοχές που εμφανίζουν πολύ υψηλή επικινδυνότητα είναι οι Μάλοι, τα αρχαία λατομεία, το λιμάνι του Αχιλλίου, το Παλαμάρι, το Αεροδρόμιο, η Ασπούς, η Καλαμίτσα, η Αχερούνες, τα Γυρίσματα και η Αλμυρή Λίμνη. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα δυο μοντέλα εφαρμογής (γεωμετρικός μέσος και ρίζα

γεωμετρικού μέσου) με μικρές διαφοροποιήσεις, που αφορούν στην περιοχή της Ασπούς, στο Παλαμάρι και στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού.

Από τις παραπάνω ακτές απαντώνται ακτόλιθοι στους Μώλους, στα Γυρίσματα, στο Παλαμάρι και στα αρχαία λατομεία.

Οι μεταβλητές που ουσιαστικά καθορίζουν τη γεωγραφική διαφοροποίηση της τελικής τιμής του δείκτη είναι η γεωμορφολογία, η γεωλογία και η μορφολογική κλίση της παράκτιας ζώνης. Επιπρόσθετα, ο κυματισμός, η παλίρροια, οι μεταβολές της ακτογραμμής, οι χρήσεις γης και ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης επιδρούν λιγότερο στη διαφοροποίηση του δείκτη σε επιμέρους τμήματα της ακτογραμμής.

Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός, ότι οι περιοχές που κινδυνεύουν περισσότερο από διάβρωση, όπως αυτές προέκυψαν από το μοντέλο που εφαρμόστηκε, ταυτίζονται σε μεγάλο ποσοστό με αυτό των σημείων που αναμένεται να κατακλυστούν με νερό λόγω των μελλοντικών σεναρίων της IPCC.

Το γεγονός ότι ακτόλιθοι απαντώνται μόνο στο βορειοανατολικό τμήμα του νησιού, οφείλεται στους γεωλογικούς σχηματισμούς που υπάρχουν εκεί. Σε εκείνη την περιοχή υπάρχουν νεογενείς σχηματισμοί και συγκεκριμένα θαλάσσιοι σχηματισμοί μειοκανικής ηλικίας, που αποτελούνται από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και μάργες, τα οποία είναι ευδιάβρωτα και προσφέρουν πολύ υλικό.

Από τις χρονολογήσεις αναμένεται η ηλικία των δειγμάτων των ακτόλιθων να είναι σχετικά νέα (Ανώτερο Ολόκαινο, 1000 – 2000BP), αφού η ποσότητα του χαλαζία είναι περισσότερη από τους κόκκους αστρίου (επομένως αυτό θα είναι το κύριο συστατικό που θα χρησιμοποιηθεί για τη χρονολόγηση).

ABSTRACT

One result of the global rise of sea level as well as the uncontrolled development of the coastal zone is considered to be coastal erosion; this natural process is considered to be a serious global problem. Unlike other natural disasters (such as earthquakes, hurricanes, tsunamis, etc) coastal erosion is an ongoing process; fortunately, today it can be predicted and mitigated early because of advanced technological development.

In this thesis a standard methodology for assessing the risk of erosion is developed, taking the coastal zone of the island of Skyros as a case study. The aforementioned methodology was applied to the entire coastline of the island. The distinctive morphological characteristics of the coastal zone, affect (positively or negatively) the evolution of the phenomenon of coastal erosion. On the island of Skyros and found beachrocks, at length about $\frac{1}{4}$ of this of the island. So it was necessary to examine in depth these landforms to determine whether and how the impact negatively or positively to the phenomenon of coastal erosion.

In this frame, data was collected, which after being processed led to results supporting the relationship of the coastal erosion with beackrocks, providing a complete picture of the situation in the study area (island of Skyros).

To determine the risk we applied the Coastal Vulnerability Index (Coastal Vulnerability Index - CVI), which includes bibliographic variables related to geographical and morphological variables-characteristics of the area (geomorphology, geology, tidal range, average wave height topography, horizontal historical shoreline position changes etc.), however, does not take account of the geology of each region, and socio-economic criteria. For these reasons it was considered appropriate to modify the index adding two more variables, the socioeconomic status of the area, such as land use, and the lithology of the geological formations. Especially for the variable of the geomorphology an exercise in the countryside using modern portable devices to record rural maps. Some 1:5000 scale maps were also used in order to determine the landforms developed along the shoreline. Cartographic material, specifically 1:5.000 maps, 1:50.000 aerial photos and a detailed

depiction of terrain and landforms were used. The identification of the coastal landforms and especially of the beachrocks formations played a key role in the study.

A quantitative estimate of the calibration process' variables is achieved by using Geographic Information Systems (ArcGIS 10). The results are depicted in hazard maps and the findings were commented upon. Especially for the classification of the geomorphological beachrocks formation took a value equal to 3. This was based on the fact that in the iterative there is no clear evidence if these formations protect from erosion or not. It must be mentioned that in the areas of beachrocks (areas that also have low elevation) high vulnerability was found.

Moreover, the sea level rise scenarios based on the IPCC (2007) were processed and vulnerability maps presented.

By applying the CVI models in the study area (Skyros Island) it is found that 12% of the coasts have high to very high vulnerability. The areas that have very high vulnerability are Moli, ancient mines, Achilli port, Palamari, Airport, Aspous, Kalamitsa, Acherounes, Gyrismata and Almyri Lake. This fact is also verified by the two applied models with small differences in the areas known as Aspous, Palamari and in SE coast of Skyros.

From all the aforementioned areas only in Moli, Gyrismata and Palamari beachrocks are found.

The variables that eventually affect the geographical distribution of the final CVI vales are geomorphology, geology and the slope of the coastal zone. Moreover tidal range, average wave height topography, horizontal historical shoreline position changes, land use and sea level affect much less the final results in specific areas of the coastline.

One of the most important conclusions is that the variables that essentially determine the geographic diversification of the final index value are geomorphology (including beachrocks), geology and the morphological gradient of the coastal zone. In contrast, waves, tides and the rising rate of sea level do not play a significant role in the diversification of the index in different parts of the coastline.

It is worth noting that the beachrock areas most at risk from erosion, as derived from the model applied, are largely identical to those expected to be flooded with water due to future scenarios of the IPCC. In this area there are Neogene formations and specifically marine formations, consisting of sandstones, conglomerates and marls.

By dating that it is expected that the age of the samples will be recent (Late Holocene, 1000 – 2000BP), because the amount of quartz is greater than the ostracum's.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Α΄

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	32
1.1Οριοθέτηση πεδίου	32
1.2 Σκοπός	35
1.3Μεθοδολογία και διάγραμμα ροής εργασιών	37
1.4 Προβλήματα, Περιορισμοί και Παραδοχές	40

ΜΕΡΟΣ Β΄

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ / ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ	42
2.1 Γενικά	42
2.2 Ορισμός της παράκτιας ζώνης	45
2.3 Μηχανισμός Παράκτιας διάβρωσης και παράκτια τρωτότητα	49
2.4 Σημαντικότητα των παράκτιων περιοχών	56
2.5 Τα προβλήματα των παράκτιας ζωνών και η διαχείριση τους	58
3.ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	62
3.1 Γενικά	62
3.2 Διακύμανση της θαλάσσιας στάθμης στο γεωλογικό χρόνο	64

3.3 Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης μελλοντικά και επιπτώσεις.....	66
3.4 Δείκτες μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης και μέθοδοι χρονολόγησης.....	69
3.5 Η διακύμανση της θαλάσσιας στάθμης στη νήσο Σκύρο.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	77
4.ΑΚΤΟΛΙΘΟΙ – BEACH ROCKS	77
4.1 Γενικά	77
4.2.Ιστορική αναδρομή - Ορισμοί των ακτόλιθων.....	78
4.3 Θεωρίες σχηματισμού – Κύκλος ζωής - Ηλικία.....	79
4.4 Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων	82
4.4.1 Μορφολογία και υφή	82
4.4.2 Αλλοιώσεις.....	83
4.5 Η σημασία των ακτόλιθων στο παράκτιο περιβάλλον	84
4.5.1 Επιπτώσεις στην παράκτια δυναμική.....	84
4.5.2 Κοινωνικό - οικονομικές επιπτώσεις	87
4.5.3 Επιπτώσεις στην οικολογία/βιοποικιλότητα	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο	89
5. ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ.....	89
5.1 Γενικά	89
5.2 Παραλλαγές και αιτιολόγηση	93

ΜΕΡΟΣ Γ΄

6.ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	97
6.1 Βιβλιογραφικά στοιχεία.....	97
6.1.1 Γεωγραφικά – Δημογραφικά στοιχεία - Μορφολογία	97
6.1.2Γεωλογία – Τεκτονική - Σεισμικότητα	99
6.1.3 Κλιματικά – Μετεωρολογικά στοιχεία	113
6.1.4Χρήσεις γης.....	113
6.1.5 Χλωρίδα – Πανίδα – Βιοποικιλότητα	116
6.2. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	117
6.2.1 Γενικά.....	117
6.2.2 Μεθοδολογία πεδίου	120
6.2.3 Παράκτιες γεωμορφές.....	121
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	160
7. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΑΚΤΟΛΙΘΩΝ	160
8.1 Εντοπισμός περιοχής όπου απαντώνται ακτόλιθοι	160
7.2 Επιτόπια έρευνα στην περιοχή μελέτης, χαρτογράφηση και δειγματοληψία	161
7.3 Δειγματοληψία	161
7.3.1 Θέσεις δειγματοληψίας	162
7.4 Αναλύσεις εργαστηρίου	167

7.4.1 Αναλύσεις δειγμάτων με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM).....	167
7.4.2 Προετοιμασία δειγμάτων για χρονολόγηση με τη μέθοδο της Οπτικά Διεγερμένης Φωταύγειας	168
7.5 Αποτελέσματα	178
7.5.1 Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις	178
7.5.2 Ορυκτολογικές παρατηρήσεις από το SEM.....	183
7.5.3 Αποτελέσματα μέρους OSL.....	183
8.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ.....	184
8.1. Γενικά	184
8.2. Πρόταση τροποποίησης του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας.....	185
8.3 Ψηφιακή επεξεργασία χαρτών.....	187
8.1 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας.....	198
8.1.1 Ανάλυση μεταβλητών	198
8.1.2 Υπολογισμός Δείκτη	220
8.1.3 Αποτελέσματα Τροποιημένου Γεωμετρικού Μέσου	222
8.1.4 Αποτελέσματα Γεωμετρικού Μέσου	225
ΜΕΡΟΣ Δ΄	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	230
9.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	230

9.1 Συμπεράσματα - Συζήτηση.....	230
9.2. Μελλοντική Έρευνα	234
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	235
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	244

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

BP	Before present
CVI	Coastal Vulnerability Index
DEM	Digital Elevation Model
EPA	Environmental Protection Agency
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GIS	Geographic Information System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
OSL	Optically stimulated luminescence
SEM	SCANNING ELECTRON MICROSCOPE
USGS	U. S. Geological Survey
Γ.Σ.Π	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
Γ.Υ.Σ	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
Δ.Π.Τ	Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας
Ε.Γ.Σ.Α. 87	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (1987)
ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε	Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών
ΕΛ.ΣΤΑΤ	ελληνική Στατιστική Αρχή
Ο.Δ.Φ	Οπτικά Διεγειρόμενη Φωταύγεια
Ψ.Μ.Α	Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Μορφές διάβρωσης ακτών στην Ευρώπη: Πηγή: Eurosion, 2004	33
Χάρτης 2: Κατάσταση ακτών στην Ευρώπη και στην Ελλάδα: Πηγή: Eurosion, 2004	34
Χάρτης 3: Πυκνότητα πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές της Ευρώπης	57
Χάρτης 4:Γεωγραφική θέση νήσου Σκύρου	97
Χάρτης 5:Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου	99
Χάρτης 6:Γεωτεκτονικές ενότητες των ελληνίδων. Μέσα στο κόκκινο πλαίσιο φαίνεται η θέση της Σκύρου, Πηγή:Παπανικολάου και Κράνης, 2004.....	100

Χάρτης 7: Συνοπτική λιθοστρωματογραφική – τεκτονική στήλη της Πελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 1985)	102
Χάρτης 8: Γεωλογικός Χάρτης Σκύρου, που προήλθε από την ψηφιοποίηση του αναλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ.....	103
Χάρτης 9: Γεωτεκτονικός Χάρτης του Αιγαίου, όπου διακρίνεται το ρήγμα της Ανατολίας στη νήσο Σκύρο, Πηγή: Παπανικολάου και Κράνης, 2004	111
Χάρτης 10: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Σκύρου, όπου διακρίνονται τα επίκεντρα και οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, που συνέβησαν από το 1965 έως το 2001. Με γκρι γραμμές αναπαρίστανται τα ρήγματα της περιοχής (Karakostas et al., 2003).	113
Χάρτης 11: Χρήσεις γης	115
Χάρτης 12: Η περιοχή Natura στη Σκύρο	116
Χάρτης 13: Τοποθεσίες όπου απαντώνται ακτόλιθοι στη νήσο Σκύρο.....	160
Χάρτης 14. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου	193
Χάρτης 15: Ζώνες επηρεασμού βάσει των σεναρίων ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και των κλίσεων.....	195
Χάρτης 16: Ζώνες επηρεασμού βάσει των σεναρίων ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και των χρήσεων γης	197
Χάρτης 17: Επαναταξινόμηση και βαθμονόμηση της παράκτιας κλίσης	200
Χάρτης 18: Βαθμονόμηση της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης με βάση τα σημερινά δεδομένα	202
Χάρτης 19: Βαθμονόμηση του μέσου σημαντικού ύψους κύματος.....	205
Χάρτης 20: Βαθμονόμηση του μέσου παλιρροιακού εύρους.....	207

Χάρτης 21: Βαθμονόμηση της γεωμορφολογίας.....	209
Χάρτης 22:Βαθμονόμηση της μεταβολής της ακτογραμμής.....	212
Χάρτης 23: Βαθμονόμηση της γεωλογίας	216
Χάρτης 24: Βαθμονόμηση χρήσεων γης	219
Χάρτης 25: Βαθμονόμηση της Παράκτιας Τρωτότητας.....	224
Χάρτης 26: Βαθμονόμηση της Παράκτιας Τρωτότητας με βάση τον γεωμετρικό μέσο	226
Χάρτης 27: Γεωλογικός Χάρτης, Πηγή: ΙΓΜΕ	244
Χάρτης 28: Τοπογραφικός Χάρτης, Πηγή: ΓΥΣ.....	245
Χάρτης 29: Τοπογραφικός χάρτης, ίδια επεξεργασία	246
Χάρτης 30: Γεωμορφολογικός Χάρτης	249

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ενδεικτικό σχήμα προσδιορισμού παράκτιου χώρου και των επιμέρους ενοτήτων του (Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού), Πηγή: Δημοπούλου κ.ά., 2007:6.	47
Εικόνα 2: Κύρια ορολογία για τις μορφές του εδάφους και τη δράση των κυμάτων σε παράκτιο περιβάλλον, Πηγή: Λέκκας, 2000:98.....	50
Εικόνα 3:Μοντέλο που απεικονίζει τα παράκτια και επιμήκη ρεύματα τα οποία μεταφέρουν άμμο κατά μήκος της ακτής. Πηγή: Λέκκας, 2000:98	51
Εικόνα 4: Διεργασίες διάθλασης - θραύσης κυμάτων στις παραλίες με τη δημιουργία της ζώνης παλινδρόμησης με την οποία πραγματοποιείται η παράκτια στερεομεταφορά, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000.....	52

Εικόνα 5: Ζώνες διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης στον παράκτιο χώρο, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000.....	53
Εικόνα 6: Ακτή τύπου θύλακα με τις ζώνες διάβρωσης - μεταφοράς – απόθεσης, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000.....	54
Εικόνα 7. Εκτιμήσεις της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης παγκοσμίως από το 1880 έως το 2100, Πηγή: IPCC, 2007:20.....	67
Εικόνα 8: Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας στο νησί της Σκύρου με βάση 14C χρονολογήσεις και εμφανίσεις beachrock. Συσχέτιση με την καμπύλη του Lambeck 1996 από το Αιγαίο Πέλαγος, Πηγή Pavnloroulos et al, 2007:14.....	71
Εικόνα 9:Σύνθεση των χρονολογημένων δεικτών και καμπυλών για το Αιγαίο (α) και διάγραμμα ρυθμών ανύψωσης σε mm/y για τις περιοχές που μελετήθηκαν και οι αντίστοιχοι ρυθμοί από το μοντέλο Lambeck et al. 2005, Πηγή: Παυλόπουλος, 2009:65.....	72
Εικόνα10: Καμπύλη διακύμανσης σχετικής θαλάσσιας στάθμης για τη Σκύρο και συγκεκριμένα για τον κόλπο Παλαμάρι. Η καμπύλη των Lambeck - Purcell (2005) επίσης σχεδιάζεται για σύγκριση Πηγή: Παυλόπουλος, 2010:50.....	73
Εικόνα 11:Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση της μεταβολής του σχετικού ύψους για την περιοχή του Αιγαίου για 4 περιόδους: α)18.000 BP, β) 14.000 BP, γ) 12.500BP, δ) 10.000 BP. Οι ισοψείς της θάλασσας σχεδιάστηκαν με ανάλυση 100m και οι ισοψείς ξηράς με ανάλυση 50m. Πηγή: Lambeck, 1996:602-604.....	75
Εικόνα 12:Παλαιογραφική αναπαράσταση της ακτογραμμής στον κόλπο του Παλαμαρίου στην Σκύρο, 1000 χρόνια BP (a), 2500 χρόνια BP (b), 3500 χρόνια BP (c) and 5500 cal BP (d).	76
Εικόνα 13: Ο κύκλος ζωής και η μορφολογική εξέλιξη ενός ακτόλιθου, Πηγή: Turner R., 2000.....	80

Εικόνα 14: Επίκεντρα και μεγέθη σεισμών σε ακτίνα 40km από την Σκύρο όπως καταγράφηκαν (Πίνακας) στο διάστημα παρατήρησης 1911 έως 1971, Πηγή: Μελέντης, 1974	112
Εικόνα 15: Τοποθεσία δειγματοληψίας και τομών στον όρμο Παλαμαρίου.....	162
Εικόνα 16: Παραλία Γυρίσματα- θέση δειγματοληψίας	164
Εικόνα 17: Παραλία Μώλος-θεση δειγματοληψίας	166
Εικόνα 18: Ενεργειακό διάγραμμα φωταύγειας με βάση τις τρεις κυριότερες ενεργειακές καταστάσεις, Πηγή: Ζαχαριάς, 2008:30	169
Εικόνα 19: Παράδειγμα αυξητικής καμπύλης δείγματος	170
Εικόνα 20: Απεικόνιση του τρόπου συσσώρευσης της δόσης φωταύγειας και του υπολογισμού αυτής σε μονάδες ραδιενέργειας, Πηγή Ζαχαριάς, 2008:53	170
Εικόνα 21: Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας χρονολόγησης OSL.....	171
Εικόνα 22: Σχηματική αναπαράσταση μεθοδολογίας σταδίων υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας	185
Εικόνα 23: Παράθυρο Διαλόγου για τη δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους	191
Εικόνα 24: Παράθυρο διαλόγου δημιουργίας κλίσης.....	192
Εικόνα 25: Παράθυρο Διαλόγου δημιουργίας ζωνών βάσει των σεναρίων ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.....	194
Εικόνα 26: Παράθυρο διαλόγου για την επαναταξινόμηση των κλίσεων	198
Εικόνα 27: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της παράκτιας κλίσης ως προς την τρωτότητα. Στο κάτω μέρος διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.....	199

Εικόνα 28: Κατανομή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου WAM και του συστήματος καιρικής πρόγνωσης ΠΟΣΕΙΔΩΝ, Πηγή: Soukisian et al., 2007.....	203
Εικόνα 29: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της γεωμορφολογίας ως προς την τρωτότητα. Διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.....	210
Εικόνα 30: Ρυθμοί διάβρωσης παράκτιων κρημνών ανάλογα με τη λιθολογία τους, Πηγή: Emery και Kuhn, 1980.....	213
Εικόνα 31: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της γεωλογίας ως προς την τρωτότητα. Διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.....	215
Εικόνα 32: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης ως προς την τρωτότητα. Διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.....	220
Εικόνα 33: <i>Παράθυρο διαλόγου Raster calculator και η αποτύπωση της σχέσης υπολογισμού του CVI</i>	221
Εικόνα 34: Το παράθυρο ταξινόμησης.....	222
Εικόνα 35: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της τρωτότητας. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται το μήκος της ακτογραμμής σε km. Στον κάθετο άξονα ο δείκτης τρωτότητας ομαδοποιημένος σε 4 κλάσεις επικινδυνότητας (κόκκινο: πολύ υψηλή, πορτοκαλί: υψηλή, πράσινο: μέση, σκούρο πράσινο: χαμηλή).....	223
Εικόνα 36 Η ταξινόμηση των τιμών του γεωμετρικού μέσου.....	225
Εικόνα 37: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της τρωτότητας. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται το μήκος της ακτογραμμής σε km. Στον κάθετο άξονα ο δείκτης τρωτότητας ομαδοποιημένος σε 4 κλάσεις επικινδυνότητας (κόκκινο: πολύ υψηλή, πορτοκαλί: υψηλή, πράσινο: μέση, σκούρο πράσινο: χαμηλή).....	227

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση της τομής 1	179
Διάγραμμα 2: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων θέση της τομής 2	179
Διάγραμμα 3: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση της τομής	181
Διάγραμμα 4: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση της τομής της δειγματοληψίας	181
Διάγραμμα 5: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση τομής στη παραλία των Μώλων	183

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

Εξίσωση 1: Εξίσωση προσδιορισμού ηλικίας δείγματος	170
Εξίσωση 2: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας, Πηγή: Thieler & Hammar –Klose (1999)	186
Εξίσωση 3. Ο απλός γεωμετρικός μέσος	186
Εξίσωση 4: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας (ρίζα γεωμετρικού μέσου) με ενσωματωμένες τις 2 μεταβλητές	186
Εξίσωση 5: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας (απλός γεωμετρικός μέσος) με ενσωματωμένες τις 2 μεταβλητές	187

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι φυσικές καταστροφές σε σχέση με τη συχνότητα τους και το χαρακτηρισμό τους από την Ε.Ε, Σύνθεση στοιχείων από Λέκκας, 2000:32 & http://europa.eu	44
Πίνακας 2: Συσχέτιση μεταξύ κλίσης της παραλίας και της κοκκομετρίας του υλικού, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000.....	53
Πίνακας 3: Ρυθμοί ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης κατά Παυλόπουλο 2007,2009 και Lambeck & Purcell (2005)	73
Πίνακας 4: Τροποποιήσεις του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας που δοκιμάστηκαν από τους Gornitz et al, 1992	90
Πίνακας 5: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας με βάση τις 5 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με τους Thieler & Hammar-Klose (1999).....	91
Πίνακας 6: Χρήσεις γης και ποσοστό αυτών.....	114
Πίνακας 7: Κατάταξη των γεωμορφών με βάση τον δείκτη CVI.....	118
Πίνακας 8: Σειρά κοσκίνων και κοκκομετρική ανάλυση	172
Πίνακας 9: Μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI)	187
Πίνακας 10: Θεματικά επίπεδα και πηγή αυτών	189
Πίνακας 11: Δευτερογενή θεματικά επίπεδα και πηγή αυτών.....	190
Πίνακας 12: Εκτάσεις που θα κατακλυστούν με βάση τα μελλοντικά σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και τις κλίσεις εδάφους.....	196

Πίνακας 13: Εκτάσεις που θα κατακλυστούν με βάση τα μελλοντικά σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και των χρήσεων γης	196
Πίνακας 14: Βαθμονόμηση της παράκτιας κλίσης με βάση τον CVI, Πηγή: Thieler & Hammar- Klose,1999.....	198
Πίνακας 15: Εύρος τιμών για κατάταξη της ακτογραμμής ως προς την τρωτότητα σε ότι αφορά τη μεταβλητή της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης που χρησιμοποιείται στην εξίσωση του δείκτη παράκτιας τρωτότητας Πηγή: Thieler & Hammar- Klose,1999	201
Πίνακας 16: Εύρος τιμών για κατάταξη της ακτογραμμής ως προς την τρωτότητα της σε ότι αφορά τη μεταβλητή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος που χρησιμοποιείται στην εξίσωση του δείκτη παράκτιας τρωτότητας Πηγή: Thieler & Hammar- Klose,1999..	204
Πίνακας 17: Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για το μέσο παλιρροιακό εύρος για την περιοχή μελέτης.....	206
Πίνακας 18: Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας γεωμορφολογίας	208
Πίνακας 19: Πίνακας κατάταξης των γεωλογικών σχηματισμών με βάση το CVI, Πηγή: Dolan et al, 1975και Gornitz et al, 1994.....	214
Πίνακας 20. Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωλογίας	215
Πίνακας 21: Χρήσεις γης και ποσοστά αυτών στην περιοχή μελέτης	217
Πίνακας 22: Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των χρήσεων γης.....	218
Πίνακας 23:Ποσοστά τρωτότητας	223
Πίνακας 24:Ποσοστά τρωτότητας	227
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	
Φωτογραφία 1: Ακτόλιθοι στην παραλία Μώλος, Σκύρος.....	77

Φωτογραφία 2: Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι στην παραλία Παλαμάρι.	77
Φωτογραφία 3:Απότομοι κρημνοί κατά μήκος της διαδρομής από Λινώ προς τη Χώρα (Σκύρος)	123
Φωτογραφία 4:Απότομοι κρημνοί στον όρμο Άγνο	123
Φωτογραφία 5: Απότομο κρημνοί στη διαδρομή από Καλαμίτσα προς τον όρμο Κολυμπάδας.....	124
Φωτογραφία 6:Απότομοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίτσας	125
Φωτογραφία 7: Αιγιαλός από λεπτόκοκκο υλικό και αιολικές θίνες στην παραλία του Παλαμαρίου	126
Φωτογραφία 8: Κοίτη ρέματος ρέμα που καταλήγει στην παραλία.....	126
Φωτογραφία 9: Έλος στην παραλία του Παλαμαρίου.....	127
Φωτογραφία 10: Χερσαίοι ακτόλιθοι στην παραλία του Παλαμαρίου	127
Φωτογραφία 11:Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι στην παραλία του Παλαμαρίου.....	127
Φωτογραφία 12: Αεροφωτογραφία του οικισμού, Πηγή http://www.tdpeae.gr/index.php?ID=8TReZqbOv56KwJkn	128
Φωτογραφία 13: Ο αιγιαλός στην παραλία Γυρίσματα προς τη νότια πλευρά	129
Φωτογραφία 14: Ο αιγιαλός στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα με πλάκες ακτόλιθων	129
Φωτογραφία 15: Ανυψωμένοι ακτόλιθοι.....	129
Φωτογραφία 16:Βυθισμένοι ακτόλιθοι.....	129
Φωτογραφία 17: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία. Εμφανής είναι η καταστροφή στην κατασκευή, που είχε γίνει για τη διευθετησή του	130

Φωτογραφία 18: Ο χωματόδρομος στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα.....	130
Φωτογραφία 19: Παραλία Γυρίσματα. Στη φωτογραφία αριστεράφαινονται κτίσματα κατά μήκος του αιγιαλού, καθώς και οι θίνες που δημιουργούνται στην περιοχή (μέσα στον κόκκινο κύκλο). Στη φωτογραφία δεξιά φαίνονται οι σπασμένες πλάκες.	131
Φωτογραφία 20: Αρχαία Λατομεία	131
Φωτογραφία 21: Πανοραμική άποψη της παραλίας Μώλος και του λιμανιού	131
Φωτογραφία 22: Παραλία Μώλου, α) κτίσματα στην παραλία (φωτογραφία αριστερά), β) κτίματα στην παραλία. Εμφανής είναι και οι θίνες που απαντώνται στην παραλία (μέσα στον κόκκινο κύκλο)	132
Φωτογραφία 23: Αιγιαλός Μώλου με πλάκες ακτόλιθων	133
Φωτογραφία 24: Αιγιαλός Μώλου με πλάκες ακτόλιθων	133
Φωτογραφία 25: Πλάκα ψηφιδοπαγούς αιγιαλού στην παραλία Μώλος.....	133
Φωτογραφία 26: Πλάκες ακτόλιθων όπου έχουν υποστεί και παρέμβασεις, προκειμένου να δένονται οι βάρκες.....	134
Φωτογραφία 27: Το λιμάνι στην παραλία του Μώλου.....	134
Φωτογραφία 28. Το λιμάνι του Μώλου.....	135
Φωτογραφία 29: Αμμώδες υλικό στην παραλία των Μαγαζιών	136
Φωτογραφία 30: Κτίσματα στην παραλία των Μαγαζιών	136
Φωτογραφία 31: Η κοίτη που καταλήγει στην παραλία των Μαγαζιών	136
Φωτογραφία 32: Η κοίτη που καταλήγει στην παραλία των Μαγαζιών, όπου φαίνονται και κτίσματ που έχουν κτιστεί παραπλεύρως αυτής.....	136
Φωτογραφία 33:.....	137

Φωτογραφία 34:.....	137
Φωτογραφία 35: Πανοραμική άποψη της Παραλίας των μαγαζιών. Μέσα στον κόκκινο κύκλο φαίνονται και οι αμμοπαγίδες.....	137
Φωτογραφία 36: Η παραλία της Λινούς. Φαίνεται και το ρέμα που καταλήγει στην παραλία	138
Φωτογραφία 37: Ανθρωπογενής παρέμβαση προκειμένου να διευθετηθεί η κοίτη και να περάσει ο δρόμος, όπου αποτελεί τον κύριο οδικό άξονα που πηγαίνει προς τη Χώρα .	139
Φωτογραφία 38: Η παραλία της Ασπούς. Στον κόκκινο κύκλο φαίνεται το έλος. ..	140
Φωτογραφία 39: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία της Ασπούς	141
Φωτογραφία 40: Παράκτιοι κρημνοί στην παραλία της Ασπούς.....	141
Φωτογραφία 41: Λιμάνι Αχιλίου	142
Φωτογραφία42: Παράκτιοι κρημνοί στο λιμάνι	142
Φωτογραφία43: Λιμάνι Αχιλίου	142
Φωτογραφία 44: Παράκτιοι κρημνοί στη νότια πλευρά του νησιού.....	143
Φωτογραφία 45: Παράκτιοι κρημνοί στη νότια πλευρά του νησιού	144
Φωτογραφία 46: Η παραλία της Κολυμπάδας από ψηλά	145
Φωτογραφία 47: Ο αιγιαλός στην παραλία της Κολυμπάδας	145
Φωτογραφία 48: Παραλία Καλαμίτσας, περιοχή όπου αλλάζει το υλικό	146
Φωτογραφία 49: Αλλουβιακή πεδιάδα στην περιοχή της Καλαμίτσας.....	146
Φωτογραφία 50: Η παραλία της Καλαμίτσας στη νότια πλευρά, όπου χαρακτηρίζεται από χονδρόκοκκο υλικό.....	147

Φωτογραφία 51: Ο υγροβιότοπος στην περιοχή της Καλαμίτσας.....	147
Φωτογραφία 52: Το λιμάνι της Λιναριάς	148
Φωτογραφία 53: Ο αιγιαλός στην περιοχή Αχερούνες.....	149
Φωτογραφία 54: Ο αιγιαλός στην περιοχή Αχερούνες.....	149
Φωτογραφία 55: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία	149
Φωτογραφία 56: Το ρέμα	149
Φωτογραφία 57: Παράκτιοι κρημνοί στην παραλία Αχερούνες	150
Φωτογραφία 58: Η παραλία του Πεύκου κατά το μήνα Φλεβάρη	151
Φωτογραφία 59: Η παραλία του Πεύκου κατά το μήνα Αύγουστο.....	151
Φωτογραφία 60: Το λιμάνι του Πεύκου	151
Φωτογραφία 61: Κρημνοί στην περιοχή του Πεύκου	151
Φωτογραφία 62: Πανοραμική άποψη της παραλίας και του λιμανιού στην περιοχή Πεύκος	152
Φωτογραφία 63: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά	153
Φωτογραφία 64: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά	153
Φωτογραφία 65: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά. Στη Φωτογραφία φαίνονται και οι παράκτιοι κρημνοί	153
Φωτογραφία 66: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά.	153
Φωτογραφία 67: Παράκτιοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίτσας	154
Φωτογραφία 68: Παράκτιοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίτσας	154

Φωτογραφία 69: Αιγιαλός Ατσίτσας	154
Φωτογραφία 70: Αιγιαλός Ατσίτσας	154
Φωτογραφία 71: Ρέμα που καταλήγει στην παραλία της Ατσίτσας.....	155
Φωτογραφία 72:Ανθρωπογενής διαμόρφωση για το ρέμα , προκειμένου να περάσει ο δρόμος.....	155
Φωτογραφία 73: Αιγιαλός στην περιοχή της Βυτίνας.....	155
Φωτογραφία 74:Ρέμα που καταλήγει στον αιγιαλό της Βυτίνας.....	155
Φωτογραφία75: Παράκτιο κρημνοί στην περιοχή της Κυρά -Παναγιάς.....	156
Φωτογραφία 76: Παράκτιο έλος στον αιγιαλό της Κυρά - Παναγιάς	156
Φωτογραφία 77: Αιγιαλός στην περιοχή Κυρά - Παναγιά	156
Φωτογραφία 78: Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό	157
Φωτογραφία 79:.....	157
Φωτογραφία 80:Αιγιαλός στην περιοχή Άγιος Πέτρος. Μέσα στον κόκκινο κύκλο περικλείονται οι αμμοθίνες.....	158
Φωτογραφία 81:Αιγιαλός (rocket beach) που έχει αναπτυχθεί μεταξύ ακρωτηρίων στην περιοχή του Αγίου Πέτρου.....	159
Φωτογραφία 82: Δείγμα από την παραλία Παλαμαρίου. Οι διαστάσεις του δείγματος είναι 20cm * 18cm και το πάχος του 10cm	163
Φωτογραφία 83: Θέση όπου έγινε η δειγματοληψία	163
Φωτογραφία 84: Δείγμα από την παραλία Γυρίσματα	164

Φωτογραφία 85: Χερσαίο δείγμα από παραλία Γυρίσματα, κοντά στα Αρχαία Λατομεία.....	165
Φωτογραφία 86:Θέση όπου πήραμε το δείγμα από την παραλία Γυρίσματα – Αρχαία Λατομεία.....	165
Φωτογραφία 87: Θέση όπου πήραμε το δείγμα από την παραλία των Μώλων	166
Φωτογραφία 88: Χερσαίο δείγμα από την παραλία των Μώλων, οι διαστάσεις του οποίου είναι 32cm x 11cm, πάχος: 10cm	167
Φωτογραφία 89: Τα δείγματα προς επεξεργασία	168
Φωτογραφία 90: Σειρά κοσκίνων και μηχανή δόνησης	173
Φωτογραφία 91: Ειδική φυγοκεντρική συσκευή, Πηγή: Riemenschneider & Kunz, 2007	174
Φωτογραφία 92: Το διάλυμα Natriumpolywolframat .Πηγή: Riemenschneider et al, 2007	175
Φωτογραφία 93: Στάδια διαχωρισμού κόκκων, Πηγή: Riemenschneider & Kunz, 2007	177
Φωτογραφία 94: Πρώτη ενότητα ακτόλιθων στη παραλία του Παλαμαρίου.....	178
Φωτογραφία 95: Δεύτερη ενότητα ακτόλιθων στη παραλία του Παλαμαρίου	178
Φωτογραφία 96:Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι.....	179
Φωτογραφία 97: Πλάκα ακτόλιθου στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα.....	180
Φωτογραφία 98: Πλάκα ακτόλιθου στη θέση αρχαία λατομεία, στην παραλία Γυρίσματα	180
Φωτογραφία 99: Ανυψωμένοι ακτόλιθοι.....	180

Φωτογραφία 100: Σημείο 2 ^{ης} τομής.....	180
Φωτογραφία 101: Υποθαλάσσιες φωτογραφίες από τις περιοχές τομών.....	182

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1Οριοθέτηση πεδίου

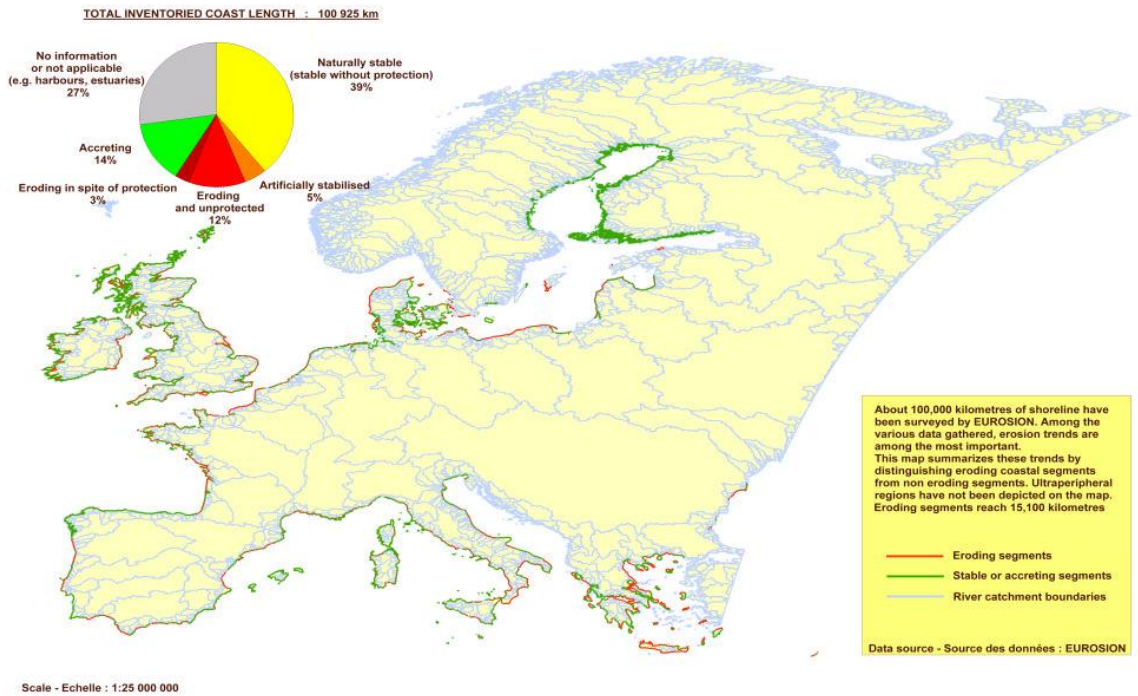
Ένα από τα σημαντικότερα και δυσκολότερα προβλήματα στην παράκτια γεωμορφολογία είναι ο καθορισμός της ακτογραμμής και πως αυτή μεταβάλλεται, με την (αναμενόμενη) άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Οι παράκτιες ζώνες, θεωρούνται ως οι περιοχές μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Είναι περιοχές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και προβλήματα, εξαιτίας του γεγονότος ότι βρίσκονται σε ένα δυναμικό σύστημα (Klein, 2002). Το σύστημα αυτό αλληλεπιδρά-επηρεάζεται από τα υποσυστήματα, αυτά της γεώσφαιρας, υδρόσφαιρας και ατμόσφαιρας (έδαφος, νερό, αέρας) (Παπανικολάου – Σιδέρης, 2007). Τα ιδιαίτερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης, επιδρούν κατά σημαντικό μέρος θετικά ή αρνητικά στην εξέλιξη του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης.

Επομένως, η μελέτη μιας τέτοιας περιοχής, σε σχέση και με τις κλιματικές αλλαγές, που συντελούνται σήμερα στο ευρύτερο ανθρωπογενές περιβάλλον, θεωρείται σημαντική και αναγκαία. Παράλληλα, η πρόβλεψη των ποσοστών αλλαγής απώλειας της γης και της υποχώρησης της ακτογραμμής, είναι ζωτικής σημασίας για τον σχεδιασμό των μελλοντικών στρατηγικών διαχείρισης της παράκτιας ζώνης. Επιπλέον οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στις παράκτιες ζώνες, όπως η αστικοποίηση τους, καθώς επίσης και η αυξανόμενη τουριστική ανάπτυξη σε νησιωτικές περιοχές επηρεάζουν σημαντικά τις παράκτιες περιοχές.

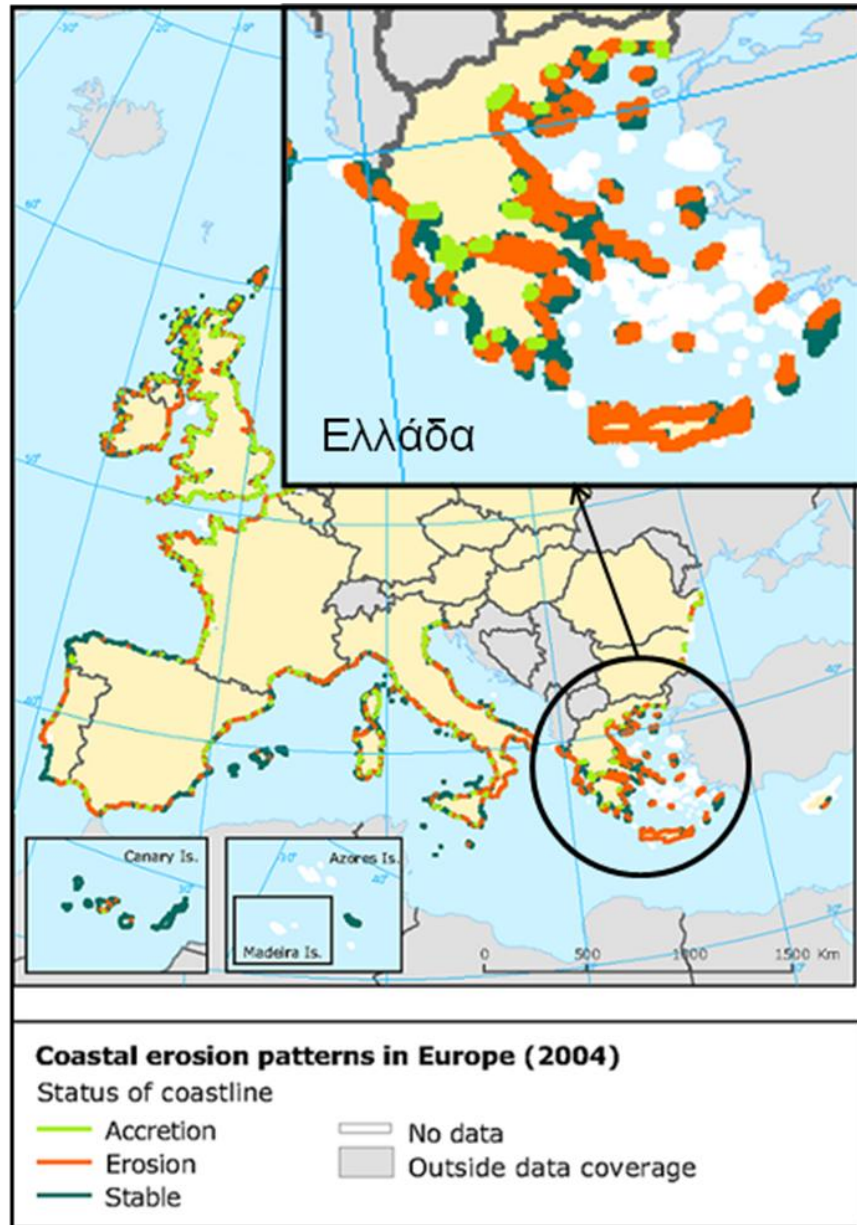
Κατ' αυτόν τον τρόπο, η διερεύνηση των επιπτώσεων από τις φυσικές και ανθρωπογενείς διαδικασίες στην παράκτια ζώνη καθίσταται αναγκαία, γεγονός που επισημαίνεται και από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, οι οποίοι εκτιμούν ότι με βάση τους σημερινούς υπολογισμούς, το 50% των ακτών της Μεσογείου θα καλυφτεί από ανθρώπινες υποδομές μέχρι το 2025. Επίσης σύμφωνα με την μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής "EUROSION - Living with Coastal Erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability" (2004), το 20% των ακτών της Ευρώπης, δηλαδή 20.000 χιλιόμετρα, έχει επηρεαστεί ήδη σοβαρά ή έχει αντιμετωπίσει σοβαρά προβλήματα από τη διάβρωση, με την ακτογραμμή να υποχωρεί κατά 0,5 έως 2

μέτρα κάθε χρόνο, και σε κάποιες σοβαρές περιπτώσεις μέχρι και 15 μέτρα. Η Ελλάδα δε, φαίνεται να έχει το τέταρτο υψηλότερο επίπεδο διάβρωσης (28,6%) στην Ευρώπη των 25 (Δίκτυο Παράκτιας Πρακτικής, 2004).

Coastal erosion trends in the European Union



Χάρτης 1: Μορφές διάβρωσης ακτών στην Ευρώπη; Πηγή: EuroSION, 2004



Χάρτης 2: Κατάσταση ακτών στην Ευρώπη και στην Ελλάδα: Πηγή: EuroSION, 2004

Η μελέτη των παράκτιων ζωνών, εξαρτάται από ένα εύρος παραγόντων, που περιλαμβάνουν τη βιοποικιλότητά τους, την ιδιαίτερη γεωμορφολογία τους, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, τις φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτές, τη δυνατότητα ανάπτυξης διαφόρων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων κ.ά.. Όσο δε αφορά στην ανθρώπινη δραστηριότητα, αυτή πρέπει κανονικά να περιορίζεται στο πλαίσιο που καθορίζουν οι νόμοι. Η ελληνική αλλά και ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση παράκτιων ζωνών, τα επιχειρησιακά προγράμματα των περιφερειών σχετικά με

την παράκτια ζώνη τους, καθώς και η εκάστοτε υπάρχουσα πολιτική που εφαρμόζεται, προκειμένου τέτοιες περιοχές να είναι βιώσιμες και να προστατεύονται από ανθρώπινες αυθαίρετες και μη μελετημένες παρεμβάσεις (π.χ. μη σχεδιασμένη αστικοποίηση), καθώς και από φυσικά φαινόμενα, όπως αυτό της διάβρωσης, είναι στοιχεία όπου θα πρέπει επίσης να μελετούνται για κάθε περίπτωση.

Παγκοσμίως έχουν γίνει και εξακολουθούν να γίνονται μελέτες για την εκτίμηση της παράκτιας επικινδυνότητας με διάφορες μεθοδολογίες, χρήση μοντέλων και με την βοήθεια Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Ωστόσο ένας πολύ διαδεδομένος δείκτης, που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της παράκτιας επικινδυνότητας, είναι ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Δ.Π.Τ. - CVI - Coastal Vulnerability Index¹). Στην Ελλάδα έχει εφαρμοσθεί σε πολλές περιοχές ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας, όπως η Βορειοανατολική περιοχή της Αττικής (Chatzieleftheriou et al., 2007), οι ακτές του Αιγαίου (Alexandrakis et al., 2009) και ο Αργολικός κόλπος (Gaki-Papanastassiou et al, 2010). Ο ΔΠΤ υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη έναν αριθμό παραγόντων που αφορούν στα φυσικογεωγραφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά μιας παράκτιας περιοχής (π.χ. τοπογραφία, γεωλογία, εύρος παλίρροιας, μέσο ύψος κύματος μέσο σημαντικό ύψος κύματος, σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας, γεωλογία κ.ά.) και αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο και εύχρηστο εργαλείο για τη διαχείριση μιας παράκτιας ζώνης.

1.2 Σκοπός

Υπό το πρίσμα που καθορίστηκε στις προηγούμενες παραγράφους η εργασία αυτή για την ολοκλήρωση της, θέτει το εξής κύριο ερευνητικό ερώτημα :

Πως είναι η δυνατόν να εκτιμηθεί με την βοήθεια του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας ο βαθμός παράκτιας επικινδυνότητας στην παράκτια ζώνη της νήσου Σκύρου.

Για την απάντηση του παραπάνω ερευνητικού ερωτήματος θέτονται οι εξής σκοποί:

¹ Από εδώ και στο εξής και για λόγους οικονομίας του κειμένου θα χρησιμοποιείται αρκετές φορές μέσα στο κείμενο για τον Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, η συντόμευση των ελληνικών αρχικών ΔΠΤ.

➤ Η μελέτη, ο εντοπισμός, η συλλογή, η καταγραφή, η εκτίμηση, ο υπολογισμός και η παρουσίαση της παράκτιας διάβρωσης σε μία περιοχή μελέτης της Ελλάδος και η εξαγωγή χαρτών επικινδυνότητας και συμπερασμάτων.

➤ Η μελέτη, η καταγραφή και η χρονολόγηση των ακτόλιθων, γνωστούς στην βιβλιογραφία ως beachrocks (Λεοντάρης, 1995; Scoffin and Stoddart, 1983), της περιοχής μελέτης με σκοπό την αποτύπωση της συμμετοχής τους στην παράκτια διάβρωση. Επιπλέον, από τη χρονολόγηση δειγμάτων επιχειρείται να γίνει μία παλαιογεωγραφική μελέτη, ώστε να διεξαχθούν συμπεράσματα για το παλαιοπεριβάλλον και τη μεταβολή της ακτογραμμής.

➤ Η ενσωμάτωση και ο υπολογισμός των ακτόλιθων και στο αν δρουν θετικά ή αρνητικά στην παράκτια διάβρωση. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι σε μερικές περιπτώσεις, έχει διαπιστωθεί ότι οι ακτόλιθοι δρουν ως φυσικές άμυνες των ακτών, μετριάζοντας τη διάβρωση τους (Chowdhury et al., 1997; Dickinson, 1999). Οι υποθαλάσσιες σκληρές επιφανειακές εμφανίσεις πετρωμάτων κοντά στην ακτογραμμή, όπως τα υπολείμματα ακτόλιθων, μπορεί να προωθήσουν τη διάχυση των υπεράκτιων κυμάτων ή και τη θραύση τους, μειώνοντας έτσι την ενέργεια των κυμάτων (Vousdoukas et al, 2005; Desruelles et al., 2004; Gionis et al., 2004 κ.ά.).

Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε η νήσος Σκύρος, η οποία επιλέχτηκε για τέσσερις λόγους:

➤ Εξαιτίας της ίδιας της φύσης της, αποτελεί μια κατεξοχήν «παράκτια ζώνη», αφού είναι νησί.

➤ Διότι δεν έχει γίνει σε ακαδημαϊκό επίπεδο μελέτη για την επικινδυνότητα της παράκτιας διάβρωσης στο συγκεκριμένο νησί.

➤ Δεδομένου του γεγονότος ότι το Πανεπιστήμιο Αθηνών έχει σε εξέλιξη γεωλογικές έρευνες το νησί.

➤ Το γεγονός στο ¼ της ακτογραμμής, σε ποσοστό περίπου 32% (βορειανατολικό τμήμα, βλέπε γεωμορφολογικό χάρτη – Παράρτημα ΙΙΙ), απαντώνται ακτόλιθοι, χερσαίοι και υποθαλάσσιοι.

Για τον υπολογισμό της επικινδυνότητας της παράκτιας διάβρωσης εφαρμόστηκαν δυο διαφορετικά μοντέλα του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (Δ.Π.Τ) στην παράκτια ζώνη της νήσου Σκύρου, ώστε να προσεγγιστεί ποσοτικά η τρωτότητα των ακτών της, στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η οποία με βάση την τελευταία έκθεση του IPCC (2007) προβλέπεται να φθάσει περί τα 50 cm το 2100. Περισσότερες λεπτομέρειες για την διαδικασία αυτή και την σχετική μέθοδο αναγράφονται σε επόμενο κεφάλαιο .

Για την μελέτη των ακτόλιθων λήφθηκαν δείγματα με σκοπό την ανάλυση και χρονολόγηση αυτών, ώστε να διαπιστωθεί η άνοδος της στάθμης της θάλασσας που έχει ήδη λάβει χώρα στη γεωλογική περίοδο, που είναι γνωστή ως Ανώτερο Ολόκαινο (*Λειβαδίτης Γ.και Ευελπίδου Ν., 2006, & Jelgersma, S., 1966*). Αυτό κρίθηκε αναγκαίο καθώς στην περιοχή μελέτης στο βορειοανατολικό τμήμα, απαντώνται ακτόλιθοι, οι οποίοι και θα πρέπει να ενσωματωθούν στο παραπάνω Δείκτη.

Εν κατακλείδι το μοντέλο παράκτιας τρωτότητας θα αναπτυχθεί σε όλη την περιοχή μελέτης, ενώ η μελέτη των ακτόλιθων μόνο στο βορειοδυτικό τμήμα.

1.3Μεθοδολογία και διάγραμμα ροής εργασιών

Συνοπτικά, η μεθοδολογία που ακολουθείται στην παρούσα εργασία είναι η εξής:

- ✓ Αναζήτηση και μελέτη της βιβλιογραφίας:
 - ❖ σχετικά με την παράκτια διάβρωση
 - ❖ σχετικά με τους ακτόλιθους
 - ❖ σχετικά με τα μοντέλα παράκτιας διάβρωσης και συγκεκριμένα του δείκτη CVI
 - ❖ σχετικά με τη νομοθεσία σε Ελλάδα και Ε.Ε, καθώς και κάποιου περιφερειακού σχεδίου της περιοχής μελέτης, για την παράκτια ζώνη (αν υπάρχει)
 - ❖ σχετικά με παλαιότερες επιστημονικές εργασίες, που αφορούν στην περιοχή

✓ Συλλογή, και επεξεργασία (ηλεκτρονικά) χαρτών (τοπογραφικό, γεωλογικό, χρήσεων γης κ.ά.) σε διάφορες κλίμακες, καθώς και δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες

✓ Εργασία υπαίθρου: Επίσκεψη στην περιοχή μελέτης, συλλογή στοιχείων από αρμόδιες υπηρεσίες. Καταγραφή, αποτύπωση και χαρτογράφηση των παράκτιων μορφολογικών χαρακτηριστικών καθώς και των ανθρωπογενών επεμβάσεων. Αναγκαία θεωρήθηκε η χρήση GPS

✓ Εργαστηριακή επεξεργασία δειγμάτων (SEM και OSL)

✓ Ανάλυση των παραγομένων χαρτών και πειραματικών μετρήσεων

✓ Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η δομή της εργασίας απαρτίζεται από τέσσερις βασικές και λογικές ενότητες ως ακολούθως:

➤ Το **πρώτο μέρος**, όπου αποτελείται από την εισαγωγή.

➤ Το **δεύτερο μέρος** (θεωρητικό), όπου καταγράφεται και παρουσιάζεται όλη η σχετική θεωρία που σχετίζεται με το θέμα.

➤ Το **τρίτο μέρος** (πρακτικό), όπου παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης και καταγράφεται όλη η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης (νήσος Σκύρος)

➤ Το **τέταρτο μέρος**, όπου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Για την διευκόλυνση του αναγνώστη οι ενότητες αυτές διαρθρώνονται σε 9 κεφάλαια όπως παρακάτω:

Μέρος Α'

○ Στο **πρώτο κεφάλαιο** (παρόν κεφάλαιο), όπου αποτελεί την εισαγωγή αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, όπου γίνεται συνοπτικά μία ανάλυση του θέματος που πραγματεύεται.

Μέρος Β'

- Στο **δεύτερο κεφάλαιο** καταγράφεται όλη η σχετική θεωρία σε σχέση με την παράκτια ζώνη και τον κίνδυνο της παράκτιας τρωτότητας.
- Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται όλη η σχετική θεωρία για την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, προγενέστερη και μελλοντική, όπου αποτελεί και τον βασικό φυσικό κίνδυνο στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.
- Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η σχετική θεωρία για θέμα των ακτόλιθων (beachrocks). Σε επιμέρους υποκεφάλαια αναλύονται θέματα όπως, οι θεωρίες σχηματισμού τους, η ηλικία τους, οι επιπτώσεις αυτών στην παράκτια δυναμική, στην οικολογία κ.ά..
- Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας.

Μέρος Γ'

- Στο **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης ως προς την γεωγραφική της θέση και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της. Παρουσιάζονται και αναλύονται τα γεωλογικά και τεκτονικά στοιχεία της περιοχής μελέτης, κλιματικά στοιχεία, οι χρήσεις γης κ.ά. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις γεωμορφές, από τις οποίες αποτελείται η περιοχή μελέτης, οι οποίες και θα αναλυθούν. Όλα τα παραπάνω στοιχεία κρίνονται απαραίτητα για την εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας, αλλά και για την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Στο **έβδομο κεφάλαιο** καταγράφεται όλη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την μελέτη των ακτόλιθων (beachrocks) και τα αποτελέσματα.
- Στο **όγδοο κεφάλαιο** καταγράφεται όλη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, προκειμένου να εξαχθεί ο ΔΠΤ μέσω της εφαρμογής δυο μοντέλων που τροποποιήθηκαν ανάλογα, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα τους.

Μέρος Δ'

- Στο **ένατο κεφάλαιο** παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα συμπεράσματα όπου εξήχθησαν. Τέλος προτείνονται θέματα προς μελλοντική έρευνα.

1.4 Προβλήματα, Περιορισμοί και Παραδοχές

Στο σημείο αυτό, κρίνεται απαραίτητο να γίνει αναφορά στα προβλήματα, τους περιορισμούς και τις παραδοχές που έγιναν κατά την συγγραφή της εργασίας αυτής. Έτσι λοιπόν η συγγραφή της επηρεάστηκε από τα εξής στοιχεία:

A. Το περιορισμένο χρονικό διάστημα που δόθηκε από την Σχολή για την συγγραφή της. Παρόλο που ζητήθηκε παράταση υποβολής με σκοπό την ενσωμάτωση σχετικών εργαστηριακών αποτελεσμάτων, αυτή δεν κατέσται δυνατή, καθώς και από το καταστατικό του προγράμματος σπουδών του μεταπτυχιακού η μέγιστη διάρκεια σπουδών είναι 2 + 1 έτη.

B. Οι δυσκολίες που καταγράφηκαν κατά τη δειγματοληψία (άσχημες καιρικές συνθήκες και η μη ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού, όπως θαλάσσιο γεωτρύπανο) και επεξεργασία των δειγμάτων.

Γ. Ο μεγάλος φόρτος εργασιών στο εργαστήριο του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου της σχολής δεν έκανε δυνατή την χρήση του για την επεξεργασία και ανάλυση των δειγμάτων.

Δ. Οι δυσχέρειες που αντιμετωπίστηκαν κατά την διαδικασία προμήθειας των αεροφωτογραφιών.

Ε. Οι δυσχερείς καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στην νήσο Σκύρο κατά την πρώτη επίσκεψη, σε συνδυασμό με το αυτοχρηματοδοτούμενο των εκεί ερευνών.

Στ. Το αυτοχρηματοδοτούμενο των ερευνών.

ΜΕΡΟΣ Α - ΘΕΩΡΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ / ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ

2.1 Γενικά

Με τον όρο φυσική καταστροφή ορίζεται η ταχύτατη, στιγμιαία ή μεγάλης διάρκειας σύγκρουση του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικοοικονομικό σύστημα μιας περιοχής (Λέκκας, 2000). Οι καταστροφές αναμένεται να είναι μεγαλύτερης έκτασης, όταν τα ανθρωπογενή κοινωνικοοικονομικά συστήματα δεν έχουν την ικανότητα να αντιδράσουν και να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις. Μια καταστροφή είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης, σε ορισμένο χρόνο και χώρο, μεταξύ της φυσικής έκθεσης σε επικίνδυνες καταστάσεις και ενός ευάλωτου πληθυσμού (Λέκκας, 2000).

Ο όρος "φυσική καταστροφή" έχει οριστεί με διαφορετικούς τρόπους ως (Λέκκας, 2000:25):

- "Τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σε αυτόν".
- " Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή".
- "Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες".

Σύμφωνα με τους ορισμούς των Φυσικών Καταστροφών από το Γραφείο των Ηνωμένων Εθνών για τον Συντονισμό των Ανθρωπιστικών Υποθέσεων και την Ευρωπαϊκή Ένωση (<http://europa.eu>), οι φυσικές καταστροφές μπορούν να χωριστούν σε τρεις συγκεκριμένες ομάδες: υδρομετεωρολογικών καταστροφών, γεωφυσικών καταστροφών και βιολογικές καταστροφές.

- Υδρομετεωρολογικές καταστροφές είναι φυσικές διαδικασίες ή φαινόμενα της ατμόσφαιρας, υδρολογικής ή ωκεανογραφικής φύσης που μπορεί να προκαλέσουν

απώλεια ζωής ή τραυματισμό, υλικές ζημιές, κοινωνική και οικονομική αναστάτωση ή την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αυτές περιλαμβάνουν τις πλημμύρες και έντονοι κυματισμοί, καταιγίδες, κατολισθήσεις, χιονοστιβάδες, ξηρασίες ακραίες θερμοκρασίες και πυρκαγιές.

➤ Γεωφυσικές καταστροφές είναι φυσικές διεργασίες γης ή φαινόμενα που μπορεί να προκαλέσουν απώλεια ζωής ή τραυματισμό, υλικές ζημιές, κοινωνική και οικονομική αναστάτωση ή την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αυτές περιλαμβάνουν σεισμούς, τσουνάμι και ηφαιστειακές εκρήξεις.

➤ Βιολογικές καταστροφές είναι διαδικασίες οργανικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης σε παθογόνους μικροοργανισμούς, τοξίνες και βιοενεργές ουσίες, που μπορεί να προκαλέσουν απώλεια ζωής ή τραυματισμό, υλικές ζημιές, κοινωνική και οικονομική αναστάτωση ή την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αυτές περιλαμβάνουν επιδημίες και έντομα. Ο οικονομικός αντίκτυπος της καταστροφής αποτελείται συνήθως από άμεσες (π.χ. ζημιές στις υποδομές, καλλιέργειες, στέγαση) και έμμεσες (π.χ. απώλεια εσόδων, η ανεργία, η αποσταθεροποίηση της αγοράς) συνέπειες για την τοπική οικονομία.

Οι φυσικές καταστροφές υπήρχαν πάντα ως ακραία φαινόμενα στον χρόνο και στο χώρο. Οι επιπτώσεις τους όμως εξαρτώνται από την ύπαρξη ή όχι οργανωμένων κοινωνιών, από το γενικό επίπεδο πολιτισμού των λαών που πλήττονται, τη σχετική ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών και την τεχνολογική ανάπτυξη (Λέκκας, 2000). Η χρήση σύγχρονων τεχνολογικών μέσων σήμερα μπορεί να κάνει εφικτή την πρόβλεψη, πρόγνωση, παρακολούθηση και σε ορισμένες περιπτώσεις και την αποτροπή τους των φυσικών φαινομένων και ως εκ τούτου να ελαχιστοποιήσει τις δυσμενείς επιπτώσεις τους.

Μετά τα παραπάνω κρίνεται σκόπιμη η τυποποίηση και συνοπτική παρουσίαση όλων αυτών των παραμέτρων με σκοπό την χρήση του, ως ευρετήριο για επιστημονικούς λόγους. Η επεξεργασία των ανωτέρω ορισμών οδηγεί σε μια συνοπτική παρουσίαση των διαφόρων τύπων φυσικών καταστροφών στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

Τύπος καταστροφής	Συχνότητα εμφάνισης	Χαρακτηρισμός με βάση τον ορισμό της Ε.Ε
Κεραυνός	Τυχαία	Υδρομετεωρολογική
Χιονοστιβάδα	Εποχιακή/ημερίσια ή τυχαία	Υδρομετεωρολογική
Σεισμός	Τυχαία	Γεωφυσική
Κατολίσθηση	Εποχιακή/ακανόνιστη	Υδρομετεωρολογική
Ανεμοστρόβιλος	Εποχιακή	Υδρομετεωρολογική
Έντονη βροχόπτωση	Εποχιακή/ημερίσια	Υδρομετεωρολογική
Χαλάζι	Εποχιακή/ημερίσια	Υδρομετεωρολογική
Τσουνάμι	Τυχαία	Γεωφυσική
Καθίζηση	Απότομη ή σταδιακή	Υδρομετεωρολογική
Ανεμοθύελλα	Εποχιακή	Υδρομετεωρολογική
Παγετός	Εποχιακή/ημερίσια	Υδρομετεωρολογική
Τυφώνας	Εποχιακή/ακανόνιστη	Υδρομετεωρολογική
Χιονοθύελλα	Εποχιακή	Υδρομετεωρολογική
Πυρκαγιά	Εποχιακή/ τυχαία	Υδρομετεωρολογική
Ηφαιστειακή έκρηξη	Ακανόνιστη	Γεωφυσική
Ομίχλη	Εποχιακή/ημερίσια	Υδρομετεωρολογική
Πλημμύρα	Εποχιακή	Υδρομετεωρολογική
Παράκτια διάβρωση	Εποχιακή/ακανόνιστη	Υδρομετεωρολογική
Ερημοποίηση	Προοδευτική	Υδρομετεωρολογική
Ξηρασία	Εποχιακή/ακανόνιστη	Υδρομετεωρολογική

Πίνακας 1: Οι φυσικές καταστροφές σε σχέση με τη συχνότητα τους και το χαρακτηρισμό τους από την Ε.Ε, Σύνθεση στοιχείων από Λέκκας, 2000:32 & <http://europa.eu>

Ο βασικός κίνδυνος με τον οποίο ασχολείται η παρούσα εργασία είναι η παράκτια διάβρωση. Έτσι λοιπόν θα μελετηθεί η επικινδυνότητα της παράκτιας διάβρωσης, ως αποτέλεσμα της μελλοντικής άνοδος της θαλάσσιας στάθμης και των φυσικό-γεωγραφικών χαρακτηριστικών της παράκτιας ζώνης της νήσου Σκύρου.

Στις επόμενες παραγράφους δίδονται οι απαραίτητοι ορισμοί για τον παράκτιο χώρο βάση νομοθετημάτων ή υπό διαβούλευση νομοθετημάτων, περιγράφεται ο μηχανισμός της παράκτιας διάβρωσης και αναλύονται η παράκτια τρωτότητα, η επικινδυνότητα μιας περιοχής στην παράκτια διάβρωση, το πόσο σημαντικές είναι οι παράκτιες περιοχές, τα προβλήματα τους και η διαχείριση τους.

2.2 Ορισμός της παράκτιας ζώνης

Ο παράκτιος χώρος δεν χαρακτηρίζεται από στατικότητα αλλά είναι δυναμικός, αφού σε αυτόν συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν τρία στοιχεία: νερό, ξηρά και αέρας. Η ακτογραμμή ορίζεται ως, ο χώρος όπου αλληλεπιδρούν τα τρία αυτά στοιχεία και νοητά αποτελεί τη νοητή γραμμή που ορίζεται από τη τομή της θαλάσσιας επιφάνειας με τη ξηρά (Καρύμπαλης, 2010).

Η παράκτια ζώνη είναι μια μεταβατική ζώνη, της οποίας η χωρική οριοθέτηση της, τόσο στο θαλάσσιο όσο και στο χερσαίο τμήμα της, εν δυνάμει και συνεχώς μεταβάλλεται. Έτσι, το χερσαίο όριο της παράκτιας ζώνης μπορεί να ποικίλλει, εκτεινόμενο από μερικά μέτρα από την ακτογραμμή, έως τα όρια της λεκάνης απορροής, ενώ ταυτόχρονα το θαλάσσιο όριο από την υφαλοκρηπίδα έως τα όρια του κράτους (Δημοπούλου κ.ά., 2007). Η δυσκολία για έναν κοινό ορισμό των παράκτιων ζωνών έγκειται στον προσδιορισμό των ορίων τόσο από την πλευρά της ξηράς, όσο και από την πλευρά της θάλασσας. Η οριοθέτησής της (οικονομικούς, διοικητικούς, περιβαλλοντικούς, γεωμορφολογικούς), συνυπολογιζόμενης της μορφολογίας της περιοχής μπορεί να ποικίλλει, ανάλογα και με τον τρόπο που λαμβάνεται υπόψη σε τοπικό, περιφερειακό ή και εθνικό επίπεδο, αναδεικνύοντας τη δυσκολία ενός ενιαίου ορισμού με εθνική προοπτική.

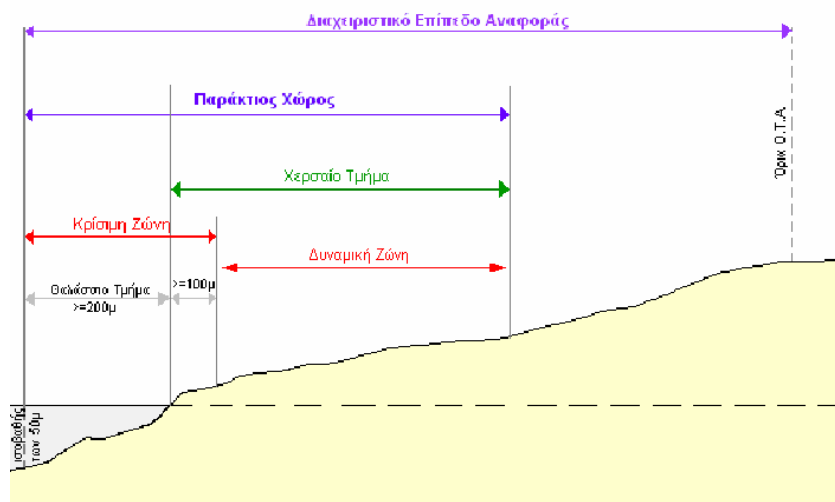
Σύμφωνα με το υπό διαβούλευση “Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Παράκτιο Χώρο και τα Νησιά και της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού”, ως *“παράκτια ζώνη ορίζεται ο γεωμορφολογικός χώρος εκατέρωθεν της ακτογραμμής, όπου εκδηλώνεται διαδραστικά η σχέση μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου τμήματος, μέσω των σύνθετων οικολογικών συστημάτων που περιλαμβάνουν βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες. Πρόκειται για μία μεταβατική ζώνη μεταβλητού πλάτους που αποτελεί, ταυτόχρονα, ζωτικό χώρο ανθρώπινων κοινωνιών και κοινωνικό-οικονομικών δραστηριοτήτων”* (<http://open.gov.gr>).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει την παράκτια ζώνη ως εξής: *«Παράκτια ζώνη καλείται η λωρίδα πλάτους 50 χιλιομέτρων και μήκους 68.000 χιλιομέτρων που εκτείνεται κατά μήκος των ακτών της Ένωσης»*. Το Πρωτόκολλο Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παράκτιων Περιοχών της Σύμβασης της Βαρκελώνης καθορίζει πως: *«Παράκτια ζώνη είναι, η*

γεωμορφολογική περιοχή εκατέρωθεν της ακτογραμμής στην οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου τμήματος αποκτά τη μορφή πολύπλοκων συστημάτων οικολογικών στοιχείων και πόρων αποτελούμενων από βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες που συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν με τις ανθρώπινες κοινότητες και τις σχετικές κοινωνικό-οικονομικές δραστηριότητες».

Σύμφωνα με Μαντόγλου Α. (2001) ως «η παράκτια ζώνη ορίζεται ως η ζώνη ξηράς και η ζώνη του παρακείμενου θαλάσσιου χώρου (νερό και υπόβαθρο ξηράς κάτω από το νερό), στο οποίο η οικολογία και οι χρήσεις της ξηράς επηρεάζουν άμεσα την οικολογία της θάλασσας και αντίστροφα. Οι παράκτιες ζώνες είναι περιοχές δυναμικών βιογεωχημικών διεργασιών που έχουν περιορισμένη ικανότητα στην υποστήριξη ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Από γεωγραφική σκοπιά το όριο της παράκτιας ζώνης προς την ξηρά ορίζεται από το κλίμα και άλλους συναφείς παράγοντες. Τέλος, από την σκοπιά λειτουργίας οι παράκτιες ζώνες αποτελούν “το σύνορο μεταξύ ξηράς και θάλασσας όπου διάφορες λειτουργίες παραγωγής, κατανάλωσης και ανταλλαγής εκδηλώνονται με γρήγορους και έντονους ρυθμούς».

Είναι προφανές μετά τους παραπάνω ορισμούς ότι το πλάτος της παράκτιας ζώνης είναι και από τη φύση του ασαφές, αφού ουσιαστικά πρόκειται για μια συνύπαρξη και η αλληλεπίδραση των τριών κύριων συστατικών ουσιών της φύσης (νερό, έδαφος και αέρας), η οποία αναμφίβολα καθιστά τον παράκτιο χώρο ιδιαίτερα σύνθετο, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να δοθεί ένας μοναδικός ορισμός. Ωστόσο με βάση το υπό διαβούλευση “Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Παράκτιο Χώρο και τα Νησιά και της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων”, η οριοθέτηση της παράκτιας ζώνης περιλαμβάνει το θαλάσσιο και το χερσαίο τμήμα και ορίζεται ως ακολούθως (Εικ.:1):



Εικόνα 1: Ενδεικτικό σχήμα προσδιορισμού παράκτιου χώρου και των επιμέρους ενοτήτων του (Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού), Πηγή: Δημοπούλου κ.ά., 2007:6.

α) Κρίσιμη Ζώνη: Το μέτωπο του παράκτιου χώρου στο μεταίχμιο μεταξύ ξηράς και θάλασσας αποτελεί το πλέον ευαίσθητο περιβαλλοντικά κομμάτι του, ενώ παράλληλα δέχεται σημαντικές πιέσεις από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η Κρίσιμη Ζώνη περιλαμβάνει θαλάσσιο και χερσαίο τμήμα.

✓ Το **θαλάσσιο τμήμα** της Κρίσιμης Ζώνης εκτείνεται από την ακτογραμμή μέχρι την ισοβαθία των 10 μέτρων. Σε κάθε περίπτωση το πλάτος της δεν μπορεί να είναι μικρότερο των 100 μέτρων από την ακτογραμμή.

✓ Το **χερσαίο τμήμα** της Κρίσιμης Ζώνης, για τις εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεως και εκτός ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2000 κατοίκων περιοχές, ξεκινά από την ακτογραμμή και εκτείνεται προς την ξηρά σε ζώνη πλάτους 100 μέτρων από την καθορισμένη γραμμή του αιγιαλού (ή το χειμέριο κύμα όπου αυτή δεν είναι καθορισμένη).

Αν τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της περιοχής απαιτούν διαφορετικό προσδιορισμό, το πλάτος μπορεί να τροποποιηθεί κατά περίπτωση κατά τη διαχείριση, με βάση τεκμηριωμένα στοιχεία.

β) Δυναμική ζώνη: Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει επίσης θαλάσσιο και χερσαίο τμήμα.

✓ Το **θαλάσσιο τμήμα** της Δυναμικής Ζώνης ξεκινά από το όριο της Κρίσιμης Ζώνης (δηλαδή την ισοβαθή των 10 μέτρων και κατ' ελάχιστον 100 μέτρα από την ακτογραμμή) και εκτείνεται μέχρι την ισοβαθή των 50 μέτρων. Σε κάθε περίπτωση το ακραίο προς την θάλασσα όριο της δεν μπορεί να απέχει λιγότερο των 200 μέτρων από την ακτογραμμή.

✓ Το **χερσαίο τμήμα** της Δυναμικής Ζώνης, για τις εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεως και εκτός ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2000 κατοίκων περιοχές, ξεκινά από το ακραίο προς την ξηρά όριο της Κρίσιμης Ζώνης και εκτείνεται κατ' ελάχιστον σε ζώνη πλάτους 200 μέτρων από την καθορισμένη γραμμή του αιγιαλού (ή το χειμέριο κύμα όπου αυτή δεν είναι καθορισμένη).

Αν τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της περιοχής απαιτούν διαφορετικό προσδιορισμό, το πλάτος μπορεί να τροποποιηθεί κατά περίπτωση, με βάση τεκμηριωμένα επιστημονικά στοιχεία.

γ) **Υπόλοιπη Παράκτια Ζώνη:** Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει επίσης θαλάσσιο και χερσαίο τμήμα.

✓ Το **θαλάσσιο τμήμα** της εν λόγω ζώνης εκτείνεται από το εξώτερο προς τη θάλασσα όριο της Δυναμικής Ζώνης μέχρι το όριο των χωρικών υδάτων.

✓ Το **χερσαίο τμήμα** της ζώνης αυτής ταυτίζεται με το τμήμα του χερσαίου παράκτιου χώρου που απομένει μετά την αφαίρεση της Κρίσιμης και της Δυναμικής Ζώνης. Το τμήμα αυτό του παράκτιου χώρου αποτελεί «ζώνη μετάβασης» από την παράκτια ζώνη στον αμιγώς ηπειρωτικό χώρο, χαρακτηρίζεται από την παρουσία πλήθους ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και έχει μεγάλη σημασία για το σχεδιασμό, καθώς συχνότατα επηρεάζει την Δυναμική και την Κρίσιμη Ζώνη. Για λόγους διαχειριστικούς, η ζώνη αυτή εκτείνεται κατ' αρχήν μέχρι και τα ακραία προς την ενδοχώρα διοικητικά όρια των αντίστοιχων παράκτιων ΟΤΑ, άλλως μέχρι υψόμετρο 600 μ. αν η εν λόγω ισοϋψής βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων των οικείων ΟΤΑ. Το εύρος αυτής της ζώνης θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο προσδιορισμού κατά περίπτωση, με βάση τεκμηριωμένα επιστημονικά στοιχεία.

Για τον ακριβή προσδιορισμό του πλάτους του χερσαίου τμήματος της Κρίσιμης και της Δυναμικής Ζώνης των επιμέρους παράκτιων περιοχών, που αποτελούν και τις ζώνες ιδιαίτερης διαχείρισης στο πλαίσιο του παρόντος, λαμβάνονται υπόψη, μεταξύ άλλων, τα εξής:

- Τα γεωγραφικά, γεωλογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα και χαρακτηριστικά της παράκτιας περιοχής,
- Τα κοινωνικά και οικονομικά δεδομένα της παράκτιας περιοχής,
- Τα περιβαλλοντικά και οικολογικά δεδομένα της παράκτιας περιοχής (αμμοθίνες, εκβολές, δέλτα ποταμών, υγροβιότοποι, καταφύγια ζώων, δάση που βρίσκονται σε άμεση φυσική και λειτουργική συσχέτιση με την ζώνη των 100 ή των 200 μέτρων),
- Ο αιγιαλός, ο παλιός αιγιαλός και η παραλία,
- Οι υφιστάμενες κατασκευές, έργα και δραστηριότητες (λιμένες, οδοί κ.α.) καθώς και οι τυχόν πραγματοποιηθείσες προσχώσεις.

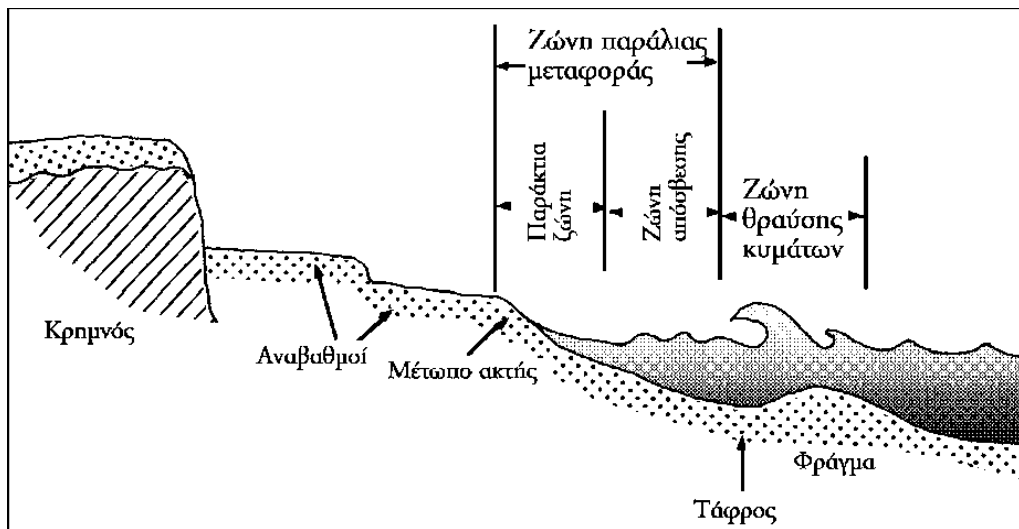
2.3 Μηχανισμός Παράκτιας διάβρωσης και παράκτια τρωτότητα

Ένα από τα αποτελέσματα της παγκόσμιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της αλόγιστης ανάπτυξης της παράκτιας ζώνης είναι η παράκτια διάβρωση, όπου αποτελεί ένα σοβαρό παγκόσμιο πρόβλημα. Σε αντίθεση με άλλες φυσικές καταστροφές, (π.χ. σεισμοί, κυκλώνες, παλίρροιες κ.ά.) η παράκτια διάβρωση είναι μια συνεχής διεργασία που όμως σήμερα λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης μπορεί να προβλεφθεί και να αντιμετωπιστεί έγκαιρα (Λέκκας, 2000). Ωστόσο εκτός από την παγκόσμια άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, ο κυριότερος παράγοντας που επιταχύνει τοπικά την διαδικασία της παράκτιας διάβρωσης είναι η εκτεταμένη ανάπτυξη και αστικοποίηση των παράκτιων περιοχών.

Ως παράκτια διάβρωση ορίζεται η μακροπρόθεσμη απώλεια παράκτιου υλικού (κατ' όγκο) σε σχέση με μία σταθερή γραμμή αναφοράς (baseline) και έναν αρχικό όγκο αναφοράς από τη γραμμή αυτή μέχρι και τη θάλασσα, πάνω από ένα αυθαίρετο κάθετο σημείο αναφοράς (Basco, 1999). Η διάβρωση των ακτών συνοδεύεται πάντα από ύφεση της ακτογραμμής και τα αίτια της οφείλονται σε φυσικούς ή ανθρωπογενείς παράγοντες, με σημαντικά αρνητικά αποτελέσματα, όπως οικονομικές απώλειες, κοινωνικά προβλήματα

αλλά και οικολογική καταστροφή (Van der Weide *et al.*, 2001)². Οι ακτές δεν είναι στατικά συστήματα αλλά χαρακτηρίζονται από δυναμικές διεργασίες, αφού σε αυτόν τον χώρο αλληλεπιδρούν νερό (κυματική ενέργεια) – αέρας (αιολική ενέργεια) – ξηρά. Η άμμος των παραλιών δεν είναι στατική, αλλά κινείται συνεχώς από τη δράση των κυμάτων (Εικ. 2).

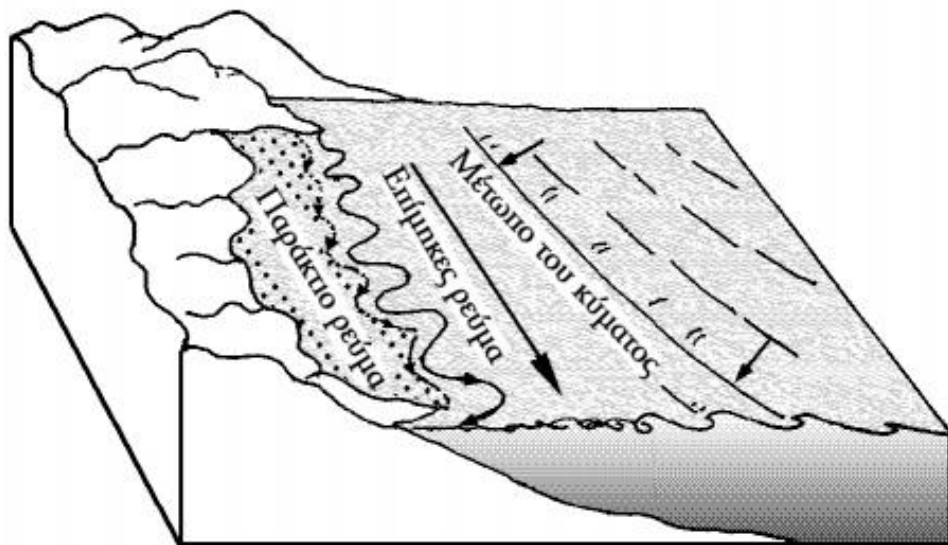
Στην Εικ. 2 φαίνεται η κύρια ορολογία ενός ιδανικού παράκτιου περιβάλλοντος. Η προέκταση της παραλίας προς την ηπειρωτική πλευρά τελειώνει με μία φυσική τοπογραφική και μορφολογική μονάδα, όπως ένας κρημνός ή μια θίνα. Οι αναβαθμοί βρίσκονται πάνω στην παραλία και σχηματίζονται από ιζήματα που μεταφέρονται από τα κύματα και αποτίθενται, όταν το κύμα χάσει τελείως την ενέργειά του. Το μέτωπο της ακτής είναι το κεκλιμένο τμήμα της ακτής ακριβώς μετά τον αναβαθμό, μέρος του οποίου είναι εκτεθειμένο στην δράση των κυμάτων.



Εικόνα 2: Κύρια ορολογία για τις μορφές του εδάφους και τη δράση των κυμάτων σε παράκτιο περιβάλλον, Πηγή: Λέκκας, 2000:98

²Ο πρωτότυπος ορισμός στην Αγγλική: «Coastal erosion is defined as the long-term loss of shore material (by volume) relative to fixed reference line (baseline) and an initial reference volume to seaward of this line, above some arbitrary vertical datum (Basco, 1999). Coastal erosion is accompanied always by shoreward recession of the shoreline and, whether it refers to natural or anthropogenic causes, results in significant economical losses, social problems, and ecological damage (Weide *et al.*, 2001) ».

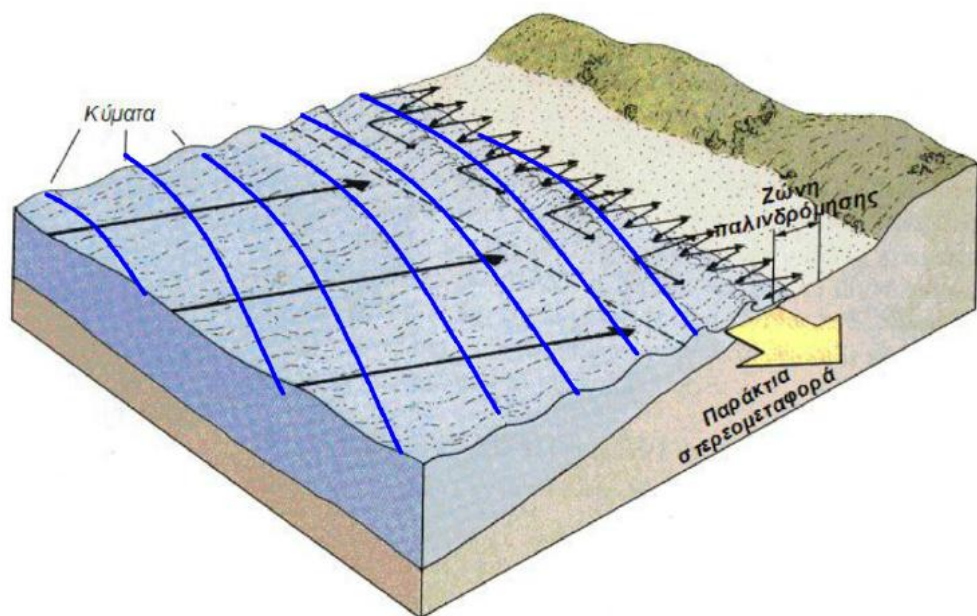
Στην παράκτια ζώνη μεταφέρεται συνεχώς η άμμος με τη βοήθεια του παράκτιου ρεύματος (Εικ.3). Η ζώνη απόσβεσης αποτελεί το τμήμα του παράκτιου περιβάλλοντος, όπου σχηματίζονται ήρεμοι κυματισμοί μετά τη θραύση του κύματος και είναι η περιοχή στην οποία λαμβάνουν χώρα τα επιμήκη ρεύματα. Η ζώνη θραύσης είναι η περιοχή στην οποία τα εισερχόμενα κύματα γίνονται ασταθή, μέγιστα και τέλος "σπάνε". Οι επιμήκεις τάφροι και τα φράγματα είναι επιμήκεις δομές που δημιουργούνται από άμμο με τη βοήθεια της δράσης των κυμάτων. Μια συγκεκριμένη ακτή, ιδιαίτερα αν είναι πλατιά και με ήπια κλίση, μπορεί να αποτελείται από μια σειρά από επιμήκη παράκτια φράγματα, τάφρους και ζώνες θραύσης (Λέκκας, 2000).



Εικόνα 3: Μοντέλο που απεικονίζει τα παράκτια και επιμήκη ρεύματα τα οποία μεταφέρουν άμμο κατά μήκος της ακτής. Πηγή: Λέκκας, 2000:98

Ο φυσικός μηχανισμός της παράκτιας ζώνης που οδηγεί στην διάβρωση, μεταφορά και απόθεση υλικών (άμμος, χαλίκια, κροκάλες) και έχει σαν συνέπεια την δημιουργία παράλιων, περιγράφεται εν συντομία παρακάτω. Η κυριότερη διεργασία που είναι υπεύθυνη για την δημιουργία όλων των μορφοδυναμικών χαρακτηριστικών στην παραλία, είναι η παράκτια στέρεομεταφορά. Δηλαδή, κάτω από συγκεκριμένες κυματικές συνθήκες η παράκτια συγκέντρωση άμμου που συνιστά την παραλία δεν είναι ακίνητη αλλά “ρέει” σαν ποτάμι προς μια κατεύθυνση κατά μήκος της ακτής (Αλμπανάκης, 2000; Παυλόπουλος, 2011).

Στην Εικ.4 τα κύματα πλησιάζουν μια ευθύγραμμη παραλία με γωνία. Η γωνία πρόσπτωσης μεταβάλλεται με την διάθλαση και τείνει να γίνει κάθετη στην παραλία. Δεν προλαβαίνει όμως να το κατορθώσει και τελικά προσπίπτει στην παραλία με γωνία. Το κύμα λοιπόν που έχει φθάσει στα αβαθή, υπόκειται σε θραύση και τελικά “ξεχύνεται” με την γωνία πρόσπτωσης που είχε επάνω στην παραλία ανεβαίνοντας την μικρή ανηφόρα που σχηματίζει η παράκτια άμμος εμπρός από την θάλασσα. Τα νερά που συσσωρεύονται στο ανώτερο τμήμα της παραλίας επιστρέφουν πίσω στην θάλασσα με την βαρύτητα. Τώρα όμως ρέουν προς την θάλασσα με γωνία κάθετη στην ακτή. Κάθε φορά που ένα κύμα σκάει στην ακτή αναρριχάται στην παραλία με την γωνία πρόσπτωσης που είχε, αλλά επιστρέφει πίσω στην θάλασσα με τη δύναμη της βαρύτητας, κάθετα. Δημιουργείται δηλαδή μια πριονωτή παλινδρόμηση που τελικά μεταφέρει τους κόκκους της άμμου κατά μήκος της ακτής δημιουργώντας μια επιμήκη στερεομεταφορά. Ο χώρος στον οποίο λαμβάνει χώρα αυτή η διαδικασία, ονομάζεται **ζώνη παλινδρόμησης**. Το πλάτος της εξαρτάται από το μέγεθος του κυματισμού, την κλίση της παραλίας και την κοκκομετρία των υλικών της ακτής (Αλμπανάκης, 2000; Παυλόπουλος, 2011).



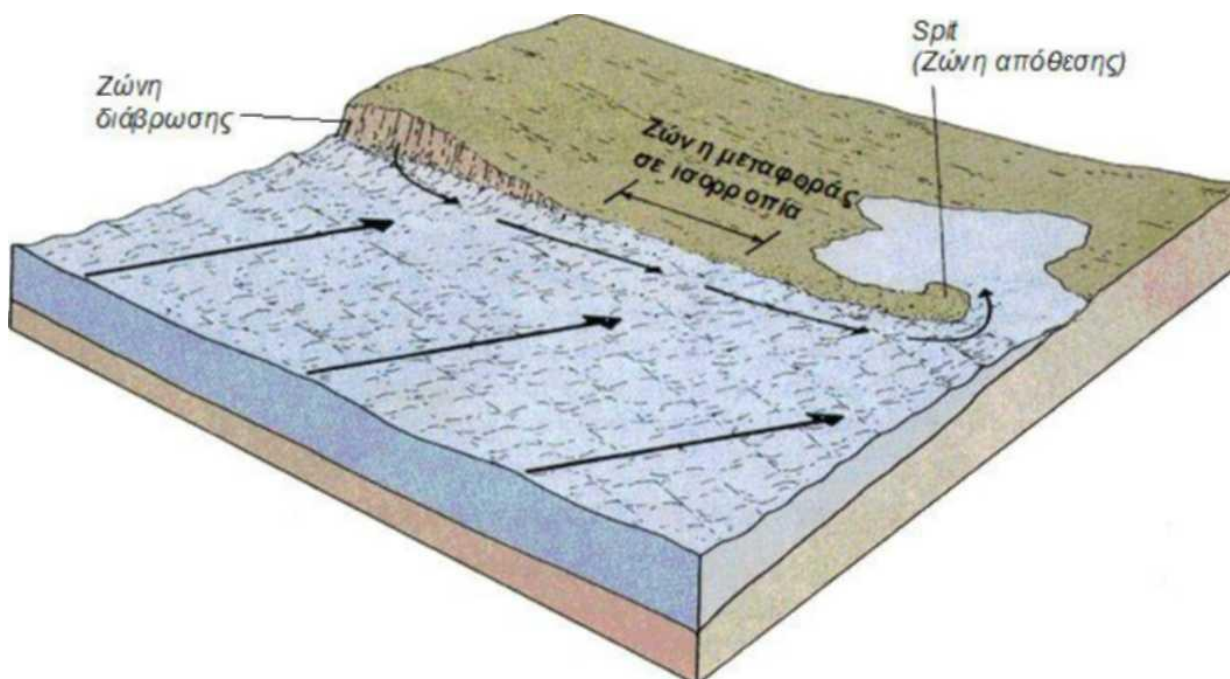
Εικόνα 4: Διεργασίες διάθλασης - θραύσης κυμάτων στις παραλίες με τη δημιουργία της ζώνης παλινδρόμησης με την οποία πραγματοποιείται η παράκτια στερεομεταφορά, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000

Αύξηση ύψους κύματος ⇨ αύξηση του πλάτους της ζώνης παλινδρόμησης		
Αύξηση του μέσου μεγέθους των υλικών της ακτής ⇨ μεγάλη κλίση ακτής ⇨ ελάττωση του πλάτους της ζώνης παλινδρόμησης		
Με άλλα λόγια:	Χοδρόκοκκη άμμος – κροκάλες Λεπτόκοκκη άμμος	⇨ μεγάλη κλίση ακτής ⇨ μικρό πλάτος της ζώνης παλινδρόμησης ⇨ μικρή κλίση ακτής ⇨ μεγάλο πλάτος της ζώνης παλινδρόμησης

Πίνακας 2: Συσχέτιση μεταξύ κλίσης της παραλίας και της κοκκομετρίας του υλικού, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000

Από τον Πίνακα 2 βλέπουμε ότι υπάρχει επίσης συσχέτιση μεταξύ της κλίσης της παραλίας και της κοκκομετρίας του υλικού. Η παραλίες με λεπτόκοκκο υλικό δίνουν πολύ ομαλές κλίσεις και στο χερσαίο τμήμα της παραλίας και στο υποθαλάσσιο. Η κατάσταση αυτή βοηθάει να εκτονωθούν τα μεγάλα κύματα μακριά από την ακτή και να την προστατεύσουν από μεγάλες τρικυμίες. Το αντίθετο συμβαίνει στην ακτή που συνίσταται από ψηφίδες και κροκάλες, όπου η κλίση της χερσαίας και υποθαλάσσιας παραλίας είναι μεγάλη (Αλμπανάκης, 2000; Παυλόπουλος, 2011).

Μια επιμήκης ακτή εφόσον προσβάλλεται από κυματισμούς με επικρατούσα διεύθυνση σε συγκεκριμένη γωνία, τότε μπορούν να υπάρχουν τρεις καταστάσεις κατά μήκος της ακτής (Εικ. 5).

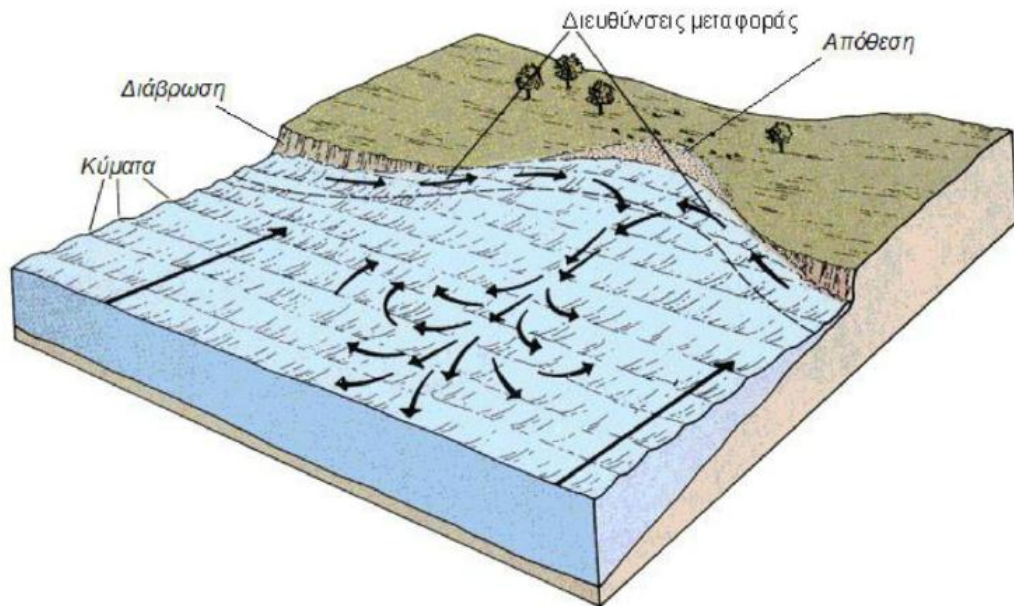


Εικόνα 5: Ζώνες διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης στον παράκτιο χώρο, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000

Πρώτη, είναι η περιοχή όπου συμβαίνει διάβρωση και σχηματίζεται παράκτια αναβαθμίδα με κάθετο μέτωπο, καθώς τα κύματα απομακρύνουν τα υλικά που διαβρώνονται

από την βάση της αναβαθμίδας. Δεύτερη είναι η περιοχή όπου υπάρχει ισορροπία και η ποσότητα του υλικού που προστίθεται ίδια με την ποσότητα που απομακρύνεται, δηλαδή είναι μία ζώνη επιμήκους στερεομεταφοράς σε ισορροπία. Τέλος, η τρίτη περιοχή είναι εκεί όπου τα υλικά της παραλίας μην μπορώντας να μεταφερθούν πλέον από τα κύματα, σχηματίζουν επιμήκεις ζώνες απόθεσης με χαρακτηριστικό Εικ.άγκιστρου που ονομάζονται spit. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν αλλάξει η διεύθυνση της ακτής και τα κύματα στρέφουν με την διάθλαση χάνοντας την μεταφορική τους ικανότητα (Εικ. 5).

Σε περιπτώσεις όπου μια παραλία βρίσκεται μεταξύ δύο απόκρημων ακρωτηρίων τότε την ονομάζουμε ακτή τύπου θύλακα (Εικ.6). Στις παραλίες τύπου θύλακα τα κύματα συνήθως διαθλώνται με τέτοιο τρόπο, ώστε στα δύο άκρα της παραλίας να επικρατεί επιμήκης στερεομεταφορά με φορά προς τον μυχό του κόλπου, όπου σχηματίζεται η πλατύτερη παραλία.



Εικόνα 6: Ακτή τύπου θύλακα με τις ζώνες διάβρωσης - μεταφοράς – απόθεσης, Πηγή: Αλμπανάκης, 2000

Τα υλικά εγκλωβίζονται στον θύλακα και το πλάτος της παραλίας στο κέντρο μεγαλώνει. Τμήμα όμως των υλικών από το κέντρο απομακρύνεται προς το αβαθές υποθαλάσσιο τμήμα με την βοήθεια των βελοειδών ρευμάτων (circurrents), τα οποία

σχηματίζονται από την συσσώρευση μάζας νερού στο κέντρο της εγκόλπωσης από την δράση των κυματισμών (Εικ. 6).

Η Διεθνής Κοινότητα (U.N. 2005) ορίζει ως τρωτότητα ενός συστήματος (πχ. μιας κοινωνίας, ενός παράκτιου συστήματος κ.ά.) «τις συνθήκες εκείνες που καθορίζονται από φυσικά, κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά αίτια και αυξάνουν την ευπάθεια ενός στοιχείου έναντι των επιπτώσεων ενός κινδύνου στις επιπτώσεις των κινδύνων». Ειδικά για τα παράκτια συστήματα, οι Klein και Nicholls (1999) όρισαν την παράκτια τρωτότητα, «ως τη σύνθεση της επικινδυνότητας του φυσικού παράκτιου συστήματος και της επικινδυνότητας του κοινωνικοοικονομικού παράκτιου συστήματος λόγω των κλιματικών αλλαγών».

Το πόσο τρωτό είναι ένα σύστημα στο χώρο των καταστροφών, άρα και στην παράκτια διάβρωση έχει να κάνει με την προσαρμοστικότητα και η αντοχή του, στις επικείμενες μεταβολές. Η αντοχή εκφράζει τη δυνατότητα του συστήματος να αντισταθεί στη διαταραχή, ενώ η προσαρμοστικότητα εκφράζει την ικανότητα προσαρμογής του συστήματος και την ταχύτητα του, με την οποία το παράκτιο σύστημα επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση. Εκφράζει δηλαδή αυτή ακριβώς τη συμπεριφορά τους σε κατάσταση πίεσης ή διατάραξης (Dalziell & McManus, 2004). Οι παραπάνω παράμετροι συνιστούν τη φυσική επικινδυνότητα του παράκτιου φυσικού συστήματος στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και ως εκ τούτου στην παράκτια διάβρωση (Klein & Nicholls, 1999).

Όσον αφορά στην εκτίμηση του κινδύνου της παράκτιας τρωτότητας, από φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες, δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα μία ακριβής μεθοδολογία πρόβλεψης των παράκτιων μεταβολών. Στη διεθνή ακαδημαϊκή κοινότητα το συγκεκριμένο αντικείμενο διερευνάται συνεχώς και έχει γίνει και αντικείμενο επιστημονικών διαφωνιών (Hammar-Klose & Thieler, 2001).

Ωστόσο έχουν αναπτυχθεί και προταθεί αρκετοί δείκτες και μέθοδοι (CVI – Coastal Vulnerability Index, EVI – Environmental Vulnerability Index, BVI – Beach Vulnerability Index (Alexandrakis et al, 2010) κ.ά.) για την πρόβλεψη τις απόκρισης των ακτογραμμών από διάφορους παράγοντες της φυσικής πίεσης, αλλά όλες παρουσιάζουν ατέλειες και αδυναμίες, καθώς είτε δε λαμβάνουν υπόψη πολλούς από τους φυσικούς ή ανθρωπογενείς

παράγοντες, που μπορούν να επιταχύνουν το φαινόμενο, είτε είναι προσαρμοσμένοι για μία συγκεκριμένη περιοχή.

2.4 Σημαντικότητα των παράκτιων περιοχών

Οι παράκτιες ζώνες έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού αποτελούνται από θαλάσσια, παράκτια και χερσαία υποσυστήματα³ και χαρακτηρίζεται από σημαντικό φυσικό, βιολογικό, γεωφυσικό, αισθητικό, πολιτισμικό και οικονομικό πλούτο (Καρύμπαλης, 2010, Μαντόγλου Α., 2001).

Οι δυνατότητες που έδινε και δίνει η θάλασσα για τις μεταφορές και το εμπόριο, αλλά και η αφθονία παραγωγικών πόρων ενθάρρυνε την ανάπτυξη και την εγκατάσταση των ανθρώπων δημιουργώντας κοινωνίες στους παράκτιους χώρους από την αρχαιότητα έως και σήμερα (Λεοντίδου & Σκλιας, 2001). Γενικά η σημασία των παράκτιων ζωνών διαμορφώνεται μέσα από ένα σύνολο παραγόντων, οι οποίοι είναι οι εξής (Δημοπούλου κ.ά., 2007):

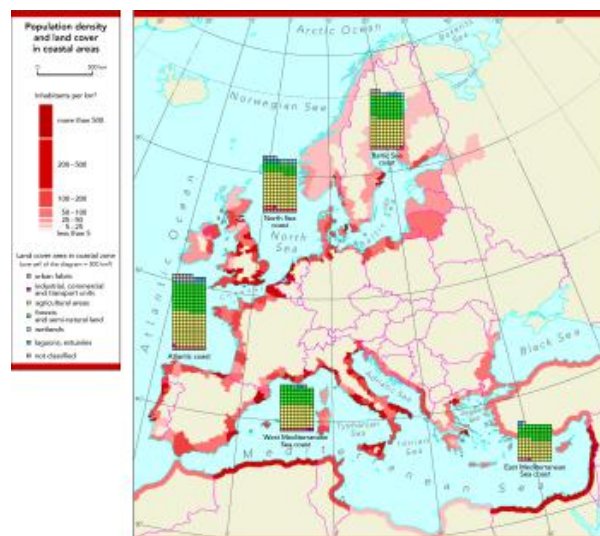
- Η σημαντική βιοποικιλότητα που αναπτύσσεται στις παρακτιες ζώνες, λόγω των ευνοϊκών συνθηκών που επικρατούν, και λόγω του γεγονότος ότι συνυπάρχουν δύο είδη οικοσυστημάτων, τα χερσαία και τα θαλάσσια.
- Από γεωμορφολογική άποψη, οι παράκτιες ζώνες εμφανίζουν διάφορα χαρακτηριστικά όπως αμμώδεις, βραχώδεις παραλίες, δέλτα ποταμών, υδροβιότοπους, λόφους, νησίδες κ.ά.. Στις περιοχές αυτές, που μπορεί να εμφανίζουν ταυτόχρονα πολλά από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, είναι λογικό να αναπτύσσονται σημαντικά οικοσυστήματα και φυσικοί πόροι.

³Το θαλάσσιο υποσύστημα είναι η ζώνη της θάλασσας (περιλαμβάνει το νερό καθώς και τον πυθμένα της θάλασσας) που συνορεύει με την ξηρά και στο οποίο οι διαδικασίες και οι χρήσεις της ξηράς επιδρούν στις διαδικασίες και στη χρήση της θάλασσας. Το υποσύστημα της ακτής είναι μία σχετικά στενή και δυναμική μεταβατική ζώνη μεταξύ του θαλάσσιου και χερσαίου υποσυστήματος. Το υποσύστημα της ξηράς είναι η ζώνη ξηράς που είναι παρακείμενη στη θάλασσα και στην οποία οι θαλάσσιες διεργασίες και χρήση των πόρων της θάλασσας επιδρούν άμεσα στις χερσαίες διαδικασίες και χρήσεις της γης (Μαντόγλου Α., 2001).

- Οι φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε τέτοιες περιοχές, όπως για παράδειγμα οι μηχανισμοί φερτών υλών, κλιματολογικά συστήματα σε σχέση με τις αντίστοιχες ακτές και τις υδρολογικές λεκάνες.
- Οι δυνατότητες ανάπτυξης ανθρώπινων δραστηριοτήτων, κυρίως λόγω όλων των παραπάνω τους χαρακτηριστικών τους και του πλούτου των φυσικών πόρων που διαθέτουν.
- Η αναψυχή και ο τουρισμός, δραστηριότητες, των οποίων ο κύριος χώρος ανάπτυξης είναι οι ακτές και αποτελούν και σημαντικό οικονομικό πόρο για μία τέτοια περιοχή.

Σε μια κρίσιμη ζώνη λίγων χιλιομέτρων, συγκεντρώνεται πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων και σημαντικό μέρος των υποδομών, μεταφορών και συγκοινωνιών.

Παρόλο που οι παράκτιες περιοχές έχουν έκταση μικρότερη από το 15% της συνολικής έκτασης της γης, φιλοξενούν το 60% του συνολικού πληθυσμού της. Συγκεκριμένα οι ακτές της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκτείνονται σε μήκος 89.000 χιλιομέτρων και περίπου το μισό του πληθυσμού των κρατών μελών ζει κοντά στις ακτές σε απόσταση από τη θάλασσα μικρότερη ή ίση των 50 χιλιομέτρων (Σκριμιζέα, 2011). Στην Ελλάδα δε, τα τελευταία 30 χρόνια έχουν κτιστεί κατά μήκος της ακτογραμμής περισσότερα από ένα εκατομμύριο σπίτια, τα οποία κινδυνεύουν από τα ακραία καιρικά φαινόμενα.



Χάρτης 3: Πυκνότητα πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές της Ευρώπης

Οι ακτές τις Ελλάδας εκτείνονται σε μήκος 15.000 χλμ και κατανέμεται τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα, όσο και στα νησιωτικά συμπλέγματα του Αιγαίου και του Ιονίου Πελάγους (7.300 χλμ. ανήκουν στην ηπειρωτική χώρα και τα 7.700 στο νησιωτικό χώρο). Η χώρα μας έχει την πιο εκτεταμένη ακτογραμμή από όλες τις Μεσογειακές χώρες και μία από τις μεγαλύτερες αναλογίες ακτών ανά συνολική έκταση στην Ευρώπη (Κοκκώσης κ.ά., 1999).

Ο παράκτιος χώρος της χώρας μας, αποτελεί ένα ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον αφού φιλοξενεί ποικίλα οικοσυστήματα όπως οι υγρότοποι, τα δέλτα και οι εκβολές των ποταμών, τα αλμυρά έλη, τα ρηχά νερά, οι λιμνοθάλασσες και οι αμμόνες, αποτελούν τα πιο παραγωγικά από οικολογικής απόψεως οικοσυστήματα και το ενδιαίτημα μεγάλης ποικιλίας ειδών πουλιών, θηλαστικών και θαλάσσιων ειδών, η επιβίωση των οποίων είναι πολύτιμη για τη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας και προστατεύεται από διεθνείς συμβάσεις (όπως Natura 2000, <http://natura2000.eea.europa.eu/#>) (Δημοπούλου κ.ά., 2007).

Ο ελληνικός παράκτιος χώρος φιλοξενεί πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως γεωργία, αλιεία, βιομηχανία, εμπόριο, ενώ παράλληλα συγκεντρώνει σημαντικές υποδομές μεταφορών, ενέργειας και προστασίας περιβάλλοντος. Παράλληλα σε όλο το παράκτιο μέτωπο της Ελλάδας, αναπτύσσεται η βιομηχανία του τουρισμού της, όπου παράγεται ένα σημαντικό μέρος της οικονομίας της. Τέλος, ο ελληνικός παράκτιος χώρος παρουσιάζει μεγάλη ιστορική και πολιτισμική ποικιλότητα, τόσο σε αρχαιολογικούς και ιστορικούς τόπους και μνημεία, όσο και σε νεώτερους οικισμούς.

2.5 Τα προβλήματα των παράκτιας ζωνών και η διαχείριση τους

Οι παράκτιες περιοχές αποτελούν περιοχές με ιδιαίτερη σημασία, ιδιαίτερα προβλήματα και ανάγκη για ιδιαίτερο τρόπο διαχείρισης. Ιδιαίτερα σήμερα η σημασία των παράκτιων περιοχών έχει αποκτήσει πλέον νέες διαστάσεις, λόγω της άμεσης σχέσης τους με τις επίκαιρες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και της αναμενόμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.

Τα κυριότερα προβλήματα της παράκτιας ζώνης που έχουν παρατηρηθεί είναι (Φραγκου, 2009; Δημοπούλου κ.ά., 2007):

- Η εκτεταμένη παράκτια διάβρωση λόγω φυσικών παραγόντων, η οποία όμως επιδεινώνεται και από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις (π.χ. αστικοποίηση, υποδομές που αποσκοπούν στην "παράκτια άμυνα").
- **Καταστροφή ενδιαιτημάτων** ως αποτέλεσμα ανεπαρκούς οικοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού ή αξιοποίησης των θαλασσών.
- **Απώλεια βιολογικής ποικιλότητας**, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης των αποθεμάτων ιχθύων, τόσο των παράκτιων όσο και εκείνων της ανοικτής θαλάσσης, ως αποτέλεσμα της καταστροφής παράκτιων τόπων αναπαραγωγής.
- **Μόλυνση των χερσαίων και των υδάτινων πόρων**, ως αποτέλεσμα της διάχυσης της ρύπανσης από θαλάσσιες ή χερσαίες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των χώρων υγειονομικής ταφής, προς την ακτογραμμή.
- Προβλήματα που αφορούν στην **ποιότητα και στην ποσότητα των υδάτων**, καθώς η ζήτηση υπερκαλύπτει τις δυνατότητες της παροχής ή της επεξεργασίας λυμάτων. Η διείδυση αλμυρών υδάτων από την υπερεκμετάλλευση των παράκτιων υδροφόρων οριζόντων, αποτελεί κύριο πρόβλημα σε πολλές περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου. Η ζημία στον υδροφόρο ορίζοντα έχει συνήθως ως αποτέλεσμα τη μόνιμη μείωση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων.
- Σε πολλές περιπτώσεις, τα εν λόγω φυσικά και βιολογικά προβλήματα **προκάλεσαν ή επιδείνωσαν τα ανθρώπινα προβλήματα** που αντιμετωπίζουν οι παράκτιες ζώνες, καθώς αυξάνει ο αριθμός και η ένταση των ανθρώπινων χρήσεων: **ανεργία και κοινωνική αστάθεια** που προκύπτουν από την παρακμή των παραδοσιακών ή περιβαλλοντικά συμβατών τομέων, όπως της παράκτιας αλιείας μικρής κλίμακας.
- **Ανταγωνισμός μεταξύ χρηστών για πόρους**. Η μικρή διαθεσιμότητα χώρων για υδατοκαλλιέργεια, ως αποτέλεσμα της διάθεσης χώρου για άλλες χρήσεις, αποτελεί σημαντικό περιοριστικό παράγοντα για την επέκταση της εν λόγω δραστηριότητας.
- **Καταστροφή της πολιτισμικής κληρονομιάς και διάλυση του κοινωνικού ιστού** ως αποτέλεσμα της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης (ιδίως του τουρισμού).
- **Απώλεια περιουσίας και δυνατοτήτων ανάπτυξης**, ως αποτέλεσμα της παράκτιας διάβρωσης. Σε τοπικό επίπεδο, η παράκτια διάβρωση θεωρείται ως η σημαντικότερη απειλή για τη διατήρηση των εισοδημάτων σε πολλές περιοχές που ζουν από τον τουρισμό.

- **Απώλεια ευκαιριών σταθερής απασχόλησης**, ως αποτέλεσμα της υποβάθμισης των πόρων.

- **Περιθωριοποίηση και μετανάστευση** που επιδεινώνονται από την έλλειψη κατάλληλης υποδομής, συμπεριλαμβανομένων δικτύων επικοινωνιών και μεταφορών. Το ανεπαρκές οδικό δίκτυο και η ελλιπής συνολική ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας σε πολλές περιφερειακές ή απομονωμένες παράκτιες περιοχές αποτέλεσε αιτία μετανάστευσης, η οποία με τη σειρά της έχει ως αποτέλεσμα χαμηλού επιπέδου εγκαταστάσεις που συμβάλλουν στην προσέλκυση και στη διατήρηση μιας δραστήριας τοπικής κοινωνίας.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών είναι ζήτημα μείζονος σημασίας, αφού είναι περιοχές με ιδιαίτερη οικονομική, περιβαλλοντική και πολιτιστική σημασία και είναι κατεξοχήν πολιτικό. Η Ελληνική παράκτια ζώνη συγκεκριμένα, αντιλαμβανόμαστε ότι έχει ιδιαίτερη σημασία (*Κοκκώσης κ.ά, 1999*). Ωστόσο, η διαχείριση των παράκτιων ζωνών στην Ελλάδα δεν ακολουθεί μία ολοκληρωμένη και ενιαία πολιτική και τέτοιου είδους ζητήματα αντιμετωπίζονται αποσπασματικά, κυρίως σε τοπικό επίπεδο. Η διαμόρφωση και εφαρμογή παράκτιας πολιτικής είναι ακόμα αδύναμη στην Ελλάδα και αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους, όπως (*Φραγκου, 2009; Δουκάκης, 2005*):

- ✓ Δεν διαθέτει ολοκληρωμένο νομοθετικό πλαίσιο για την ολοκληρωμένη βιώσιμη διαχείριση της παράκτιας ζώνης. Δεν υπάρχει ειδικό νομοθετικό πλαίσιο ειδικά για την παράκτιο χώρο και το υπό διαβούλευση από 2009 «Ειδικό Πλαίσιο για τον παράκτιο χώρο και τα νησιά» αν ψηφιστεί, θα αποτελέσει το πρώτο νομικό εργαλείο για τη διαχείριση του παράκτιου χώρου.

- ✓ Ο καθορισμός οριογραμμών αιγιαλού και παραλίας για τις ελληνικές ακτές, κάτι που δεν έχει επιτευχθεί έως σήμερα. Τα εύρη των ζωνών αιγιαλού και παραλίας θα πρέπει να καθοριστούν με βάση τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν στις ελληνικές παράκτιες περιοχές και να είναι ανάλογα με τους υπολογιζόμενους ρυθμούς μεταβολής/διάβρωσης της κάθε ακτής.

- ✓ Σε διοικητικό επίπεδο δεν υφίσταται μηχανισμός αρμόδιος για το συντονισμό πρωτοβουλιών και ενεργειών που αφορούν στη διαχείριση των ακτών. Το σύστημα παράκτιου σχεδιασμού ανήκει σε διάφορους φορείς που ανήκουν στο εθνικό, το περιφερειακό και το τοπικό επίπεδο.

✓ Οι τοπικές κοινωνίες, οι ερευνητικοί φορείς, οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές οργανώσεις και οι επαγγελματικές ενώσεις δεν συμμετέχουν συστηματικά από κοινού με την κεντρική διοίκηση στη διαμόρφωση πολιτικής για βιώσιμη διαχείριση των θαλάσσιων και παράκτιων πόρων.

✓ Τέλος, η έλλειψη πληροφόρησης, οι ανεπάρκειες στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και η χαμηλή συμμετοχή του κοινού σε όλα σχεδόν τα επίπεδα λήψης αποφάσεων, συνιστούν επιπρόσθετα εμπόδια στην επίλυση τέτοιων ζητημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Η προβλεπόμενη ραγδαία άνοδος της θαλάσσιας στάθμης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, περιβαλλοντικού, κοινωνικού και οικονομικού χαρακτήρα. Εκτός από τις οικολογικές καταστροφές, που θα επακολουθήσουν του φαινομένου, θα υπάρξουν κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, τόσο σε τοπικό επίπεδο, όσο και σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Μια ενδεχόμενη λοιπόν άνοδος της θαλάσσιας στάθμης με τις αρνητικές συνέπειες που αναφέρθηκαν, αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους για τα εύθραυστα και δυναμικά παράκτια περιβάλλοντα (*Meller M. K. & Wahr J. M., 2002*). Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας παγκόσμια, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην περιοχή μελέτης.

3.1 Γενικά

Η Γη στη διάρκεια της γεωλογικής ιστορίας της, γνώρισε σημαντικές κλιματικές μεταβολές, καθώς και σημαντικές μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης. Το παγκόσμιο ενδιαφέρον για την επίδραση των δραστηριοτήτων του ανθρώπου στο περιβάλλον, έχει οδηγήσει σε πολλές συζητήσεις και αντιθέσεις για μία επικείμενη ταχεία αλλαγή του κλίματος και κατά πόσο αυτή η αλλαγή επηρεάζει την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αλλά και στο κατά πόσο σε αυτή τη αλλαγή είναι καταλυτικός παράγοντας ο άνθρωπος. Ωστόσο η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, άρα λοιπόν κατά συνέπεια και της ακτογραμμής, αποτελεί το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα κατά κύριο λόγο, των παρακάτω μεταβλητών (*Lambeck, 1995; Lambeck & Purcell, 2005; Παυλόπουλος, 2009*):

- ✓ Ευστατισμό⁴
- ✓ Ισοστασία⁵

⁴ «Ευστατισμός καλείται το παγκόσμιο φαινόμενο, κατά το οποίο η αλλαγή της στάθμης της θάλασσας οφείλεται στη μεταβολή του όγκου του νερού στην ωκεάνια λεκάνη», Λειβαδίτης Γ, Ευελπίδου Ν, 2006, σελ. 106

⁵ Η επαναφορά της χέρσου σε προηγούμενα ύψη με την υποχώρηση των παγετώνων ή των θαλάσσιων υδάτων στις ωκεάνιες λεκάνες

✓ Τεκτονισμό⁶

Επιπλέον όμως οφείλεται και σε παράγοντες όπως, η ιζηματογένεση, οι παλίρροιες, ο κυματισμός, οι αιολικές διεργασίες και η ανθρώπινη δραστηριότητα (Αλμπανάκης, 2000; Καρύμπαλης Ε., 2005).

Αρκετοί επιστήμονες κλιματολόγοι πιστεύουν ότι οι μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης οφείλονται και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ατμοσφαιρική ρύπανση από το CO₂ και άλλα αέρια, που προέρχονται κατά κύριο λόγο από ανθρώπινες δραστηριότητες ανεβάζουν την θερμοκρασία της γης με ένα μηχανισμό γνωστό ως "φαινόμενο του θερμοκηπίου" (Titus J.G. & Narayanan V.K., 1995). Η μέση θερμοκρασία της γης έχει ανέβει τον τελευταίο αιώνα κατά 0.6 °C. Σημειώνεται ότι τα εννέα πιο θερμά έτη παρατηρήθηκαν μετά το 1980. Σύμφωνα με την έκθεση της EPA (U.S. Environmental Protection Agency) του 1995, που βασίζεται σε δεδομένα παγκόσμιας κλίμακας και χρησιμοποιεί τα πλέον σύγχρονα εφαρμοσμένα μαθηματικά μοντέλα, προβλέπεται ότι η θερμοκρασία της γης θα ανέβει 1 °C μέχρι το έτος 2050 και 2 °C μέχρι το έτος 2100. Αυτή η άνοδος της θερμοκρασίας προβλέπεται να ανυψώσει την θαλάσσια στάθμη κατά 15 cm μέχρι το έτος 2050 και 34 cm μέχρι το έτος 2100 (Titus J.G. & Narayanan V.K., 1995), όπου ο ρυθμός ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης θα είναι 4.2 mm/έτος.

Ο όρος σχετική στάθμη της θάλασσας αναφέρεται στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας σε σχέση με την ξηρά. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης ή η βύθιση της ξηράς συνεπάγεται την επίκλυση, μια θετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης δηλαδή την κατάκλιση τμήματος της ξηράς από τη θάλασσα. Αντιθέτως, η πτώση του επιπέδου της θάλασσας που οφείλεται σε ευστατικές, τεκτονικές ή ισοστατικές ανυψώσεις της ξηράς καλείται απόσυρση και έχει ως επακόλουθο την ανάδυση μιας παράκτιας περιοχής (Καρύμπαλης Ε., 2005).

Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί, ότι η μελέτη των μεταβολών της στάθμης της θάλασσας στην Ελλάδα είναι αρκετά πιο δύσκολη και πιο περίπλοκη, λαμβάνοντας υπόψη ότι η Ανατολική Μεσόγειος είναι μια περιοχή ενεργού τεκτονικής και ειδικότερα την

⁶ Οι ανοδικές ή καθοδικές κινήσεις τεκτονικών τεμαχών

Ελλάδα, που είναι μία από τις πιο γρήγορα παραμόρφούμενες ηπειρωτικές περιοχές στη Γη. Η θαλάσσια στάθμη ορίζεται σαν το μέσο υψόμετρο της επιφάνειας της θάλασσας, ενώ με τον όρο μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης εννοούμε την μακράς διάρκειας διακύμανση του επιπέδου της θάλασσας που οφείλεται σε ευστατικά και τοπικά αίτια (*Καρύμπαλης Ε., 2005*).

Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας κατά καιρούς έχουν γίνει αντικείμενο έρευνας για πολλούς ερευνητές, οι οποίοι έχουν σχεδιάσει διάφορες καμπύλες μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης. Τέτοιες καμπύλες παρουσιάζουν μεταξύ τους μικρές διαφορές, λόγω των μεθόδων και των στοιχείων, που χρησιμοποίησε ο κάθε ερευνητής, αλλά και λόγω της δυσκολίας του διαχωρισμού της μεταβολής λόγω ευστατισμού και των τοπικών συνθηκών μίας περιοχής όπως, ο τεκτονισμός και η ισοστασία (*Haslett, 2000*).

Επίσης πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να μη λάβουν υπόψη τους άλλους παράγοντες πλην του ευστατισμού και να δημιουργήσουν μία καμπύλη, με μόνο παράγοντα της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης αυτών (*Fairbridge R.W., 1961; Shepard F.P., 1963; Jelgersma S., 1966; Morner N.A., 1973; Tooley M.J., 1974, κ.ά.*). Σε τοπικό επίπεδο για τις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης και ανάλογα με την περιοχή μελέτης, υπάρχουν διάφορες μελέτες, που καταγράφουν τόσο το πώς μεταβλήθηκε κατά το παρελθόν έως και σήμερα η θαλάσσια στάθμη, για το πώς θα συμπεριφερθεί μία περιοχή σε μία μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, όσο και ως προς τις επιπτώσεις.

Συμπερασματικά, από τα παραπάνω, οι μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης σε μία περιοχή οφείλονται σε ένα συνδυασμό παραγόντων, τόσο στον παράγοντα του ευστατισμού, όσο και στις τοπικές μεταβολές, όπως αυτές της ισοστασίας και του τεκτονισμού.

3.2 Διακύμανση της θαλάσσιας στάθμης στο γεωλογικό χρόνο

Η γεωλογική περίοδος του Τεταρτογενούς αποτελεί την πιο πρόσφατη περίοδο του γεωλογικού χρόνου. Το Τεταρτογενές χωρίζεται σε δύο επιμέρους εποχές, το Πλειστόκαινο, το οποίο έληξε πριν από 10.000 χρόνια, και το Ολόκαινο, το οποίο διαρκεί έως σήμερα (*Δειβαδίτης Γ., και Ευελπίδου Ν., 2006*).

Από τη μελέτη παλαιοκλιματικών στοιχείων, πολλοί επιστήμονες διαπίστωσαν ότι υπήρξαν σίγουρα 4 εποχές παγετώνων (ψυχρές περιόδους) τις τελευταίες εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια και περισσότερες από 12, τα τελευταία 2 εκατομμύρια χρόνια. Κάθε μια ολοκληρωμένη παγετώδης περίοδος διαρκούσε περίπου από 100.000 χρόνια ή και 70.000. Οι Μεσοπαγετώδης (θερμές περιόδους) εποχές διαρκούσαν 20.000 έως και 30.000 χρόνια (Βιοπολιτική, 2009). Κατά τα διαστήματα των παγετωδών περιόδων, η στάθμη της θάλασσας μειώνονταν σημαντικά εξαιτίας της δέσμευσης μεγάλων ποσοτήτων νερού από τους πάγους (υπολογίζεται 100-125m περίπου) (Δρακάτος κ.ά., 2011).

Το επίπεδο της θάλασσας λοιπόν, είχε παγκοσμίως έντονες διακυμάνσεις στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν. Ωστόσο υπάρχουν λίγες καταγραφές και στοιχεία για αυτές τις διακυμάνσεις. Μία μικρή ιστορική αναδρομή κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, θα μας δώσει μικρές ενδείξεις για αυτές της μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης.

Εκτιμάται ότι κατά τη μεσοπαγετώδη περίοδο των 400Ka BP, η στάθμη της θάλασσας είχε φτάσει τα σημερινά επίπεδα. Κατά την πρόσφατη μεσοπαγετώδη περίοδο εκτιμάται ότι η στάθμη έφτασε 4-9μ. υψηλότερα από σήμερα με μέγιστο ρυθμό ανόδου της στάθμης στα 10-16χλστ./έτος. Η τιμή αυτή είναι παρόμοια με εκείνη που αφορά στη μακρά μεσοπαγετώδη περίοδο 10-20χλστ./έτος. Η τελευταία άνοδος της θαλάσσιας στάθμης (20-6ka BP) είναι της τάξεως των 10χλστ./έτος (Δρακάτος κ.ά., 2011).

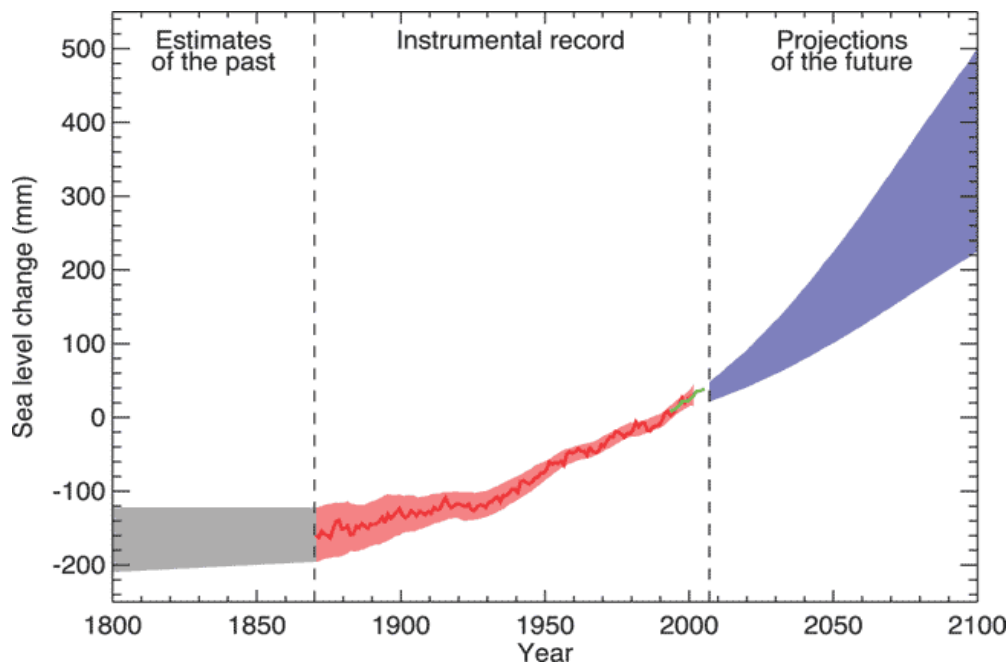
Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας θεωρείται ότι έχει ανέλθει κατά 120-130 μέτρα από την ελάχιστη στάθμη κατά τη μεσοπαγετώδη περίοδο (περίπου 21 ka) μέχρι σήμερα. Ο ρυθμός ανόδου της στάθμης κατά τη μεσοπαγετώδη περίοδο από τα 14 ka έως τα 7 ka BP, εκτιμάται σε μία μέση τιμή των 11χλστ./έτος (Bard et al, 1990), ενώ για τα τελευταία 6 ka, η μέση τιμή ανόδου έπεσε στο 1χλστ./έτος (Δρακάτος κ.ά., 2011).

Το Ολόκαινο αποτελεί την πιο πρόσφατη περίοδο στην ιστορία της γης, περιλαμβάνοντας τα τελευταία 10.000 χρόνια και διαρκεί έως και σήμερα (θερμή περίοδος). Χαρακτηρίζεται από ένα κλιματικό καθεστώς αρκετά ηπιότερο από την προηγούμενη παγετώδη περίοδο, όπου τεράστια παγόβουνα κάλυψαν όχι μόνο την Ανταρκτική και τη Γροιλανδία (όπως σήμερα), αλλά και μέρος της Βόρειας Αμερικής και Βόρειας Ευρώπης, αλλά και άλλα μέρη του κόσμου.

Κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα παρατηρήθηκε αύξηση της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας της συνεχούς αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του αέρα σε όλο τον πλανήτη που έχει έως συνέπεια το λιώσιμο των πάγων. Στη Μεσόγειο κατά την περίοδο 1880 – 2000 η μέση ετήσια αύξηση της στάθμης της θάλασσας υπολογίστηκε σε 1,1 χλστ. – 1,2 χλστ. (Nicholls & Hoozemans, 1996). Επί του παρόντος, τουλάχιστον στον Ελλαδικό χώρο και λόγω του έντονου ανάγλυφου, οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας δεν είναι πολύ εμφανείς (Νάσσης κ.ά., 2011).

3.3 Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης μελλοντικά και επιπτώσεις

Σύμφωνα με εκθέσεις της U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (Titus J.G & Narayanan. V.K., 1995) και της Διεθνής Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), θα υπάρξουν σημαντικές αλλαγές στο κλίμα και κατά συνέπεια στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Η IPCC, στην ετήσια έκθεση της (2007), εκτιμά ότι η παγκόσμια μέση θαλάσσια στάθμη θα αυξηθεί από 18cm μέχρι 59cm, έως το 2100 (Εικ. 7). Αυτές οι εκτιμήσεις γίνανε κατόπιν μίας σειράς εκτιμώμενων μελλοντικών πιθανών σεναρίων. Αυτές οι αλλαγές θα είναι σε συνδυασμό με αλλαγές στους ανέμους και στις θερμοκρασίες.



Εικόνα 7. Εκτιμήσεις της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης παγκοσμίως από το 1880 έως το 2100, Πηγή: IPCC, 2007:20

Στην Εικ. 7 απεικονίζεται η παλαιά και η μελλοντική προβλεπόμενη παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας. Για την περίοδο πριν από το 1870 (γκρίζα σκιασμένη περιοχή) οι μετρήσεις δεν ήταν διαθέσιμες και δείχνει τις εκτιμήσεις της αλλαγής της στάθμης της θάλασσας από το 1800 – 1870. Η κόκκινη γραμμή είναι μια αναπαράσταση της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, με δεδομένα παλιρροιογράφους και η κόκκινη σκιασμένη περιοχή να απεικονίζει τις αποκλίσεις από την καμπύλη. Η πράσινη γραμμή (μέσα στην σκιασμένη κόκκινη περιοχή) δείχνει τη μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, από δεδομένα δορυφόρου. Τέλος η μωβ σκιασμένη περιοχή αντιπροσωπεύει μια σειρά μοντέλων (σενάριο IPCC - SRESA1B), για τον 21^ο αιώνα, με σενάριο μέτριας αύξησης εκπομπών (IPCCSRESA1B). Σύμφωνα με την ίδια έκθεση, θα υπάρξουν σημαντικές διαφοροποιήσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας μεταξύ διαφόρων περιοχών. Κάποιες περιοχές θα έχουν άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, ενώ σε κάποιες άλλες μπορεί να υπάρξει μείωση.

Η μείωση των παγετώνων στα ορεινά συστήματα της Ευρώπης και όλου του κόσμου, οι αλλαγές στη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, στα ωκεάνια ρεύματα θα έχουν εκτεταμένες αρνητικές συνέπειες στα παράκτια συστήματα. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα προκαλέσει έντονη διάβρωση των ακτών, απώλεια γης, αυξημένο κίνδυνο υφαλμύρωσης, που αυτά με τη σειρά τους θα υποβαθμίσουν ή και καταστρέψουν τα παράκτια

οικοσυστήματα και τους υδροβιότοπους, αλλά και τα βενθικά οικοσυστήματα⁷. Οι υδροβιότοποι και τα βενθικά οικοσυστήματα, αποτελούν κατοικία για πολλά είδη πανίδας και χλωρίδας, πολύ σημαντικά στον συνολικό κύκλο ζωής. Σε έρευνες που έχουν γίνει σε υποθετικά σενάρια για την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης εκτιμάται ότι έως το 2080 η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα μπορούσε να μετατρέψει περίπου το 33% των υδροβιότοπων ανά τον κόσμο σε ανοικτή θάλασσα (IPCC,2007), καθώς και ότι μια άνοδος κατά 60cm θα μπορέσει να εξαλείψει το 17 - 43% των υδροβιότοπων της Αμερικάνικης ηπείρου (EPA,1989). Παγκοσμίως, περίπου 5.000 τετραγωνικά μίλια ξηράς βρίσκονται εντός του παλιρροιακού εύρους των 60cm.

Ωστόσο, εκτιμάται ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα συνεχιστεί με ταχύτερους ρυθμούς από τους σημερινούς (Airolidi & Beck, 2007) και θα φθάσει από 0,25m έως και 1m. έως το έτος 2100, θα διαφοροποιήσει τις υπάρχουσες χρήσεις γης στις παράκτιες περιοχές, καθώς επίσης θα οδηγήσει και σε απώλεια γης (I.P.C.C. 2007; Nicholls, 2004; Nicholls and Klein, 2005; Bindoff et al., 2007; Rahmstorf, 2007).

Στην Ελλάδα δεν έχει γίνει κάποια ολοκληρωμένη έρευνα σε εθνικό επίπεδο, για τη μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, αλλά και για την εκτίμηση των επιπτώσεων αυτής. Ωστόσο πολλοί μεμονωμένοι ερευνητές αλλά και πανεπιστήμια διενεργούν μελέτες για την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης αλλά και τις επιπτώσεις αυτής (Gaki-Papanastassiou, et al., 1997; Georgas D., 2000; Νάσης κ.ά, 2011 κ.ά.).

Ενδεικτικά κάποια αποτελέσματα από τις μελέτες για τον Ελλαδικό χώρο, αλλά και τις επιπτώσεις καταγράφονται συνοπτικά παρακάτω. Για την ηπειρωτική Ελλάδα τα μήκη που αντιστοιχούν σε απόκρημνες ακτές και σε παράκτιες πεδιάδες είναι 48,04% και 38,27% αντίστοιχα ενώ σε δελταϊκές πεδιάδες, λιμνοθάλασσες και σε παραλίες αντιστοιχούν πολύ μικρότερα ποσοστά που ανέρχονται σε 6,39%, 3,73% και 3,57% αντίστοιχα (Gaki-Papanastassiou et al., 1997). Οι κύριες περιοχές που οι δελταϊκές πεδιάδες καταλαμβάνουν σημαντική έκταση και αναμένεται να πληγούν κοινωνικό- οικονομικά από την μελλοντική

⁷ Τα Βενθικά Οικοσυστήματα είναι ο τύπος οικοσυστημάτων που συναντάται σε όλες τις θάλασσες του κόσμου και καταλαμβάνουν το κομμάτι του θαλάσσιου βυθού.

κατάκλιση λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης είναι η Ήπειρος (24,23%, με κυριότερα δέλτα του Καλαμά και του Άραχθου) και η Θράκη (25,69%, με σημαντικότερη χαμηλή περιοχή το δέλτα του Έβρου). Έχει υπολογισθεί ότι οι περιοχές των δελταϊκών πεδιάδων που θα κατακλυσθούν από θαλάσσιο νερό έως το 2100, θα καταλαμβάνουν κατά μέσο όρο το 13,16% της συνολικής τους έκτασης. Οι παράκτιοι υγρότοποι που αναμένεται να πληγούν περισσότερο είναι τα Δέλτα του Έβρου, του Νέστου, του Αξιού, του Λουδία, του Αλιάκμονα, του Αχελώου, οι Λιμνοθάλασσες του Μεσολογγίου και της Κυλλήνης, και οι κόλποι του Αμβρακικού και του Παγασητικού (Νάσσης κ.ά, 2011). Στη νησιωτική Ελλάδα τα σημαντικότερα προβλήματα αναμένεται να εμφανιστούν στη Λήμνο, τη Σάμο, τη Ρόδο, την Κρήτη και την Κέρκυρα (Nicholls and Klein, 2005). Εκτιμάται ότι περίπου τα 6.000 από τα 15.000 χιλιόμετρα της ελληνικής ακτογραμμής που έχουν αμμώδη σύσταση και ήπιες κλίσεις, θα έχουν πλημμυρίσει μόνιμα μέχρι το τέλος του αιώνα και θα απολέσει πάνω από 4.000 στρέμματα γης.

Συνοψίζοντας, οι πιο σημαντικές επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας είναι η αυξημένη διάβρωση των παράκτιων χερσαίων οικοσυστημάτων, η συχνότερη εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων, η αύξηση της αλατότητας του εδάφους και η μεταβολή των θέσεων όπου εναποτίθενται φερτά υλικά και ιζήματα στα Δέλτα των ποταμών, μείωση της έκτασης τουριστικών περιοχών λόγω κατάκλισης, κατακλυσμό των παράκτιων περιοχών χαμηλών κλίσεων, καταστροφή των υγροτόπων και προβλήματα στην βιοποικιλότητα. καθώς και στην οικονομία της χώρας μας (Νάσσης κ.ά, 2011; Δουκάκης Ε., 2005).

3.4 Δείκτες μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης και μέθοδοι χρονολόγησης

Γενικότερα, ενδείξεις μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης αποτελούν:

- Γεωμορφές διάβρωσης και απόθεσης
- Βιολογικοί δείκτες
- Αρχαιολογικά ευρήματα
- Ιστορικά στοιχεία και καταγραφές

Οι παραπάνω δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν (*Laborel J & Laborel-Deguen E.,1996; Pirazzoli.,1986; Baika, 2008; Fouache et al, 2005; Kelletat, 2006 κ.ά*) για να διαπιστωθούν τυχόν μεταβολές στο επίπεδο της θαλάσσιας στάθμης.

Οι γεωμορφές που αποτελούν ενδείξεις του ύψους στο οποίο βρίσκονταν η στάθμη της θάλασσας στο παρελθόν μπορούν να έχουν τις ακόλουθες μορφές: Οι γεωμορφές διάβρωσης και απόθεσης, αποτελούν πολύ καλούς δείκτες μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης. Τέτοιες γεωμορφές διάβρωσης, μπορεί να είναι: θαλάσσιες εγκοπές (*marine notches*), θαλάσσια σπήλαια (*sea caves*), αψίδες (*arches*), παράκτιοι διαβρωσιγενείς πάγκοι (*shore platforms*) και θαλάσσιες αναβαθμίδες (*marine terraces*). Οι γεωμορφές απόθεσης: οι ακτόλιθοι ή ακτόλιθοι (*beachrocks*), οι παραλιακές ράχες (*beachridges*), τα παλιρροϊκά πεδία (*tidal flats*) ή οι κοραλλιογενείς σχηματισμοί. Αυτές οι γεωμορφές διάβρωσης και απόθεσης μπορούν να βρίσκονται πάνω ή κάτω από τη σημερινή θαλάσσια στάθμη (*Καρύμπαλης, 2010*).

Όσον αφορά σε βιολογικούς δείκτες, αυτοί μπορεί να είναι διάφοροι οργανισμοί ή υπολείμματα οργανισμών (κοράλλια, διάφορα είδη οστράκων, κελύφη μαλακίων, κ.ά.) που σήμερα βρίσκονται απολιθωμένα σε διαφορετικό ύψος, λόγω των μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης. Η εμφάνιση αυτών των οργανισμών στη σημερινή τους θέση, είναι ένδειξη της θέσης της παλαιάς ακτογραμμής (*Laborel J & Laborel-Deguen E.,1996; Καρύμπαλης, 2010*).

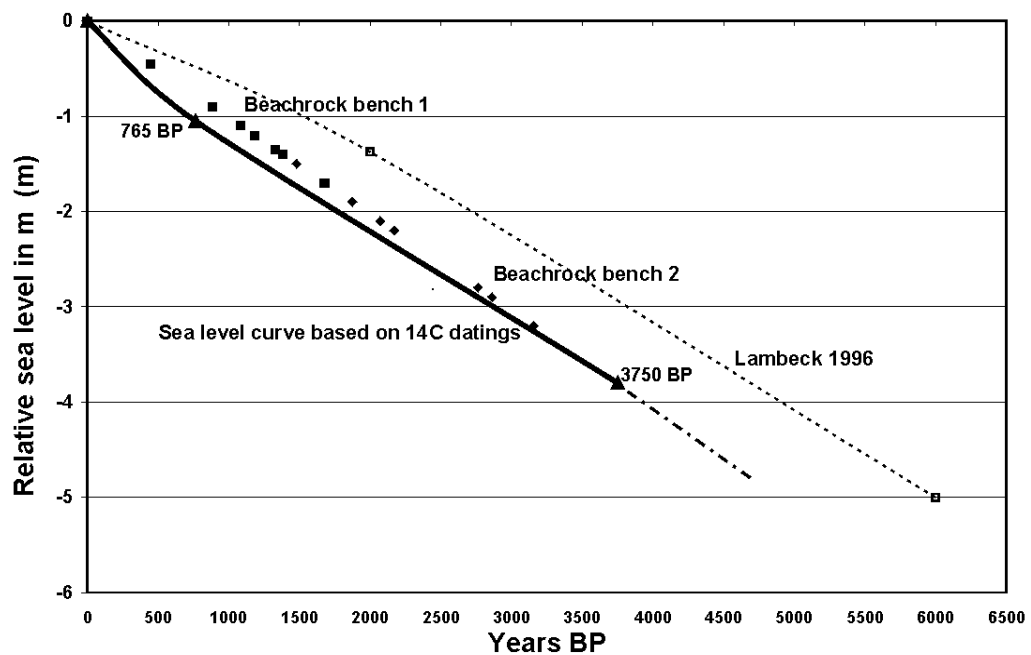
Τα ιστορικά στοιχεία και οι καταγραφές, είναι συνήθως λίγα και διαθέσιμα για λίγες περιοχές ανά τον κόσμο. Αυτά τα στοιχεία συνήθως αποτελούν δείκτες πρόσφατων μεταβολών και μπορεί να περιλαμβάνουν καταγραφές μετρήσεων παλιρροιογράφων, χάρτες αλλά και άλλου είδους καταγραφές, όπως μαρτυρίες ανθρώπων, όπου ήταν άμεσα εξαρτημένη από τη θάλασσα (*Flemming, 1979*).

Όσο δε αφορά της μεθόδους, όπου αναπτύσσονται ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για την θαλάσσια μεταβολή, αυτές έχουν να κάνουν κυρίως με τη χρονολόγηση των δεικτών. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες όπως, τεχνικές σάρωσης του βυθού με σεισμικά προφίλ σε συνδυασμό με τη χρήση ηχοβολιστικών συσκευών και τη διεξαγωγή δειγματοληπτικών γεωτρήσεων με ραδιοχρονολογήσεις ιζημάτων και

υποθαλάσσιων αρχαιολογικών ευρημάτων, οι οποίες γίνονται με τη μέθοδο C 14 AMS. Επίσης τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται πολύ και οι μέθοδοι της Θερμοφωταύγειας (TL) και της Οπτικά Διεγερόμενης Φωταύγειας (OSL) (Ζαχαριάς, 2008, Preusser et al, 2008). Συγκεκριμένα για τη μέθοδο OSL θα γίνει συνοπτική ανάλυση σε επόμενο κεφάλαιο, αφού είναι μία μέθοδος που εφαρμόστηκε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας.

3.5 Η διακύμανση της θαλάσσιας στάθμης στη νήσο Σκύρο

Για το Αιγαίο αλλά και ειδικότερα την περιοχή μελέτης έχουν γίνει αρκετές μελέτες και έρευνες (Pavloroulos et al, 2007, 2010, 2011; Παυλόπουλος, 2009; Κούλη κ.ά., 2006; Lambeck, 1996, Lambeck & Purcell 2005; Evelpidou et al, 2012).

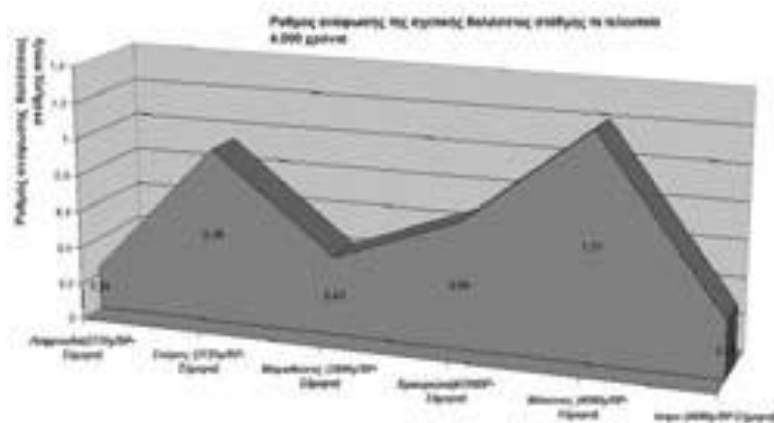
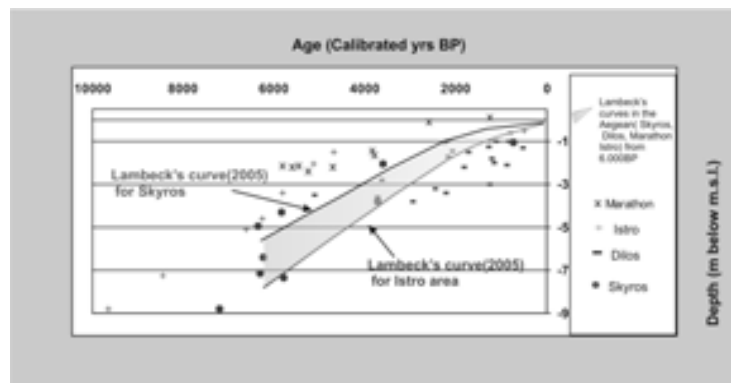


Εικόνα 8: Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας στο νησί της Σκύρου με βάση 14C χρονολογήσεις και εμφανίσεις beachrock. Σύγκριση με την καμπύλη του Lambeck 1996 από το Αιγαίο Πέλαγος, Πηγή Pavloroulos et al, 2007:14

Από τις μελέτες των Pavloroulos et al (2007, 2010; Παυλόπουλος, 2009) διαπιστώθηκε ότι αρκετά μεγάλοι ρυθμοί ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης για τα τελευταία 4000y/BP, παρατηρούνται στις περιοχές της Β.Α. Σκύρου. Συγκεκριμένα για τη Σκύρο και ιδιαίτερα για τον κόλπο του Παλαμαρίου, από παρατηρήσεις βυθισμένων

ακτόλιθων και χρονολογήσεις ιζηματογενών στρωμάτων (sedimentary layers), έχουν υπολογιστεί οι αλλαγές της στάθμης της θάλασσας.

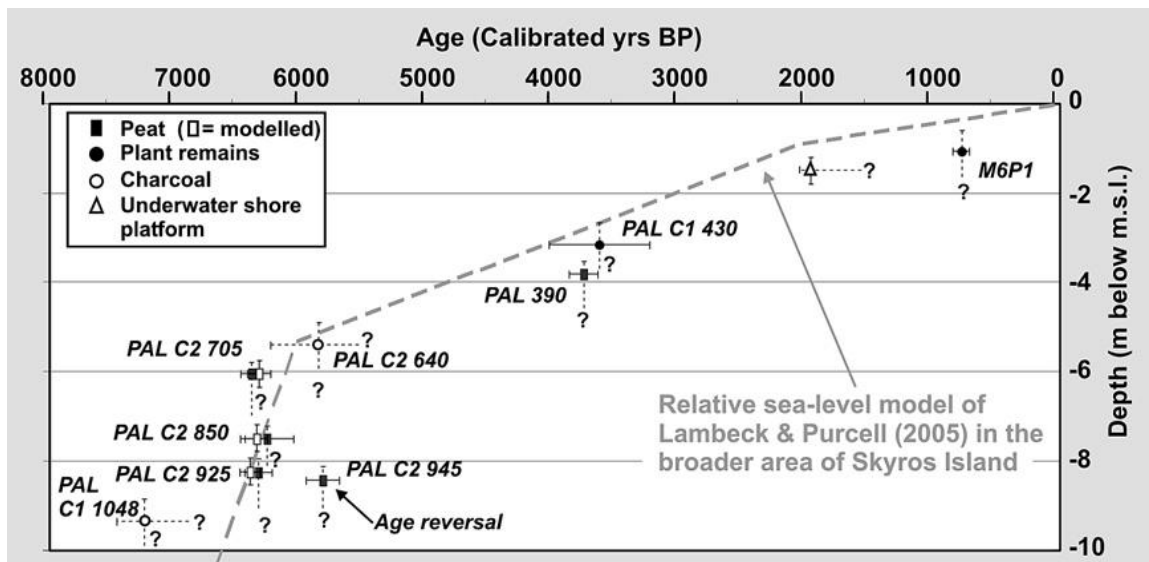
Συγκρίνοντας τους ρυθμούς αυτούς με τους ρυθμούς ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης των τελευταίων 4000 y/BP του μοντέλου *Lambeck & Purcell 2005*, στην περίπτωση της Σκύρου, φαίνεται το μοντέλο να επαληθεύεται ή τουλάχιστον να πλησιάζει τα φυσικά δεδομένα (Εικ. 9).



Εικόνα 9:Σύνθεση των χρονολογημένων δεικτών και καμπυλών για το Αιγαίο (α) και διάγραμμα ρυθμών ανύψωσης σε mm/y για τις περιοχές που μελετήθηκαν και οι αντίστοιχοι ρυθμοί από το μοντέλο Lambeck et al. 2005, Πηγή: Παυλόπουλος, 2009:65

Σύμφωνα με τους *Pavlopoulos et al. 2007* η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης και η ανάλογη καμπύλη της που υπολογίσθηκε για την περιοχή Παλαμάρι της Β.Α. Σκύρου, συμπίπτει σε μεγάλο βαθμό με το ευστατικό μοντέλο *Lambeck & Purcell (2005)*. Η

καμπύλη που προκύπτει βασίζεται σε χρονολογήσεις ιζηματολογικών δεικτών (τύρφη κ.ά.), καθώς και σε παράκτιες πλατφόρμες απόξεσης (Εικ.9 και 10). Συγκεκριμένα οι ρυθμοί ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης εκτιμώνται από 1,03-1,13mm/y τα τελευταία 6300y BP, ενώ για το ίδιο χρονικό διάστημα των τελευταίων 6000y BP μοντέλο των *Lambeck & Purcell* (2005) εκτιμά ρυθμό ανύψωσης της τάξης των 0,83mm/y. Για το χρονικό διάστημα των 3725 yBP ο ρυθμός ανύψωσης εκτιμήθηκε (*Pavlopoulos et al., 2007*) από 0,9-1,02 mm/y, ενώ για το ίδιο διάστημα το μοντέλο των *Lambeck & Purcell* (2005) εκτιμά ρυθμό ανύψωσης 0,7-0,8mm/y (Πίν. 3). Οι ρυθμοί ανύψωσης που διαπιστώθηκαν για την περιοχή της ανατολικής Σκύρου είναι μεγαλύτεροι από τους ρυθμούς που προβλέπει το μοντέλο των *Lambeck&Purcell* (2005).



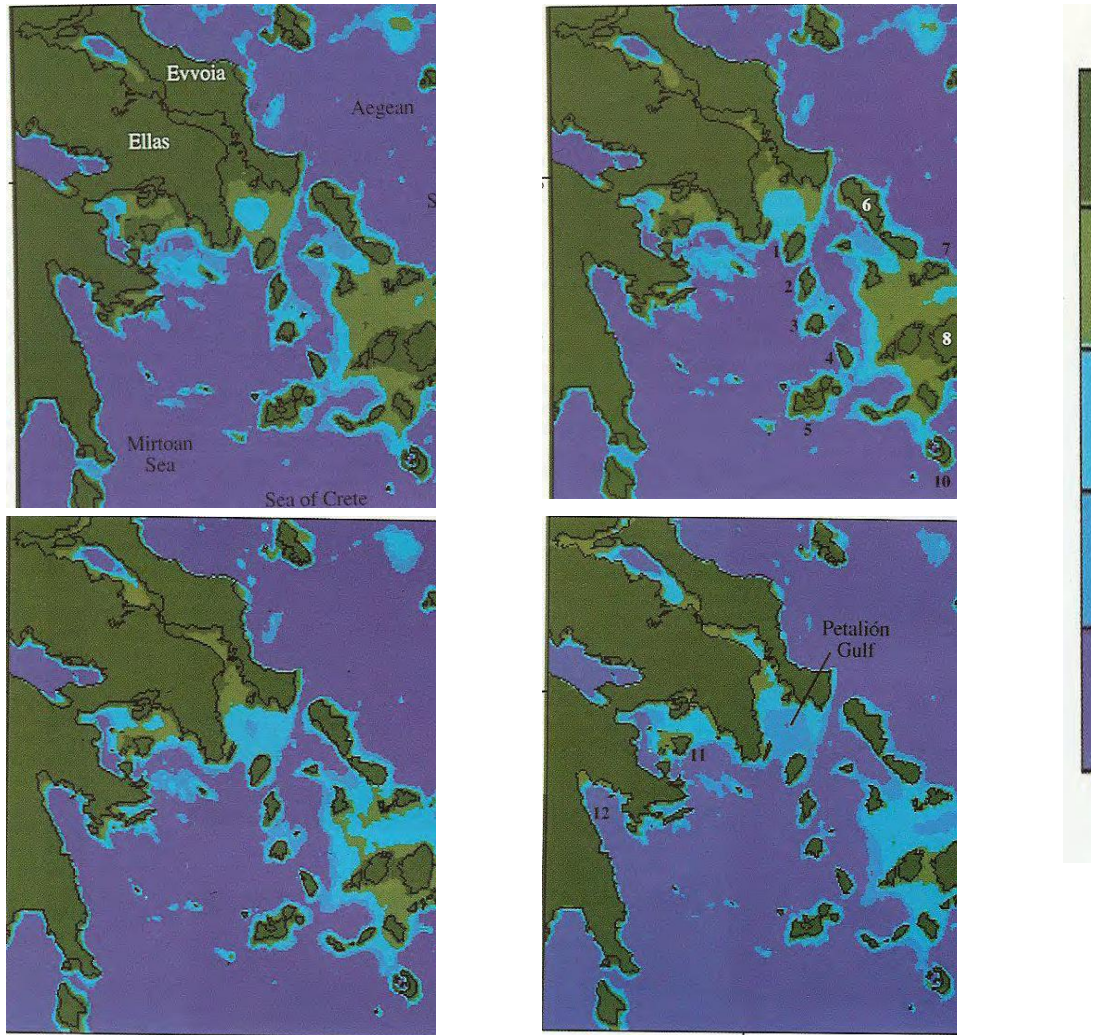
Εικόνα10: Καμπύλη διακύμανσης σχετικής θαλάσσιας στάθμης για τη Σκύρο και συγκεκριμένα για τον κόλπο Παλαμάρι. Η καμπύλη των Lambeck - Purcell (2005) επίσης σχεδιάζεται για σύγκριση Πηγή: Παυλόπουλος, 2010:50

Κατά Παυλόπουλο et al (2010)		Κατά Lambeck & Purcell (2005)	
Έτη πριν από σήμερα (BP)	Ρυθμός ανόδου θαλάσσιας στάθμης (mm/y)	Έτη πριν από σήμερα (BP)	Ρυθμός ανόδου θαλάσσιας στάθμης (mm/y)
6300	1.03	6000	0.83
3725	0,9-1,02	3725	0,7-0,8

Πίνακας 3: Ρυθμοί ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης κατά Παυλόπουλο 2007,2009 και Lambeck &Purcell (2005)

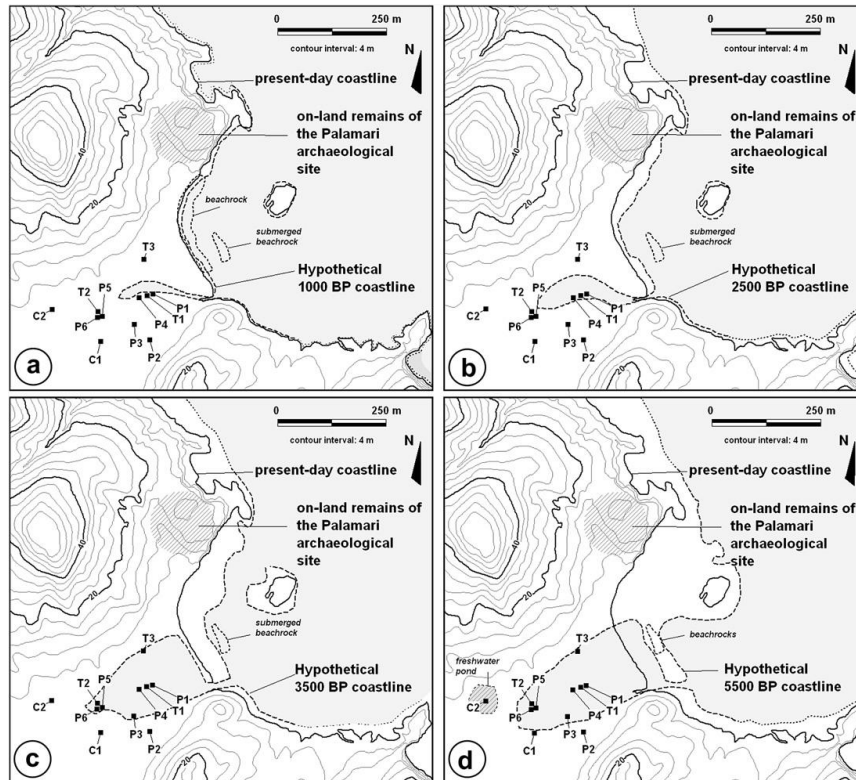
Από την μελέτη και ανάλυση της στρωματογραφίας των ολοκαινικών αποθέσεων της αλλουβιακής παράκτιας πεδιάδας του Παλαμαρίου και τις μικρομορφολογικές, μικροπαλαιοντολογικές και παλυνολογικές αναλύσεις που έγιναν από τους Κούλη κ.ά. (2006), σε συνδυασμό με την παρουσία των ακτόλιθων στην υποθαλάσσια περιοχή του όρμου, υποδεικνύει ότι η ακτογραμμή βρισκόταν ανατολικά της σημερινής εκβολής του υδάτινου ρεύματος και το νησί στο μέσο του όρμου ήταν ενωμένο με το βόρειο ακρωτήριο. Σε αυτό συνηγορεί η παρουσία βυθισμένων αρχαίων οστράκων και δομικών υλικών στον υποθαλάσσιο χώρο μεταξύ του νησιού και του χώρου των ανασκαφών. Στο κέντρο της πεδιάδας υπήρχε μια λιμνοθάλασσα που λειτούργησε από 3725 έτη BP μέχρι και 725 έτη BP. Η έκτασή της δεν παρέμενε σταθερή αλλά αυξομειωνόταν σημαντικά και ήταν προστατευμένη από παράκτιο φράγμα, όπως δείχνει η δεύτερη βυθισμένη σειρά ψηφιδοπαγούς αιγιαλού σε βάθος -2,90 m (Κούλη κ.ά., 2006).

Ερευνητές το 2011 (Pavlopoulos et al, 2011; Evelpidou et al, 2012) απέδειξαν ότι η μέση ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης και συνεπώς ο ρυθμός διάβρωσης δεν υπερβαίνει την τιμή του 1mm/έτος για την νήσο Σκύρο.



Εικόνα 11: Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση της μεταβολής του σχετικού ύψους για την περιοχή του Αιγαίου για 4 περιόδους: α) 18.000 BP, β) 14.000 BP, γ) 12.500BP, δ) 10.000 BP. Οι ισοϋψείς της θάλασσας σχεδιάστηκαν με ανάλυση 100m και οι ισοϋψείς ξηράς με ανάλυση 50m. Πηγή: Lambeck, 1996:602-604

Από την Εικ. 11, παρατηρούμε ότι στην ευρύτερη περιοχή της Σκύρου έχουν υπάρξει καταβυθίσεις σε μεγαλύτερο βάθος. Ειδικότερα για την περιοχή της Σκύρου, Παλαμάρι, ο Παυλόπουλος (2007) έχει κάνει την αναπαράσταση της ακτογραμμής (Εικ. 12).



Εικόνα 12: Παλαιογραφική αναπαράσταση της ακτογραμμής στον κόλπο του Παλαμαρίου στην Σκόρο, 1000 χρόνια BP (a), 2500 χρόνια BP (b), 3500 χρόνια BP (c) and 5500 cal BP (d).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

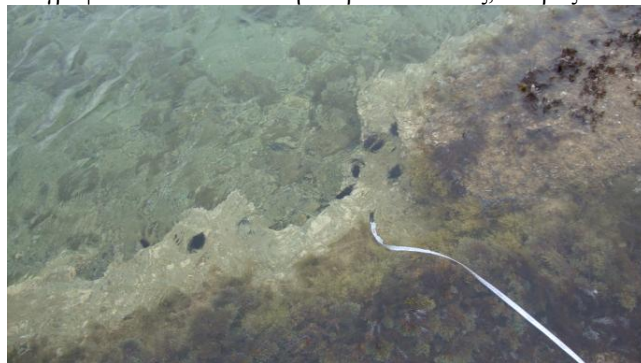
4.ΑΚΤΟΛΙΘΟΙ – BEACH ROCKS

4.1 Γενικά

Οι ακτόλιθοι είναι παράκτιοι σχηματισμοί και σήμερα εμφανίζονται ως συμπαγή επιμήκη στρώματα κάποιου πάχους κατά μήκος παραλιών, τα οποία εξαπλώνονται από την αρχή της ακτής ως κάποιο βάθος μέσα στον θαλάσσιο χώρο (Φωτογραφίες 1 & 2). Οι σχηματισμοί αυτοί είναι ένα παγκόσμιο και διαχρονικό φαινόμενο και στη μεγαλύτερη πλειοψηφία τους βρίσκονται σε τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές χαμηλού γεωγραφικού πλάτους και μικροπαραλλοιακές ακτές. Οι παρουσία των ακτόλιθων φαίνεται να επηρεάζει τη μορφοδυναμική των παραλιών.



Φωτογραφία 1: Ακτόλιθοι στην παραλία Μώλος, Σκύρος



Φωτογραφία 2: Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι στην παραλία Παλαμάρι.

Σε αρκετές περιπτώσεις δε, εκτείνονται σε ολόκληρη την επιφάνεια του αβαθούς πυθμένα, με αποτέλεσμα στις περιοχές αυτές να δημιουργούνται προβλήματα στις ανθρώπινες δραστηριότητες (κολύμβηση) και να έχει άμεσες αρνητικές επιπτώσεις στην τουριστική ανάπτυξη. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα έχει ενταθεί η μελέτη των συγκεκριμένων σχηματισμών, γεγονός που ανέδειξε την ευρεία εξάπλωσή τους σε ολόκληρο τον παράκτιο χώρο και μάλιστα σε πολλές περιοχές με πολύ μεγάλη τουριστική και οικιστική ανάπτυξη (Vousdoukas et al,2009).

Από την άλλη σε πολλές μελέτες παράκτιας ανάπλασης, έχει τεθεί το θέμα αν πρέπει και αν είναι δυνατή η καταστροφή και απομάκρυνσή τους, ώστε η γίνει δυνατή η ανάπλαση της παραλίας και απόδοσή της σε τουριστική χρήση.

Επιπλέον, οι ακτόλιθοι διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο, ως δείκτες της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στην εξελικτική πορεία μιας περιοχής (Vousdoukas et al,2005; Kelleat, 2006 κ.ά.).

4.2.Ιστορική αναδρομή - Ορισμοί των ακτόλιθων

Οι ακτόλιθοι (beachrocks), είναι σκληροί παράκτιοι ιζηματογενείς σχηματισμοί, που αποτελούνται από παράκτια ιζήματα, και προέρχονται από την συνεκτικοποίηση αυτών (άμμος, χαλίκια) που λαμβάνει χώρα στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη, από ασβεστιτικό (calcitic) ή/και αραγωνιτικό (aragonitic) συγκολλητικό υλικό (cement), το οποίο προέρχεται από χημικές διεργασίες που σχετίζονται με το θαλάσσιο ή/και γλυκό νερό. Η διεργασία λαμβάνει χώρα είτε επιφανειακά ή/και κάτω από ένα λεπτό στρώμα ιζημάτων στην ενδο-παλιρροιακή ζώνη και συμπεριλαμβάνει ιζήματα ποικίλων διαμέτρων και κλαστικής ή/και βιογενούς προέλευσης (Vousdoukas et al,2005; Cooper, 1991; Russel, 1963; Neumeier,1998).

Διεθνώς έχει επικρατήσει η ονομασία beachrocks. Η ακριβής μετάφραση του όρου στα ελληνικά είναι παραλιακό πέτρωμα, όμως αυτή η ερμηνεία αυτή δεν αποδίδει αυτό που ο σχηματισμός αντιπροσωπεύει, καθώς ως παραλιακό πέτρωμα μπορούν να χαρακτηριστούν όλοι οι σχηματισμοί που αναπτύσσονται στις παράκτιες ζώνες (Μουστάκα, 1997). Στη ελληνική βιβλιογραφία πολλές είναι οι ονομασίες που έχουν δοθεί κατά καιρούς για αυτούς

τους σχηματισμούς. Μερικές από αυτές είναι: σύγχρονοι παραλιακοί ψαμμίτες (*Ρουμπάνης, 1971*), κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμοί, ακτόλιθοι (*Λεοντάρης, 1995*).

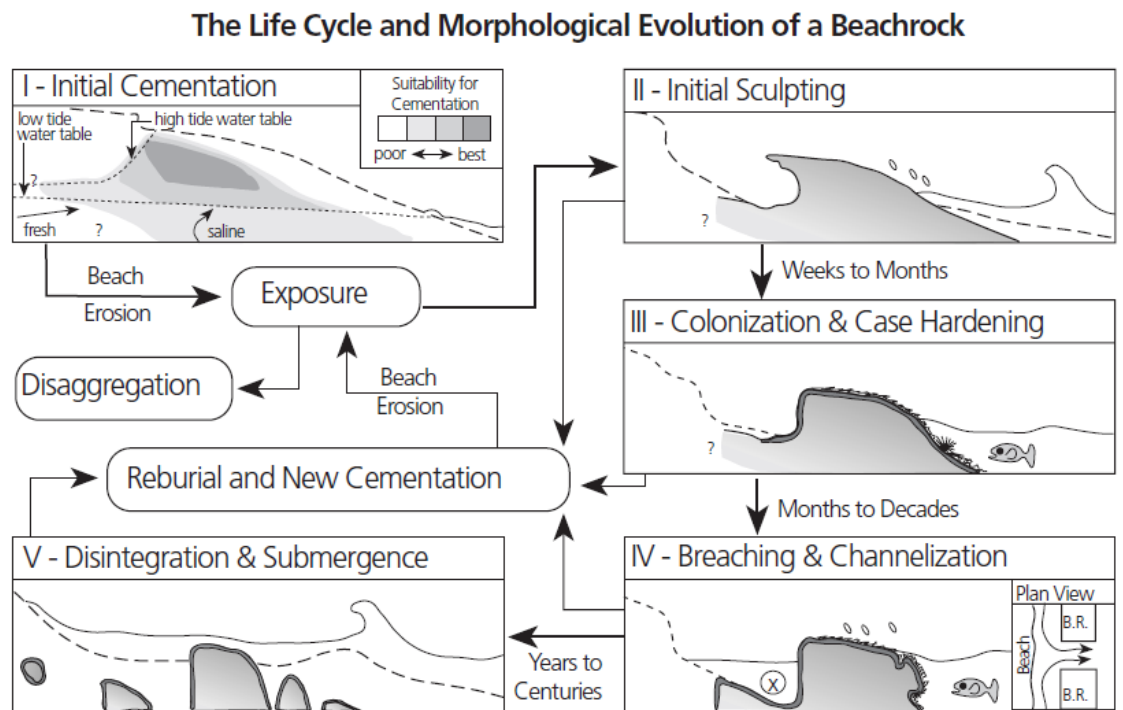
Επίσης έχουν γίνει προσπάθειες να δοθεί ένας ορισμός, από αρκετούς επιστήμονες, ώστε να προσδιοριστεί σε γενικές γραμμές η έννοια των ακτόλιθων (beachrocks). Οι ακτόλιθοι ορίζονται από τους *Scoffin και Stoddart (1983)* ως «*συνεκτικοποιημένες αποθέσεις που προκύπτουν από την διαγένεση-λιθοποίηση των παράκτιων ιζημάτων από ασβεστίτικο ή/και αραγωνιτικό συγκολλητικό υλικό στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη κυρίως των τροπικών ακτών*». Οι *Rey et al (2004)* εξήγησαν ότι η ταχεία συνεκτικοποίηση των ιζημάτων στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη σε παραλίες τροπικών, υποτροπικών ή και εύκρατων περιοχών οδηγεί στο σχηματισμό χαρακτηριστικών συναποθετικών λιθοποιημένων, δομών που ονομάζονται διεθνώς beachrocks.

Η πρώτη αναφορά παρουσίας ακτόλιθων έγινε το 1817 από τον Sir Francis Beauford (the Admiralty Hydrographer) και στην συνέχεια από τους Δαρβίνο στο Pernambuco της Βραζιλίας το 1841, VonBuch (1825), Moresby (1835), Dana (1849) (*Vousdoukas et al,2005*). Από την πρώτη αναφορά τους και έπειτα έχουν γίνει πολλές μελέτες αναφοράς για εμφανίσεις σε πολλές ακτές του κόσμου συμπεριλαμβανομένων αυτών της Μεσογείου και της Ελλάδας. Μέχρι την δεκαετία του 70 επικρατούσε η άποψη ότι ο σχηματισμός ακτόλιθων αποτελούσε χαρακτηριστικό φαινόμενο τροπικών και υποτροπικών ακτών. Ωστόσο πιο πρόσφατες μελέτες και έρευνες έδειξαν ότι ο σχηματισμός ακτόλιθων λαμβάνει χώρα και σε μεγαλύτερα πλάτη, σε παράκτια περιβάλλοντα με πιο εύκρατα κλίματα (*Vousdoukas et al,2005*).

4.3 Θεωρίες σχηματισμού – Κύκλος ζωής - Ηλικία

Βάση μίας έρευνας, η οποία έλαβε χώρα στις ακτές του Πουέρτο Ρίκο, κατά τη δημιουργία και μορφολογική εξέλιξη ενός ακτόλιθου αναγνωρίζονται πέντε στάδια του κύκλου ζωής (*Turner., 2000*) (Εικ.13). Όπως περιγράφει ο Turner, κατά την πρώτη φάση (I), η οποία λαμβάνει χώρα στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη, δηλαδή στη ζώνη χαμηλής και υψηλής παλίρροιας, και η οποία καλείται φάση συνεκτικοποίησης. Ο απαραίτητος χρόνος σταθερότητας της παραλίας, ώστε ο ακτόλιθος να είναι ικανός να αντιστέκεται στην διάβρωση, διαρκεί από λίγους μήνες έως δεκαετίες και σχετίζεται με την θερμοκρασία του

θαλάσσιου νερού. Στη δεύτερη φάση (II), τη φάση δηλαδή της αρχικής έκθεσης του ακτόλιθου, όσο μικρότερο είναι το πάχος του, τόσο εντονότερα διαβρώνεται. Αυτή η διάβρωση είναι εντονότερη προς τη μεριά της ακτής και έτσι δημιουργείται και το όριο του ακτόλιθου με την παραλία. Κατά την τρίτη φάση και αφού έχουν περάσει αρκετές εβδομάδες έκθεσης του ακτόλιθου, η εξωτερική του επιφάνεια σκληραίνει κατά περίπτωση και αποικίζεται από φύκια και μικροοργανισμούς (epilithicbiota). Η συσσωρευτική έκθεση και διάβρωση του ακτόλιθου, που μπορεί να είναι από μήνες έως δεκαετίες, επιφέρει μια σταδιακή αύξηση της κλίσης των πλευρών του ακτόλιθου προς την παραλία και προς τη θάλασσα, καθώς επίσης την ανάπτυξη δικτύου καναλιών παράλληλων προς την ακτογραμμή και ρωγμών κάθετων προς αυτή (Φάση IV). Η έκθεση για πολλές δεκαετίες χωρίς όμως σημαντική συγκόλληση νέου υλικού και συνεκτικοποίησης αυτού, έχει ως αποτέλεσμα τη διάλυση του ακτόλιθου σε πλάκες ή και μεγάλες πλατφόρμες, που εν τέλει μετακινούνται και θάβονται κάτω από μη συνεκτικοποιημένα ιζήματα (Turner., 2000).



Εικόνα 13: Ο κύκλος ζωής και η μορφολογική εξέλιξη ενός ακτόλιθου, Πηγή: Turner R., 2000

Η έκθεση των ακτόλιθων είναι σημάδι μιας αλλαγής στις συνθήκες ισορροπίας της παραλίας, που φανερώνεται μέσα από μια ανώμαλη διαβρωτική διαδικασία. Η συνεχόμενη αποκάλυψη ακτόλιθων στην ακτή, μπορεί να θεωρηθεί ως σημάδι μεταβολής των παράκτιων ιζηματολογικών συνθηκών.

Ουσιαστικά καθώς οι σχηματισμοί των ακτόλιθων αναπτύσσονται στα παραπάνω στάδια εξελίσσεται και η επιρροή του στις παράκτιες διαδικασίες. Στο τέταρτο στάδιο, σύμφωνα με την Εικ. 13, η χαρακτηριστική απότομη πλευρά παρουσιάζει την μεγαλύτερη κυματική ενέργεια και επομένως τον περιορισμό στην μεταφορά ιζημάτων στην ακτή. Οι σχηματισμοί ακτολίθων στα στάδια 2 έως 4, οι οποίοι προκαλούν μείωση της κυματικής ενέργειας που φτάνει στην ακτή, παρέχουν μια μορφή προστασίας για το εσωτερικό. Στις περιπτώσεις αυτές οι ακτές με αυτούς του σχηματισμούς έχουν ασυνήθιστα στενό σχήμα, και παρουσιάζουν έλλειμμα ιζημάτων. Παράλληλα τα τμήματα της παραλίας με ακτόλιθους στο τέταρτο στάδιο, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα και διάρκεια έκθεσης, τους μικρότερους όγκους ενσωματωμένης άμμου και τους μικρότερους ρυθμούς ανάκαμψης από τη διάβρωση.

Όσον αφορά τώρα στη αρχική δημιουργία τους, έχουν προταθεί αρκετές θεωρίες, αλλά κυρίως έχουν αναπτυχθεί δυο κύριες ομάδες:

➤ Κατά την πρώτη ομάδα η καθίζηση του ανθρακικού ασβεστίου οφείλεται καθαρά σε φυσικοχημικά αίτια (αύξηση θερμοκρασίας, εξάτμιση, αερισμός) (*Ginsburg, 1953; Moore, 1973; Meyers, 1987*).

➤ Σύμφωνα με τη δεύτερη ομάδα η καθίζηση οφείλεται σε βιοχημικά αίτια από τη δράση φυκιών και βακτηριδίων (*Webb et al., 1999; Neumeier, 1999*).

Κατά καιρούς, έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες για την ηλικία των ακτόλιθων, όλες όμως συγκλίνουν στο γεγονός ότι πρόκειται για πρόσφατους σχηματισμούς, πιθανότατα με κατώτερο όριο ηλικίας το Ανώτερο Ολόκαινο. Αυτό το γεγονός ενισχύεται και από τη θέση στην οποία σχηματίζονται, δηλαδή την παλιρροιακή ζώνη. Σύμφωνα με ερευνητές, υποστηρίζεται ότι οι ακτόλιθοι (*Ρουμπάνης, 1971*) πρέπει να άρχισαν να σχηματίζονται αφότου η θάλασσα έλαβε την τελευταία φάση ηρεμίας της, όπως αυτό είναι παραδεκτό και

για όλα τα άλλα χαρακτηριστικά μορφολογικά στοιχεία των παραλιακών περιοχών, όπως είναι οι μακριές και ευθείες παραλίες, οι λιμνοθάλασσες, οι εκβολές των ποταμών κ.α.

Γενικά ο χρόνος σχηματισμού των ακτόλιθων θεωρείται πρόσφατος, σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις έχει υποστηριχθεί ότι δεν ξεπερνά τις μερικές δεκαετίες (*Russell, 1963*). Από άλλους μελετητές υποστηρίχθηκε ότι ακτόλιθοι συνεχίζουν να σχηματίζονται και σήμερα στις παραλίες, γιατί βρίσκονται μέσα στη συγκολλημένη άμμο σύγχρονα αντικείμενα, όπως πώματα μπουκαλιών. Αυτό όμως σύμφωνα με τους *Μαρίνο Γ. & Συμεωνίδη Ν. (1972)* απέχει από την τυπική περίπτωση της διάπλασης των ψαμμιτικών στρωμάτων, όπως αυτά εμφανίζονται στους ακτόλιθους, πρόκειται δηλαδή για τοπικές περιπτώσεις συγκόλλησης με ασβέστιο των αντικειμένων στις ακτές. Γενικά σε κάποιες περιπτώσεις εύρεσης σύγχρονων αντικειμένων μέσα στους ακτόλιθους δεν πρέπει να παραγνωρίζεται η πιθανότητα δευτερογενούς συγκόλλησης .

Η εκτίμηση της ηλικίας, αν και συνήθως γίνεται με έμμεσους τρόπους, επιτυγχάνεται συχνά με ραδιοχρονολόγηση των διαφόρων εγκλεισμάτων τους (όστρακα κ.ά) ή από διάφορα αρχαιολογικά ευρήματα, που βρίσκονται σε κάποια σχέση με τους σχηματισμούς αυτούς, αφού η έγκληση τους προφανώς προηγείται της σύμπτυξης και διαγένεσης των πετρωμάτων. Επίσης γίνονται συνεχώς προσπάθειες χρονολόγησης του ίδιου του σχηματισμού με τη μέθοδο της θερμοφωταύγειας, αφού ο ψηφιδοπαγής αιγιαλός δεν είναι κατάλληλος για χρονολόγηση με τη μέθοδο του ^{14}C (*Δερμιτζάκης Μ. κ.ά., 1993*).

4.4 Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων

4.4.1 Μορφολογία και υφή

Οι έκταση των ακτόλιθων ποικίλει από μικρές περιοχές συγκολλημένου ιζήματος μέχρι δομές με πλάτος εκατοντάδων μέτρων και μήκος χιλιομέτρων. Το πάχος τους μπορεί να είναι λιγότερο από 0,5 m έως περισσότερο από 5 m, με το μεγαλύτερο σε περιοχές με πιο έντονες διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης (*Turner, 2005; Kelletat, 2006*). Οι ακτόλιθοι κατά βάση συναντώνται κυρίως στις ζώνες κυματαγωγής και παφλασμού, αλλά μπορεί να εκτείνονται προς την (προς την ακτή) θαλάσσια περιοχή, θαμμένοι κάτω από ένα λεπτό κάλυμμα μη συνεκτικοποιημένων παράλιων ιζημάτων (*Neumeier, 1998; Rey et al., 2004; Voutsoukas et al., 2005, κ.ά.*).

Μορφολογικά παρουσιάζουν αλληλουχίες σειρών, που μπορούν να συσχετιστούν με παράλληλες στρώσεις (laminations). Οι σειρές των ακτόλιθων κλίνουν κυρίως προς τη θάλασσα (με κλίσεις έως 15°), ακολουθώντας την κλίση της παραλίας (Russell, 1959; Davies & Kinsey, 1973; Moore, 1973). Παράλληλα, σε πολλές περιπτώσεις οι σειρές παρουσιάζουν κλίσεις σημαντικά διαφορετικές από τις κλίσεις των παραλιών όπου βρίσκονται (Russell, 1963; Russell & McIntire, 1965; Chowdhury et al., 1997).

Στην επιφάνεια τους εμφανίζουν πορώδη. Αποτελούνται από χαλαζία, κερατόλιθο, αστρίους, βάρια ορυκτά, ανακυκλωμένους κλάστες, ηφαιστειακό υλικό, ανθρακικά ωοειδή, κελύφη μαλακίων και σκελετικά θραύσματα ακόμα και ανθρώπινης κατασκευής αντικείμενα ή απορρίμματα (Russell, 1959; Kelletat, 2006).

Οι θαμμένοι στην (προς την ακτή) θαλάσσια περιοχή ακτόλιθοι, παρουσιάζουν σχετικά λείες επιφάνειες και υφή παρόμοια με αυτή του περιβάλλοντος ιζηματογενούς υλικού. Συγκριτικά, οι ακτόλιθοι που υπήρξαν εκτεθειμένοι για μεγάλες χρονικές περιόδους μπορεί να παρουσιάζουν επιφάνειες με ανώμαλο ανάγλυφο, λόγω της χημικής και βιολογικής αποσάθρωσης, καθώς και της μηχανικής διάβρωσης.

4.4.2 Αλλοιώσεις

Οι ακτόλιθοι επηρεάζουν τις παράκτιες διαδικασίες με βάση την έκτασή του και την μορφολογία του, που σαφέστατα και αυτά μεταβάλλονται με τον χρόνο. Η διάβρωση ενός ακτόλιθου κατά τη διάρκεια ετών επιφέρει βαθμιαία αλλαγές στη μορφή του (Turner, 2005). Με την έκθεση του στις συνθήκες περιβάλλοντος το πέτρωμα αλλοιώνεται, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται στην επιφάνειά του χαρακτηριστικές μορφές λόγω μηχανικών ή βιολογικών επιδράσεων:

Α). Λόγω μηχανικών επιδράσεων δημιουργούνται πάνω στις πλάκες σχηματισμοί ποικίλης μορφής που εξαρτώνται από τη φορά κίνησης του. Χαρακτηριστικές μορφές είναι (Ψωμιάδης, 2005):

- **Οπές:** σχηματίζονται από τοπική περιδίνηση του νερού στο σχηματισμό και διατρύπουν το πέτρωμα μέχρι βάθους 20 - 30 εκατοστά.
- **Αύλακες:** δημιουργούνται με ευθύγραμμη παλινδρόμηση του νερού πάνω στις πλάκες, που με την πάροδο του χρόνου διευρύνονται μεταπίπτοντας έτσι σε μικρές,

επιμήκεις κοίτες. Μέσα στη θάλασσα είναι δυνατό οι αρχικώς σχηματισθείσες οπές και αύλακες να διευρυνθούν βαθμιαία και τελικά να διαιρέσουν τον όλο σχηματισμό σε διάφορα ακανόνιστης μορφής σχήματα.

➤ **Διακλάσεις:** συχνά εμφανίζονται δύο συστήματα περίπου κάθετα μεταξύ τους, σε διάφορες θέσεις πάνω στους ακτόλιθους, με διευθύνσεις παράλληλες και κάθετες προς την ακτογραμμή.

Για τη δημιουργία των διακλάσεων έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες, από τις οποίες κάποιες είναι οι εξής (Ψωμιάδης, 2005):

- Η παρουσία τους οφείλεται σε τεκτονικά αίτια
- Οφείλονται σε παράγοντες που έδρασαν κατά τη φάση της διαγένεσής τους
- Η ύπαρξη τους αποδίδεται στη βαρύτητα
- Η εμφάνιση τους οφείλεται στη μηχανική δράση των κυμάτων

Αλλοιώσεις στους ακτόλιθους είναι δυνατό να οφείλονται και σε βιολογική δράση από τα φύκη και τους θαλάσσιους οργανισμούς. Συχνά το πέτρωμα καλύπτεται από διάφορα είδη φυκών, παρουσιάζοντας έτσι διάφορους χρωματισμούς.

4.5 Η σημασία των ακτόλιθων στο παράκτιο περιβάλλον

4.5.1 Επιπτώσεις στην παράκτια δυναμική

Οι ακτές, λόγω της θέσης τους, είναι πολύ δυναμικά περιβάλλοντα. Οι μεταφορά ιζημάτων, ελέγχει σε μεγάλο βαθμό τη μεταβολή της παράκτιας μορφολογίας (Komar, 1998) και κάθε τι που αλλοιώνει τις σχετικές με αυτές διεργασίες, μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην παράκτια δυναμική. Η παρουσία ακτόλιθων στα παράκτια συστήματα μπορεί να έχουν θετικές επιπτώσεις ως προς τη διάβρωση, αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στη παράκτια μορφοδυναμική και μορφολογία των συστημάτων αυτών.

Αν και η παρουσία ακτόλιθων επηρεάζει αρνητικά την παράκτια μορφοδυναμική, λίγες έρευνες γι' αυτό έχουν λάβει χώρα. Έρευνες συνήθως γίνονται για τις θετικές επιπτώσεις της παρουσίας των ακτόλιθων, στην παράκτια διάβρωση, δηλαδή, στην προστασία που μπορούν να προσφέρουν αυτές οι σκληρές δομές στον κίνδυνο από τη

διάβρωση (*Dickinson, 1999*). Ωστόσο, η παρουσία των ακτόλιθων στην παραλία μπορεί να τροποποιήσει σημαντικά τα ιζηματογενή και μορφολογικά χαρακτηριστικά που αντιστέκονται στις υδροδυναμικές δυνάμεις. Πρώτος ο *Russell (1959)*, σύνδεσε την παρουσία των ακτόλιθων με την παραλία μορφοδυναμική και παρατήρησε ότι η παρουσία τους ορισμένες παραλίες της Καραϊβικής είχε ως αποτέλεσμα, την διάβρωση των γεωμορφών κάτω από τους ακτόλιθους (*Komar, 1998; Rey et al., 2004*).

Η πρώτη έρευνα με επίκεντρο τις επιπτώσεις των ακτόλιθων στην μορφοδυναμική έχει δημοσιευθεί από τον *Cooper (1991)*. Ο ερευνητής αυτός πρότεινε ότι οι ακτόλιθοι μπορούν να χαρακτηριστούν σαν λεκάνες ιζημάτων, ο σχηματισμός των οποίων είναι δυνατόν να επιδράσει σημαντικά στις μεταβολές της ακτογραμμής και ισχυρίστηκε ότι οι σχηματισμοί αυτοί είναι δυνατόν να: (i) μειώσουν την κίνηση των ιζημάτων μέσω της λιθοποίησης, (ii) μεταβάλλουν την γεωμορφολογία της περιοχής όπως αυτή προβλέπονταν να εξελιχθεί και (iii) να κάνει σύνθετη την πρόβλεψη και αντίδραση των ακτών σε επερχόμενες κλιματικές αλλαγές.

Πιο πρόσφατες έρευνες (*Larson και Kraus, 2000; Rey et al, 2004; Vousedoukas et al, 2005 & 2007*) έχουν δείξει ότι η παρουσία των ακτόλιθων μπορεί να οδηγήσει σε απρόβλεπτα αποτελέσματα στη παράκτια μορφοδυναμική. Οι *Larson και Kraus (2000)*, οι οποίοι χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο για να προσομοιάσουν την εξέλιξη της ακτογραμμής έδειξαν ότι η μεταφορά ιζημάτων μπορεί να οδηγήσει σε εκτεταμένη αποφλοίωση του παρακείμενου χαλαρά ιζηματογενή πυθμένα. Αυτά τα αποτελέσματα ενισχύονται περαιτέρω από τις πιο πρόσφατες προσπάθειες μοντελοποίησης (*Hanson & Militello, 2005; Vousedoukas et al, 2005, 2007*), οι οποίες έχουν δείξει ότι οι παραλίες που σχετίζονται με hardbottoms ή ακτόλιθους παρουσιάζουν ιδιαίτερη μορφολογική συμπεριφορά.

Οι επιπτώσεις ενός ακτόλιθου στην εξέλιξη της ακτής μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε 3 ομάδες (*Cooper, 1991*): (α) Μείωση της παράκτιας στερεομεταφοράς, (β) αλλαγή της παράκτιας μορφολογίας και (γ) αλλαγή στο δυναμικό διατήρησης του μετώπου της ακτής (shoreline face).

Η παρουσία των ακτόλιθων συνεπώς είναι δυνατόν να:

1. Μεταβάλλει σημαντικά την υδροδυναμική της υπο-παλιρροιακής ζώνης του αιγιαλού, λόγω του ότι το πορώδες του πυθμένα επηρεάζει τις διεργασίες της υπο-παλιρροιακής ζώνης αιγιαλού, όπως για παράδειγμα τη διατάραξη του πυθμένα και τη γένεση ρευμάτων (κάτω από τη επιφάνεια του νερού) και άλλων ροών στις ζώνες κυματαγωγής και παφλασμού (*Longo et al., 2002; Buscombe & Masselink, 2006*).

2. Τροποποιήσει την υδροδυναμική της υπο-παλιρροιακής ζώνης του αιγιαλού (*Fredsoe & Deigaard, 1992*).

3. Επηρεάσει σημαντικά την εγκάρσια κατανομή της κυματικής ενέργειας εφόσον οι ακτόλιθοι έχουν συσχετιστεί με σημαντικές μορφολογικές αλλαγές στην εσωτερική ζώνη κυματαγωγής και στη ζώνη παφλασμού (*Larson & Kraus, 2000; Vousdoukas et al, 2005, 2007*).

Μελέτες χρησιμοποίησαν ειδικές μετρήσεις κυμάτων που πραγματοποιήθηκαν από και προς την ακτή (*Vousdoukas, 2009*) με αποτέλεσμα να καταγραφεί υψηλότερη διάλυση ενέργειας στις χαμηλές συχνότητες, καθώς και μια γενική αλλαγή της ενέργειας προς υψηλότερες συχνότητες.

Από διάφορες έρευνες που έχουν γίνει, οι επιπτώσεις στην μεταφορά ιζημάτων με άμεσα αποτελέσματα στη μορφοδυναμική των παράκτιων συστημάτων, συνοψίζονται στα εξής:

1. Ο σχηματισμός των ακτόλιθων ξεκινάει στα ιζήματα που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια και δεν συμμετέχουν στην παράκτια κίνηση. Ακολούθως το φαινόμενο εξαπλώνεται προς τα πάνω με αποτέλεσμα να ακινητοποιούνται ιζήματα που κανονικά υπόκεινται σε αυτήν. Αυτό οδηγεί στη μείωση του όγκου του ιζήματος και στη μετακίνηση προς την στεριά της μέσης θέσης της ακτογραμμής (*Ψωμιάδης, 2005; Cooper, 1991*).

2. Οι ακτόλιθοι, όχι μόνο εμποδίζουν την μεταφορά του υλικού της ακτής, αλλά το στερούν από αυτήν ακινητοποιώντας το (*Ψωμιάδης, 2005; Cooper, 1991*).

3. Σε ευθύγραμμες, μακρές ακτές οι εμφανίσεις ακτόλιθων μπορεί να εμποδίζουν την μεταφορά ιζήματος (*Ψωμιάδης, 2005; Cooper, 1991*).

4. Οι σχηματισμοί αυτοί, κρατούν ανενεργό μέρος του παραλιακού προφίλ σε μία συγκεκριμένη θέση, και έτσι δεν επιτρέπουν την ελεύθερη διαμόρφωση της ακτής ανάλογα με τις εποχιακές υδροδυναμικές συνθήκες γεγονός που θεωρείται αναγκαίο για την διατήρηση της παραλιακής ισορροπίας (Vousdoukas et al,2005).

5. Η παρουσία των ακτόλιθων δημιουργεί περιοχές με διαφορετική κλίση από την υπόλοιπη παραλία. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αλλάζει η υδροδυναμική/μορφοδυναμική συμπεριφορά σε όλο το μήκος της παραλίας με απρόβλεπτο τρόπο, χωρίς δηλαδή να μπορεί να προβλεφθεί από τα υπάρχοντα μορφοδυναμικά αναλυτικά ή/και αριθμητικά μοντέλα (Vousdoukas et al,2005).

Σε μερικές περιπτώσεις, έχει διαπιστωθεί ότι οι ακτόλιθοι δρουν ως φυσικές άμυνες των ακτών, μετριάζοντας τη διάβρωση τους, ιδιαίτερα στην περίπτωση των 'εύθραυστων' μικρών νησιών και ατολών (Chowdhury et al., 1997; Dickinson, 1999). Οι υποθαλάσσιες σκληρές επιφανειακές εμφανίσεις πετρωμάτων κοντά στην ακτογραμμή, όπως τα υπολείμματα ακτόλιθων και hardbottoms, μπορεί να προωθήσουν τη διάχυση των υπεράκτιων κυμάτων ή και τη θραύση τους, μειώνοντας έτσι την ενέργεια των κυμάτων (Vousdoukas et al, 2005; Desruelles et al., 2004; Gionis et al., 2004 κ.ά.). Την ίδια στιγμή, πιο πρόσφατοι ακτόλιθοι που βρίσκονται εσωτερικότερα στις ζώνες κυματαγωγής και παφλασμού μπορεί να θωρακίσουν την ακτή και να αποτρέψουν την υποχώρηση της ακτογραμμής (Dickinson, 1999).

4.5.2 Κοινωνικό - οικονομικές επιπτώσεις

Οι ακτόλιθοι είναι ένα χαρακτηριστικό των τροπικών, υποτροπικών και εύκρατων περιοχών που κατά κανόνα συνδέονται με τουριστικούς προορισμούς, ως εκ τούτου μπορούν να θεωρηθούν ως μια σημαντική απειλή για την παράκτια τουριστική βιομηχανία και την κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη των παρακτίων περιοχών. Ιδιαίτερα στην περίπτωση της Ελλάδας, που αποτελείται από πλήθος ακτών και η οικονομία της είναι πρωτίστως τουριστική, οι επιπτώσεις μπορεί να είναι καταστροφικές. Τα Ελληνικά νησιά χαρακτηρίζονται (συνήθως) από παραλίες με μικρό μήκος και εύρος (rocket beaches), που είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην δημιουργία και ανάπτυξη των ακτόλιθων, που μπορεί, σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, να μετατραπούν μερικώς, ή και ολικώς σε βραχώδεις ακτές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα:

- Την αισθητική υποβάθμιση των ακτών.
- Τη μείωση της φέρουσας ικανότητας του, δηλαδή των κόσμου που μπορούν να δεχτούν.
 - Λειτουργικά προβλήματα, αφού η διάβαση των ακτόλιθων είναι επικίνδυνη από τους λουόμενους, αυξάνοντας την πιθανότητα τραυματισμών.
 - Την αναγκαιότητα κατασκευής πισινών ακόμα και από πολύ μικρές ξενοδοχειακές μονάδες και ξενώνες με μεγάλο οικονομικό, αισθητικό και αλλά κυρίως περιβαλλοντικό κόστος.

Τα παραπάνω για τις αρνητικές επιπτώσεις των ακτόλιθων, έρχονται να επιβεβαιώσουν επιτόπιες έρευνες, σε παράκτιες περιοχές που έχουν ακτόλιθους. Έρευνα στο νησί στην Σίφνου (*Vousdoukas et al, 2005*) έδειξε ότι πάνω από το 50% των περιστατικών που αναφέρθηκαν στον Σταθμό Υγείας της Σίφνου, το 2001 σχετίζονταν με ατυχήματα σε παραλίες με ακτόλιθους. Επίσης στο νησί της Λέσβου έρευνα έδειξε ότι σε ποσοστό περισσότερο του 35% οι ακτόλιθοι δεν θεωρείται ότι αποτελούν κίνδυνο, παρόλο που θα επιθυμούσαν οι παραλίες να μην έχουν ακόμη και αν αυτό συνεπάγεται ότι θα έπρεπε να συνεισφέρουν οικονομικά για αυτό (*Vousdoukas et al, 2009*).

Ως αποτέλεσμα λοιπόν της δημιουργίας και της ανάπτυξης των ακτόλιθων μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην τουριστική ανάπτυξη μιας περιοχής, και πόσο μάλλον στην Ελλάδα, όπου βάση της οικονομίας μας, αποτελεί ο τουρισμός.

4.5.3 Επιπτώσεις στην οικολογία/βιοποικιλότητα

Ο σχηματισμός ακτόλιθων και η μετέπειτα του έκθεση, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές οικολογικές αλλαγές στην παράκτια ζώνη. Η χλωρίδα και πανίδα που συναντάμε σε αμμώδη περιβάλλοντα δύναται να αντικατασταθεί από αυτή που σχετίζεται με βραχώδεις ακτές (*Russell, 1959*). Η δημιουργία αποικιών με ακτόλιθους φαίνεται ότι έχει οικολογικές συνέπειες σε μεγαλύτερη κλίμακα περιοχής από αυτή της αποικίας. Παρότι δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις, εν τούτοις ερευνητές υποστηρίζουν ότι το φαινόμενο επηρεάζει την αναπαραγωγή και κατανομή των τοπικών ειδών (*Martin et al., 2005; Airolidi et al., 2005*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

5. ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

5.1 Γενικά

Ένα από τα προβλήματα των παράκτιων περιοχών είναι ο καθορισμός της επικινδυνότητας λόγω της διάβρωσης και της μελλοντικής μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης. Η ένταση και το εύρος της παράκτιας διάβρωσης αναμένεται να ενταθεί εξαιτίας της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, αλλά οι τάσεις της διάβρωσης δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν εξαιτίας της αλληλεπίδρασης διαφόρων παραγόντων, όπως το ιζηματολογικό ισοζύγιο και η παράκτια υδροδυναμική σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους (Gornitz *et al.*, 1994). Μία από τις επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, είναι η διάβρωση των ακτών. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος αναπτύχθηκε από το USGS (U. S. Geological Survey) μια μέθοδος εντοπισμού της επικινδυνότητας της διάβρωσης των ακτών, που μπορεί να είναι πιο ευάλωτες στην μελλοντική άνοδο θαλάσσιας στάθμης (Gornitz *et al.*, 1994; Hammar-Klose & Thieler, 2001). Η μεθοδολογία αυτή, που είναι γνωστή ως Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index - CVI), έχει ως βασικό στόχο τον εντοπισμό των περιοχών που ενδέχεται να είναι πιο ευάλωτες και ευπαθείς. Ο δείκτης CVI αποτελεί ένα αντικειμενικό, απλό, δυναμικό και εύχρηστο μαθηματικό μοντέλο προσδιορισμού της επικινδυνότητας των παράκτιων ζωνών σε σχέση με τις ενδεχόμενες μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας.

Ο CVI εφαρμόστηκε για πρώτη φορά κατά μήκος των ακτών των ΗΠΑ από τους Gornitz *et al.* (1991), χρησιμοποιώντας δεδομένα πεδίου με τοπογραφικές και γεωπεριβαλλοντικές πληροφορίες σε συνδυασμό με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS). Η προσέγγιση αυτή αποτελεί ένα σχετικά απλό και αξιόπιστο τρόπο για την ποσοτικοποίηση της τρωτότητας της ακτογραμμής. Κατά καιρούς έχει προταθεί και χρησιμοποιηθεί ο δείκτης CVI τροποποιημένος. Κάποιες τροποποιήσεις του, παρατίθενται παρακάτω (Gornitz *et al.*, 1992, Hammar-Klose & Thieler, 2000 & 2001, Ramieri *et al.*, 2011):

Γεωμετρικός μέσος	$CVI_1 = \frac{(x_1 * x_2 * x_3 * x_4 * \dots * x_n)}{n}$
Τροποποιημένος γεωμετρικός μέσος	$CVI_2 = \frac{(x_1 * x_2 * \frac{1}{2}(x_3 + x_4) * x_5 * \frac{1}{2}(x_6 + x_7))}{n - 2}$
Μέσος όρος αθροίσματος τετραγώνων	$CVI_3 = \frac{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + \dots + x_n^2)}{n}$
Τροποποιημένος γεωμετρικός μέσος	$CVI_4 = \frac{(x_1 * x_2 * x_3 * x_4 * \dots * x_n)}{5^{(n-4)}}$
Τροποποιημένη ρίζα γεωμετρικού μέσου	$CVI_5 = \sqrt{\frac{(x_1 * x_2 * x_3 * x_4 * \dots * x_n)}{n}}$
Άθροισμα γινομένων	$CVI_6 = 4x_1 + 4x_2 + 2(x_3 + x_4) + 4x_5 + 2(x_6 -$

Πίνακας 4: Τροποποιήσεις του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας που δοκιμάστηκαν από τους Gornitz et al, 1992

Για να επιτευχθεί η ποσοτικοποίηση μέσω αυτής της μεθοδολογίας με τις διάφορες παραλλαγές της, συνεκτιμώνται οι μεταβλητές, που φαίνονται παρακάτω, που επηρεάζουν ιδιαίτερα τα αποτελέσματα σχετικά με την ποσοτικοποίηση της παράκτιας τρωτότητας (Gornitz et al, 1992):

- X_1 : η κλίση της παράκτιας ζώνης
- X_2 : η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας
- X_3 : γεωλογία
- X_4 : γεωμορφολογία
- X_5 : οι ιστορικές οριζόντιες μεταβολές της ακτογραμμής
- X_6 : μέσο σημαντικό ύψος κύματος
- X_7 : εύρος παλίρροιας

Ένα σχετικά απλό σύστημα κατάταξης της τρωτότητας (Πίν. 5) επιτρέπει στις μεταβλητές να ποσοτικοποιηθούν και έτσι να εκφραστεί αριθμητικά η σχετική ευπάθεια της ακτής στις φυσικές αλλαγές λόγω της μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Αυτή η

μέθοδος παράγει τα αριθμητικά στοιχεία που δεν μπορούν βέβαια να εξισωθούν άμεσα με τα ιδιαίτερα φυσικά αποτελέσματα, ωστόσο αποτελούν ένα δείκτη. Οι μεταβλητές αυτές λαμβάνουν τιμή τρωτότητας, από το 1 (Πολύ χαμηλή) έως το 5 (Πολύ υψηλή), για να καθοριστεί η ευπάθεια και η ευαισθησία μιας περιοχής στη φυσική αλλαγή. Για την ταξινόμηση των μεταβλητών σε σχέση με την τρωτότητα, ακολουθείται η κατηγοριοποίηση των *Thieler & Hammar-Klose (1999)*, που έχει βασιστεί σε αυτή που είχαν κάνει ο *Gornitz et al, 1991* και δίνεται στον Πίν. 5. Όσο δε αφορά στη **γεωλογία** αρχικά ο *Gornitz et al, 1991* βασίστηκε σε μία τακτική κλίμακα με βάση τη σκληρότητα του κάθε ορυκτού, στην ταξινόμηση της λιθολογίας που προήλθε από τους γεωλογικούς χάρτες και το σύστημα ταξινόμησης που προτάθηκε από τους *Dolan et al (1975)*.

Μεταβλητές	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Μορφολογία	Βραχώδεις ακτές, υψηλοί γκρεμοί	Μέσου ύψους κρημνοί	Χαμηλοί κρημνοί, αλλουβιακές πεδιάδες	Ακτές με κροκάλες, λιμνοθάλασσες	Νησιωτικά φράγματα, δέλτα, αμμώδεις ακτές
Μεταβολή ακτογραμμής (m/a)	>2,0	1,0 – 2,0	-1,0 – 1,0	-2,0 - -1,0	<-2,0
Παράκτια κλίση (%)	>1,20	1,20 – 0,90	0,90 – 0,60	0,60 – 0,30	<0,30
Μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/a)	<1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,4	>3,4
Ύψος κύματος (m)	<0,55	0,55 – 0,85	0,85 – 1,05	1,05 – 1,25	>1,25
Εύρος παλίρροιας (m)	>6,0	4,0 – 6,0	2,0 – 4,0	1,0 – 2,0	<1,0

Πίνακας 5: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας με βάση τις 5 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με τους *Thieler & Hammar-Klose (1999)*

Οι μεταβλητές αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες: α) γεωλογικές μεταβλητές και β) θαλάσσιες μεταβλητές. Στις γεωλογικές μεταβλητές συμπεριλαμβάνονται η γεωμορφολογία, οι ιστορικές οριζόντιες μεταβολές της ακτογραμμής, η γεωλογία και η κλίση της παράκτιας ζώνης. Αυτές αντιπροσωπεύουν τη σχετική αντίστασή προς τη διάβρωση. Στις φυσικές μεταβλητές συμπεριλαμβάνονται το μέσο σημαντικό ύψος κύματος, το εύρος της παλίρροιας, και η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι οποίες

συντελούν στον κίνδυνο και η επίδραση των οποίων στην εξέλιξη του φαινομένου μπορεί να διαρκέσει από ώρες μέχρι και αιώνες (Pendleton et al, 2004). Πιο αναλυτικά για τις μεταβλητές:

✓ Η παράμετρος της **γεωμορφολογίας** στο δείκτη παράκτιας τρωτότητας, εκφράζει ουσιαστικά την απόκριση διαφόρων τύπων ακτών στη δράση του κύματος και τη διάβρωση. Παρατηρούμε ότι η μη αριθμητική μεταβλητή της μορφολογίας, ταξινομείται με ποιοτικά κριτήρια, ως προς τη σχετική αντίσταση στη διάβρωση της συγκεκριμένης παράκτιας γεωμορφής. Η παράμετρος αυτή κατατάσσει τις ακτές σε κατηγορίες με κοινά χαρακτηριστικά όσον αφορά την μορφολογία τους, την κοκκομετρία τους και την σύσταση των πετρωμάτων τους. Η πρακτική σημασία αυτής της κατάταξης είναι η άμεση διάκριση ανάμεσα σε σημεία μικρής επικινδυνότητας, όπως κάθετες βραχώδεις ακτές ή μια αμμώδης παραλία, η οποία θα ευνοούσε τη δημιουργία επικίνδυνων καταστάσεων.

✓ Οι **οριζόντιες μεταβολές της θέσης μιας ακτογραμμής**, είναι η τάση της ακτογραμμής να προελάσει ή να οπισθοχωρήσει. Το φαινόμενο συνοδεύεται πάντα με μετατοπίσεις της ακτογραμμής και απώλεια χέρσου. Για την Ελλάδα υπολογίστηκε ότι το 28,6% της ακτογραμμής υπολογίζεται ότι υπόκειται σε διαβρωτικές εργασίες (Δίκτυο Παράκτιας Πρακτικής, Νο2, 2004), γεγονός που κατατάσσει στην 4^η θέση την Ελλάδα στη σχετική λίστα της Ευρωπαϊκής. Αυτός ο υψηλός ρυθμός διάβρωσης οφείλεται μερικώς στους σχετικά ισχυρούς κυματισμούς που αναπτύσσονται στις ελληνικές θάλασσες αλλά και στην αμμώδη φύση των ακτών. Επιπλέον αιτίες είναι οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις κατά μήκος των ακτογραμμών και η κατασκευή μεγάλου αριθμού φραγμάτων στις κοίτες των ποταμών που καταλήγουν στις ακτές περιορίζοντας σημαντικά την τροφοδοσία τους με ίζημα. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του ρυθμού προέλασης ή οπισθοχώρησης, δεν υπάρχουν πάντα διαθέσιμα συνεχή, ικανοποιητικά και ακριβή δεδομένα για όλες τις περιοχές.

✓ Η **παράκτια κλίση** αποτελεί ένα καθοριστικό παράγοντα, αφού προσδιορίζει τη σχετική ευπάθεια έναντι των πλημμυρών. Η γνώση της παράκτιας κλίσης μιας περιοχής επιτρέπει την εκτίμηση του σχετικού κινδύνου κατάκλισης της περιοχής αλλά και της ενδεχόμενης υποχώρησης της ακτογραμμής. Οι περιοχές με μικρή κλίση τείνουν να διαβρώνονται με μεγαλύτερο ρυθμό, (Thieler & Hammar-Klose, 1999; Pilkey & Davis, 1987). Η κλίση της γήινης επιφάνειας σε κάθε θέση του γήινου ανάγλυφου, είναι ο ρυθμός

μεταβολής του υψομέτρου στην περιοχή αυτή. Μετράται σε μοίρες ή σε ποσοστό μεταβολής επί τις εκατό (%).

✓ Η **σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης** σε μία περιοχή, γίνεται με παλιρροιογράφους, εφόσον αυτοί είναι διαθέσιμοι. Η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας σε μία περιοχή, είναι αποτέλεσμα της ευστατικής κίνησης και άλλων κατακόρυφων κινήσεων. Για ορισμένες περιοχές στην Ελλάδα υπάρχουν δημοσιευμένες ευστατικές καμπύλες από τους *Vouvalidis et al. (2005)*, *Kambouroglou et al, 1988*, *Lambeck (1996)*, *Van Andel (1990)*. Οι καμπύλες αυτές, οι οποίες βρίσκονται σε συμφωνία μεταξύ τους για τα τελευταία 2000 χρόνια, υποδεικνύουν ένα σταθερό ρυθμό ανύψωσης της τάξης περίπου του 1mm/a. Πιο πρόσφατες μελέτες με δεδομένα στάθμης από όλη τη Μεσόγειο, δίνουν σχετική άνοδο της στάθμης 2mm/a (*Tsimplis & Spenser, 1997; Tsimplis, 2005*).

✓ Το **ύψος κύματος** καθώς και τα παράκτια ρεύματα, είναι δύο κύριοι παράγοντες μετασχηματισμού της ακτογραμμής, αφού μέσω αυτής της διαδικασίας είτε αποθέτονται είτε απομακρύνονται υλικά/ιζήματα.

✓ Το **εύρος της παλίρροιας** εξαρτάται από τους κινδύνους της κατάκλυσης. Το εύρος της παλίρροιας καθορίζει το μέρος της ακτής που θα υποστεί διάβρωση. Όσο μικρότερο το εύρος παλίρροιας εστιάζει τη δράση του κυματισμού σε συγκεκριμένα επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, με αποτέλεσμα η δράση του να είναι περισσότερο αποτελεσματική. Αντίθετα το μεγάλο εύρος παλίρροιας προκαλεί το διασκορπισμό της κυματικής δράσης. Οι περιοχές που θα υποστούν διάβρωση λόγω παλίρροιας εξαρτώνται από τις παλιρροιακές συνθήκες της περιοχής.

Ο δείκτης αυτός έχει εφαρμοστεί και σε πολλές παράκτιες περιοχές στην Ελλάδα, όπως στην ακτογραμμή του Αιγαίου (*Alexandrakis et al.,2009*), στις Α/ΒΑ ακτές της Αττικής (*Chatzieleftheriou et al., 2007*), στον Αργολικό κόλπο (*Gaki-Papanastassiou et al.,2010*) και σε πολλές άλλες.

5.2 Παραλλαγές και αιτιολόγηση

Στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάστηκαν οι κυριότερες τροποποιήσεις στις εξισώσεις υπολογισμού του δείκτη παράκτιας τρωτότητας. Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να αναλυθεί η λογική διαφορά για κάθε μια από αυτές με βάση την στατιστική επιστήμη.

Η εξίσωση του γεωμετρικού μέσου δεν μπορεί να οριστεί για αρνητικές ή μηδενικές τιμές ενώ πάντα είναι μικρότερος από τον αριθμητικό μέσο εκτός αν οι παρατηρήσεις ταυτίζονται οπότε ταυτίζονται και οι δύο μέσοι. Ο γεωμετρικός μέσος είναι πιο σταθερός από τον αριθμητικό αφού επηρεάζεται λιγότερο από παρατηρήσεις με πολύ μεγάλες τιμές. Επίσης ο γεωμετρικός μέσος είναι κατάλληλο μέτρο για δεδομένα που αυξάνονται ή ελαττώνονται με γεωμετρική πρόοδο, όπως για παράδειγμα ο πληθυσμός μιας περιοχής (Αλεξανδρόπουλος κ.α., 1994; Barlow R. J, 1989.; LeBlanc David C., 2004; Κιντής Α., 1995; Δαμιανού Χ. και Κούτρας Μ., 1991).

Οι τροποποιημένοι γεωμετρικοί μέσοι λειτουργούν όπως ο προηγούμενος μέσος, πλην όμως τοποθετούν μερικούς σημαντικούς συντελεστές ως βάρους στις διάφορες παραμέτρους. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν δεν θεωρούνται πως όλοι οι συμμετέχοντες όροι επιδρούν το ίδιο σημαντικά στο τελικό αποτέλεσμα και ως εκ τούτου πρέπει να τονιστεί το γεγονός αυτό επιτρέποντας την προσαρμογή του μέσου όρου στις ανάγκες, ανάλογα με τη φύση του προβλήματος. Το μειονέκτημα αυτής της μεθοδολογίας, είναι το γεγονός ότι δίνουν έμφαση στα δυνατά χαρακτηριστικά τα οποία όπως ούτως η άλλως θα οδηγήσουν στο αποτελέσματα. Γενικά προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για δοκιμαστικά σενάρια και όχι για ωφέλημα αποτελέσματα.

Στην περίπτωση του μέσου όρου αθροίσματος τετραγώνων το αποτέλεσμα παρουσιάζει το τετράγωνο εντός του οποίου κεντραρίζεται ο συνδυασμός των χώρων που ενεργούν οι διάφορες παράμετροι. Το αποτέλεσμα δηλαδή, από στατιστικής άποψης φαίνεται να δίνει ένα χωρικό εύρος και όχι μια τιμή απόλυτα.

Η τροποποιημένη ρίζα του γεωμετρικού μέσου αναζητά το τετράγωνο με ακμή ίση με το αποτέλεσμα του υπολογισμού της ρίζας εντός του οποίου απεικονίζεται η συμπεριφορά του φαινομένου που μελετάται.

Τέλος το άθροισμα των γινομένων, οδηγεί σε μια τιμή που είναι το αποτέλεσμα της γραμμικής σχέσης των διαφόρων παραγόντων συνεπικουρούμενης από τα σχετικά βάρη τους (Αλεξανδρόπουλος κ.α., 1994; Barlow R. J, 1989.; LeBlanc David C., 2004; Κιντής Α., 1995; Δαμιανού Χ. και Κούτρας Μ., 1991).

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία επιλέχθηκε η εφαρμογή του γεωμετρικού μέσου, καθώς επίσης της τροποποιημένης ρίζας αυτού, λόγω της απλότητας στην εφαρμογή τους, στην μονοσημαντικότητα τους και την μη γνώση των ιδιαίτερων βαρών κάθε παραμέτρου. Επιπλέον είναι πιο σταθεροί από τον αριθμητικό, αφού επηρεάζονται λιγότερο από παρατηρήσεις με πολύ μεγάλες τιμές. Επίσης θεωρούνται κατάλληλο μέτρο για δεδομένα που αυξάνονται ή ελαττώνονται με γεωμετρική πρόοδο, όπως για παράδειγμα ο πληθυσμός μιας περιοχής αλλά για τους λόγους που αναλύθηκαν παραπάνω.

ΜΕΡΟΣ Γ΄

6.ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1 Βιβλιογραφικά στοιχεία

6.1.1 Γεωγραφικά – Δημογραφικά στοιχεία - Μορφολογία

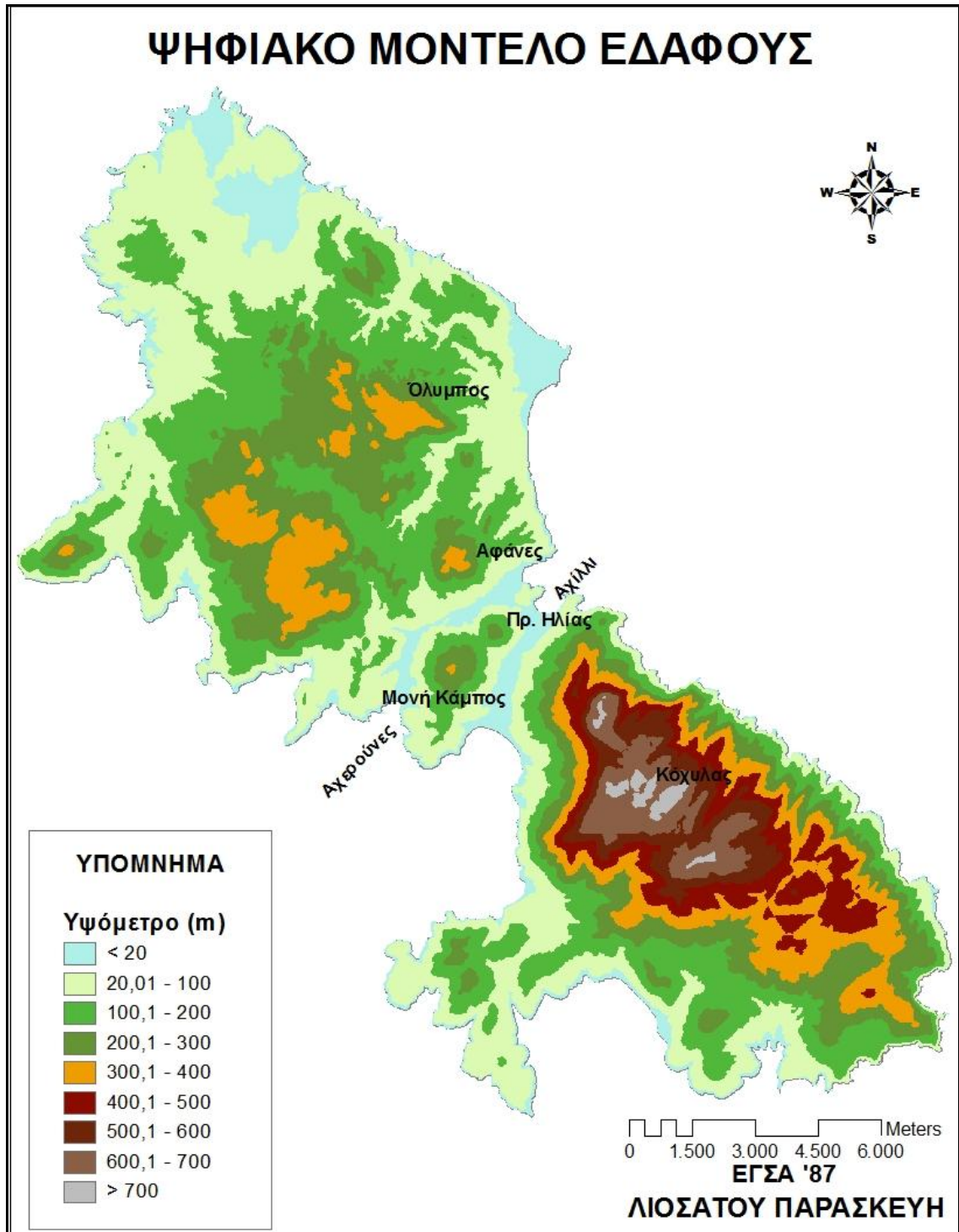
Η Σκύρος ανήκει διοικητικά στην περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος και είναι το μεγαλύτερο νησί του συγκροτήματος των Βόρειων Σποράδων. Βρίσκεται ανατολικά της Εύβοιας, σε απόσταση 22 ναυτικών μιλίων (περίπου 35χλμ) από το λιμάνι της Κύμης. Η Σκύρος είναι το νοτιότερο νησί των Βορείων Σποράδων. Σε μικρή απόσταση από τις δυτικές και νότιες ακτές του νησιού βρίσκονται οι νησίδες, Σκυροπούλα, Βαλάξα, Σαρακίνο κ.λπ. (Χάρτης 4). Πρωτεύουσα του νησιού είναι η Σκύρος (ή Χώρα), που βρίσκεται στην ανατολική ακτή.



Χάρτης 4:Γεωγραφική θέση νήσου Σκύρου

Ο πληθυσμός του νησιού ανέρχεται, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2011), σε 2.960 κατοίκους, ενώ έχει μία μικρή άνοδο σε σχέση με την απογραφή του 2001 (2.602 κατοίκους). Οι κυριότερες ασχολίες των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία, η γεωργία και η μελισσοκομία, οι οποίες χαρακτηρίζουν και την οικονομία του νησιού. Επίσης, ο τουρισμός είναι άλλη μία σημαντική δραστηριότητα για την οικονομία, αφού το νησί τους θερινούς μήνες δέχεται μεγάλο αριθμό τουριστών. Ο τριτογενής τομέας (τουρισμός) γνώρισε ιδιαίτερη ανάπτυξη τα τελευταία 20 χρόνια μετά τη λειτουργία του αεροδρομίου για πολιτικές πτήσεις και τη δημιουργία τουριστικών υποδομών, συνεισφέροντας σημαντικά στην οικονομία και την ανάπτυξη του (Αειφορική Συμβουλευτική ΕΠΕ, 2005).

Το νησί έχει συνολική έκταση 208,2 Km², μέγιστο μήκος 28,5Km, ελάχιστο πλάτος 3 Km και μήκος ακτών 134Km. Το νησί είναι στο μεγαλύτερο τμήμα του ορεινό, με δύο διακριτούς ορεινούς όγκους στο βόρειο και το νότιο τμήμα. Ανάμεσά τους υπάρχει μία πεδινή και ημιαφρώδης έκταση, η οποία έχει διεύθυνση βορρά νότου, ανάμεσα στις βόρειες ανατολικές και τις νότιες ακτές του νησιού. Μπορούμε να πούμε λοιπόν ότι χαρακτηρίζεται από 3 διακρινόμενες μορφολογικές ενότητες. Η βορειοδυτική (Μεριά) και η νοτιοανατολική (Βουνό) είναι οι μεγαλύτερες (έκταση 111 Km² και 86,5 Km², αντίστοιχα), ενώ μεταξύ τους παρεμβάλλεται η κατά πολύ μικρότερων διαστάσεων κεντρική ενότητα του νησιού (έκταση 10,5 Km²). Η νοτιοανατολική ενότητα παρουσιάζει ένα έντονο ανάγλυφο, με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις και με κατά τόπους κλειστά καυστικά βυθίσματα, πληρωμένα με ερυθρά γη. Το όρος Κοχύλας, με υψόμετρο 793 m, αποτελεί το υψηλότερο σημείο του νησιού. Στη βορειοδυτική ενότητα, παρατηρείται ένα πιο ομαλό ανάγλυφο, με μεγάλες πεδινές εκτάσεις (Τραχύ, Κάμπος, κ.α.) και κορυφές χαμηλού υψομέτρου (Ολυμπος 399 m, Αφάνες 327 m, κ.ά.). Η κεντρική ενότητα του νησιού παρουσιάζει ανάγλυφο με δύο κορυφές, του Προφήτη Ηλία (294 m) και της Μονής Κάμπος (331 m). Ο διαχωρισμός της από τις άλλες δύο ενότητες γίνεται με την παρουσία δύο σχεδόν παράλληλων μεταξύ τους κοιλάδων (ανεμοτομές, dans), οι οποίες συνδέουν τους κόλπους Ασπούς – Αχερούνες και Αχίλλι – Αγ. Νικολάου.

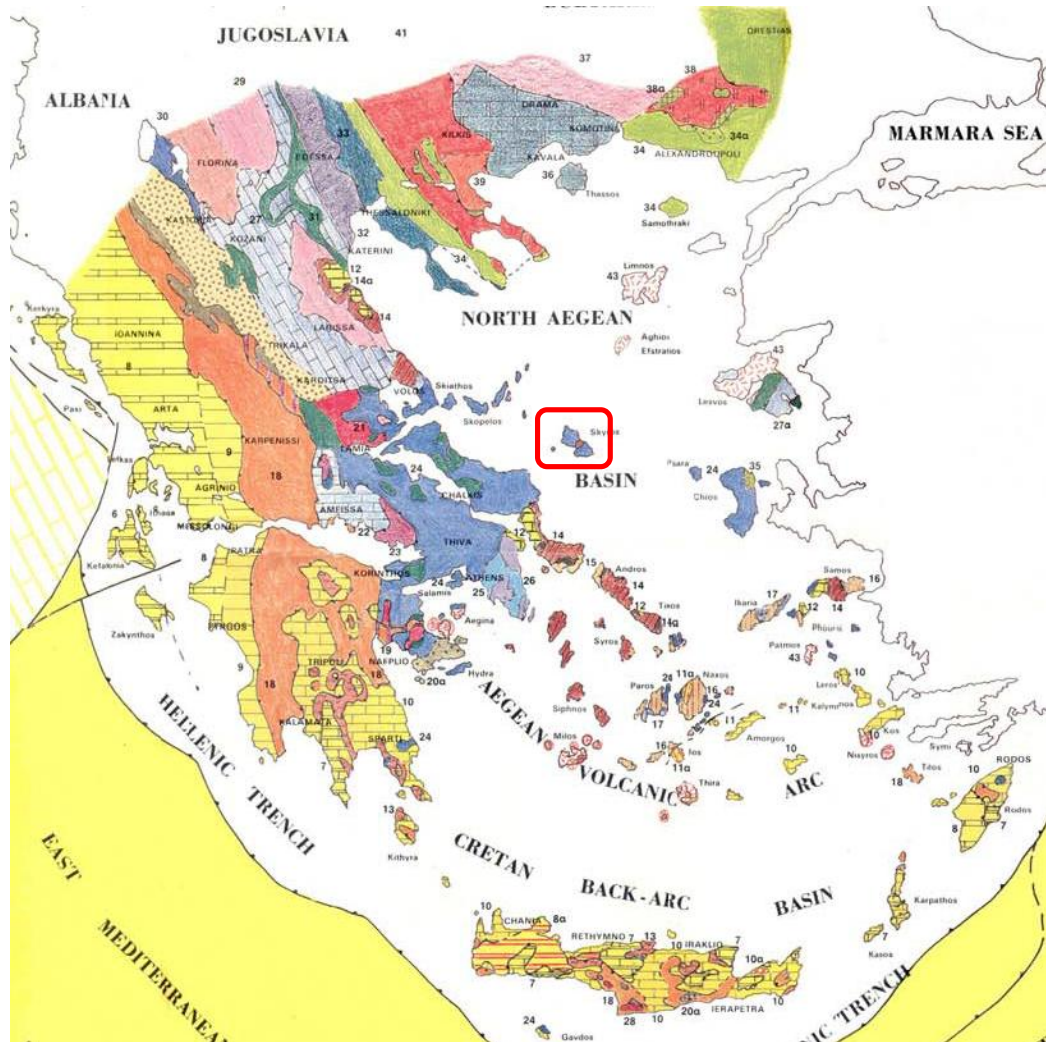


Χάρτης 5: Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου

6.1.2 Γεωλογία – Τεκτονική - Σεισμικότητα

Η Σκύρος γεωτεκτονική ανήκει στην ενδιάμεση τεκτονομεταμορφική ζώνη των Ελληνίδων και πιο συγκεκριμένα στο τεκτονοστρωματογραφικό πεδίο Η3-πλατφόρμα των εσωτερικών Ελληνίδων και αποτελεί παλαιογεωγραφικά το χώρο ρηχής ανθρακικής

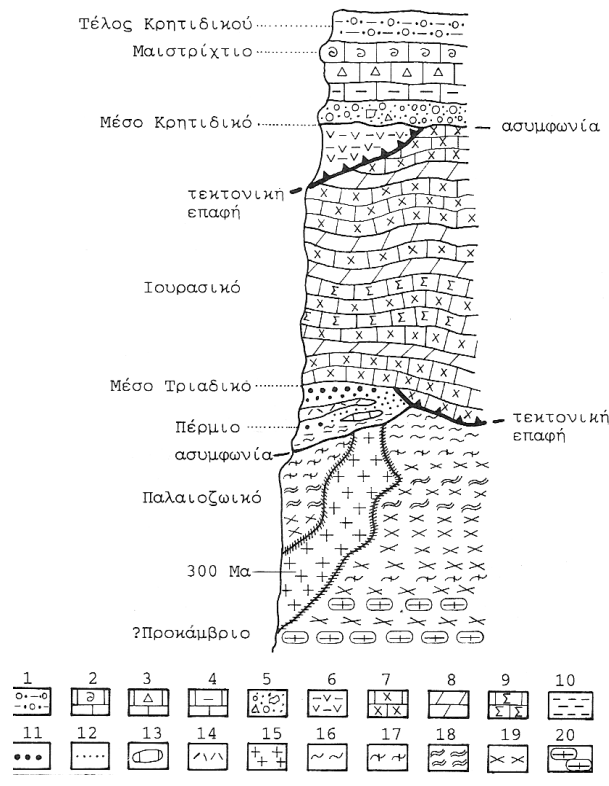
πλατφόρμας, τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου κατά τον Μουντράκη, ανάμεσα στα ωκεάνια τεκτονοστρωματογραφικά πεδίου Αξιού και Πίνδου-Κυκλάδων (Παπανικολάου και Κράνης, 2004).



Χάρτης 6: Γεωτεκτονικές ενότητες των ελληνίδων. Μέσα στο κόκκινο πλαίσιο φαίνεται η θέση της Σκύρου, Πηγή: Παπανικολάου και Κράνης, 2004

Στην παρούσα εργασία, με σκοπό να είναι περισσότερο απλή η παρουσίαση των στοιχείων που αφορούν στον ίδιο παλαιογεωγραφικό χώρο, η τεκτονική εξέλιξη και η περιγραφή των σχηματισμών από το Πέρμιο έως το Δάνιο γίνονται υπό την έννοια του χώρου Ανατολικής Ελλάδας (Παπανικολάου, 1986) χωρίς ωστόσο να περικλείονται όλες οι τεκτονικές ενότητες κάτω από την Ανωκρητιδική επίκλυση ή της Πελαγονικής ζώνης όπως έχει αποδοθεί από τον Μουντράκη (1985). Υπάρχουν τρία διακριτά τμήματα, η προ-

Ιουρασική ακολουθία, η οποία ανήκει στην «Υποπελαγονική» ενότητα, η επώθηση των οφιολίθων του Αξιού και των συνοδών ιζημάτων επί αυτής για την οποία χρησιμοποιείται και ο όρος Ηωελληνικό κάλυμμα και η Αν.Κρητιδική-Κατ.Τριτογενής ενότητα της Ανατολικής Ελλάδας, που από τον *Jacobshagen* (1986) αναφέρεται ως «μεσοαντόχθονη σειρά».



1-5: Επικλυσιγενή ιζήματα Μ-Αν.Κρητιδικού.

1: Φλύσχης,

2: ασβεστόλιθος Μαιστριχτίου,

3: μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι,

4: μαργακίοιασβεστόλιθοι,

5: κροκαλο-λατυποπαγή της βάσης,

6: οφειόλιθοι&συνοδά πελαγικά ιζήματα,

7-9: πετρώματα των ανθρακικών καλυμμάτων Τριαδικού – Ιουρασικού,

7: κρυσταλλικοί ασβ. & μάρμαρα,

8: δολομίτες,

9: σιπολίτες,

10-14: πετρώματα της μετακλαστικής σειράς Περμίου – Κ. Τριαδικού,

10: μετά-πελίτες, φυλλίτες,

11: χαλαζιακά μετά-κροκαλοπαγή,

12: μετά - ψαμίτες, μετά - αρκόζες

13: φακοί ασβ.,

14: μετά – ρυόλιθοι, μετά – τόφοι,

15: γνευσιωμένοι γρανίτες Αν.Λιθανθρακοφόρου,

16-20: πετρώματα του κρυσταλλοσχιτώδους υποβάθρου,

16: σχιστόλιθοι,

17:διμαρμαρυγιακοί -γρاناτούχοι σχιστόλιθοι,

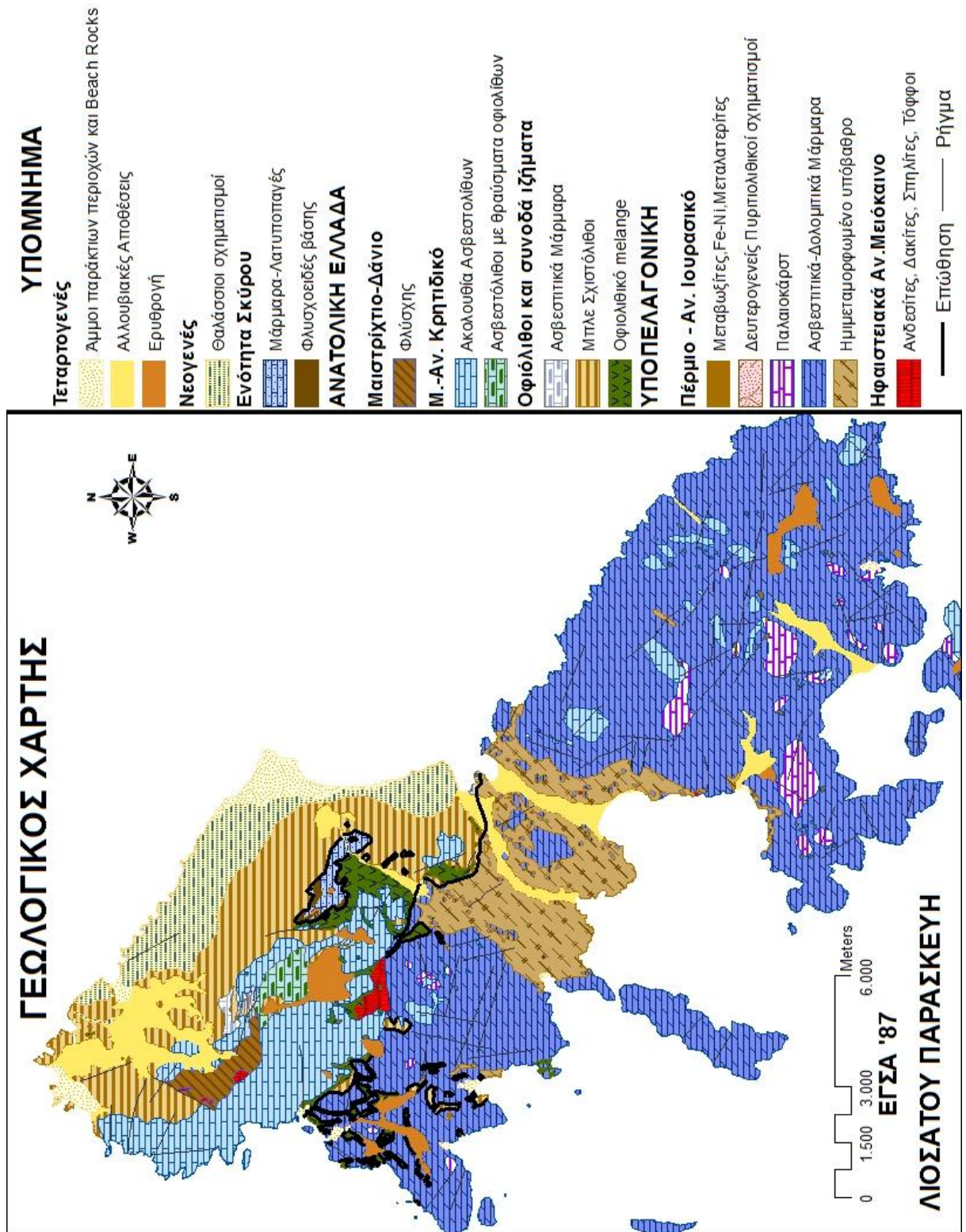
18:αμφιβολίτες,

19: γνέυσιοι,

20:οφθαλμογνέυσιοι.

Χάρτης 7: Συνοπτική λιθοστρωματογραφική – τεκτονική στήλη της Πελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 1985)

Ο ψηφιακός γεωλογικός Χάρτης της Σκύρου (Χάρτης 8), κατασκευάστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS 10, με υπόβαθρο το γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1:50.000 και έτους 1989 και με τη συμβολή βιβλιογραφικών αναφορών (Μουντράκης, 1985; Μελέντης, 1974; Παπανικολάου, 1986; Παπανικολάου και Κράνης, 2004; Higgins M.D. & Higgins R.A.,1996; Jacobshagen, 1986) αφού το υπόμνημα του χάρτη δεν ήταν διαθέσιμο.



Χάρτης 8: Γεωλογικός Χάρτης Σκύρου, που προήλθε από την ψηφιοποίηση του αναλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ

Αναλυτικά οι σχηματισμοί που απαντώνται στη Σκύρο, από τους νεώτερους προς τους παλαιότερους είναι οι εξής:

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Άμμοι παράκτιων περιοχών και θίνες: χαλαρές αποθέσεις άμμου αιγιαλού και αιολικής προέλευσης. Οι θίνες συχνά καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση της παράκτιας περιοχής, με χαρακτηριστική την εξάπλωσή τους στον όρμο Παλαμάρι, που καλύπτουν ακόμα και τους ασβεστιτικούς σχιστόλιθους σε υψόμετρο 30m (Παυλόπουλος κ.ά., 2004). Σημειώνεται επίσης η εμφάνιση ακτόλιθων σε αρκετές θέσεις στο βόρειο τμήμα του νησιού (Παλαμάρι, Γυρίσματα, κ.α.).

Άλλουβιακές αποθέσεις: αποθέσεις από την αποσάθρωση των σχιστολίθων, των ασβεστολίθων (terrae ossa) ή των νεογενών σχηματισμών, άλλουβιακά ριπίδια, πλευρικά κορημάτα και κώνοι κορημάτων ηλικίας από Πλειστόκαινο έως σήμερα. Εμφανίζονται σε πολλά σημεία της νήσου, τόσο στις πεδινές περιοχές, όσο και στα κλειστά οροπέδια του Βουνού (ΝΑ).

ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ

Μειόκαινο

Πόρος: παράκτιες αποθέσεις ασβεστιτικού ψαμμίτη στις Βόρειες, Βορειοανατολικές και Ανατολικές ακτές του νησιού και συγκεκριμένα στις θέσεις Παλαμάρι, Γυρίσματα, Πουριά, Όρμος Αχίλι, Θεοτόκος και Άγιος Πέτρος. Ο πόρος αποτελεί χαρακτηριστικό σχηματισμό, εν μέρει αιολικής προέλευσης, που συναντάται σε πολλές περιοχές του Αιγαίου και της Ανατολικής Μεσογείου (Τυνησία, Ισραήλ, Λίβανος, Κύπρος, Δυτική Πελοπόννησος, κλπ). Η διαγένεσή του έχει γίνει σε παράκτια – χερσαία περιβάλλοντα με επίδραση μετεωρικού νερού και σε μικρότερο βαθμό θαλασσινού. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του πόρου είναι το γεγονός ότι αποτελεί λαξεύσιμο υλικό, το οποίο εξορύσσονταν από τους ιστορικούς κατοίκους της νήσου προκειμένου να το χρησιμοποιήσουν ως δομικό υλικό. Υπολείμματα από αρχαία λατομεία έχουν εντοπιστεί σε πολλές θέσεις στο νησί (Παλαμάρι, όρμος Αχίλι κ.α.), τα οποία βρίσκονται σήμερα πλημμυρισμένα.

Θαλάσσιες αποθέσεις: απολιθωματοφόροι ίζηματογενείς σχηματισμοί, που συνίστανται από εναλλαγές στρωμάτων μαργών, ψαμμιτών χαλαζιακής σύστασης, κροκαλοπαγών με κυρίως αργιλική συνδετική ύλη και αργίλων. Οι εμφανίσεις αυτές περιορίζονται στο ανατολικό τμήμα της Σκύρου, από τον όρμο Κατσινούδι (βόρεια) έως το βόρειο περιθώριο του όρμου Ασπούς (κεντρική Σκύρος). Σε φυσική τομή ανατολικά του όρμου Παλαμαρίου παρατηρήθηκε ύψος εμφάνισης του σχηματισμού 20 μέτρων (Μελέντης, 1974).

Ανδεσίτες και Δακίτες: ηφαιστειακά πετρώματα τεφρού καστανωπού χρώματος με δολεριτικό ιστό και φαινοκρυστάλλους πλαγιόκλαστων, πυρόξενων ή αμφιβόλων και βιοτίτη. Αποτελούν μικρής έκτασης εμφανίσεις, με μεγαλύτερη αυτή νότια της Πυργιώνας, στο βόρειο τμήμα του νησιού.

Σπηλίτες: εμφανίζονται με οφιτικό ιστό και με κύρια ορυκτολογικά χαρακτηριστικά τα πλαγιόκλαστα, τον απατίτη, τα ορυκτά του σιδήρου και τον ψευδόμορφοολιβίνη. Η εμφάνισή τους είναι περισσότερο περιορισμένη σε σχέση με τους ανδεσίτες και περιορίζεται βόρεια και ανατολικά της Πυργιώνας. Τα ηφαιστειακά πετρώματα και των δύο τύπων συνδέονται με το ίδιο επεισόδιο ηφαιστειακής δράσης.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΥ

Η τεκτονική ενότητα Σκύρου αποτελεί την ανώτερη τεκτονική ενότητα των Σποράδων με περιορισμένη εμφάνιση στο κεντρικό προς βόρειο τμήμα του ομώνυμου νησιού. Η ενότητα παρουσιάζεται επωθημένη απευθείας επάνω στο ηω-ελληνικό κάλυμμα και όχι στην Κρητιδική πλατφόρμα της Πελαγονικής όπως αναμένεται, λόγω τεκτονικών αιτιών (Jacobshagen, 1986). Οι σχηματισμοί που την αποτελούν είναι οι εξής:

Μάρμαρα: Εμφανίζονται αδρόκοκκα τεφρά μέχρι κιτρινωπά με λεπτές στρώσεις πυριτόλιθων, ενώ στα βαθύτερα μέλη απαντούν σιπολίνες. Το πάχος τους κυμαίνεται περίπου στα 100 μέτρα και στη βάση τους βρίσκεται σε πρωτεύουσα επαφή ένα εξαιρετικά αδρομερές λατυποπαγές, αποτελούμενο από θραύσματα χαλαζία, μαρμαρυγιάκου σχιστόλιθου, και μαρμαρυγιών - μαρμάρων σε φυλλιτικό υπόβαθρο. Το πάχος του λατυποπαγούς είναι περίπου 15m.

Φλυσχειδές βάση: Συνίσταται από ισχυρά καταπονημένους αλλά μη μεταμορφικούς αργίλους και ψαμμίτες (πιθανόν φλύσσης), καθώς και από φακούς και τεμάχια μαρμαρυγιών - χαλαζιτών και γρανατών - μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων. Το φλυσχειδές αυτό διασχίζεται από χαλαζιακές φλέβες.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΜΑΙΣΤΡΙΧΤΙΟ - ΛΑΝΙΟ

Φλύσσης: αποτελείται από ελαφρά μεταμορφωμένους ιλυόλιθους, τεφροκάστανους με παρεμβολές λεπτόκοκκων κροκαλοπαγών και λατυποπαγών πρασινωπού χρώματος. Το συνολικό πάχος του φλύσση υπερβαίνει τα 250 μέτρα.

ΜΕΣΟ-ΑΝΩΤ.ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ

Ακολουθία ασβεστόλιθων: αρκετά εκτεταμένη εμφάνιση στο βόρειο τμήμα της Σκύρου και μικρές εμφανίσεις στο νότιο. Περιλαμβάνονται:

Πλακώδεις ασβεστόλιθοι με μικρό ποσοστό καολινίτη, χλωρίτη και κόκκων χαλαζία ενώ προς τα πάνω παρατηρούνται φακοί πυριτόλιθων και παρεμβολές μετά-ιλυολίθων.

Ασβεστόλιθοι με θραύσματα ρουδιστών, παχυστρωματόδεις ή άστροτοι, χρώματος τεφρού έως κιτρινωπού.

Ασβεστόλιθοι πλούσιοι σε θραύσματα οφιολίθων μεγέθους χιλιοστόμετρων.

Λατυποπαγή και κροκαλοπαγή αποτελούμενα από τεμάχια μαρμάρου με ανθρακικό ή βωξιτικό συνδετικό υλικό.

Παλαιοκάρστ: Αποτελεί απολιθωμένο καρστ, το οποίο αναπτύχθηκε πάνω στα μάρμαρα της Τριαδικής-Ιουρασικής σειράς της Υποελαγονικής σε κλιματικές συνθήκες θερμές και υγρές του Αν.Κρητιδικού.

ΟΦΙΟΛΙΘΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Οι οφιόλιθοι και τα συνοδά ιζήματα απαντώνται στο Βόρειο τμήμα του νησιού, επωθημένοι στα πετρώματα της ενότητας της Ανατολικής Ελλάδας και όχι της Υποπελαγονικής όπως θα αναμενόταν. Αποτελείται από τους παρακάτω σχηματισμούς :

Ασβεστιτικά μάρμαρα, τεφρά έως μεσοστρωματώδη με παρεμβολές ασβεστιτικών σχιστόλιθων καστανωπού χρώματος.

Ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, σερικιτικοί φυλλίτες, «μπλε σχιστόλιθοι», με μαγνήσιο ριβεκίτη και λαυσονίτη, μεταγραουβάκες, λατυποπαγή και παρεμβολές μεταφαισιτιτών. Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτουν το βόρειο πεδινό τμήμα του νησιού και έχουν έκταση 22.4 Km² περίπου, ενώ αρχικά είχαν αποδοθεί ως φυλλίτες του υποβάθρου Πέρμιου ηλικίας (Μελέντης, 1974).

Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι με γρανάτες.

Σερπεντίνες, οφειτασβεσίτες και οφιολιθικό 'mélange', που συνίσταται από τεμάχια οφιολίθων, μαρμάρων και μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων.

ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΤΡΙΑΔΙΚΟ - ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Μεταβωξίτες, μεταλατερίτες, σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα: με εξαιρετικά μικρές εμφανίσεις μέσα σεκαρστικά έγκοιλα στη μεταμορφωμένη ανθρακική ακολουθία του Μεσοζωικού, νότια και ακόμα μικρότερες βόρεια. Βωξιτοφόροι ορίζοντες στην Υποπελαγονική ενότητα έχουν εντοπιστεί με ηλικία στο Κιμμερίδιο (Παπανικολάου, 1986).

Μάρμαρα: ασβεστιτικά και δολομιτικά μάρμαρα, χονδρόκοκκα μέχρι λεπτόκοκκα, με ποικιλία χρωμάτων καθώς και κόκκινους κονδυλώδεις ασβεστόλιθους, οι οποίοι απαντούν σε μικρούς φακούς και τοπικά υπέρκεινται λεπτόκοκκων τόφων

όξινης σύστασης. Τα ασβεστιτικά και δολομιτικά μάρμαρα καλύπτουν σχεδόν εξολοκλήρου το νότιο τμήμα του νησιού καθώς και ένα μεγάλο τμήμα στα ΔΒΔ του νησιού. Η συνολική τους έκταση είναι 95.48 km² περίπου και εμφανίζονται έντονα καρστικοποιημένα. Επίσης, παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από πλευράς μαρμαροφορίας, κάτι που είναι γνωστό από την αρχαιότητα, όπου και γινόταν συστηματική εκμετάλλευσή τους, και ιδιαίτερα της *σκυρίας λίθου*, ένα είδος πολύχρωμου μαρμάρου.

Ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί. Οι σχηματισμοί αυτοί συγκροτούνται από εναλλαγές μεταγραουβάκων με μετακροκαλοπαγή, με κροκάλες χαλαζιακές ή γρανιτογενεσίων, και μετά – ιλυολίθωνκαστανωπού χρώματος. Η ηλικία του σχηματισμού καλύπτει το Πέρμιο και ενδέχεται να περιλαμβάνει και ηλικίες του Λιθανθρακοφόρου, ενώ το πάχος του κυμαίνεται στα 400 μέτρα περίπου. Στα ανώτερα στρώματα των μεταμορφωμένων αυτών σχηματισμών συναντώνται ασβεστολιθικοί φακοί, βιτουμενιούχοι ανοιχτότεφροι μέχρι λευκοί, στα οποία έχει διατηρηθεί πληθώρα απολιθωμάτων με βάση τα οποία έχει βεβαιωθεί η ηλικία τους στο Ανώτερο Πέρμιο. Οι ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί συναντώνται στο κεντρικό τμήμα του νησιού και η έκτασή τους υπολογίζεται στα 17.5 Km².

Γεωδυναμική εξέλιξη

Η Σκύρος ανήκει στο χώρο των εσωτερικών Ελληνίδων, με κύριο χαρακτηριστικό την ρηχή ανθρακική πλατφόρμα του Τριαδικού-Ιουρασικού, την πρώτη φάση τεκτονισμού κατά το κλείσιμο του ωκεάνιου χώρου του Αξιού στο Αν.Ιουρασικό-Κατ.Κρητιδικό, την ανωκρητιδική επίκλυση και τη τελική φάση τεκτονισμού στο Ηώκαινο με την καταστροφή του ωκεάνιου χώρου Πίνδου-Κυκλάδων και την επώθησή του στις εξωτερικές Ελληνίδες.

Το υπόβαθρο των εσωτερικών ελληνίδων αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (Πέρμιο-Λιθανθρακοφόρο), με διεισδύσεις γρανιτών μεγάλου όγκου στο Άνω Λιθανθρακοφόρο, οι οποίοι και έχουν προκαλέσει φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Πάνω από αυτά, στο Πέρμιο και Κάτω Τριαδικό, αποτέθηκε μια κλαστική ιζηματογενής σειρά, πάχους 200 μέτρων, μέσα στην οποία παρεμβάλλονται ορισμένα ηφαιστειακά υλικά, όξινες και βασικές λάβες και τόφφοι, και

αντιπροσωπεύουν την παλιά ιζηματογένεση ηπειρωτικής κατωφέρειας που αναπτύχθηκε κατά την ηπειρωτική διάρρηξη, τη συνοδή ηφαιστειότητα και τη δημιουργία της ωκεάνιας περιοχής στο χώρο δυτικά της πελαγονικής (Μουντράκης, 1985), δηλαδή του ωκεανού Πίνδου-Κυκλάδων. Από το υπόβαθρο, στη Σκύρο απαντάται μόνο η κλαστική ιζηματογενής σειρά, στο κεντρικό τμήμα του νησιού. Ακολούθησε η ιζηματογένεση της ηπειρωτικής πλατφόρμας, ρηχή και ανθρακική από το Κατώτερο-Μέσο Τριαδικό έως το Ανώτερο Ιουρασικό, χωρίς ωστόσο να είναι επιβεβαιωμένη επακριβώς η ηλικία τους στη Σκύρο.

Τόσο η κλαστική σειρά (ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά), όσο και τα ανθρακικά πετρώματα εμφανίζουν αισθητή μεταμόρφωση, σε συνθήκες χαμηλής πρσινοσχιστολιθικής φάσης, ώστε σήμερα να απαντώνται ως ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί και μάρμαρα αντίστοιχα. Η μεταμόρφωση των κλαστικών οφείλεται σε ηφαιστειότητα του ΠερμοΤριαδικού και των ανθρακικών στην φάση ορογένεσης του Άνω Ιουρασικού-Κάτω Κρητιδικού (Μουντράκης, 1985) με την επώθηση του χώρου του Αξιού πάνω στην ανθρακική τράπεζα της Υποπελαγονικής ενότητας. Πρόκειται για την «σχιστο-ψαμμιτο-κερατολιθική διάπλαση», με οφιολιθικό mélange και μπλε σχιστόλιθους και μάρμαρα.

Μετά την ανάδυση κατά την ορογενετική φάση, ακολούθησε η επίκλυση του Άνω Κρητιδικού με την απόθεση σε ασυμφωνία, τόσο στην ενότητα Υποπελαγονική όσο και στους οφιόλιθους, ανθρακικής πλατφόρμας με ρουδιστές και φλύσχη στο Κατώτερο Παλαιογενές, οπότε και πραγματοποιήθηκε η δεύτερη φάση τεκτονισμού του Ηωκαίνου. Κατά τη φάση αυτή, τοποθετήθηκε και το κάλυμμα της ενότητας Σκύρου.

Στο Ανώτερο Μειόκαινο, η Σκύρος αποτελεί μέρος του ηφαιστειακού τόξου, με ανδেসίτη και δακίτη στο κεντρικό τμήμα, ενώ την ίδια περίοδο το βορειοανατολικό τμήμα βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της θάλασσας.

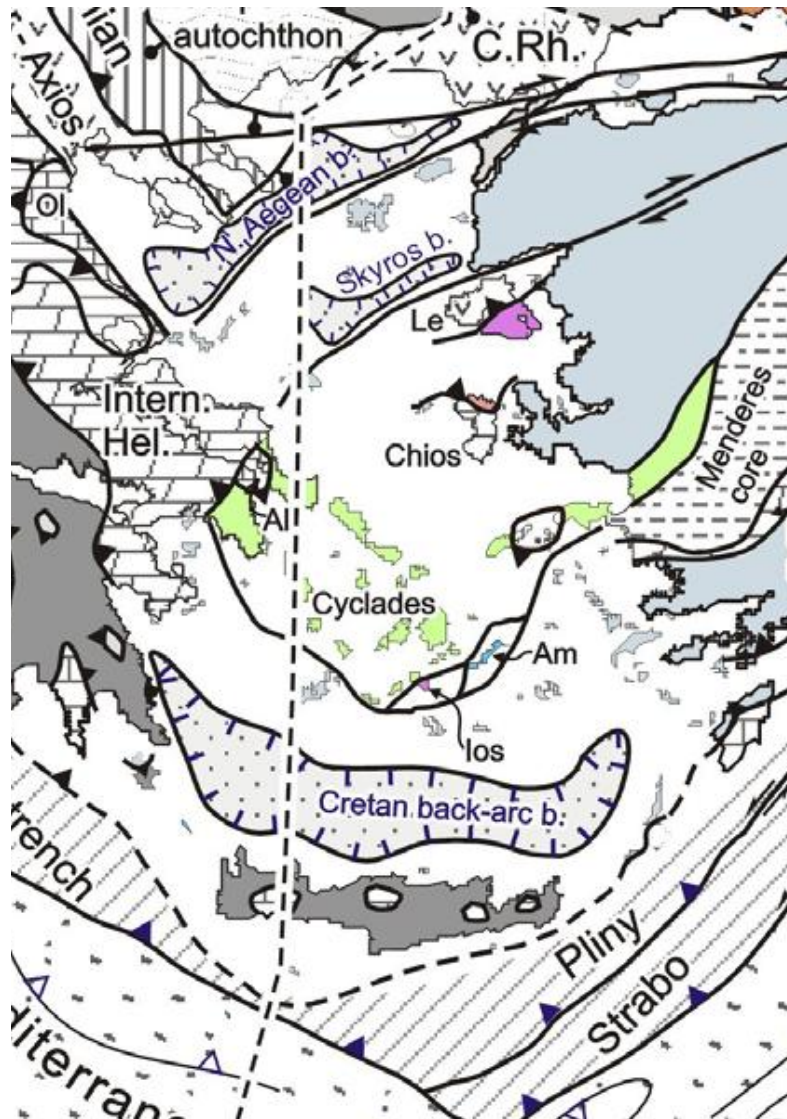
Τεκτονική

Διακρίνονται δύο συστήματα ρηγμάτων ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, που αντιστοιχούν στα δύο ορογενετικά επεισόδια των εσωτερικών ελληνίδων. Το πρώτο σύστημα συνδέεται με το ορογενετικό επεισόδιο στο Αν.Ιουρασικό-Κατ.Κρητιδικό κατά το οποίο συντελέστηκε παραμόρφωση και μεταμόρφωση της ρηχής ανθρακικής πλατφόρμας

και των φυλλιτών του Κατώτερου Μεσοζωικού από εντατικό πεδίο διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και συνορογενετικούς πλουτωνίτες και ηφαιστίτες (Μελέντης, 1974).

Το δεύτερο σύστημα, διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ συνδέεται με την τελική ορογενετική φάση των εσωτερικών Ελληνίδων, κατά την οποία η ενότητα τοποθετήθηκε επάνω στα τεκτοστρωματογραφικά πεδία Πίνδου-Κυκλάδων και Εξωτερικών Ελληνίδων και είναι αυτό που διαμορφώνει τεκτονικά τη Σκύρο, με τη μορφή παράλληλων μεταπτώσεων που τη διαιρούν σε τρία μορφολογικά τμήματα (Μελέντης, 1974).

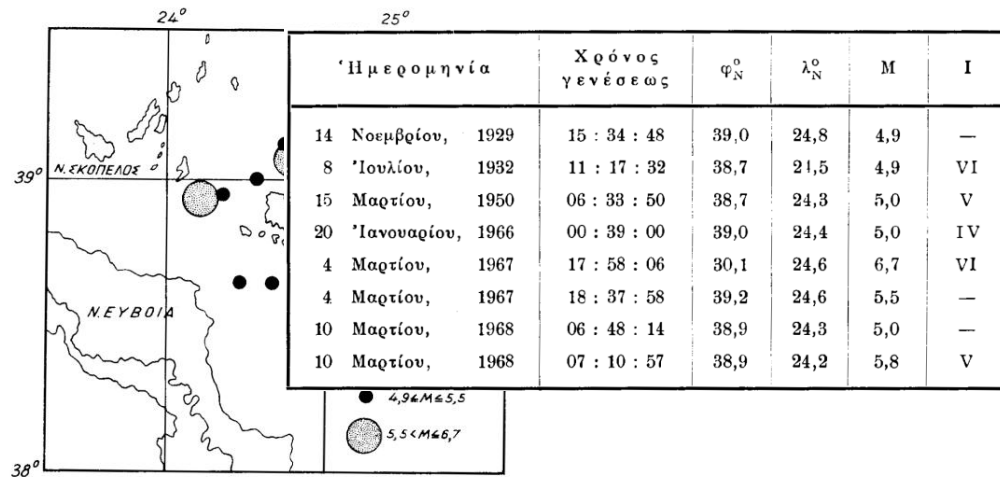
Η κύρια τεκτονική δομή, η οποία διατρέχει τη Σκύρο, είναι το οριζόντιο ολισθητικό ρήγμα του νότιου κλάδου του δυτικού τμήματος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας (Παπανικολάου, 2004). Η ενεργός τεκτονική και η σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής αποτελείται από δεξιόστροφα οριζόντιο ολισθητικά ρήγματα που συνδέονται με το ρήγμα αυτό και συντελούν σε περιστροφή της Σκύρου κατά 14° .



Χάρτης 9: Γεωτεκτονικός Χάρτης του Αιγαίου, όπου διακρίνεται το ρήγμα της Ανατολίας στη νήσο Σκύρο,
 Πηγή: Παπανικολάου και Κράνης, 2004

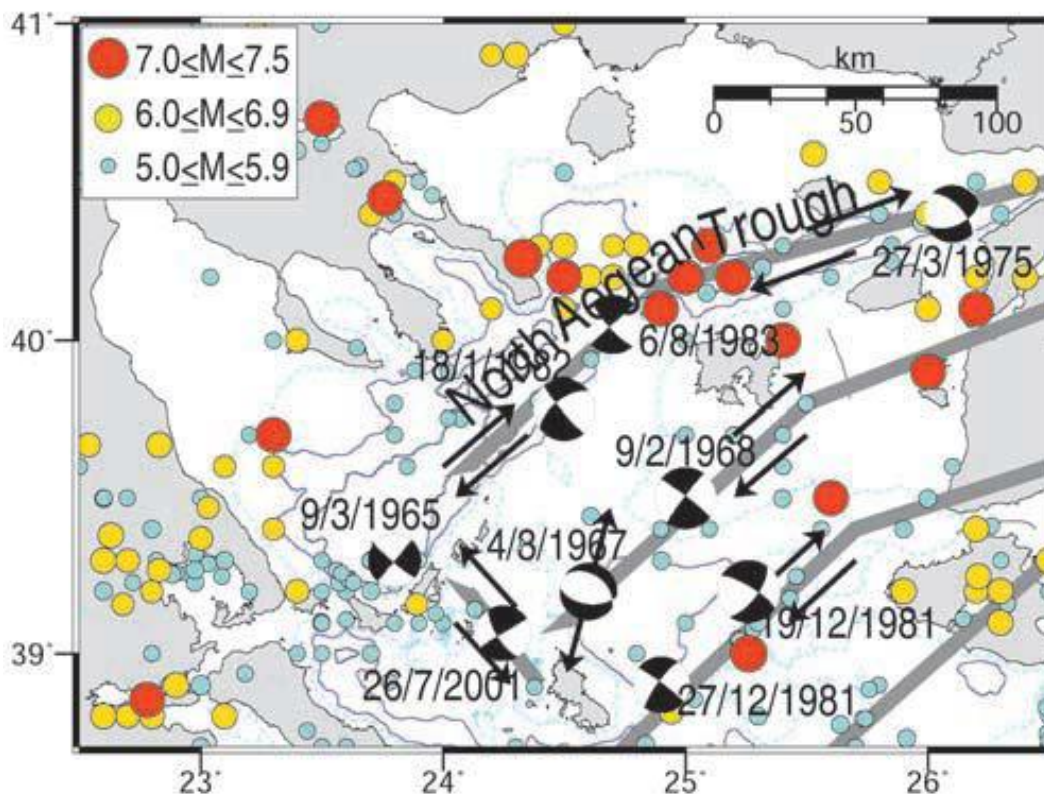
Σεισμικότητα

Καταγραφές για τη σεισμικότητα της Σκύρου υπάρχουν από το 1911 και αποτυπώνονται στις εικόνες που ακολουθούν. Τα επίκεντρα των σεισμών σε όλες τις καταγραφές βρίσκονται στον υποθαλάσσιο χώρο του νησιού και σε κάποια απόσταση από αυτό, γεγονός που έχει περιορίσει την εκδήλωση ζημιών στο χερσαίο τμήμα. Το σημαντικότερο γεγονός από άποψη επιπτώσεων – ζημιών συνέβη το 1981 (ΦΕΚ 20/Α/24.2.1982).



Εικόνα 14: Επίκεντρα και μεγέθη σεισμών σε ακτίνα 40km από την Σκύρο όπως καταγράφηκαν (Πίνακας) στο διάστημα παρατήρησης 1911 έως 1971, Πηγή: Μελέτης, 1974

Ο πιο πρόσφατος σεισμός στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εκδηλώθηκε στις 26 Ιουλίου του 2001, με μέγεθος 6,4 R, βάθος περίπου 13 Km και σε απόσταση μερικών χιλιομέτρων ΒΔ της Σκύρου (συντεταγμένες $38.99^\circ\text{B}, 24.36^\circ\text{A}$). Παρόλο που ο σεισμός ήταν ισχυρός, οι ζημιές που καταγράφηκαν στο νησί δεν ήταν σημαντικές, εξαιτίας της υποθαλάσσιας θέσης του επίκεντρου του σεισμού. Το σημαντικό ωστόσο του συγκεκριμένου σεισμικού γεγονότος είναι ότι, σε αντίθεση με τη συνήθη σεισμικότητα που συνδέεται με την περιοχή της Σκύρου, ο σεισμός αυτός συνδέεται με αριστερόστροφη οριζοντιολισθητική διάρρηξη, σε διεύθυνση κάθετη στις κύριες τεκτονικές γραμμές (*Roumelioti et al., 2003, 2004*) που δημιουργήσε ερωτήματα ως προς την ενεργοποίηση των παλαιότερων δομών διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.



Χάρτης 10: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Σκύρου, όπου διακρίνονται τα επίκεντρα και οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, που συνέβησαν από το 1965 έως το 2001. Με γκρι γραμμές αναπαρίστανται τα ρήγματα της περιοχής (Karakostas et al., 2003).

6.1.3 Κλιματικά – Μετεωρολογικά στοιχεία

Η Σκύρος παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος και όλες τις ενδιάμεσες κλιματικές διαφορές του Ελληνικού χώρου. Η μέση ετήσια θερμοκρασία στη Σκύρο ανέρχεται σε 16 °C με μέγιστη τιμή 25 °C τον Ιούλιο και ελάχιστη 6 °C τον Ιανουάριο. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα έχουν μέση ετήσια τιμή 600 mm με τη μέγιστη τιμή να σημειώνεται το μήνα Ιανουάριο και την ελάχιστη τον Ιούλιο (Παυλόπουλος κ.ά., 2004)

6.1.4 Χρήσεις γης

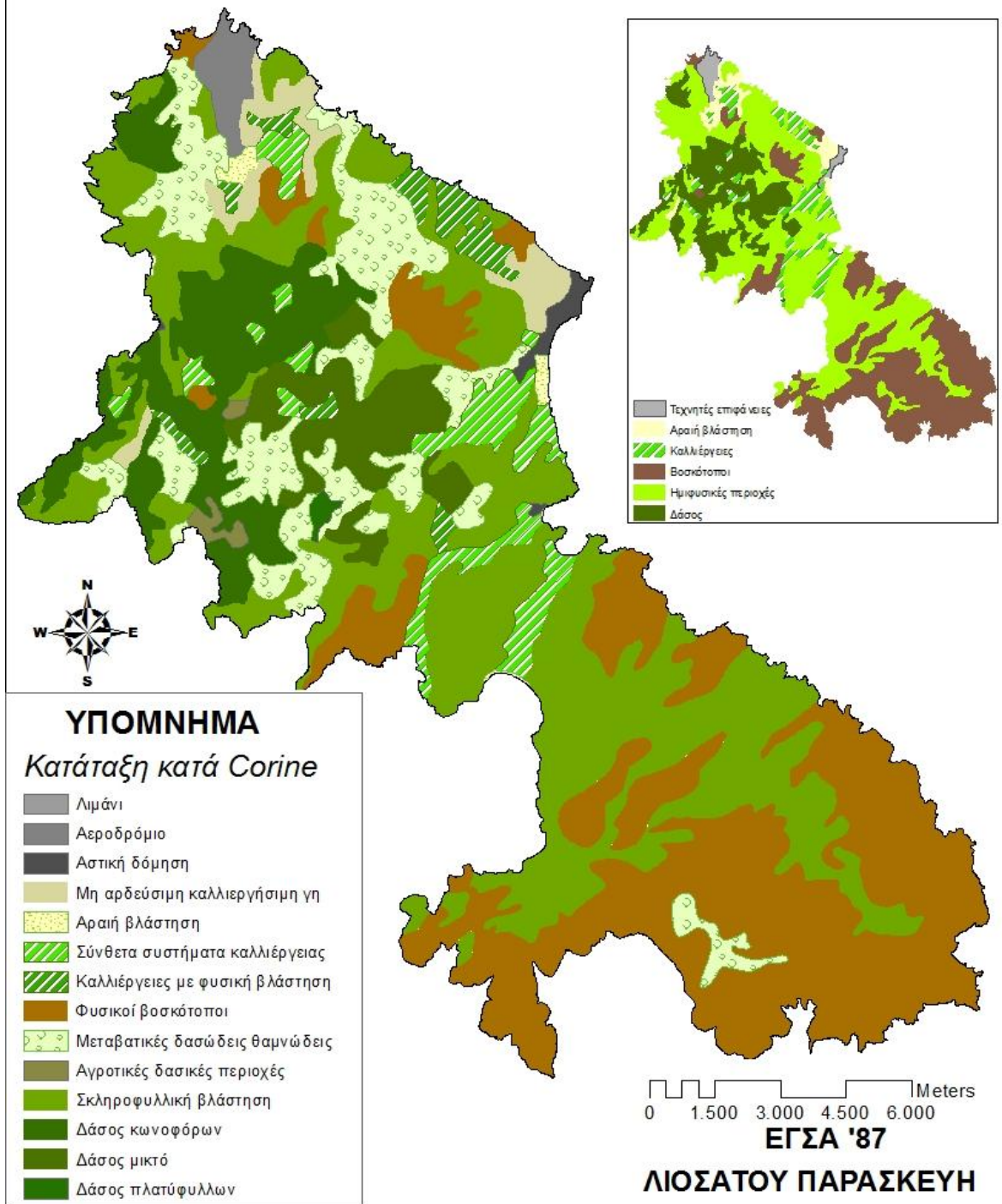
Τα στοιχεία για τις χρήσεις γης προέρχονται από το σύστημα κατάταξης Corine 2000 (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-clc2000-seamless-vector-database>) και προσωπική επεξεργασία κατά την εργασία υπαίθρου, όπου ήταν δυνατό.

Για την περιοχή μελέτης αναγνωρίστηκαν 13 κατηγορίες χρήσεων γης. Συγκεκριμένα περιλαμβάνουν την διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, αεροδρόμιο, μη αρδεύσιμη-αρόσιμη γη, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης, αγροτικές δασικές περιοχές, δάσος πλατυφύλλων, δάσος κωνοφόρων, μικτό δάσος, φυσικοί βοσκότοποι, σκληροφυλλική βλάστηση, μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις, εκτάσεις με αραιή βλάστηση.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Ποσοστό
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0,56
Αεροδρόμιο	1,27
Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	2,57
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	4,81
Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	2,09
Αγροτικές δασικές περιοχές	0,40
Δάσος πλατυφύλλων	0,20
Δάσος κωνοφόρων	9,71
Μικτό δάσος	5,28
Φυσικοί βοσκότοποι	29,77
Σκληροφυλλική βλάστηση	31,90
Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	10,98
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	0,46

Πίνακας 6: Χρήσεις γης και ποσοστό αυτών

ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ



Χάρτης 11: Χρήσεις γης

6.1.5 Χλωρίδα – Πανίδα – Βιοποικιλότητα

Στη Σκύρο υπάρχουν αρκετά σπάνια και προστατευόμενα είδη πανίδας. Χαρακτηριστικά είναι τα Σκυριανά αλογάκια, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία equus cabalus, είναι ύψους 0,90 – 1,10 μέτρων και ζουν σε ημιάγρια κατάσταση στην ημιορεινή νότια Σκύρο, συγκεκριμένα στην περιοχή Βουνό. Σήμερα διαβιούν περίπου 100 με 130 Σκυριανά αλογάκια, χωρίς συστηματική παρακολούθηση (Αειφορική Συμβουλευτική ΕΠΕ, 2005). Επίσης, υπάρχουν το υπό εξαφάνιση είδος μεσογειακής φώκιας, monachus – monachus. Στην περιοχή του όρους Κοχύλας, η οποία μαζί με την νοτιοανατολική βραχώδη περιοχή έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα NATURA 2000 (<http://natura2000.eea.europa.eu/#>) (Χάρτης 12) της Ε.Ε., ζουν σπάνια είδη πανίδας, όπως η Podarcis, ένα ενδημικό είδος σαύρας και το Silene fabararia, ένα είδος που έχει βρεθεί σε λιγότερες από 100 θέσεις σε όλη την Ευρώπη (Αειφορική Συμβουλευτική ΕΠΕ, 2005; Φωτιάδης Γ. & Βραχνάκης Μ., 2012).



Χάρτης 12: Η περιοχή Natura στη Σκύρο

6.2. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

6.2.1 Γενικά

Η γεωμορφολογική εξέλιξη μιας περιοχής αποτελεί την δυναμική διαδικασία μετάβασης από ένα περιβάλλον με συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά σ' ένα άλλο όπου κυριαρχούν διαφορετικές συνθήκες (*Pethic J., 1984*). Η μελέτη και η διερεύνηση της γένεσης και εξέλιξης των γεωμορφών, καθώς και των διεργασιών που τις διαμορφώνουν, αποτελεί μια πολύπλοκη συνθετική εργασία ενός πλήθους μεταβλητών παραγόντων δυναμικά αλληλεξαρτημένων.

Η παράκτια ζώνη αποτελεί ένα περιβάλλον που περιοδικά μπορεί να επηρεάζεται από διεργασίες υψηλής ενέργειας και δυναμικού, με αποτέλεσμα η εξέλιξη των γεωμορφών στον χώρο αυτό να είναι ταχύτατη, όπως και η εξέλιξη της μορφολογίας σε συνάρτηση με τον χρόνο. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κατά μήκος της ακτογραμμής μπορεί να διαφοροποιούνται ακόμη και από εποχή σε εποχή ανάλογα με τα ποσά ενέργειας που δέχεται. Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση συνίσταται στον εντοπισμό την αποτύπωση και την ανάλυση των παράκτιων γεωμορφών με σκοπό τον προσδιορισμό και την διερεύνηση των διαχρονικών φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών και των ανθρώπινων που έδρασαν κατά το παρελθόν, καθώς και εκείνων που δρουν σήμερα στην παράκτια. Σκοπός της λεπτομερούς απεικόνισης των γεωμορφών που παρατηρούνται κατά μήκος της ακτογραμμής που μελετήθηκε, δεν ήταν τόσο η εξέλιξη της περιοχής, όσο η καταγραφή της σημερινής κατάστασης και η σύνθεση της γεωμορφολογίας με τις ενδεχόμενες επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Ως παράκτιες γεωμορφές ορίζονται εκείνες που δημιουργούνται από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη. Οι παράκτιες γεωμορφές με βάση τα αίτια δημιουργίας τους διακρίνονται σε γεωμορφές (*Pethic J., 1984*)

- θαλάσσιας διάβρωσης,
- απόθεσης,
- και αιολικής προέλευσης.

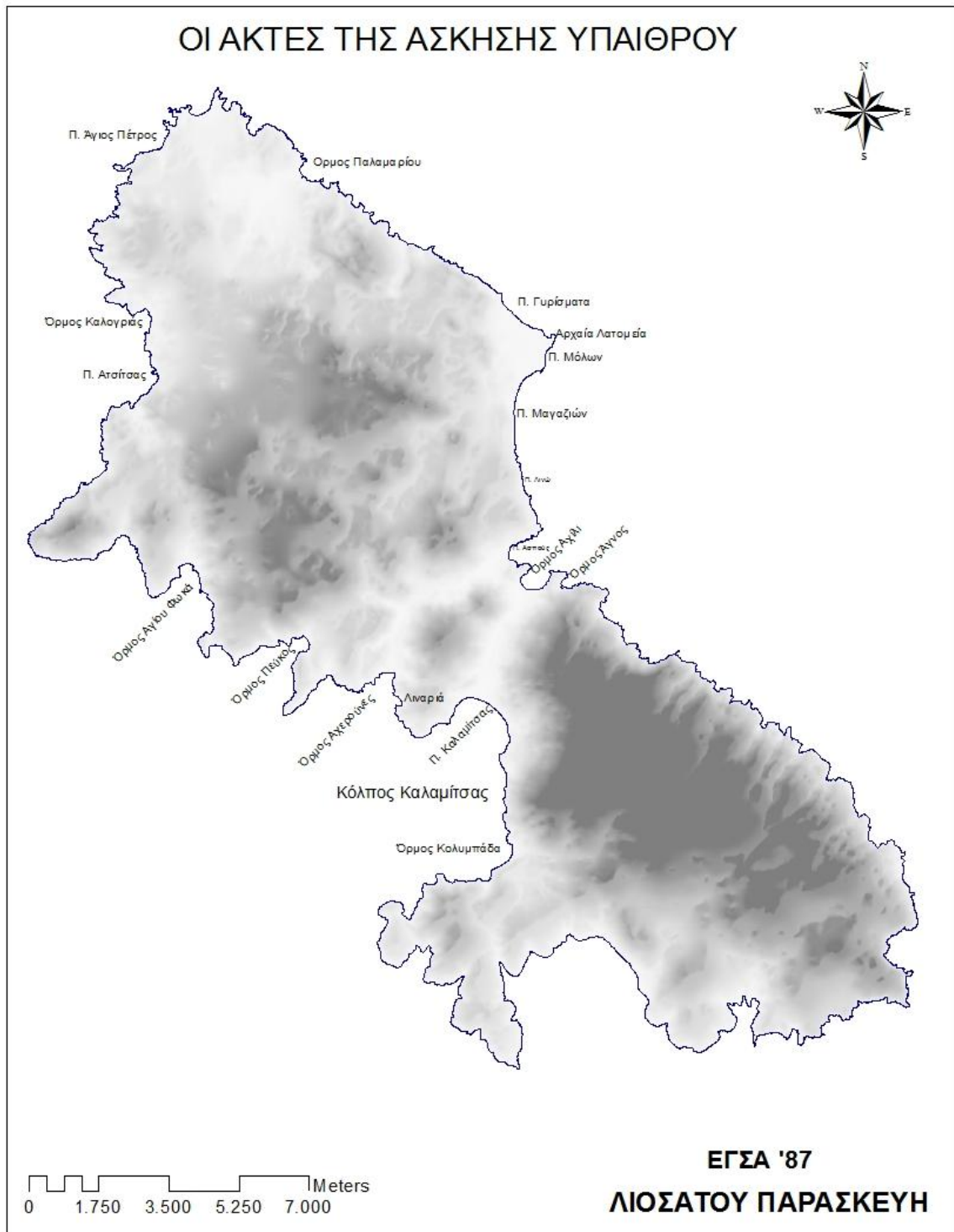
Η κατάταξη των γεωμορφών σε ένα συγκεκριμένο τύπο, είναι πολύ δύσκολο να γίνει, αφού η τελική τους διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης πολλών διεργασιών τόσο χερσαίων όσο και θαλάσσιων.

Η παράμετρος της γεωμορφολογίας στο δείκτη παράκτιας τρωτότητας (CVI) είναι ένας από τους έξι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να καταλήξουμε σε ένα αποτέλεσμα. Η γεωμορφολογία εκφράζει ουσιαστικά την απόκριση των διαφόρων τύπων των ακτών στη δράση του κύματος και ως εκ τούτου την διάβρωση. Η κατάταξη που γίνεται μέσω του δείκτη χωρίζει τις ακτές σε υποκατηγορίες, όπως φαίνονται στον Πίνακα 7. Ουσιαστικά μέσω αυτής της κατηγοριοποίησης, χωρίζονται οι παράκτιες περιοχές σε ζώνες υψηλής επικινδυνότητας, όπως μια ανοικτή αμμώδης παραλία και χαμηλής επικινδυνότητας, όπως κάθετες βραχώδεις ακτές. Ωστόσο, πολλές φορές υπάρχουν και άλλες παράμετροι που ο δείκτης δεν λαμβάνει υπόψη του (π.χ. κατοικίες, διάφορες άλλες κατασκευές κ.ά.).

Μεταβλητές	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Μορφολογία	Βραχώδεις ακτές, υψηλοί γκρεμοί	Μέσου ύψους κρημνοί	Χαμηλοί κρημνοί, αλλουβιακές πεδιαδες	Ακτές με κροκάλες, λιμνοθάλασσες	Νησιωτικά φράγματα, δέλτα, αμμώδεις ακτές

Πίνακας 7: Κατάταξη των γεωμορφών με βάση τον δείκτη CVI

Στην συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παράκτιων γεωμορφών που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης με τελικό σκοπό την κατηγοριοποίηση των ακτών ως προς τον δείκτη CVI. Για την αναγνώριση, τον εντοπισμό και την καταγραφή των παράκτιων γεωμορφών κατά μήκος της ακτογραμμής του νησιού, πραγματοποιήθηκε υπαίθρια παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση, από τις 24/02/2012 έως και τις 03/03/2012, η οποία επαναλήφθηκε στις 19 – 22 Αυγούστου 2012, καθώς λόγω κακών καιρικών συνθηκών την πρώτη φορά, δεν κατέστη δυνατό να χαρτογραφηθεί όλο το παράκτιο μέτωπο. Συνολικά οι ακτές στις οποίες έγινε άσκηση υπαίθρου απεικονίζονται στο παρακάτω Σκαρίφημα 1.



Σκαρίφημα 1 Οι ακτές της άσκησης υπαίθρου.

Στην συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παράκτιων γεωμορφών που εντοπίστηκαν στις περιοχές μελέτης με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για την κατηγοριοποίηση της παράκτιας ζώνης ως προς την ανταπόκριση τους στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με κριτήριο τις γεωμορφές.

6.2.2 Μεθοδολογία πεδίου

6.2.2.1 Συλλογή δεδομένων

Η διαδικασία της συλλογής, ταξινόμησης, επεξεργασίας και αξιολόγησης των δεδομένων που σχετίζονται με τη γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης έγινε ως εξής:

- Σε πρώτη φάση έγινε η συλλογή, μελέτη και αποδελτίωση της σχετικής βιβλιογραφίας, με σκοπό την ενημέρωση σχετικά με παλαιότερες προσεγγίσεις της περιοχής μελέτης.
- Σε δεύτερη φάση έγινε η συλλογή, χαρτών (τοπογραφικό, γεωλογικό, βυθομετρικό, χρήσεων γης κ.ά.) σε διάφορες κλίμακες, καθώς και δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες με σκοπό την επεξεργασία τους (ηλεκτρονικά).
- Η τρίτη φάση περιλάμβανε την επιτόπια έρευνα στην περιοχή μελέτης.

6.2.2.2 Επιτόπια έρευνα στην περιοχή μελέτης

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της περιγραφικής γεωμορφολογικής ανάλυσης (*Παυλόπουλος κ.ά., 2009; Παυλόπουλος, 2011*). Η μέθοδος αυτή βασίζεται κυρίως στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών για τις γεωμορφές, οι οποίες απεικονίζουν την πραγματική υπάρχουσα κατάσταση του παράκτιου περιβάλλοντος της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους γεωμορφολογικούς παράγοντες και τις συνθήκες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν το ανάγλυφο αυτής.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση αποτελεί την υπό κλίμακα αποτύπωση της συλλογής των πληροφοριών και των χαρακτηριστικών των γεωμορφών (*Παυλόπουλος, 2011*). Στην συνέχεια ακολουθεί

- 1) αναγνώριση,
- 2) καταγραφή και αποτύπωση, λεπτομερής χαρτογράφηση γεωμορφών που εμφανίζονται στις ακτές,

3) συσχέτιση των γεωμορφών με τις διεργασίες δημιουργίας και εξέλιξης τους.

Η επιτόπια έρευνα πραγματοποιήθηκε από τις 24 Φεβρουαρίου του 2012 έως και τις 3 Μαρτίου 2012 και επαναλήφθηκε στις 19 – 22 Αυγούστου 2012, αφού την πρώτη φορά οι καιρικές συνθήκες ήταν πολύ άσχημες και δεν επέτρεπαν την πρόσβαση σε όλη την περιοχή μελέτης. Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε όλη η ακτογραμμή της Νήσου Σκύρου, με συνολικό μήκος 134 χλμ. Πραγματοποιήθηκε λεπτομερής χαρτογράφηση της περιοχής, κατεγράφησαν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπου υπήρχαν. Η χρήση GPS κρίθηκε απαραίτητη, καθώς επίσης και η επιτόπου καταγραφή των στιγμάτων και των γεωμορφών πάνω σε τοπογραφικό υπόβαθρο 1:5000. Επίσης πριν την άσκηση υπαίθρου δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων σε excel (διαθέσιμο στο Παράρτημα ΙΙ), όπου περιλάμβανε όλα τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειαζόνταν, έτσι ώστε να γίνεται άμεσα και η κατηγοριοποίηση των γεωμορφών, όπως αυτές απαιτούνται από το δείκτη CVI. Σε κάθε περίπτωση λαμβάνονταν και φωτογραφίες, όπου επίσης σημειώνονταν άμεσα στη βάση δεδομένων, σε ποια περιοχή αντιστοιχούσαν. Σε τελικό στάδιο εκτιμήθηκε ο όγκος των πληροφοριών που συλλέχθηκαν κατά την επιτόπια έρευνα και αναλύθηκαν όλα τα δεδομένα.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι η σύνθεση των αποτελεσμάτων της παράκτιας χαρτογράφησης με σκοπό την κατανόηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της περιοχής, καθώς και των παραγόντων που επέδρασαν σε συνάρτηση με τον χρόνο. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτή η μέθοδος απεικονίζει πάντα μια πραγματική κατάσταση, όπου οι γεωμορφές παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες και ιδιομορφίες ανεξάρτητα με το εάν ανήκουν σε μία συγκεκριμένη κατηγορία.

6.2.3 Παράκτιες γεωμορφές

Στην περιοχή μελέτης κύρια μορφολογική γεωμορφή αποτελούν κυρίως οι θαλάσσιοι κρημνοί, χαμηλοί (1 – 3m) και υψηλοί (3m και πάνω) (Φωτογραφίες 3, 4, 5, 6) σε όλο το παράκτιο μέτωπο του νησιού. Ειδικότερα η νοτιοανατολική μεριά του νησιού αποτελείται μόνο από κρημνούς, και δεν υπάρχει πρόσβαση από τη χέρσο. Σε αυτή την πλευρά του νησιού χαρακτηριστική είναι η ανυπαρξία αιγιαλών, όπως προκύπτει από τον τοπογραφικό χάρτη της γης, τις αεροφωτογραφίες και τη δορυφορική εικόνα από το googlemap, καθώς

δεν υπήρχαν τα διαθέσιμα μέσα (πλοιάριο), ώστε να διαπιστωθούν και να ληφθούν φωτογραφίες και κατά την άσκηση υπαίθρου. Το γεγονός της ανυπαρξίας αιγιαλών, έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή διάβρωση τους από τον κυματισμό. Οι θαλάσσιοι κρημνοί αποτελούν την κυριότερη παράκτια γεωμορφή θαλάσσιας διάβρωσης (Haslett S., 2000, *Καρύμπαλης, 2010*), που έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την απότομη αλλαγή στην μορφολογική κλίση. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός παράκτιου κρημνού όπως η κλίση, η ύπαρξη ή όχι υλικού μπροστά από αυτόν καθώς και οι ρυθμοί υποχώρησής του εξαρτώνται από την λιθολογική σύσταση και συνεκτικότητα των πετρωμάτων στα οποία δημιουργείται (Pethic J., 1984; *Καρύμπαλης, 2010*).

Άλλο ένα χαρακτηριστικό είναι οι ακτόλιθοι (beachrocks), όπου απαντώνται σε όλο το μήκος του παράκτιου μετώπου βορειανατολικά, από την παραλία του Παλαμαρίου έως το λιμάνι Αχίλι, τόσο κατά μήκος της ακτογραμμής όσο και υποθαλάσσια. Σε αυτή τη μεριά αποτελούν το κύριο γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό. Επιπλέον κατά θέσεις εμφανίζονται σειρές ακτόλιθων, τόσο βυθισμένων όσο και ανυψωμένων τεμαχίων. Στην επιφάνεια τους εμφανίζουν οπές ή κοιλότητες, όπου πιθανότατα οφείλονται σε βιοχημικές διεργασίες, αλλά και συστήματα διακλάσεων τα οποία μπορεί να οφείλονται, σε τεκτονικούς παράγοντες, στη μηχανική δράση των κυμάτων και στη βαρύτητα. Εντοπίστηκαν επίσης και πολλές σπασμένες πλάκες.

Κατά την παράκτια χαρτογράφηση αιγιαλοί εντοπίστηκαν κατά θέσεις σε αρκετά σημεία της ακτογραμμής. Η δημιουργία τους οφείλεται στην απόθεση των στερεών υλικών, που προήλθαν από την αποσάθρωση και την διάβρωση γειτονικών χερσαίων περιοχών που μεταφέρονται στις ακτές με την επίδραση των κυμάτων και των παράκτιων ρευμάτων. Οι αιγιαλοί αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα ποικίλης κοκκομετρίας (από λεπτόκοκκη άμμο μέχρι κροκάλες) και εκτείνονται από τη μέση χαμηλή στάθμη της θάλασσας έως το σημείο που παρατηρείται αλλαγή στη μορφολογία ή στη βλάστηση προς την ξηρά. Οι αιγιαλοί είναι δυναμικές γεωμορφές που μπορούν να προσαρμόζουν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (εύρος, μήκος, κλίση) στις αλλαγές τις κυματικής ενέργειας (Pethic J., 1984; *Καρύμπαλης, 2010*). Παρατηρήθηκαν ουσιαστικές διαφορές σε ότι αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού των αιγιαλών της περιοχής μελέτης μεταξύ του βορειανατολικού και του βορειοδυτικού και νοτιοανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης. Στο βορειοανατολικό τμήμα οι αιγιαλοί είναι μεγαλύτερου μήκους και αποτελούνται από λεπτόκοκκο κυρίως

υλικό και ακτόλιθους. Στο βορειοδυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού, οι αιγιαλοί είναι μικρότεροι σε μήκος και αποτελούνται από χονδρόκοκκο ή και ανάμεικτο υλικό.

Στην περιοχή μελέτης εντοπίστηκαν και έλη. Παράκτιο έλος είναι μια χαμηλή περιοχή που καλύπτεται μόνιμα ή περιοδικά από γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό νερό και συνήθως διαθέτει βλάστηση από υδρό-βιοφυτά (*Pethic J., 1984; Καρύμπαλης, 2010*).

Στην παράκτια ζώνη εντοπίστηκαν σε αρκετές παραλίες και θίνες. Οι αμμοθίνες ή θίνες, είναι μικροί λόφοι από άμμο που συνήθως βρίσκονται στις παράκτιες περιοχές. Αποτελούν σημαντικό οικότοπο στη μεταβατική ζώνη θάλασσας και ξηράς και δημιουργούνται από τις διεργασίες της διάβρωσης και της απόθεσης της άμμου στην παράκτια ζώνη. Οι θίνες, εξαιτίας της αμμώδους σύστασής τους, αποτελούν ασταθή, αλλά δυναμική γεωμορφολογική ενότητα, συνήθως της παράκτιας ζώνης. Η γένεση και η διατήρησή τους εξαρτάται από τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τη δράση του κυματισμού στην παράκτια ζώνη και τη προσφορά-διαλογή των υλικών της διάβρωσης, αλλά και από την προσφορά υλικών (*Pethic J., 1984; Καρύμπαλης, 2010*).

Επίσης κατεγράφησαν και πολλές ανθρώπινες παρεμβάσεις σχεδόν σε όλο το νησί στην παράκτια περιοχή, αλλά και αρχαιότητες.



Φωτογραφία 3: Απότομοι κρημνοί κατά μήκος της διαδρομής από Λινώ προς τη Χώρα (Σκύρος)



Φωτογραφία 4: Απότομοι κρημνοί στον όρμο Άγνο



Φωτογραφία 5: Απότομο κρημνοί στη διαδρομή από Καλαμίτσα προς τον όρμο Κολυμπάδας



Φωτογραφία 6: Απότομοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίσσας

Στην συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παράκτιων γεωμορφών που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης, ανά παραλία, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για την κατηγοριοποίηση της παράκτιας ζώνης ως προς την ανταπόκριση τους στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με κριτήριο τις γεωμορφές.

Όρμος Παλαμαρίου –Β.Α του νησιού

Στην παραλία του Παλαμαρίου, όπου βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά του νησιού απαντώνται 3 κύρια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά: παράκτιες αμμώδεις θίνες, ακτόλιθοι και αιγιαλός μικρής κλίσης από λεπτόκοκκο αμμώδες ίζημα.

Τμήμα του αιγιαλού στον όρμο του Παλαμαρίου αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό. Στην διαμόρφωση του αιγιαλού (Φωτογραφία 7) βοήθησε σημαντικά η ύπαρξη ακτόλιθων, όπου εκτείνονται σε ένα σημαντικό κομμάτι κατά μήκος του αιγιαλού, αλλά και υποθαλάσσια, περιορίζοντας σημαντικά την κυματική ενέργεια που καταλήγει στην ακτή. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την προσφορά λεπτομερούς υλικού από την κοίτη του

ρέματος περιοδικής ροής που εκβάλλει στον όρμο (Φωτογραφία 8), συντέλεσε στην ανάπτυξη του αιγιαλού, με λεπτομερές υλικό.

Επιπλέον στην περιοχή, χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση ασβεστιτικών ψαμμιτών (αιολιανιτών), που καλύπτουν σε αρκετές θέσεις το σχηματισμό του Νεογενούς. Η παράκτια πεδιάδα των εκβολών του ρέματος καλύπτεται από χαλαρές Ολοκαινικές αμμώδεις αποθέσεις. Η άφθονη άμμος, που πιθανά προέρχεται από την αποσάθρωση των ασβεστιτικών ψαμμιτών και τη διάβρωση των ακτών, αναδιανέμεται από το σύγχρονο ανεμολογικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής του όρμου σχηματίζοντας θίνες που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση της παράκτιας πεδιάδας ενώ καλύπτουν ακόμη και τους ασβεστιτικούς σχιστόλιθους σε υψόμετρο 30 m (Παυλόπουλος κ.ά., 2004) (Φωτογραφία 7), οι οποίες δημιουργήθηκαν πιθανά από την αλληλεπίδραση του ανέμου με το αμμώδες ίζημα της παραλίας. Η ουσιαστική διαφορά των παράκτιων αμμώδων θινών από τις υπόλοιπες γεωμορφές, έγκειται στο ότι ο σχηματισμός τους οφείλεται στη δράση του ανέμου και όχι του νερού (Καρύμπαλης, 2010).



Φωτογραφία 7: Αιγιαλός από λεπτόκοκκο υλικό και αιολικές θίνες στην παραλία του Παλαμαρίου



Φωτογραφία 8: Κοίτη ρέματος ρέμα που καταλήγει στην παραλία

Επιπλέον στην παραλία εντοπίστηκε και έλος (Φωτογραφία 9)



Φωτογραφία 9: Έλος στην παραλία του Παλαμαρίου

Στη παραλία του Παλαμαρίου συναντάμε και ακτόλιθους. Πιο συγκεκριμένα στο χερσαίο κομμάτι εκτείνεται μία ενιαία πλάκα στο βόρειο μέρος του όρμου με πολλές αυλακώσεις και αρκετά σπασμένα κομμάτια (Φωτογραφία 10), ενώ υποθαλάσσια απαντώνται κατά μήκος σχεδόν όλης της ακτογραμμής φτάνοντας σε πολλά σημεία φτάνουν μέχρι το βάθος των -2,90 m (Pavloroulos et al, 2007)(Φωτογραφία 11).



Φωτογραφία 10: Χερσαίοι ακτόλιθοι στην παραλία του Παλαμαρίου



Φωτογραφία 11: Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι στην παραλία του Παλαμαρίου

Επίσης στην περιοχή υπάρχει και ένας νεολιθικός οικισμός της Πρώιμης και Μέσης Χαλκοκρατίας, που χρονολογείται από την 3^η χιλιετία π.Χ. (Φωτογραφία 12) Ο οικισμός έχει διατηρηθεί σε έκταση 17 πυκνοδομημένων στρεμμάτων, το συνολικό του μέγεθος όμως ήταν σχεδόν διπλάσιο. Κύριο στοιχείο της ανάδειξης αποτελεί η σωζόμενη σε μήκος περί τα 200 μέτρα, λιθόκτιστη σε όλη της την έκταση, οχύρωση η οποία αποτελείται από το ισχυρό τείχος με τους πεταλόσχημους προμαχώνες και τα προτειχίσματα και ενισχύεται στη μία πλευρά με αμυντική τάφρο. Πρόκειται για ένα μοναδικό, μέχρι στιγμής, σε πληρότητα μορφής και σε διατήρηση δείγμα των οχυρώσεων αυτού του τύπου, οι οποίες διαδόθηκαν στο Αιγαίο από τα μέσα περίπου της 3ης π.Χ. χιλιετίας.



Φωτογραφία 12: Αεροφωτογραφία του οικισμού, Πηγή
<http://www.tdpeae.gr/index.php?ID=8TReZqbOv56KwJkn>

Παραλία Γυρίσματα – Β.Α του νησιού

Στην παραλία Γυρίσματα σε όλο το μήκος του αιγιαλού το υλικό είναι λεπτόκοκκο (Φωτογραφία 13). Μεγάλη έκταση στην παραλία των Γυρισμάτων (κυρίως στο βόρειο και στο νότιο τμήμα του αιγιαλού) καταλαμβάνεται από πάρα πολλές πλάκες ακτολίθων, χερσαίες αλλά και υποθαλάσσιες (ανυψωμένες και μη) (Φωτογραφίες 14, 15, 16). Αναφορικά με τις χερσαίες πλάκες, είναι εμφανής η κλίση τους προς τη θάλασσα. Δεν κατέσται δυνατό να διαπιστώσουμε, αλλά και να μάθουμε αν στο κεντρικό τμήμα του αιγιαλού, υπήρχαν πλάκες ακτόλιθων, οι οποίες αφαιρέθηκαν. Σε ένα σημείο εντοπίστηκε κοίτη ρέματος περιοδικής ροής, όπου έχει υποστεί και ανθρώπινες επεμβάσεις, οι οποίες

έχουν καταστραφεί (Φωτογραφία 17). Ο χωματόδρομος που εκτείνεται κατά μήκος της παραλίας, παρουσιάζει έντονα στοιχεία διάβρωσης (Φωτογραφία 18).



Φωτογραφία 13: Ο αιγιαλός στην παραλία Γυρίσματα προς τη νότια πλευρά



Φωτογραφία 14: Ο αιγιαλός στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα με πλάκες ακτόλιθων



Φωτογραφία 15: Ανυψωμένοι ακτόλιθοι



Φωτογραφία 16: Βυθισμένοι ακτόλιθοι



Φωτογραφία 17: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία. Εμφανής είναι η καταστροφή στην κατασκευή, που είχε γίνει για τη διεύθετησή του



Φωτογραφία 18: Ο χωματόδρομος στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα

Επιπλέον, στην παραλία παρατηρείται οικιστική ανάπτυξη, αλλά και θίνες που αναπτύσσονται στην περιοχή (Φωτογραφία 19). Επιπλέον σε πολλά σημεία έχουν σπάσει τους ακτόλιθους, ώστε να έχουν ασφαλή πρόσβαση στη θάλασσα.



Φωτογραφία 19: Παραλία Γυρίσματα. Στη φωτογραφία αριστερά φαίνονται κτίσματα κατά μήκος του αιγιαλού, καθώς και οι θίνες που δημιουργούνται στην περιοχή (μέσα στον κόκκινο κύκλο). Στη φωτογραφία δεξιά φαίνονται οι σπασμένες πλάκες.

Στην περιοχή έχουν εντοπιστεί και υπολείμματα από ένα αρχαία λατομείο (και σε πολλές ακόμα θέσεις στο νησί, όπως Παλαμάρι, όρμος Αχίλι κ.α.), το οποίο βρίσκεται σήμερα πλημμυρισμένο (Φωτογραφία 20).



Φωτογραφία 20: Αρχαία Λατομεία

Περιοχή Μώλος – Β.Α Του νησιού



Φωτογραφία 21: Πανοραμική άποψη της παραλίας Μώλος και του λιμανιού

Στην περιοχή του Μώλου (Φωτογραφία 21), ο αιγιαλός όπου έχει διαμορφωθεί αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό (Φωτογραφία 22β). Στην περιοχή κατά μήκος του αιγιαλού έχουν κτιστεί και αρκετές κατοικίες (Φωτογραφίες 22α & β).

Επίσης στην παραλία εντοπίστηκαν και θίνες (Φωτογραφία 22β)



Φωτογραφία 22: Παραλία Μώλου, α) κτίσματα στην παραλία (φωτογραφία αριστερά), β) κτίσματα στην παραλία. Εμφανής είναι και οι θίνες που απαντώνται στην παραλία (μέσα στον κόκκινο κύκλο)

Επιπλέον σε όλο το μήκος του αιγιαλού απαντώνται πλάκες ακτόλιθων, τόσο χερσαίων κατά μήκος της ακτής, όσο και υποθαλάσσιων (ανυψωμένες και μη) (Φωτογραφίες 23, 24 & 25). Οι πλάκες έχουν υποστεί ανθρώπινες παρεμβάσεις, αφού οι κάτοικοι τις περιοχής έχουν φτιάξει κατασκευές για την πρόσδεση των βαρκών, όπως το τσιμεντένιο τοιχίο κάθετο στην ακτογραμμή αλλά και οπές για την ασφάλιση των πλοιαρίων (Φωτογραφίες 26α & β).

Σημαντικό γεγονός που θα πρέπει να αναφερθεί είναι ότι κατά την άσκηση υπαίθρου και ειδικότερα κατά την διαδικασία εξαγωγής δείγματος από πλάκα ψηφιδοπαγούς αιγιαλού στην περιοχή, οι κάτοικοι ήταν ανήσυχοι, αφού πίστεψαν ότι γίνονται μελέτες για την αφαίρεση τους. Μάλιστα χαρακτηριστικά αναφέρονε «τα βράχια μας, μας προστατεύουν από τα κύματα».



Φωτογραφία 23: Αιγιαλός Μώλου με πλάκες ακτόλιθων



Φωτογραφία 24: Αιγιαλός Μώλου με πλάκες ακτόλιθων



Φωτογραφία 25: Πλάκα ψηφιδοπαγούς αιγιαλού στην παραλία Μώλος



Φωτογραφία 26: Πλάκες ακτόλιθων όπου έχουν υποστεί και παρέμβασεις, προκειμένου να δένονται οι βάρκες.

Ωστόσο, η κυριότερη ανθρωπογενής επέμβαση είναι οι λιμενικές εγκαταστάσεις (Φωτογραφία 27), όπου χρησιμοποιούνται για αλιευτικές δραστηριότητες, για την εξυπηρέτηση των αναγκών του ομώνυμου οικισμού. Οι εργασίες για την κατασκευή του λιμανιού άρχισαν το 1960 από τους ψαράδες της περιοχής. Αρχικά, το λιμανάκι ήταν κλειστό από τη μία πλευρά με αποτέλεσμα το νερό να μην ανανεώνεται. Το 2004 οι αρχές κατασκεύασαν στη θέση του κλεισίματος του λιμανιού ένα γεφυράκι (Φωτογραφία 28), με σκοπό να επιτύχουν καλή κυκλοφορία του νερού.



Φωτογραφία 27: Το λιμάνι στην παραλία του Μώλου



Φωτογραφία 28. Το λιμάνι του Μώλου.

Παραλία Μαγαζιών – Β.Α του νησιού

Στην παραλία των Μαγαζιών, ο αιγιαλός όπου έχει διαμορφωθεί αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό. Η σημαντικότερη ανθρώπινη επέμβαση στην παραλία των Μαγαζιών (Φωτογραφία 29), όπου είναι και η παραλία της χώρας, είναι η οικιστική ανάπτυξη, που περιλαμβάνει κατοικίες, ξενοδοχεία, παραθαλάσσιες ταβέρνες (Φωτογραφία 30), καθώς και το απαραίτητο για την εξυπηρέτησή τους, οδικό δίκτυο. Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκε καταπάτηση του αιγιαλού.



Φωτογραφία 29: Αμμόδες υλικό στην παραλία των Μαγαζιών



Φωτογραφία 30: Κτίσματα στην παραλία των Μαγαζιών

Στην παραλία καταλήγει και ρέμα (Φωτογραφία 31), όπου παρατηρήθηκαν περιπτώσεις κτισμάτων που έχουν χτιστεί πλευρικά αυτού (Φωτογραφία 32).



Φωτογραφία 31: Η κοίτη που καταλήγει στην παραλία των Μαγαζιών



Φωτογραφία 32: Η κοίτη που καταλήγει στην παραλία των Μαγαζιών, όπου φαίνονται και κτίσματα που έχουν χτιστεί παραπλεύρως αυτής

Σε όλο το μήκος της παραλίας παρατηρήθηκε κατά θέσεις επεμβάσεις με κατασκευές από τσιμέντο, που μπορούν να διακριθούν σε έργα παράλληλα και κάθετα στην ακτογραμμή. Στην παραλία αυτή εντοπίστηκαν κατά μήκος της ακτογραμμής αγωγοί λυμάτων (Φωτογραφία 33). Πρόκειται για αγωγούς οι οποίοι αποθέτουν αστικά λήμματα στην παραλία, εσωτερικά των λιμανιών ο οποίος είναι και ο πιθανός λόγος της εμφάνισης φαινομένων ευτροφισμού κατά μήκος της ακτογραμμής.



Φωτογραφία 33:
Αγωγός λυμάτων που καταλήγει στη θάλασσα



Φωτογραφία 34:
Αμμοπαγίδες για τη προστασία της παραλίας

Επιπλέον, έχουν γίνει και έργα για την προστασία της παραλίας από τον κυματισμό (αμμοπαγίδες – Φωτογραφία 34 & 35). Τα έργα αυτά γίνανε, αφού είχαν αφαιρεθεί οι ακτόλιθοι που υπήρχαν στην παραλία.



Φωτογραφία 35: Πανοραμική άποψη της Παραλίας των μαγαζιών. Μέσα στον κόκκινο κύκλο φαίνονται και οι αμμοπαγίδες

Παραλία Λινώ

Ένας μικρός αιγιαλός έχει διαμορφωθεί στην περιοχή της Λινούς, ο οποίος αποτελείται από αδρομερές υλικό (Φωτογραφία 36). Η σύσταση του οφείλεται εκτός από τον κυματισμό και στο ρέμα που καταλήγει σε αυτήν. Η ανθρωπογενείς επεμβασεις προκειμένου να περάσει ο δρόμος που οδηγεί στη χώρα, είναι εμφανής, ωστόσο φαίνεται ότι το ρέμα δεν καθαρίζεται (Φωτογραφία 37).



Φωτογραφία 36: Η παραλία της Λινούς. Φαίνεται και το ρέμα που καταλήγει στην παραλία



Φωτογραφία 37: Ανθρωπογενής παρέμβαση προκειμένου να διευθετηθεί η κοίτη και να περάσει ο δρόμος, όπου αποτελεί τον κύριο οδικό άξονα που πηγαίνει προς τη Χώρα

Παραλία Ασπούς

Στην περιοχή της Ασπούς ο αιγιαλός που έχει διαμορφωθεί, αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό. Λίγες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, που αφορούν σε κατοικίες εντοπίστηκαν στην περιοχή (Φωτογραφία 38).

Παράκτια έλος εντοπίστηκε στην παραλία της Ασπούς. Το έλος που εντοπίστηκε στην περιοχή αυτή είναι αρκετά εκτεταμένο και το επίμηκες φράγμα αποτελείται αποκλειστικά από άμμο (Φωτογραφία 38). Την περίοδο παρατήρησης το παράκτιο έλος δεν ήταν προσβάσιμο. Στην παραλία καταλήγει και ρέμα (Φωτογραφία 39)



Φωτογραφία 38: Η παραλία της Ασπούς. Στον κόκκινο κύκλο φαίνεται το έλος.



Φωτογραφία 39: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία της Ασπούς

Επίσης η περιοχή χαρακτηρίζεται από κρημνούς μεγάλης κλίσης, όπου επίσης έχουν υποστεί ανθρώπινη παρέμβαση (τσιμεντένια σκάλα – Φωτογραφία 40).



Φωτογραφία 40: Παράκτιοι κρημνοί στην παραλία της Ασπούς

Λιμάνι Αχιλίου

Το λιμάνι άρχισε να κατασκευάζεται στα τέλη του 1980, από τις τοπικές αρχές σε συνεργασία με τον ΕΟΤ. Το λιμάνι προοριζόταν για ελλιμένιση πολυτελών σκαφών, ώστε να προσελκύει πλούσιους τουρίστες. Ωστόσο δεν τελείωσαν ποτέ οι εργασίες και οι κακοτεχνίες είναι εμφανείς. Αποκαλείται από τους ντόπιους λιμάνι – φάντασμα. Κάποιες λιγαστές ψαρόβαρκες που υπάρχουν θυμίζουν ότι αυτό ίσως γινόταν λιμάνι. Ωστόσο το εν δυνάμει λιμάνι, ούτε οι ντόπιοι το χρησιμοποιούν, καθώς από μαρτυρίες κάποιων ντόπιων τα κύματα φτάνουν το 1,5m (Φωτογραφίες 41, 42 & 43).



Φωτογραφία 41: Λιμάνι Αχιλίου



Φωτογραφία42: Παράκτιοι κρημνοί στο λιμάνι



Φωτογραφία43: Λιμάνι Αχιλίου

Νότια και Νοτιοανατολικά του νησιού

Όλη η νότια και νοτιοανατολική πλευρά του νησιού χαρακτηρίζεται από κατακόρυφους κρημνούς μεγάλης κλίσης (Φωτογραφίες 44 & 45, το φωτογραφικό υλικό διατέθηκε από την επιβλέπουσα καθηγήτρια Ν. Ευελπίδου)



Φωτογραφία 44: Παράκτιοι κρημνοί στη νότια πλευρά του νησιού



Φωτογραφία 45: Παράκτιοι κρημνοί στη νότια πλευρά του νησιού

Όρμος Κολυμπάδα – Ν.Α του νησιού

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από απότομους κρημνούς (Φωτογραφία 46) Ο αιγιαλός που έχει διαμορφωθεί στην περιοχή αποτελείται από χονδρόκοκκο υλικό (Φωτογραφία 47). Στην παραλία δεν εντοπίστηκαν ιδιαίτερες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και αυτές αφορούν μόνο σε δύο κτίσματα, που βρίσκονται εκεί.



Φωτογραφία 46: Η παραλία της Κολυμπάδας από ψηλά



Φωτογραφία 47: Ο αιγιαλός στην παραλία της Κολυμπάδας

Περιογή Καλαμίτσα – Δ. του νησιού

Κατά την παράκτια χαρτογράφηση ο αιγιαλός που εντοπίστηκε στην περιοχή της Καλαμίτσας είναι ενιαίος και μεγάλος. Ωστόσο παρατηρήθηκαν διαφορές σε ότι αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού του αιγιαλού μεταξύ του βόρειου και του νότιου τμήματος της περιοχής. Τμήμα του αιγιαλού που αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό εντοπίστηκε στο βόρειο τμήμα του αιγιαλού, που βρίσκεται κατά μήκος του αλλουβιακής

πεδιάδας (Φωτογραφία 48 & 49), ενώ στο νότιο τμήμα το υλικό είναι χονδρόκοκκο (Φωτογραφία 50). Την περίοδο παρατήρησης το υλικό του αιγιαλού στο νότιο τμήμα ήταν ασβεστολιθικές κροκάλες αρκετά μεγάλου μεγέθους, που πιθανά προέρχονται από τον κυματισμό και το παράκτιο ρεύμα. Στην περιοχή υπάρχει και ένας υγροβιότοπος (Φωτογραφία 51).



Φωτογραφία 48: Παραλία Καλαμίτσας, περιοχή όπου αλλάζει το υλικό



Φωτογραφία 49: Αλλουβιακή πεδιάδα στην περιοχή της Καλαμίτσας



Φωτογραφία 50: Η παραλία της Καλαμίτσας στη νότια πλευρά, όπου χαρακτηρίζεται από χονδρόκοκκο υλικό



Φωτογραφία 51: Ο υγροβιότοπος στην περιοχή της Καλαμίτσας

Λιμάνι Λιναριάς

Μια από τις σημαντικότερες ανθρώπινες επεμβάσεις είναι η κατασκευή του λιμανιού της Λιναριάς, όπου αποτελεί το κύριο και μοναδικό εμπορικό και επιβατικό λιμάνι του νησιού (Φωτογραφία 52). Πολλές δραστηριότητες λοιπόν συμπίπτουν ταυτόχρονα σε αυτό το μικρό λιμάνι με τους περιορισμένους χώρους του. Εξυπηρετεί τους μόνιμους κατοίκους του νησιού όλο το χρόνο, τις εμπορικές δραστηριότητες για τις ανάγκες των κατοίκων, αλλά και το καλοκαίρι παρατηρείται αυξημένη κίνηση λόγω του τουρισμού. Επίσης στο λιμάνι σταθμεύουν και τα μικρά αλιευτικά σκάφη των κατοίκων του νησιού.



Φωτογραφία 52: Το λιμάνι της Λιναριάς

Παραλία Αχερούνες – Δ. του νησιού

Στην περιοχή Αχερούνες ο αιγιαλός που έχει σχηματιστεί, αποτελείται από χονδρόκοκκο και λεπτόκοκκο υλικό (Φωτογραφία 53). Στην παραλία καταλήγει ρέμα, που συμβάλλει στην διαμόρφωση του υλικού (Φωτογραφίες 55 & 56). Δεν έχει γίνει ουσιαστική διεύθετηση και έργα για την διαμόρφωση του ρέματος. Επιπλέον στον αιγιαλό υπάρχουν κτίσματα. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από κρημνούς μεγάλης κλίσης (Φωτογραφία 57).



Φωτογραφία 53: Ο αιγιαλός στην περιοχή
Αχερούνες



Φωτογραφία 54: Ο αιγιαλός στην περιοχή
Αχερούνες



Φωτογραφία 55: Το ρέμα που καταλήγει στην
παραλία



Φωτογραφία 56: Το ρέμα

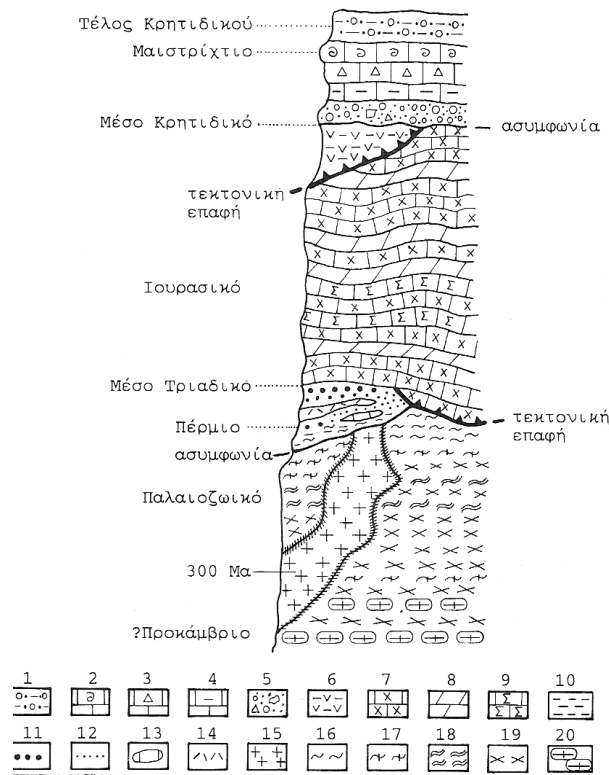


Φωτογραφία 57: Παράκτιοι κρημνοί στην παραλία Αχερούνες

Περιογή Πεύκος

Ο αιγιαλός όπου έχει διαμορφωθεί στην περιοχή αποτελείται από ανάμεικτο υλικό (Φωτογραφίες 58 & 59).

Ιουρασική ακολουθία, η οποία ανήκει στην «Υποπελαγονική» ενότητα, η επώθηση των οφιολίθων του Αξιού και των συνοδών ιζημάτων επί αυτής για την οποία χρησιμοποιείται και ο όρος Ηωελληνικό κάλυμμα και η Αν.Κρητιδική-Κατ.Τριτογενής ενότητα της Ανατολικής Ελλάδας, που από τον *Jacobshagen* (1986) αναφέρεται ως «μεσοαντόχθονη σειρά».



1-5: Επικλυσιγενή ιζήματα Μ-Αν.Κρητιδικού.

1: Φλύσχης,

2: ασβεστόλιθος Μαιστριχτίου,

3: μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι,

4: μαργακίοιασβεστόλιθοι,

5: κροκαλο-λατυποπαγή της βάσης,

6: οφειόλιθοι&συνοδά πελαγικά ιζήματα,

7-9: πετρώματα των ανθρακικών καλυμμάτων Τριαδικού – Ιουρασικού,

7: κρυσταλλικοί ασβ. & μάρμαρα,

8: δολομίτες,

9: σιπολίτες,

10-14: πετρώματα της μετακλαστικής σειράς Περμίου – Κ. Τριαδικού,

10: μετά-πελίτες, φυλλίτες,

11: χαλαζιακά μετά-κροκαλοπαγή,

12: μετά - ψαμμίτες, μετά - αρκόζες

13: φακοί ασβ.,

14: μετά – ρυόλιθοι, μετά – τόφοι,

15: γνευσιωμένοι γρανίτες Αν.Λιθανθρακοφόρου,

16-20: πετρώματα του κρυσταλλοσχιτώδους υποβάθρου,

16: σχιστόλιθοι,

17:διμαρμαρυγικοί -γρاناτούχοι σχιστόλιθοι,

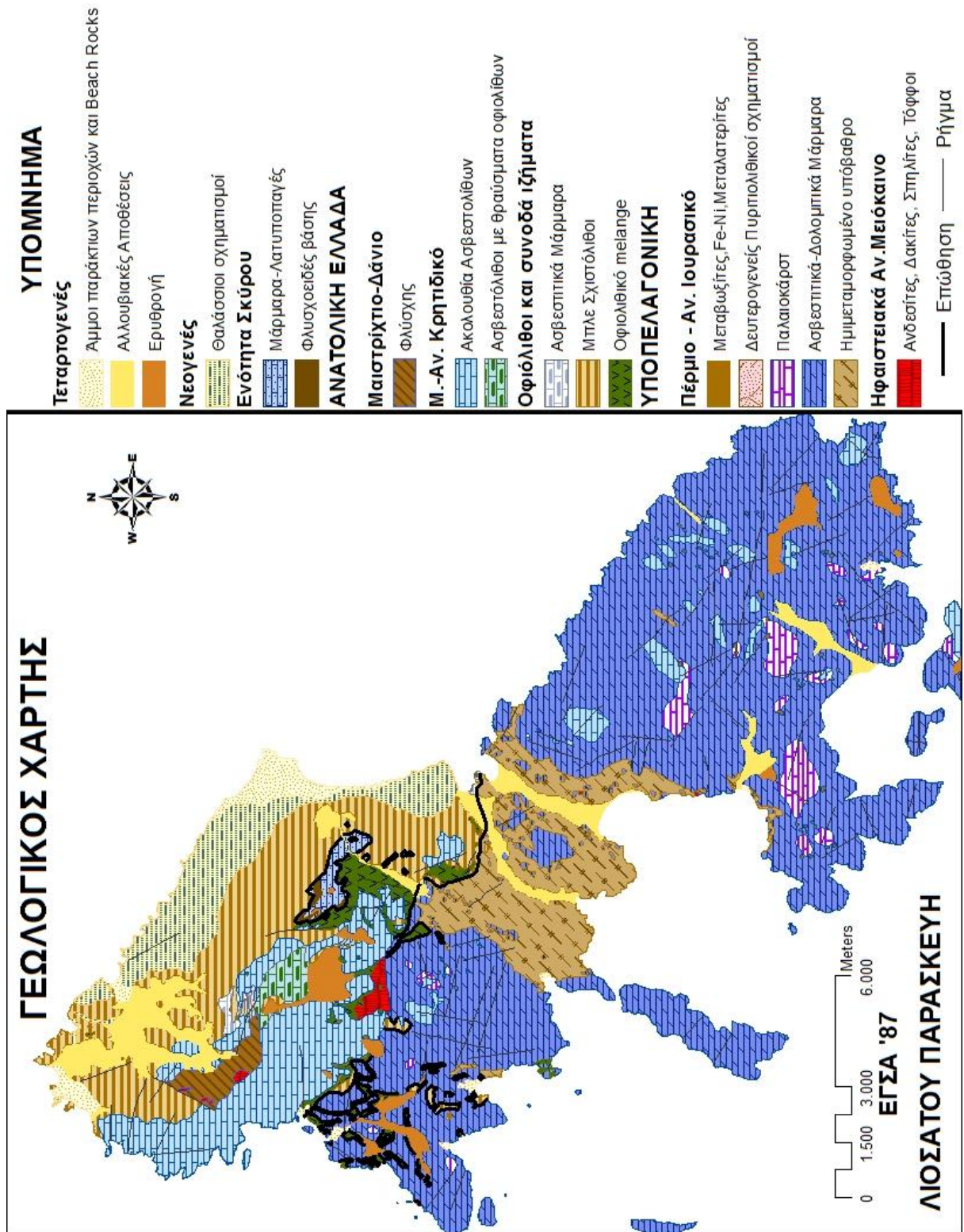
18:αμφιβολίτες,

19: γνέυσιοι,

20:οφθαλμογνέυσιοι.

Χάρτης 7: Συνοπτική λιθοστρωματογραφική – τεκτονική στήλη της Πελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 1985)

Ο ψηφιακός γεωλογικός Χάρτης της Σκύρου (Χάρτης 8), κατασκευάστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS 10, με υπόβαθρο το γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1:50.000 και έτους 1989 και με τη συμβολή βιβλιογραφικών αναφορών (Μουντράκης, 1985; Μελέντης, 1974; Παπανικολάου, 1986; Παπανικολάου και Κράνης, 2004; Higgins M.D. & Higgins R.A.,1996; Jacobshagen, 1986) αφού το υπόμνημα του χάρτη δεν ήταν διαθέσιμο.



Χάρτης 8: Γεωλογικός Χάρτης Σκύρου, που προήλθε από την ψηφιοποίηση του αναλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ

Αναλυτικά οι σχηματισμοί που απαντώνται στη Σκύρο, από τους νεώτερους προς τους παλαιότερους είναι οι εξής:

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Άμμοι παράκτιων περιοχών και θίνες: χαλαρές αποθέσεις άμμου αιγιαλού και αιολικής προέλευσης. Οι θίνες συχνά καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση της παράκτιας περιοχής, με χαρακτηριστική την εξάπλωσή τους στον όρμο Παλαμάρι, που καλύπτουν ακόμα και τους ασβεστιτικούς σχιστόλιθους σε υψόμετρο 30m (Παυλόπουλος κ.ά., 2004). Σημειώνεται επίσης η εμφάνιση ακτόλιθων σε αρκετές θέσεις στο βόρειο τμήμα του νησιού (Παλαμάρι, Γυρίσματα, κ.α.).

Άλλουβιακές αποθέσεις: αποθέσεις από την αποσάθρωση των σχιστολίθων, των ασβεστολίθων (terrae ossa) ή των νεογενών σχηματισμών, άλλουβιακά ριπίδια, πλευρικά κορημάτα και κώνοι κορημάτων ηλικίας από Πλειστόκαινο έως σήμερα. Εμφανίζονται σε πολλά σημεία της νήσου, τόσο στις πεδινές περιοχές, όσο και στα κλειστά οροπέδια του Βουνού (ΝΑ).

ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ

Μειόκαινο

Πόρος: παράκτιες αποθέσεις ασβεστιτικού ψαμμίτη στις Βόρειες, Βορειοανατολικές και Ανατολικές ακτές του νησιού και συγκεκριμένα στις θέσεις Παλαμάρι, Γυρίσματα, Πουριά, Όρμος Αχίλι, Θεοτόκος και Άγιος Πέτρος. Ο πόρος αποτελεί χαρακτηριστικό σχηματισμό, εν μέρει αιολικής προέλευσης, που συναντάται σε πολλές περιοχές του Αιγαίου και της Ανατολικής Μεσογείου (Τυνησία, Ισραήλ, Λίβανος, Κύπρος, Δυτική Πελοπόννησος, κλπ). Η διαγένεσή του έχει γίνει σε παράκτια – χερσαία περιβάλλοντα με επίδραση μετεωρικού νερού και σε μικρότερο βαθμό θαλασσινού. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του πόρου είναι το γεγονός ότι αποτελεί λαξεύσιμο υλικό, το οποίο εξορύσσονταν από τους ιστορικούς κατοίκους της νήσου προκειμένου να το χρησιμοποιήσουν ως δομικό υλικό. Υπολείμματα από αρχαία λατομεία έχουν εντοπιστεί σε πολλές θέσεις στο νησί (Παλαμάρι, όρμος Αχίλι κ.α.), τα οποία βρίσκονται σήμερα πλημμυρισμένα.

Θαλάσσιες αποθέσεις: απολιθωματοφόροι ίζηματογενείς σχηματισμοί, που συνίστανται από εναλλαγές στρωμάτων μαργών, ψαμμιτών χαλαζιακής σύστασης, κροκαλοπαγών με κυρίως αργιλική συνδετική ύλη και αργίλων. Οι εμφανίσεις αυτές περιορίζονται στο ανατολικό τμήμα της Σκύρου, από τον όρμο Κατσινούδι (βόρεια) έως το βόρειο περιθώριο του όρμου Ασπούς (κεντρική Σκύρος). Σε φυσική τομή ανατολικά του όρμου Παλαμαρίου παρατηρήθηκε ύψος εμφάνισης του σχηματισμού 20 μέτρων (Μελέντης, 1974).

Ανδεσίτες και Δακίτες: ηφαιστειακά πετρώματα τεφρού καστανωπού χρώματος με δολεριτικό ιστό και φαινοκρυστάλλους πλαγιόκλαστων, πυρόξενων ή αμφιβόλων και βιοτίτη. Αποτελούν μικρής έκτασης εμφανίσεις, με μεγαλύτερη αυτή νότια της Πυργιώνας, στο βόρειο τμήμα του νησιού.

Σπηλίτες: εμφανίζονται με οφιτικό ιστό και με κύρια ορυκτολογικά χαρακτηριστικά τα πλαγιόκλαστα, τον απατίτη, τα ορυκτά του σιδήρου και τον ψευδόμορφοολιβίνη. Η εμφάνισή τους είναι περισσότερο περιορισμένη σε σχέση με τους ανδεσίτες και περιορίζεται βόρεια και ανατολικά της Πυργιώνας. Τα ηφαιστειακά πετρώματα και των δύο τύπων συνδέονται με το ίδιο επεισόδιο ηφαιστειακής δράσης.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΥ

Η τεκτονική ενότητα Σκύρου αποτελεί την ανώτερη τεκτονική ενότητα των Σποράδων με περιορισμένη εμφάνιση στο κεντρικό προς βόρειο τμήμα του ομώνυμου νησιού. Η ενότητα παρουσιάζεται επωθημένη απευθείας επάνω στο ηω-ελληνικό κάλυμμα και όχι στην Κρητιδική πλατφόρμα της Πελαγονικής όπως αναμένεται, λόγω τεκτονικών αιτιών (Jacobshagen, 1986). Οι σχηματισμοί που την αποτελούν είναι οι εξής:

Μάρμαρα: Εμφανίζονται αδρόκοκκα τεφρά μέχρι κιτρινωπά με λεπτές στρώσεις πυριτόλιθων, ενώ στα βαθύτερα μέλη απαντούν σιπολίνες. Το πάχος τους κυμαίνεται περίπου στα 100 μέτρα και στη βάση τους βρίσκεται σε πρωτεύουσα επαφή ένα εξαιρετικά αδρομερές λατυποπαγές, αποτελούμενο από θραύσματα χαλαζία, μαρμαρυγιάκου σχιστόλιθου, και μαρμαρυγιών - μαρμάρων σε φυλλιτικό υπόβαθρο. Το πάχος του λατυποπαγούς είναι περίπου 15m.

Φλυσχειδές βάση: Συνίσταται από ισχυρά καταπονημένους αλλά μη μεταμορφικούς αργίλους και ψαμμίτες (πιθανόν φλύσσης), καθώς και από φακούς και τεμάχια μαρμαρυγιών - χαλαζιτών και γρανατών - μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων. Το φλυσχειδές αυτό διασχίζεται από χαλαζιακές φλέβες.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΜΑΙΣΤΡΙΧΤΙΟ - ΛΑΝΙΟ

Φλύσσης: αποτελείται από ελαφρά μεταμορφωμένους ιλυόλιθους, τεφροκάστανους με παρεμβολές λεπτόκοκκων κροκαλοπαγών και λατυποπαγών πρασινωπού χρώματος. Το συνολικό πάχος του φλύσση υπερβαίνει τα 250 μέτρα.

ΜΕΣΟ-ΑΝΩΤ.ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ

Ακολουθία ασβεστόλιθων: αρκετά εκτεταμένη εμφάνιση στο βόρειο τμήμα της Σκύρου και μικρές εμφανίσεις στο νότιο. Περιλαμβάνονται:

Πλακώδεις ασβεστόλιθοι με μικρό ποσοστό καολινίτη, χλωρίτη και κόκκων χαλαζία ενώ προς τα πάνω παρατηρούνται φακοί πυριτόλιθων και παρεμβολές μετά-ιλυολίθων.

Ασβεστόλιθοι με θραύσματα ρουδιστών, παχυστρωματόδεις ή άστρωτοι, χρώματος τεφρού έως κιτρινωπού.

Ασβεστόλιθοι πλούσιοι σε θραύσματα οφιολίθων μεγέθους χιλιοστόμετρων.

Λατυποπαγή και κροκαλοπαγή αποτελούμενα από τεμάχια μαρμάρου με ανθρακικό ή βωξιτικό συνδετικό υλικό.

Παλαιοκάρστ: Αποτελεί απολιθωμένο καρστ, το οποίο αναπτύχθηκε πάνω στα μάρμαρα της Τριαδικής-Ιουρασικής σειράς της Υποελαγονικής σε κλιματικές συνθήκες θερμές και υγρές του Αν.Κρητιδικού.

ΟΦΙΟΛΙΘΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Οι οφιόλιθοι και τα συνοδά ιζήματα απαντώνται στο Βόρειο τμήμα του νησιού, επωθημένοι στα πετρώματα της ενότητας της Ανατολικής Ελλάδας και όχι της Υποπελαγονικής όπως θα αναμενόταν. Αποτελείται από τους παρακάτω σχηματισμούς :

Ασβεστιτικά μάρμαρα, τεφρά έως μεσοστρωματώδη με παρεμβολές ασβεστιτικών σχιστόλιθων καστανωπού χρώματος.

Ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, σερικιτικοί φυλλίτες, «μπλε σχιστόλιθοι», με μαγνήσιο ριβεκίτη και λαυσονίτη, μεταγραουβάκες, λατυποπαγή και παρεμβολές μεταφαισιτιτών. Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτουν το βόρειο πεδινό τμήμα του νησιού και έχουν έκταση 22.4 Km² περίπου, ενώ αρχικά είχαν αποδοθεί ως φυλλίτες του υποβάθρου Πέρμιου ηλικίας (Μελέντης, 1974).

Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι με γρανάτες.

Σερπεντίνες, οφειτασβεσίτες και οφιολιθικό 'mélange', που συνίσταται από τεμάχια οφιολίθων, μαρμάρων και μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων.

ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΤΡΙΑΔΙΚΟ - ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Μεταβωξίτες, μεταλατερίτες, σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα: με εξαιρετικά μικρές εμφανίσεις μέσα σεκαρστικά έγκοιλα στη μεταμορφωμένη ανθρακική ακολουθία του Μεσοζωικού, νότια και ακόμα μικρότερες βόρεια. Βωξιτοφόροι ορίζοντες στην Υποπελαγονική ενότητα έχουν εντοπιστεί με ηλικία στο Κιμμερίδιο (Παπανικολάου, 1986).

Μάρμαρα: ασβεστιτικά και δολομιτικά μάρμαρα, χονδρόκοκκα μέχρι λεπτόκοκκα, με ποικιλία χρωμάτων καθώς και κόκκινους κονδυλώδεις ασβεστόλιθους, οι οποίοι απαντούν σε μικρούς φακούς και τοπικά υπέρκεινται λεπτόκοκκων τόφων

όξινης σύστασης. Τα ασβεστιτικά και δολομιτικά μάρμαρα καλύπτουν σχεδόν εξολοκλήρου το νότιο τμήμα του νησιού καθώς και ένα μεγάλο τμήμα στα ΔΒΔ του νησιού. Η συνολική τους έκταση είναι 95.48 km² περίπου και εμφανίζονται έντονα καρστικοποιημένα. Επίσης, παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από πλευράς μαρμαροφορίας, κάτι που είναι γνωστό από την αρχαιότητα, όπου και γινόταν συστηματική εκμετάλλευσή τους, και ιδιαίτερα της *σκυρίας λίθου*, ένα είδος πολύχρωμου μαρμάρου.

Ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί. Οι σχηματισμοί αυτοί συγκροτούνται από εναλλαγές μεταγραουβάκων με μετακροκαλοπαγή, με κροκάλες χαλαζιακές ή γρανιτογενεσίων, και μετά – ιλυολίθωνκαστανωπού χρώματος. Η ηλικία του σχηματισμού καλύπτει το Πέρμιο και ενδέχεται να περιλαμβάνει και ηλικίες του Λιθανθρακοφόρου, ενώ το πάχος του κυμαίνεται στα 400 μέτρα περίπου. Στα ανώτερα στρώματα των μεταμορφωμένων αυτών σχηματισμών συναντώνται ασβεστολιθικοί φακοί, βιτουμενιούχοι ανοιχτότεφροι μέχρι λευκοί, στα οποία έχει διατηρηθεί πληθώρα απολιθωμάτων με βάση τα οποία έχει βεβαιωθεί η ηλικία τους στο Ανώτερο Πέρμιο. Οι ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί συναντώνται στο κεντρικό τμήμα του νησιού και η έκτασή τους υπολογίζεται στα 17.5 Km².

Γεωδυναμική εξέλιξη

Η Σκύρος ανήκει στο χώρο των εσωτερικών Ελληνίδων, με κύριο χαρακτηριστικό την ρηχή ανθρακική πλατφόρμα του Τριαδικού-Ιουρασικού, την πρώτη φάση τεκτονισμού κατά το κλείσιμο του ωκεάνιου χώρου του Αξιού στο Αν.Ιουρασικό-Κατ.Κρητιδικό, την ανωκρητιδική επίκλυση και τη τελική φάση τεκτονισμού στο Ηώκαινο με την καταστροφή του ωκεάνιου χώρου Πίνδου-Κυκλάδων και την επώθησή του στις εξωτερικές Ελληνίδες.

Το υπόβαθρο των εσωτερικών ελληνίδων αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (Πέρμιο-Λιθανθρακοφόρο), με διεισδύσεις γρανιτών μεγάλου όγκου στο Άνω Λιθανθρακοφόρο, οι οποίοι και έχουν προκαλέσει φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Πάνω από αυτά, στο Πέρμιο και Κάτω Τριαδικό, αποτέθηκε μια κλαστική ιζηματογενής σειρά, πάχους 200 μέτρων, μέσα στην οποία παρεμβάλλονται ορισμένα ηφαιστειακά υλικά, όξινες και βασικές λάβες και τόφφοι, και

αντιπροσωπεύουν την παλιά ιζηματογένεση ηπειρωτικής κατωφέρειας που αναπτύχθηκε κατά την ηπειρωτική διάρρηξη, τη συνοδή ηφαιστειότητα και τη δημιουργία της ωκεάνιας περιοχής στο χώρο δυτικά της πελαγονικής (Μουντράκης, 1985), δηλαδή του ωκεανού Πίνδου-Κυκλάδων. Από το υπόβαθρο, στη Σκύρο απαντάται μόνο η κλαστική ιζηματογενής σειρά, στο κεντρικό τμήμα του νησιού. Ακολούθησε η ιζηματογένεση της ηπειρωτικής πλατφόρμας, ρηχή και ανθρακική από το Κατώτερο-Μέσο Τριαδικό έως το Ανώτερο Ιουρασικό, χωρίς ωστόσο να είναι επιβεβαιωμένη επακριβώς η ηλικία τους στη Σκύρο.

Τόσο η κλαστική σειρά (ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά), όσο και τα ανθρακικά πετρώματα εμφανίζουν αισθητή μεταμόρφωση, σε συνθήκες χαμηλής πρσινοσχιστολιθικής φάσης, ώστε σήμερα να απαντώνται ως ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί και μάρμαρα αντίστοιχα. Η μεταμόρφωση των κλαστικών οφείλεται σε ηφαιστειότητα του ΠερμοΤριαδικού και των ανθρακικών στην φάση ορογένεσης του Άνω Ιουρασικού-Κάτω Κρητιδικού (Μουντράκης, 1985) με την επώθηση του χώρου του Αξιού πάνω στην ανθρακική τράπεζα της Υποπελαγονικής ενότητας. Πρόκειται για την «σχιστο-ψαμμιτο-κερατολιθική διάπλαση», με οφιολιθικό mélange και μπλε σχιστόλιθους και μάρμαρα.

Μετά την ανάδυση κατά την ορογενετική φάση, ακολούθησε η επίκλυση του Άνω Κρητιδικού με την απόθεση σε ασυμφωνία, τόσο στην ενότητα Υποπελαγονική όσο και στους οφιόλιθους, ανθρακικής πλατφόρμας με ρουδιστές και φλύσχη στο Κατώτερο Παλαιογενές, οπότε και πραγματοποιήθηκε η δεύτερη φάση τεκτονισμού του Ηωκαίνου. Κατά τη φάση αυτή, τοποθετήθηκε και το κάλυμμα της ενότητας Σκύρου.

Στο Ανώτερο Μειόκαινο, η Σκύρος αποτελεί μέρος του ηφαιστειακού τόξου, με ανδεσίτη και δακίτη στο κεντρικό τμήμα, ενώ την ίδια περίοδο το βορειοανατολικό τμήμα βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της θάλασσας.

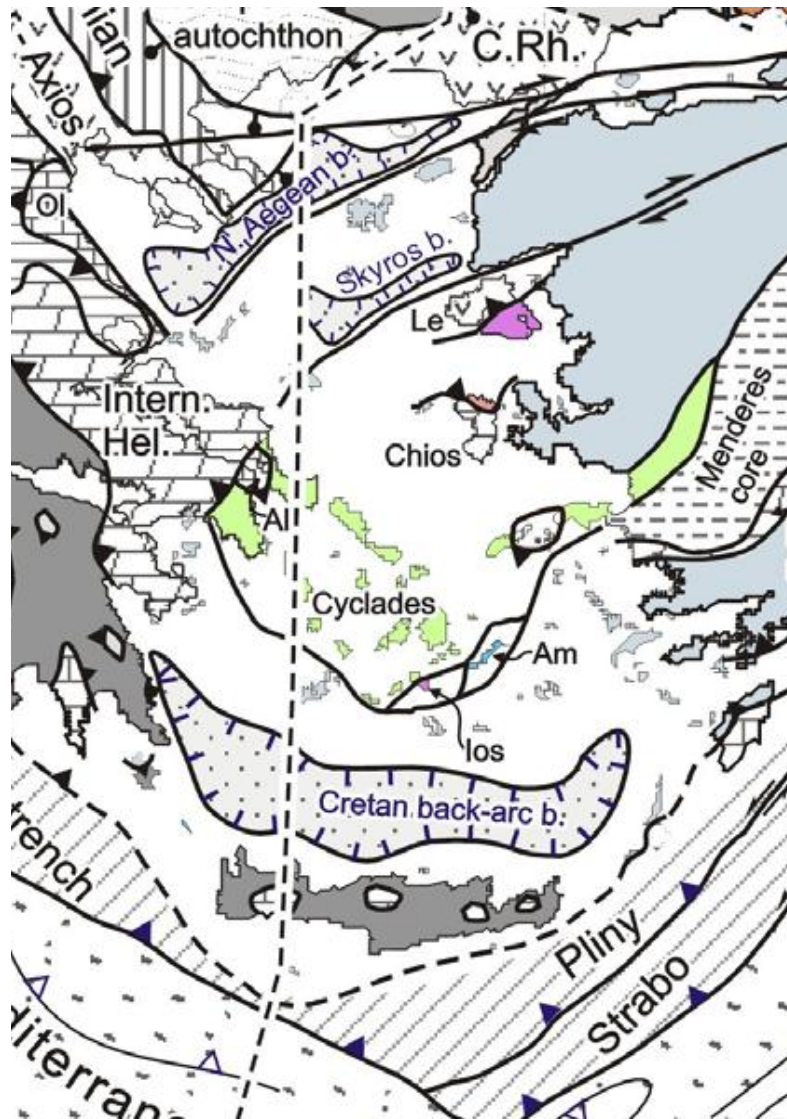
Τεκτονική

Διακρίνονται δύο συστήματα ρηγμάτων ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, που αντιστοιχούν στα δύο ορογενετικά επεισόδια των εσωτερικών ελληνίδων. Το πρώτο σύστημα συνδέεται με το ορογενετικό επεισόδιο στο Αν.Ιουρασικό-Κατ.Κρητιδικό κατά το οποίο συντελέστηκε παραμόρφωση και μεταμόρφωση της ρηχής ανθρακικής πλατφόρμας

και των φυλλιτών του Κατώτερου Μεσοζωικού από εντατικό πεδίο διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και συνορογενετικούς πλουτωνίτες και ηφαιστίτες (Μελέντης, 1974).

Το δεύτερο σύστημα, διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ συνδέεται με την τελική ορογενετική φάση των εσωτερικών Ελληνίδων, κατά την οποία η ενότητα τοποθετήθηκε επάνω στα τεκτοστρωματογραφικά πεδία Πίνδου-Κυκλάδων και Εξωτερικών Ελληνίδων και είναι αυτό που διαμορφώνει τεκτονικά τη Σκύρο, με τη μορφή παράλληλων μεταπτώσεων που τη διαιρούν σε τρία μορφολογικά τμήματα (Μελέντης, 1974).

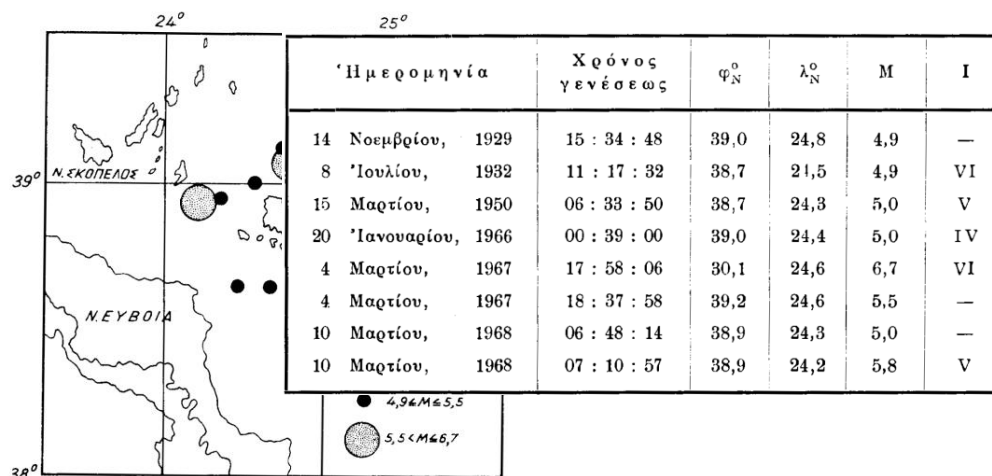
Η κύρια τεκτονική δομή, η οποία διατρέχει τη Σκύρο, είναι το οριζόντιο ολισθητικό ρήγμα του νότιου κλάδου του δυτικού τμήματος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας (Παπανικολάου, 2004). Η ενεργός τεκτονική και η σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής αποτελείται από δεξιόστροφα οριζόντιο ολισθητικά ρήγματα που συνδέονται με το ρήγμα αυτό και συντελούν σε περιστροφή της Σκύρου κατά 14°.



Χάρτης 9: Γεωτεκτονικός Χάρτης του Αιγαίου, όπου διακρίνεται το ρήγμα της Ανατολίας στη νήσο Σκύρο,
 Πηγή: Παπανικολάου και Κράνης, 2004

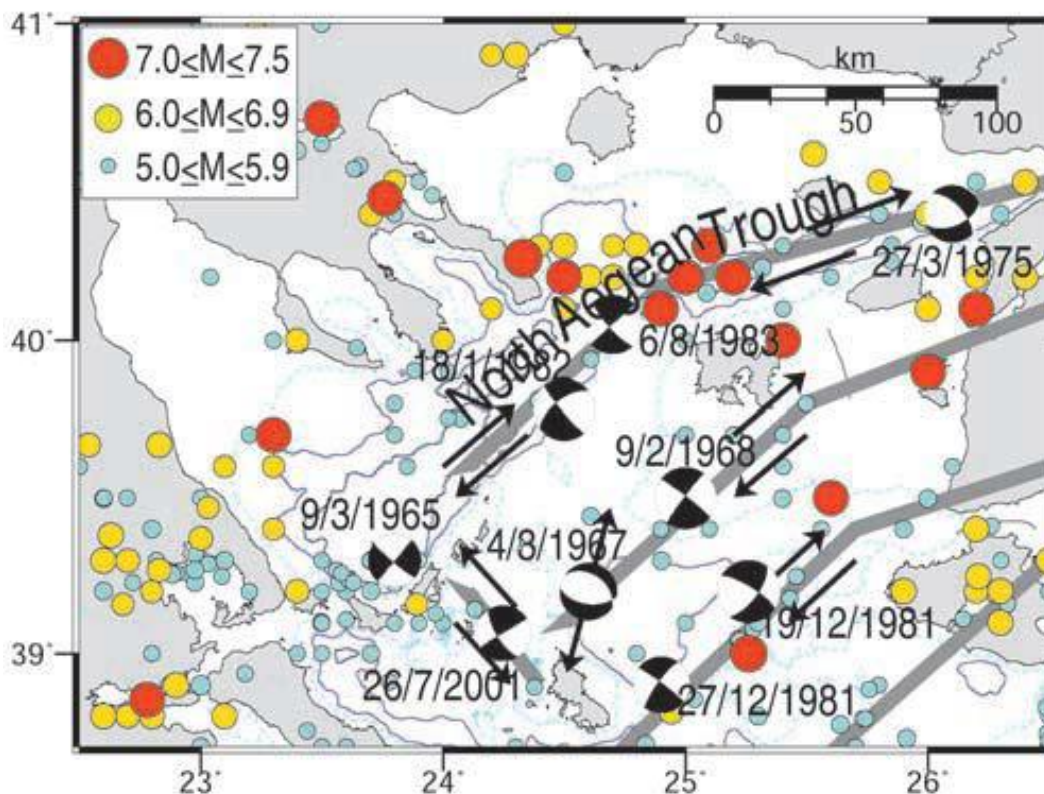
Σεισμικότητα

Καταγραφές για τη σεισμικότητα της Σκύρου υπάρχουν από το 1911 και αποτυπώνονται στις εικόνες που ακολουθούν. Τα επίκεντρα των σεισμών σε όλες τις καταγραφές βρίσκονται στον υποθαλάσσιο χώρο του νησιού και σε κάποια απόσταση από αυτό, γεγονός που έχει περιορίσει την εκδήλωση ζημιών στο χερσαίο τμήμα. Το σημαντικότερο γεγονός από άποψη επιπτώσεων – ζημιών συνέβη το 1981 (ΦΕΚ 20/Α/24.2.1982).



Εικόνα 14: Επίκεντρα και μεγέθη σεισμών σε ακτίνα 40km από την Σκύρο όπως καταγράφηκαν (Πίνακας) στο διάστημα παρατήρησης 1911 έως 1971, Πηγή: Μελέτης, 1974

Ο πιο πρόσφατος σεισμός στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εκδηλώθηκε στις 26 Ιουλίου του 2001, με μέγεθος 6,4 R, βάθος περίπου 13 Km και σε απόσταση μερικών χιλιομέτρων ΒΔ της Σκύρου (συντεταγμένες 38.99°B,24.36°A). Παρόλο που ο σεισμός ήταν ισχυρός, οι ζημιές που καταγράφηκαν στο νησί δεν ήταν σημαντικές, εξαιτίας της υποθαλάσσιας θέσης του επίκεντρου του σεισμού. Το σημαντικό ωστόσο του συγκεκριμένου σεισμικού γεγονότος είναι ότι, σε αντίθεση με τη συνήθη σεισμικότητα που συνδέεται με την περιοχή της Σκύρου, ο σεισμός αυτός συνδέεται με αριστερόστροφη οριζοντιολισθητική διάρρηξη, σε διεύθυνση κάθετη στις κύριες τεκτονικές γραμμές (*Roumelioti et al., 2003, 2004*) που δημιουργήσε ερωτήματα ως προς την ενεργοποίηση των παλαιότερων δομών διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.



Χάρτης 10: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Σκύρου, όπου διακρίνονται τα επίκεντρα και οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, που συνέβησαν από το 1965 έως το 2001. Με γκρι γραμμές αναπαρίστανται τα ρήγματα της περιοχής (Karakostas et al., 2003).

6.1.3 Κλιματικά – Μετεωρολογικά στοιχεία

Η Σκύρος παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος και όλες τις ενδιάμεσες κλιματικές διαφορές του Ελληνικού χώρου. Η μέση ετήσια θερμοκρασία στη Σκύρο ανέρχεται σε 16 °C με μέγιστη τιμή 25 °C τον Ιούλιο και ελάχιστη 6 °C τον Ιανουάριο. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα έχουν μέση ετήσια τιμή 600 mm με τη μέγιστη τιμή να σημειώνεται το μήνα Ιανουάριο και την ελάχιστη τον Ιούλιο (Παυλόπουλος κ.ά., 2004)

6.1.4 Χρήσεις γης

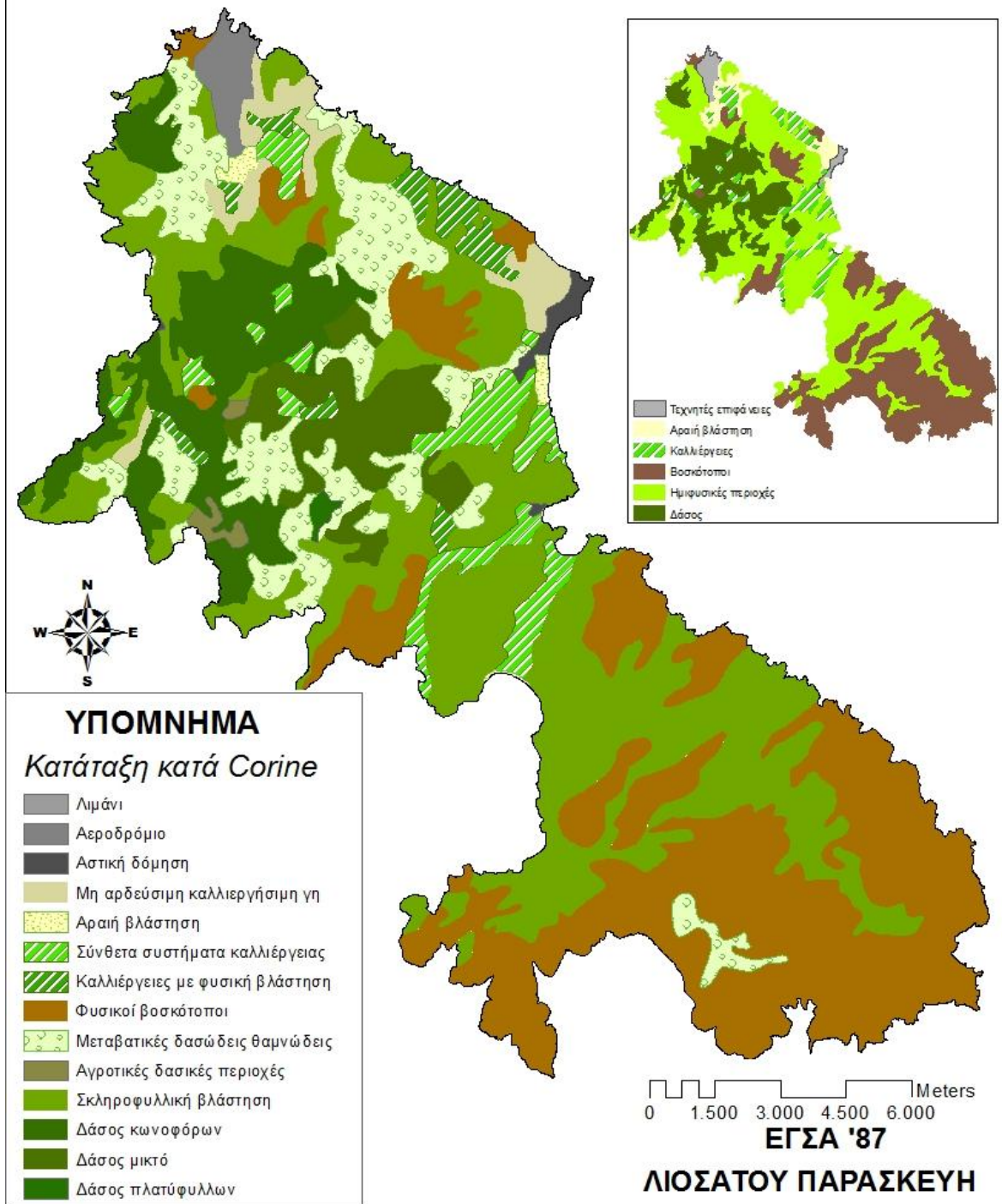
Τα στοιχεία για τις χρήσεις γης προέρχονται από το σύστημα κατάταξης Corine 2000 (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-clc2000-seamless-vector-database>) και προσωπική επεξεργασία κατά την εργασία υπαίθρου, όπου ήταν δυνατό.

Για την περιοχή μελέτης αναγνωρίστηκαν 13 κατηγορίες χρήσεων γης. Συγκεκριμένα περιλαμβάνουν την διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, αεροδρόμιο, μη αρδεύσιμη-αρόσιμη γη, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης, αγροτικές δασικές περιοχές, δάσος πλατυφύλλων, δάσος κωνοφόρων, μικτό δάσος, φυσικοί βοσκότοποι, σκληροφυλλική βλάστηση, μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις, εκτάσεις με αραιή βλάστηση.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Ποσοστό
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0,56
Αεροδρόμιο	1,27
Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	2,57
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	4,81
Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	2,09
Αγροτικές δασικές περιοχές	0,40
Δάσος πλατυφύλλων	0,20
Δάσος κωνοφόρων	9,71
Μικτό δάσος	5,28
Φυσικοί βοσκότοποι	29,77
Σκληροφυλλική βλάστηση	31,90
Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	10,98
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	0,46

Πίνακας 6: Χρήσεις γης και ποσοστό αυτών

ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ



Χάρτης 11: Χρήσεις γης

6.1.5 Χλωρίδα – Πανίδα – Βιοποικιλότητα

Στη Σκύρο υπάρχουν αρκετά σπάνια και προστατευόμενα είδη πανίδας. Χαρακτηριστικά είναι τα Σκυριανά αλογάκια, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία equus cabalus, είναι ύψους 0,90 – 1,10 μέτρων και ζουν σε ημιάγρια κατάσταση στην ημιορεινή νότια Σκύρο, συγκεκριμένα στην περιοχή Βουνό. Σήμερα διαβιούν περίπου 100 με 130 Σκυριανά αλογάκια, χωρίς συστηματική παρακολούθηση (Αειφορική Συμβουλευτική ΕΠΕ, 2005). Επίσης, υπάρχουν το υπό εξαφάνιση είδος μεσογειακής φώκιας, monachus – monachus. Στην περιοχή του όρους Κοχύλας, η οποία μαζί με την νοτιοανατολική βραχώδη περιοχή έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα NATURA 2000 (<http://natura2000.eea.europa.eu/#>) (Χάρτης 12) της Ε.Ε., ζουν σπάνια είδη πανίδας, όπως η Podarcis, ένα ενδημικό είδος σαύρας και το Silene fabararia, ένα είδος που έχει βρεθεί σε λιγότερες από 100 θέσεις σε όλη την Ευρώπη (Αειφορική Συμβουλευτική ΕΠΕ, 2005; Φωτιάδης Γ. & Βραχνάκης Μ., 2012).



Χάρτης 12: Η περιοχή Natura στη Σκύρο

6.2. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

6.2.1 Γενικά

Η γεωμορφολογική εξέλιξη μιας περιοχής αποτελεί την δυναμική διαδικασία μετάβασης από ένα περιβάλλον με συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά σ' ένα άλλο όπου κυριαρχούν διαφορετικές συνθήκες (*Pethic J., 1984*). Η μελέτη και η διερεύνηση της γένεσης και εξέλιξης των γεωμορφών, καθώς και των διεργασιών που τις διαμορφώνουν, αποτελεί μια πολύπλοκη συνθετική εργασία ενός πλήθους μεταβλητών παραγόντων δυναμικά αλληλεξαρτημένων.

Η παράκτια ζώνη αποτελεί ένα περιβάλλον που περιοδικά μπορεί να επηρεάζεται από διεργασίες υψηλής ενέργειας και δυναμικού, με αποτέλεσμα η εξέλιξη των γεωμορφών στον χώρο αυτό να είναι ταχύτατη, όπως και η εξέλιξη της μορφολογίας σε συνάρτηση με τον χρόνο. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κατά μήκος της ακτογραμμής μπορεί να διαφοροποιούνται ακόμη και από εποχή σε εποχή ανάλογα με τα ποσά ενέργειας που δέχεται. Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση συνίσταται στον εντοπισμό την αποτύπωση και την ανάλυση των παράκτιων γεωμορφών με σκοπό τον προσδιορισμό και την διερεύνηση των διαχρονικών φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών και των ανθρώπινων που έδρασαν κατά το παρελθόν, καθώς και εκείνων που δρουν σήμερα στην παράκτια. Σκοπός της λεπτομερούς απεικόνισης των γεωμορφών που παρατηρούνται κατά μήκος της ακτογραμμής που μελετήθηκε, δεν ήταν τόσο η εξέλιξη της περιοχής, όσο η καταγραφή της σημερινής κατάστασης και η σύνθεση της γεωμορφολογίας με τις ενδεχόμενες επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Ως παράκτιες γεωμορφές ορίζονται εκείνες που δημιουργούνται από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη. Οι παράκτιες γεωμορφές με βάση τα αίτια δημιουργίας τους διακρίνονται σε γεωμορφές (*Pethic J., 1984*)

- θαλάσσιας διάβρωσης,
- απόθεσης,
- και αιολικής προέλευσης.

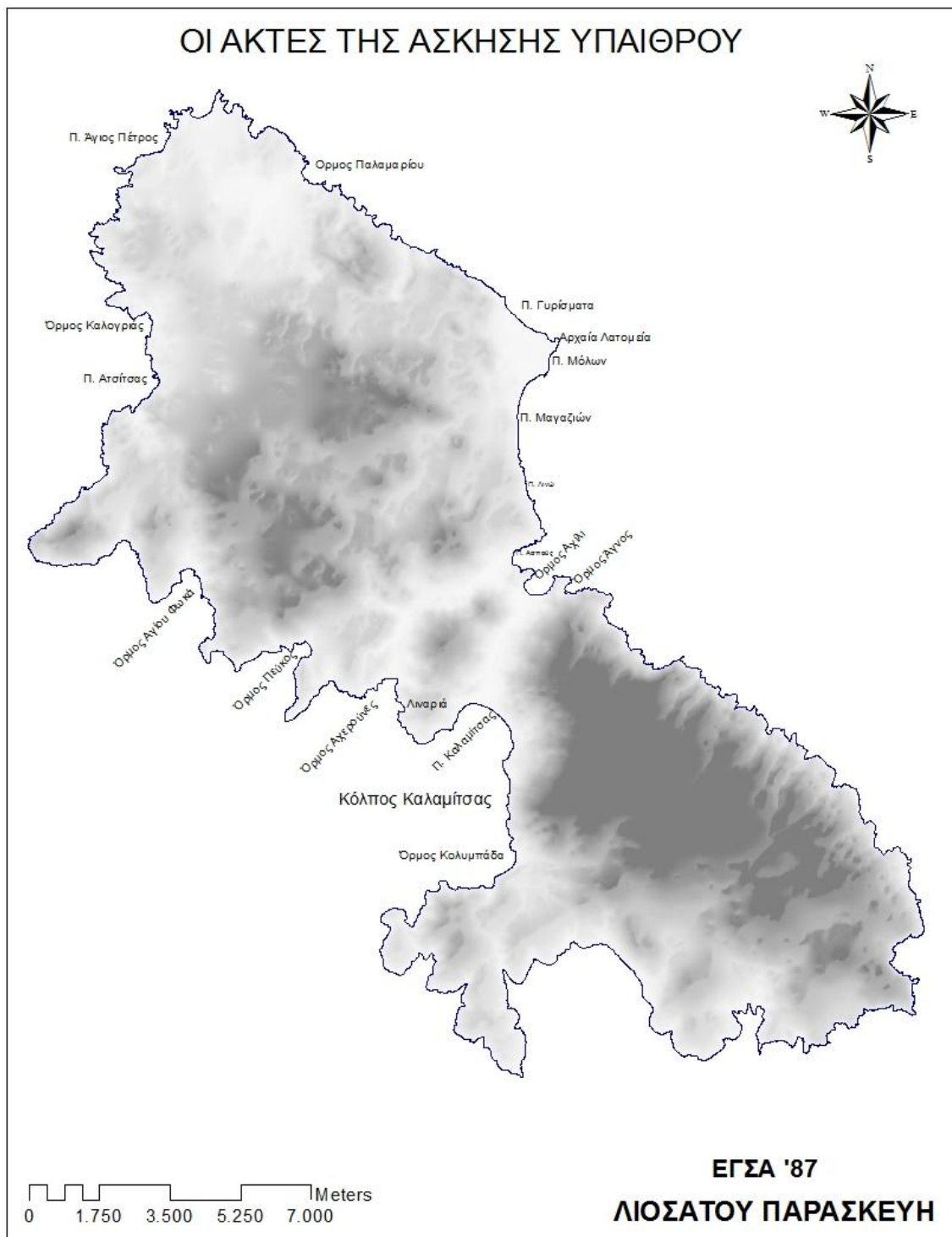
Η κατάταξη των γεωμορφών σε ένα συγκεκριμένο τύπο, είναι πολύ δύσκολο να γίνει, αφού η τελική τους διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης πολλών διεργασιών τόσο χερσαίων όσο και θαλάσσιων.

Η παράμετρος της γεωμορφολογίας στο δείκτη παράκτιας τρωτότητας (CVI) είναι ένας από τους έξι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να καταλήξουμε σε ένα αποτέλεσμα. Η γεωμορφολογία εκφράζει ουσιαστικά την απόκριση των διαφόρων τύπων των ακτών στη δράση του κύματος και ως εκ τούτου την διάβρωση. Η κατάταξη που γίνεται μέσω του δείκτη χωρίζει τις ακτές σε υποκατηγορίες, όπως φαίνονται στον Πίνακα 7. Ουσιαστικά μέσω αυτής της κατηγοριοποίησης, χωρίζονται οι παράκτιες περιοχές σε ζώνες υψηλής επικινδυνότητας, όπως μια ανοικτή αμμώδης παραλία και χαμηλής επικινδυνότητας, όπως κάθετες βραχώδεις ακτές. Ωστόσο, πολλές φορές υπάρχουν και άλλες παράμετροι που ο δείκτης δεν λαμβάνει υπόψη του (π.χ. κατοικίες, διάφορες άλλες κατασκευές κ.ά.).

Μεταβλητές	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Μορφολογία	Βραχώδεις ακτές, υψηλοί γκρεμοί	Μέσου ύψους κρημνοί	Χαμηλοί κρημνοί, αλλουβιακές πεδιαδες	Ακτές με κροκάλες, λιμνοθάλασσες	Νησιωτικά φράγματα, δέλτα, αμμώδεις ακτές

Πίνακας 7: Κατάταξη των γεωμορφών με βάση τον δείκτη CVI

Στην συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παράκτιων γεωμορφών που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης με τελικό σκοπό την κατηγοριοποίηση των ακτών ως προς τον δείκτη CVI. Για την αναγνώριση, τον εντοπισμό και την καταγραφή των παράκτιων γεωμορφών κατά μήκος της ακτογραμμής του νησιού, πραγματοποιήθηκε υπαίθρια παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση, από τις 24/02/2012 έως και τις 03/03/2012, η οποία επαναλήφθηκε στις 19 – 22 Αυγούστου 2012, καθώς λόγω κακών καιρικών συνθηκών την πρώτη φορά, δεν κατέστη δυνατό να χαρτογραφηθεί όλο το παράκτιο μέτωπο. Συνολικά οι ακτές στις οποίες έγινε άσκηση υπαίθρου απεικονίζονται στο παρακάτω Σκαρίφημα 1.



Σκαρίφημα 1 Οι ακτές της άσκησης υπαίθρου.

Στην συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παράκτιων γεωμορφών που εντοπίστηκαν στις περιοχές μελέτης με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για την κατηγοριοποίηση της παράκτιας ζώνης ως προς την ανταπόκριση τους στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με κριτήριο τις γεωμορφές.

6.2.2 Μεθοδολογία πεδίου

6.2.2.1 Συλλογή δεδομένων

Η διαδικασία της συλλογής, ταξινόμησης, επεξεργασίας και αξιολόγησης των δεδομένων που σχετίζονται με τη γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης έγινε ως εξής:

➤ Σε πρώτη φάση έγινε η συλλογή, μελέτη και αποδελτίωση της σχετικής βιβλιογραφίας, με σκοπό την ενημέρωση σχετικά με παλαιότερες προσεγγίσεις της περιοχής μελέτης.

➤ Σε δεύτερη φάση έγινε η συλλογή, χαρτών (τοπογραφικό, γεωλογικό, βυθομετρικό, χρήσεων γης κ.ά.) σε διάφορες κλίμακες, καθώς και δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες με σκοπό την επεξεργασία τους (ηλεκτρονικά).

➤ Η τρίτη φάση περιλάμβανε την επιτόπια έρευνα στην περιοχή μελέτης.

6.2.2.2 Επιτόπια έρευνα στην περιοχή μελέτης

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της περιγραφικής γεωμορφολογικής ανάλυσης (*Παυλόπουλος κ.ά., 2009; Παυλόπουλος, 2011*). Η μέθοδος αυτή βασίζεται κυρίως στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών για τις γεωμορφές, οι οποίες απεικονίζουν την πραγματική υπάρχουσα κατάσταση του παράκτιου περιβάλλοντος της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους γεωμορφολογικούς παράγοντες και τις συνθήκες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν το ανάγλυφο αυτής.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση αποτελεί την υπό κλίμακα αποτύπωση της συλλογής των πληροφοριών και των χαρακτηριστικών των γεωμορφών (*Παυλόπουλος, 2011*). Στην συνέχεια ακολουθεί

- 1) αναγνώριση,
- 2) καταγραφή και αποτύπωση, λεπτομερής χαρτογράφηση γεωμορφών που εμφανίζονται στις ακτές,

3) συσχέτιση των γεωμορφών με τις διεργασίες δημιουργίας και εξέλιξης τους.

Η επιτόπια έρευνα πραγματοποιήθηκε από τις 24 Φεβρουαρίου του 2012 έως και τις 3 Μαρτίου 2012 και επαναλήφθηκε στις 19 – 22 Αυγούστου 2012, αφού την πρώτη φορά οι καιρικές συνθήκες ήταν πολύ άσχημες και δεν επέτρεπαν την πρόσβαση σε όλη την περιοχή μελέτης. Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε όλη η ακτογραμμή της Νήσου Σκύρου, με συνολικό μήκος 134 χλμ. Πραγματοποιήθηκε λεπτομερής χαρτογράφηση της περιοχής, κατεγράφησαν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπου υπήρχαν. Η χρήση GPS κρίθηκε απαραίτητη, καθώς επίσης και η επιτόπου καταγραφή των στιγμάτων και των γεωμορφών πάνω σε τοπογραφικό υπόβαθρο 1:5000. Επίσης πριν την άσκηση υπαίθρου δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων σε excel (διαθέσιμο στο Παράρτημα ΙΙ), όπου περιλάμβανε όλα τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονταν, έτσι ώστε να γίνεται άμεσα και η κατηγοριοποίηση των γεωμορφών, όπως αυτές απαιτούνται από το δείκτη CVI. Σε κάθε περίπτωση λαμβάνονταν και φωτογραφίες, όπου επίσης σημειώνονταν άμεσα στη βάση δεδομένων, σε ποια περιοχή αντιστοιχούσαν. Σε τελικό στάδιο εκτιμήθηκε ο όγκος των πληροφοριών που συλλέχθηκαν κατά την επιτόπια έρευνα και αναλύθηκαν όλα τα δεδομένα.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι η σύνθεση των αποτελεσμάτων της παράκτιας χαρτογράφησης με σκοπό την κατανόηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της περιοχής, καθώς και των παραγόντων που επέδρασαν σε συνάρτηση με τον χρόνο. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτή η μέθοδος απεικονίζει πάντα μια πραγματική κατάσταση, όπου οι γεωμορφές παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες και ιδιομορφίες ανεξάρτητα με το εάν ανήκουν σε μία συγκεκριμένη κατηγορία.

6.2.3 Παράκτιες γεωμορφές

Στην περιοχή μελέτης κύρια μορφολογική γεωμορφή αποτελούν κυρίως οι θαλάσσιοι κρημνοί, χαμηλοί (1 – 3m) και υψηλοί (3m και πάνω) (Φωτογραφίες 3, 4, 5, 6) σε όλο το παράκτιο μέτωπο του νησιού. Ειδικότερα η νοτιοανατολική μεριά του νησιού αποτελείται μόνο από κρημνούς, και δεν υπάρχει πρόσβαση από τη χέρσο. Σε αυτή την πλευρά του νησιού χαρακτηριστική είναι η ανυπαρξία αιγιαλών, όπως προκύπτει από τον τοπογραφικό χάρτη της γης, τις αεροφωτογραφίες και τη δορυφορική εικόνα από το googlemap, καθώς

δεν υπήρχαν τα διαθέσιμα μέσα (πλοιάριο), ώστε να διαπιστωθούν και να ληφθούν φωτογραφίες και κατά την άσκηση υπαίθρου. Το γεγονός της ανυπαρξίας αιγιαλών, έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή διάβρωση τους από τον κυματισμό. Οι θαλάσσιοι κρημνοί αποτελούν την κυριότερη παράκτια γεωμορφή θαλάσσιας διάβρωσης (*Haslett S., 2000, Καρύμπαλης, 2010*), που έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την απότομη αλλαγή στην μορφολογική κλίση. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός παράκτιου κρημνού όπως η κλίση, η ύπαρξη ή όχι υλικού μπροστά από αυτόν καθώς και οι ρυθμοί υποχώρησής του εξαρτώνται από την λιθολογική σύσταση και συνεκτικότητα των πετρωμάτων στα οποία δημιουργείται (*Pethic J., 1984; Καρύμπαλης, 2010*).

Άλλο ένα χαρακτηριστικό είναι οι ακτόλιθοι (beachrocks), όπου απαντώνται σε όλο το μήκος του παράκτιου μετώπου βορειανατολικά, από την παραλία του Παλαμαρίου έως το λιμάνι Αχίλι, τόσο κατά μήκος της ακτογραμμής όσο και υποθαλάσσια. Σε αυτή τη μεριά αποτελούν το κύριο γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό. Επιπλέον κατά θέσεις εμφανίζονται σειρές ακτόλιθων, τόσο βυθισμένων όσο και ανυψωμένων τεμαχίων. Στην επιφάνεια τους εμφανίζουν οπές ή κοιλότητες, όπου πιθανότατα οφείλονται σε βιοχημικές διεργασίες, αλλά και συστήματα διακλάσεων τα οποία μπορεί να οφείλονται, σε τεκτονικούς παράγοντες, στη μηχανική δράση των κυμάτων και στη βαρύτητα. Εντοπίστηκαν επίσης και πολλές σπασμένες πλάκες.

Κατά την παράκτια χαρτογράφηση αιγιαλοί εντοπίστηκαν κατά θέσεις σε αρκετά σημεία της ακτογραμμής. Η δημιουργία τους οφείλεται στην απόθεση των στερεών υλικών, που προήλθαν από την αποσάθρωση και την διάβρωση γειτονικών χερσαίων περιοχών που μεταφέρονται στις ακτές με την επίδραση των κυμάτων και των παράκτιων ρευμάτων. Οι αιγιαλοί αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα ποικίλης κοκκομετρίας (από λεπτόκοκκη άμμο μέχρι κροκάλες) και εκτείνονται από τη μέση χαμηλή στάθμη της θάλασσας έως το σημείο που παρατηρείται αλλαγή στη μορφολογία ή στη βλάστηση προς την ξηρά. Οι αιγιαλοί είναι δυναμικές γεωμορφές που μπορούν να προσαρμόζουν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (εύρος, μήκος, κλίση) στις αλλαγές της κυματικής ενέργειας (*Pethic J., 1984; Καρύμπαλης, 2010*). Παρατηρήθηκαν ουσιαστικές διαφορές σε ότι αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού των αιγιαλών της περιοχής μελέτης μεταξύ του βορειανατολικού και του βορειοδυτικού και νοτιοανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης. Στο βορειοανατολικό τμήμα οι αιγιαλοί είναι μεγαλύτερου μήκους και αποτελούνται από λεπτόκοκκο κυρίως

υλικό και ακτόλιθους. Στο βορειοδυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού, οι αιγιαλοί είναι μικρότεροι σε μήκος και αποτελούνται από χονδρόκοκκο ή και ανάμεικτο υλικό.

Στην περιοχή μελέτης εντοπίστηκαν και έλη. Παράκτιο έλος είναι μια χαμηλή περιοχή που καλύπτεται μόνιμα ή περιοδικά από γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό νερό και συνήθως διαθέτει βλάστηση από υδρό-βιοφυτά (*Pethic J., 1984; Καρύμπαλης, 2010*).

Στην παράκτια ζώνη εντοπίστηκαν σε αρκετές παραλίες και θίνες. Οι αμμοθίνες ή θίνες, είναι μικροί λόφοι από άμμο που συνήθως βρίσκονται στις παράκτιες περιοχές. Αποτελούν σημαντικό οικότοπο στη μεταβατική ζώνη θάλασσας και ξηράς και δημιουργούνται από τις διεργασίες της διάβρωσης και της απόθεσης της άμμου στην παράκτια ζώνη. Οι θίνες, εξαιτίας της αμμώδους σύστασής τους, αποτελούν ασταθή, αλλά δυναμική γεωμορφολογική ενότητα, συνήθως της παράκτιας ζώνης. Η γένεση και η διατήρησή τους εξαρτάται από τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τη δράση του κυματισμού στην παράκτια ζώνη και τη προσφορά-διαλογή των υλικών της διάβρωσης, αλλά και από την προσφορά υλικών (*Pethic J., 1984; Καρύμπαλης, 2010*).

Επίσης κατεγράφησαν και πολλές ανθρώπινες παρεμβάσεις σχεδόν σε όλο το νησί στην παράκτια περιοχή, αλλά και αρχαιότητες.



Φωτογραφία 3: Απότομοι κρημνοί κατά μήκος της διαδρομής από Λινώ προς τη Χώρα (Σκύρος)



Φωτογραφία 4: Απότομοι κρημνοί στον όρμο Άγνο



Φωτογραφία 5: Απότομο κρημνοί στη διαδρομή από Καλαμίτσα προς τον όρμο Κολυμπάδας



Φωτογραφία 6: Απότομοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίσσας

Στην συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παράκτιων γεωμορφών που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης, ανά παραλία, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για την κατηγοριοποίηση της παράκτιας ζώνης ως προς την ανταπόκριση τους στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με κριτήριο τις γεωμορφές.

Όρμος Παλαμαρίου –Β.Α του νησιού

Στην παραλία του Παλαμαρίου, όπου βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά του νησιού απαντώνται 3 κύρια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά: παράκτιες αμμώδεις θίνες, ακτόλιθοι και αιγιαλός μικρής κλίσης από λεπτόκοκκο αμμώδες ίζημα.

Τμήμα του αιγιαλού στον όρμο του Παλαμαρίου αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό. Στην διαμόρφωση του αιγιαλού (Φωτογραφία 7) βοήθησε σημαντικά η ύπαρξη ακτόλιθων, όπου εκτείνονται σε ένα σημαντικό κομμάτι κατά μήκος του αιγιαλού, αλλά και υποθαλάσσια, περιορίζοντας σημαντικά την κυματική ενέργεια που καταλήγει στην ακτή. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την προσφορά λεπτομερούς υλικού από την κοίτη του

ρέματος περιοδικής ροής που εκβάλλει στον όρμο (Φωτογραφία 8), συντέλεσε στην ανάπτυξη του αιγιαλού, με λεπτομερές υλικό.

Επιπλέον στην περιοχή, χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση ασβεστιτικών ψαμμιτών (αιολιανιτών), που καλύπτουν σε αρκετές θέσεις το σχηματισμό του Νεογενούς. Η παράκτια πεδιάδα των εκβολών του ρέματος καλύπτεται από χαλαρές Ολοκαινικές αμμώδεις αποθέσεις. Η άφθονη άμμος, που πιθανά προέρχεται από την αποσάθρωση των ασβεστιτικών ψαμμιτών και τη διάβρωση των ακτών, αναδιανέμεται από το σύγχρονο ανεμολογικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής του όρμου σχηματίζοντας θίνες που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση της παράκτιας πεδιάδας ενώ καλύπτουν ακόμη και τους ασβεστιτικούς σχιστόλιθους σε υψόμετρο 30 m (Παυλόπουλος κ.ά., 2004) (Φωτογραφία 7), οι οποίες δημιουργήθηκαν πιθανά από την αλληλεπίδραση του ανέμου με το αμμώδες ίζημα της παραλίας. Η ουσιαστική διαφορά των παράκτιων αμμώδων θινών από τις υπόλοιπες γεωμορφές, έγκειται στο ότι ο σχηματισμός τους οφείλεται στη δράση του ανέμου και όχι του νερού (Καρύμπαλης, 2010).



Φωτογραφία 7: Αιγιαλός από λεπτόκοκκο υλικό και αιολικές θίνες στην παραλία του Παλαμαρίου



Φωτογραφία 8: Κοίτη ρέματος ρέμα που καταλήγει στην παραλία

Επιπλέον στην παραλία εντοπίστηκε και έλος (Φωτογραφία 9)



Φωτογραφία 9: Έλος στην παραλία του Παλαμαρίου

Στη παραλία του Παλαμαρίου συναντάμε και ακτόλιθους. Πιο συγκεκριμένα στο χερσαίο κομμάτι εκτείνετε μία ενιαία πλάκα στο βόρειο μέρος του όρμου με πολλές αυλακώσεις και αρκετά σπασμένα κομμάτια (Φωτογραφία 10), ενώ υποθαλάσσια απαντώνται κατά μήκος σχεδόν όλης της ακτογραμμής φτάνοντας σε πολλά σημεία φτάνουν μέχρι το βάθος των -2,90 m (Pavloroulos et al, 2007)(Φωτογραφία 11).



Φωτογραφία 10: Χερσαίοι ακτόλιθοι στην παραλία του Παλαμαρίου



Φωτογραφία 11: Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι στην παραλία του Παλαμαρίου

Επίσης στην περιοχή υπάρχει και ένας νεολιθικός οικισμός της Πρώιμης και Μέσης Χαλκοκρατίας, που χρονολογείται από την 3^η χιλιετία π.Χ. (Φωτογραφία 12) Ο οικισμός έχει διατηρηθεί σε έκταση 17 πυκνοδομημένων στρεμμάτων, το συνολικό του μέγεθος όμως ήταν σχεδόν διπλάσιο. Κύριο στοιχείο της ανάδειξης αποτελεί η σωζόμενη σε μήκος περί τα 200 μέτρα, λιθόκτιστη σε όλη της την έκταση, οχύρωση η οποία αποτελείται από το ισχυρό τείχος με τους πεταλόσχημους προμαχώνες και τα προτειχίσματα και ενισχύεται στη μία πλευρά με αμυντική τάφρο. Πρόκειται για ένα μοναδικό, μέχρι στιγμής, σε πληρότητα μορφής και σε διατήρηση δείγμα των οχυρώσεων αυτού του τύπου, οι οποίες διαδόθηκαν στο Αιγαίο από τα μέσα περίπου της 3ης π.Χ. χιλιετίας.



Φωτογραφία 12: Αεροφωτογραφία του οικισμού, Πηγή
<http://www.tdpeae.gr/index.php?ID=8TReZqbOv56KwJkn>

Παραλία Γυρίσματα – Β.Α του νησιού

Στην παραλία Γυρίσματα σε όλο το μήκος του αιγιαλού το υλικό είναι λεπτόκοκκο (Φωτογραφία 13). Μεγάλη έκταση στην παραλία των Γυρισμάτων (κυρίως στο βόρειο και στο νότιο τμήμα του αιγιαλού) καταλαμβάνεται από πάρα πολλές πλάκες ακτολίθων, χερσαίες αλλά και υποθαλάσσιες (ανυψωμένες και μη) (Φωτογραφίες 14, 15, 16). Αναφορικά με τις χερσαίες πλάκες, είναι εμφανής η κλίση τους προς τη θάλασσα. Δεν κατέσται δυνατό να διαπιστώσουμε, αλλά και να μάθουμε αν στο κεντρικό τμήμα του αιγιαλού, υπήρχαν πλάκες ακτόλιθων, οι οποίες αφαιρέθηκαν. Σε ένα σημείο εντοπίστηκε κοίτη ρέματος περιοδικής ροής, όπου έχει υποστεί και ανθρώπινες επεμβάσεις, οι οποίες

έχουν καταστραφεί (Φωτογραφία 17). Ο χωματόδρομος που εκτείνεται κατά μήκος της παραλίας, παρουσιάζει έντονα στοιχεία διάβρωσης (Φωτογραφία 18).



Φωτογραφία 13: Ο αιγιαλός στην παραλία Γυρίσματα προς τη νότια πλευρά



Φωτογραφία 14: Ο αιγιαλός στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα με πλάκες ακτόλιθων



Φωτογραφία 15: Ανυψωμένοι ακτόλιθοι



Φωτογραφία 16: Βυθισμένοι ακτόλιθοι



Φωτογραφία 17: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία. Εμφανής είναι η καταστροφή στην κατασκευή, που είχε γίνει για τη διεύθετησή του



Φωτογραφία 18: Ο χωματόδρομος στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα

Επιπλέον, στην παραλία παρατηρείται οικιστική ανάπτυξη, αλλά και θίνες που αναπτύσσονται στην περιοχή (Φωτογραφία 19). Επιπλέον σε πολλά σημεία έχουν σπάσει τους ακτόλιθους, ώστε να έχουν ασφαλή πρόσβαση στη θάλασσα.



Φωτογραφία 19: Παραλία Γυρίσματα. Στη φωτογραφία αριστερά φαίνονται κτίσματα κατά μήκος του αιγιαλού, καθώς και οι θίνες που δημιουργούνται στην περιοχή (μέσα στον κόκκινο κύκλο). Στη φωτογραφία δεξιά φαίνονται οι σπασμένες πλάκες.

Στην περιοχή έχουν εντοπιστεί και υπολείμματα από ένα αρχαία λατομείο (και σε πολλές ακόμα θέσεις στο νησί, όπως Παλαμάρι, όρμος Αχίλι κ.α.), το οποίο βρίσκεται σήμερα πλημμυρισμένο (Φωτογραφία 20).



Φωτογραφία 20: Αρχαία Λατομεία

Περιοχή Μώλος – Β.Α Του νησιού



Φωτογραφία 21: Πανοραμική άποψη της παραλίας Μώλος και του λιμανιού

Στην περιοχή του Μώλου (Φωτογραφία 21), ο αιγιαλός όπου έχει διαμορφωθεί αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό (Φωτογραφία 22β). Στην περιοχή κατά μήκος του αιγιαλού έχουν κτιστεί και αρκετές κατοικίες (Φωτογραφίες 22α & β).

Επίσης στην παραλία εντοπίστηκαν και θίνες (Φωτογραφία 22β)



Φωτογραφία 22: Παραλία Μώλου, α) κτίσματα στην παραλία (φωτογραφία αριστερά), β) κτίσματα στην παραλία. Εμφανής είναι και οι θίνες που απαντώνται στην παραλία (μέσα στον κόκκινο κύκλο)

Επιπλέον σε όλο το μήκος του αιγιαλού απαντώνται πλάκες ακτόλιθων, τόσο χερσαίων κατά μήκος της ακτής, όσο και υποθαλάσσιων (ανυψωμένες και μη) (Φωτογραφίες 23, 24 & 25). Οι πλάκες έχουν υποστεί ανθρώπινες παρεμβάσεις, αφού οι κάτοικοι τις περιοχής έχουν φτιάξει κατασκευές για την πρόσδεση των βαρκών, όπως το τσιμεντένιο τοιχίο κάθετο στην ακτογραμμή αλλά και οπές για την ασφάλιση των πλοιαρίων (Φωτογραφίες 26α & β).

Σημαντικό γεγονός που θα πρέπει να αναφερθεί είναι ότι κατά την άσκηση υπαίθρου και ειδικότερα κατά την διαδικασία εξαγωγής δείγματος από πλάκα ψηφιδοπαγούς αιγιαλού στην περιοχή, οι κάτοικοι ήταν ανήσυχοι, αφού πίστεψαν ότι γίνονται μελέτες για την αφαίρεση τους. Μάλιστα χαρακτηριστικά αναφέρονε «τα βράχια μας, μας προστατεύουν από τα κύματα».



Φωτογραφία 23: Αιγιαλός Μώλου με πλάκες ακτόλιθων



Φωτογραφία 24: Αιγιαλός Μώλου με πλάκες ακτόλιθων



Φωτογραφία 25: Πλάκα ψηφιδοπαγούς αιγιαλού στην παραλία Μώλος



Φωτογραφία 26: Πλάκες ακτόλιθων όπου έχουν υποστεί και παρέμβασεις, προκειμένου να δένονται οι βάρκες.

Ωστόσο, η κυριότερη ανθρωπογενής επέμβαση είναι οι λιμενικές εγκαταστάσεις (Φωτογραφία 27), όπου χρησιμοποιούνται για αλιευτικές δραστηριότητες, για την εξυπηρέτηση των αναγκών του ομώνυμου οικισμού. Οι εργασίες για την κατασκευή του λιμανιού άρχισαν το 1960 από τους ψαράδες της περιοχής. Αρχικά, το λιμανάκι ήταν κλειστό από τη μία πλευρά με αποτέλεσμα το νερό να μην ανανεώνεται. Το 2004 οι αρχές κατασκεύασαν στη θέση του κλεισίματος του λιμανιού ένα γεφυράκι (Φωτογραφία 28), με σκοπό να επιτύχουν καλή κυκλοφορία του νερού.



Φωτογραφία 27: Το λιμάνι στην παραλία του Μώλου



Φωτογραφία 28. Το λιμάνι του Μώλου.

Παραλία Μαγαζιών – Β.Α του νησιού

Στην παραλία των Μαγαζιών, ο αιγιαλός όπου έχει διαμορφωθεί αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό. Η σημαντικότερη ανθρώπινη επέμβαση στην παραλία των Μαγαζιών (Φωτογραφία 29), όπου είναι και η παραλία της χώρας, είναι η οικιστική ανάπτυξη, που περιλαμβάνει κατοικίες, ξενοδοχεία, παραθαλάσσιες ταβέρνες (Φωτογραφία 30), καθώς και το απαραίτητο για την εξυπηρέτησή τους, οδικό δίκτυο. Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκε καταπάτηση του αιγιαλού.



Φωτογραφία 29: Αμμόδες υλικό στην παραλία των Μαγαζιών



Φωτογραφία 30: Κτίσματα στην παραλία των Μαγαζιών

Στην παραλία καταλήγει και ρέμα (Φωτογραφία 31), όπου παρατηρήθηκαν περιπτώσεις κτισμάτων που έχουν χτιστεί πλευρικά αυτού (Φωτογραφία 32).



Φωτογραφία 31: Η κοίτη που καταλήγει στην παραλία των Μαγαζιών



Φωτογραφία 32: Η κοίτη που καταλήγει στην παραλία των Μαγαζιών, όπου φαίνονται και κτίσματα που έχουν χτιστεί παραπλεύρως αυτής

Σε όλο το μήκος της παραλίας παρατηρήθηκε κατά θέσεις επεμβάσεις με κατασκευές από τσιμέντο, που μπορούν να διακριθούν σε έργα παράλληλα και κάθετα στην ακτογραμμή. Στην παραλία αυτή εντοπίστηκαν κατά μήκος της ακτογραμμής αγωγοί λυμάτων (Φωτογραφία 33). Πρόκειται για αγωγούς οι οποίοι αποθέτουν αστικά λήμματα στην παραλία, εσωτερικά των λιμανιών ο οποίος είναι και ο πιθανός λόγος της εμφάνισης φαινομένων ευτροφισμού κατά μήκος της ακτογραμμής.



Φωτογραφία 33:
Αγωγός λυμάτων που καταλήγει στη θάλασσα



Φωτογραφία 34:
Αμμοπαγίδες για τη προστασία της παραλίας

Επιπλέον, έχουν γίνει και έργα για την προστασία της παραλίας από τον κυματισμό (αμμοπαγίδες – Φωτογραφία 34 & 35). Τα έργα αυτά γίνανε, αφού είχαν αφαιρεθεί οι ακτόλιθοι που υπήρχαν στην παραλία.



Φωτογραφία 35: Πανοραμική άποψη της Παραλίας των μαγαζιών. Μέσα στον κόκκινο κύκλο φαίνονται και οι αμμοπαγίδες

Παραλία Λινώ

Ένας μικρός αιγιαλός έχει διαμορφωθεί στην περιοχή της Λινούς, ο οποίος αποτελείται από αδρομερές υλικό (Φωτογραφία 36). Η σύσταση του οφείλεται εκτός από τον κυματισμό και στο ρέμα που καταλήγει σε αυτήν. Η ανθρωπογενείς επεμβασεις προκειμένου να περάσει ο δρόμος που οδηγεί στη χώρα, είναι εμφανής, ωστόσο φαίνεται ότι το ρέμα δεν καθαρίζεται (Φωτογραφία 37).



Φωτογραφία 36: Η παραλία της Λινούς. Φαίνεται και το ρέμα που καταλήγει στην παραλία



Φωτογραφία 37: Ανθρωπογενής παρέμβαση προκειμένου να διευθετηθεί η κοίτη και να περάσει ο δρόμος, όπου αποτελεί τον κύριο οδικό άξονα που πηγαίνει προς τη Χώρα

Παραλία Ασπούς

Στην περιοχή της Ασπούς ο αιγιαλός που έχει διαμορφωθεί, αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό. Λίγες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, που αφορούν σε κατοικίες εντοπίστηκαν στην περιοχή (Φωτογραφία 38).

Παράκτια έλος εντοπίστηκε στην παραλία της Ασπούς. Το έλος που εντοπίστηκε στην περιοχή αυτή είναι αρκετά εκτεταμένο και το επίμηκες φράγμα αποτελείται αποκλειστικά από άμμο (Φωτογραφία 38). Την περίοδο παρατήρησης το παράκτιο έλος δεν ήταν προσβάσιμο. Στην παραλία καταλήγει και ρέμα (Φωτογραφία 39)



Φωτογραφία 38: Η παραλία της Ασπούς. Στον κόκκινο κύκλο φαίνεται το έλος.



Φωτογραφία 39: Το ρέμα που καταλήγει στην παραλία της Ασπούς

Επίσης η περιοχή χαρακτηρίζεται από κρημνούς μεγάλης κλίσης, όπου επίσης έχουν υποστεί ανθρώπινη παρέμβαση (τσιμεντένια σκάλα – Φωτογραφία 40).



Φωτογραφία 40: Παράκτιοι κρημνοί στην παραλία της Ασπούς

Λιμάνι Αχιλίου

Το λιμάνι άρχισε να κατασκευάζεται στα τέλη του 1980, από τις τοπικές αρχές σε συνεργασία με τον ΕΟΤ. Το λιμάνι προοριζόταν για ελλιμένιση πολυτελών σκαφών, ώστε να προσελκύει πλούσιους τουρίστες. Ωστόσο δεν τελείωσαν ποτέ οι εργασίες και οι κακοτεχνίες είναι εμφανείς. Αποκαλείται από τους ντόπιους λιμάνι – φάντασμα. Κάποιες λιγαστές ψαρόβαρκες που υπάρχουν θυμίζουν ότι αυτό ίσως γινόταν λιμάνι. Ωστόσο το εν δυνάμει λιμάνι, ούτε οι ντόπιοι το χρησιμοποιούν, καθώς από μαρτυρίες κάποιων ντόπιων τα κύματα φτάνουν το 1,5m (Φωτογραφίες 41, 42 & 43).



Φωτογραφία 41: Λιμάνι Αχιλίου



Φωτογραφία42: Παράκτιοι κρημνοί στο λιμάνι



Φωτογραφία43: Λιμάνι Αχιλίου

Νότια και Νοτιοανατολικά του νησιού

Όλη η νότια και νοτιοανατολική πλευρά του νησιού χαρακτηρίζεται από κατακόρυφους κρημνούς μεγάλης κλίσης (Φωτογραφίες 44 & 45, το φωτογραφικό υλικό διατέθηκε από την επιβλέπουσα καθηγήτρια Ν. Ευελπίδου)



Φωτογραφία 44: Παράκτιοι κρημνοί στη νότια πλευρά του νησιού



Φωτογραφία 45: Παράκτιοι κρημνοί στη νότια πλευρά του νησιού

Όρμος Κολυμπάδα – Ν.Α του νησιού

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από απότομους κρημνούς (Φωτογραφία 46) Ο αιγιαλός που έχει διαμορφωθεί στην περιοχή αποτελείται από χονδρόκοκκο υλικό (Φωτογραφία 47). Στην παραλία δεν εντοπίστηκαν ιδιαίτερες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και αυτές αφορούν μόνο σε δύο κτίσματα, που βρίσκονται εκεί.



Φωτογραφία 46: Η παραλία της Κολυμπάδας από ψηλά



Φωτογραφία 47: Ο αιγιαλός στην παραλία της Κολυμπάδας

Περιογή Καλαμίτσα – Δ. του νησιού

Κατά την παράκτια χαρτογράφηση ο αιγιαλός που εντοπίστηκε στην περιοχή της Καλαμίτσας είναι ενιαίος και μεγάλος. Ωστόσο παρατηρήθηκαν διαφορές σε ότι αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού του αιγιαλού μεταξύ του βόρειου και του νότιου τμήματος της περιοχής. Τμήμα του αιγιαλού που αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό εντοπίστηκε στο βόρειο τμήμα του αιγιαλού, που βρίσκεται κατά μήκος του αλλουβιακής

πεδιάδας (Φωτογραφία 48 & 49), ενώ στο νότιο τμήμα το υλικό είναι χονδρόκοκκο (Φωτογραφία 50). Την περίοδο παρατήρησης το υλικό του αιγιαλού στο νότιο τμήμα ήταν ασβεστολιθικές κροκάλες αρκετά μεγάλου μεγέθους, που πιθανά προέρχονται από τον κυματισμό και το παράκτιο ρεύμα. Στην περιοχή υπάρχει και ένας υγροβιότοπος (Φωτογραφία 51).



Φωτογραφία 48: Παραλία Καλαμίτσας, περιοχή όπου αλλάζει το υλικό



Φωτογραφία 49: Αλλουβιακή πεδιάδα στην περιοχή της Καλαμίτσας



Φωτογραφία 50: Η παραλία της Καλαμίτσας στη νότια πλευρά, όπου χαρακτηρίζεται από χονδρόκοκκο υλικό



Φωτογραφία 51: Ο υγροβιότοπος στην περιοχή της Καλαμίτσας

Λιμάνι Λιναριάς

Μια από τις σημαντικότερες ανθρώπινες επεμβάσεις είναι η κατασκευή του λιμανιού της Λιναριάς, όπου αποτελεί το κύριο και μοναδικό εμπορικό και επιβατικό λιμάνι του νησιού (Φωτογραφία 52). Πολλές δραστηριότητες λοιπόν συμπίπτουν ταυτόχρονα σε αυτό το μικρό λιμάνι με τους περιορισμένους χώρους του. Εξυπηρετεί τους μόνιμους κατοίκους του νησιού όλο το χρόνο, τις εμπορικές δραστηριότητες για τις ανάγκες των κατοίκων, αλλά και το καλοκαίρι παρατηρείται αυξημένη κίνηση λόγω του τουρισμού. Επίσης στο λιμάνι σταθμεύουν και τα μικρά αλιευτικά σκάφη των κατοίκων του νησιού.



Φωτογραφία 52: Το λιμάνι της Λιναριάς

Παραλία Αχερούνες – Δ. του νησιού

Στην περιοχή Αχερούνες ο αιγιαλός που έχει σχηματιστεί, αποτελείται από χονδρόκοκκο και λεπτόκοκκο υλικό (Φωτογραφία 53). Στην παραλία καταλήγει ρέμα, που συμβάλλει στην διαμόρφωση του υλικού (Φωτογραφίες 55 & 56). Δεν έχει γίνει ουσιαστική διευθέτηση και έργα για την διαμόρφωση του ρέματος. Επιπλέον στον αιγιαλό υπάρχουν κτίσματα. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από κρημνούς μεγάλης κλίσης (Φωτογραφία 57).



Φωτογραφία 53: Ο αιγιαλός στην περιοχή
Αχερούνες



Φωτογραφία 54: Ο αιγιαλός στην περιοχή
Αχερούνες



Φωτογραφία 55: Το ρέμα που καταλήγει στην
παραλία



Φωτογραφία 56: Το ρέμα



Φωτογραφία 57: Παράκτιοι κρημνοί στην παραλία Αχερούνες

Περιογή Πεύκος

Ο αιγιαλός όπου έχει διαμορφωθεί στην περιοχή αποτελείται από ανάμεικτο υλικό (Φωτογραφίες 58 & 59).



Φωτογραφία 58: Η παραλία του Πεύκου κατά το μήνα Φλεβάρη

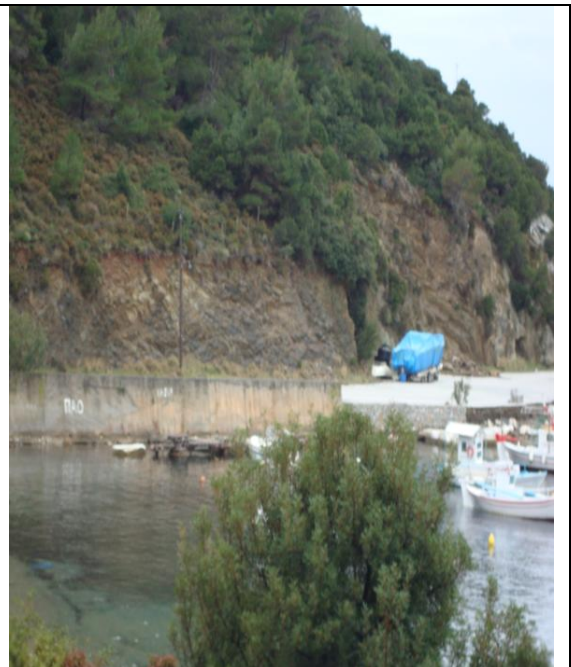


Φωτογραφία 59: Η παραλία του Πεύκου κατά το μήνα Αύγουστο

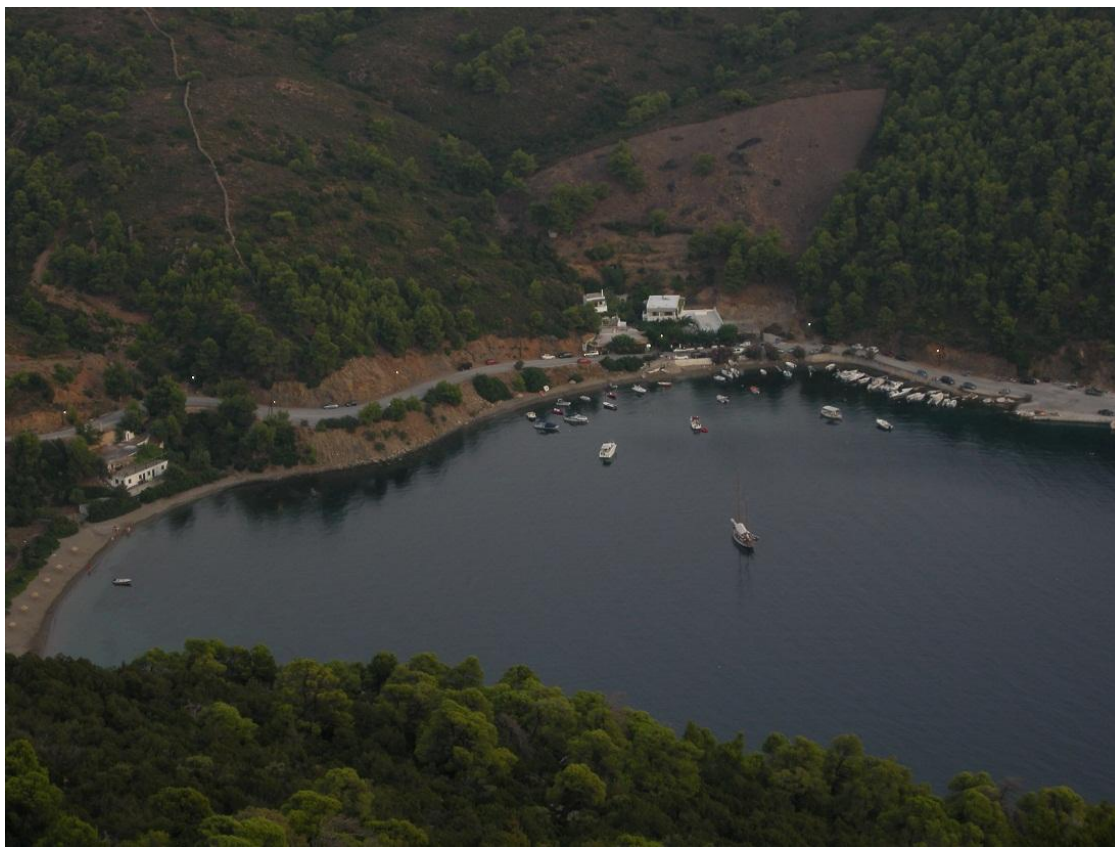
Στην παραλία του Πεύκου υπάρχει και ένα μικρό λιμανάκι, όπου χρησιμοποιείται για αλιευτικές δραστηριότητες των κατοίκων της περιοχής και για σκάφη αναψυχής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Φωτογραφία 60). Επιπλέον και εδώ η περιοχή χαρακτηρίζεται από κρημνούς (Φωτογραφίες 61 & 62).



Φωτογραφία 60: Το λιμάνι του Πεύκου



Φωτογραφία 61: Κρημνοί στην περιοχή του Πεύκου



Φωτογραφία 62: Πανοραμική άποψη της παραλίας και του λιμανιού στην περιοχή Πεύκος

Όρμος Αγίου Φωκά

Δύο αιγιαλοί έχουν διαμορφωθεί ανάμεσα στους κρημνούς, όπου αποτελούνται από χονδρόκοκκο υλικό (Φωτογραφίες 63, 64, 65, 66). Η περιοχή χαρακτηρίζεται από κρημνούς μεγάλης κλίσης (Φωτογραφία 65). Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις είναι λίγες και περιορίζονται σε μία κατοικία και μία ταβέρνα, καθώς και σε κατασκευές κάθετες στην ακτογραμμή, για την πρόσδεση βαρκών (Φωτογραφία 65).

Επιπλέον στην περιοχή εντοπίστηκε και καμένη έκταση, από την πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στο νησί το 2007 (Φωτογραφία 65).

Στην περιοχή βρίσκεται και το ομώνυμο εκκλησάκι (Φωτογραφία 66).



Φωτογραφία 63: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά



Φωτογραφία 64: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά



Φωτογραφία 65: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά. Στη Φωτογραφία φαίνονται και οι παράκτιοι κρημνοί



Φωτογραφία 66: Αιγιαλός στην περιοχή του Αγίου Φωκά.

Κόλπος Ατσίτσας – Ομώνυμος οικισμός

Ένα μεγάλο μήκος της περιοχής μελέτης στην περιοχή της Ατσίτσας καταλαμβάνεται από κρημνούς, όπως αυτοί που εντοπίζονται πριν και μετά τον ομώνυμο οικισμό. Η μορφολογική τους κλίση είναι σχεδόν κατακόρυφη και η δημιουργία των περισσότερων παράκτιων κρημών οφείλεται στα ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής (Φωτογραφίες 67 και 68). Έντονη είναι η διάβρωση στην περιοχή από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών (θαλάσσια διάβρωση). Σε αρκετές θέσεις, παρατηρήθηκαν πάγκοι - υπολείμματα της θαλάσσιας διάβρωσης μπροστά από την ακτογραμμή.



Φωτογραφία 67: Παράκτιοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίσσας



Φωτογραφία 68: Παράκτιοι κρημνοί στην περιοχή της Ατσίσσας

Στον αιγιαλό που εκτείνεται μέσα στον οικισμό, οι ανθρώπινες επεμβάσεις είναι εμφανής (Φωτογραφία 69 & 70). Κτίσματα υπάρχουν σε όλο το μήκος της παραλίας, αλλά και κατασκευές κάθετες στην ακτογραμμή. Ο αιγιαλός αποτελείται και από χονδρόκοκκο και από λεπτόκοκκο υλικό, γεγονός που οφείλεται εκτός από της θαλάσσιες διεργασίες και στο ρέμα που καταλήγει στην παραλία (Φωτογραφίες 71 & 72).



Φωτογραφία 69: Αιγιαλός Ατσίσσας



Φωτογραφία 70: Αιγιαλός Ατσίσσας



Φωτογραφία 71: Ρέμα που καταλήγει στην παραλία της Ατσίσσας



Φωτογραφία 72: Ανθρωπογενής διαμόρφωση για το ρέμα, προκειμένου να περάσει ο δρόμος

Ένας ακόμα μικρός αιγιαλός έχει διαμορφωθεί στην περιοχή λίγα χιλιόμετρα νοτιότερα από τον οικισμό της Ατσίσσας, στη περιοχή Βυτίνα (Φωτογραφία 73). Ο αιγιαλός αποτελείται από από μεικτό υλικό. Στον αιγιαλό καταλήγει και ρέμα (Φωτογραφία 74).



Φωτογραφία 73: Αιγιαλός στην περιοχή της Βυτίνας



Φωτογραφία 74: Ρέμα που καταλήγει στον αιγιαλό της Βυτίνας

Όρμος Καλογριάς – Περιοχή Κυρά Παναγιά

Στον όρμο της Καλογριάς, στην περιοχή Κυρά Παναγιά, ένα μεγάλο μήκος της περιοχής μελέτης καταλαμβάνεται από κρημνούς. Η μορφολογική τους κλίση είναι μικρή και η δημιουργία των περισσότερων παράκτιων κρημών οφείλεται στα ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής (Φωτογραφία 75).



Φωτογραφία75: Παράκτιοι κρημνοί στην περιοχή της Κυρά -Παναγιάς

Στον αιγιαλό της Κυρά Παναγιάς το έλος που εντοπίστηκε στην περιοχή είναι περιοδικό και το επίμηκες φράγμα αποτελείται και από χονδρόκοκκο και από λεπτόκοκκο υλικό (Φωτογραφίες 76). Το υλικό του αιγιαλού την περίοδο παρατήρησης αποτελούνταν από ανάμεικτο υλικό(Φωτογραφίες 77). Σε όλες τις περιπτώσεις τα έλη χωρίζονται από την θάλασσα με επιμήκεις φραγματικούς σχηματισμούς (bars).



Φωτογραφία 76: Παράκτιο έλος στον αιγιαλό της Κυρά - Παναγιάς



Φωτογραφία 77: Αιγιαλός στην περιοχή Κυρά - Παναγιά

Ένας ακόμα αιγιαλός έχει διαμορφωθεί στην περιοχή. Το υλικό του αιγιαλού είναι χονδρόκοκκο (Φωτογραφία 78). Χαρακτηριστικό είναι η καταπάτηση του αιγιαλού, ο οποίος δεν ήταν προσβάσιμος, αφού υπάρχει και πλέγμα (Φωτογραφία 79).



Φωτογραφία 78: Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό



Φωτογραφία 79:

Η έντονη υποχώρηση της ξηράς από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών (θαλάσσια διάβρωση) παρατηρήθηκε σε όλη την περιοχή, αλλά και σε χαρακτηριστικές θέσεις του όρμου Καλογριά (Φωτογραφία 80).

Άγιος Πέτρος

Αιγιαλός με λεπτόκοκκο υλικό παρατηρήθηκε στην παραλία του Αγίου Πέτρου (Φωτογραφία 79). Στην περιοχή παρατηρούνται και αμμοθίνες (Φωτογραφία 80, μέσα στον κόκκινο κύκλο). Υποθαλάσσια υπάρχουν ενιαίες πλάκες ακτόλιθων, όπου δυσχεραίνουν τους κολυμβητές. Η περιοχή δεν έχει υποστεί ανθρωπογενείς επεμβάσεις, γεγονός που φαίνεται και από τη μη οργάνωση της παραλίας



Φωτογραφία 80: Αιγιαλός στην περιοχή Άγιος Πέτρος. Μέσα στον κόκκινο κύκλο περικλείονται οι αμμοθίνες

Στην περιοχή υπάρχει και ένας πολύ μικρός αιγιαλός (rocket beach), όπου έχει αναπτυχθεί μεταξύ 2 ακρωτηρίων (Φωτογραφία 81). Ένα μεγάλο μήκος της ακτογραμμής και σε αυτή την περιοχή καταλαμβάνεται από παράκτιους κρημνούς. Η μορφολογική τους κλίση είναι σχεδόν κατακόρυφη και η δημιουργία των περισσότερων παράκτιων κρημών οφείλεται στα ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής.



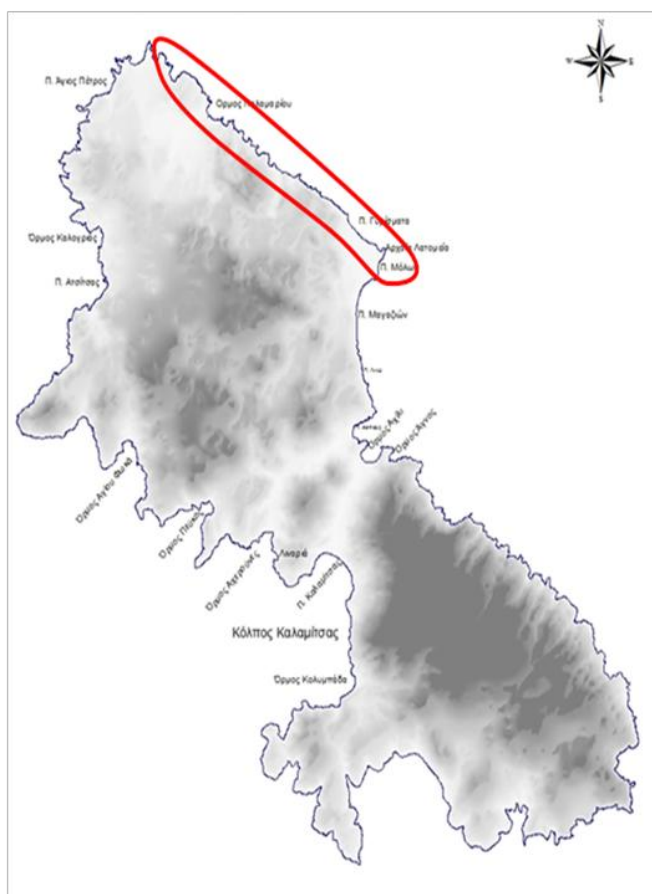
Φωτογραφία 81: Αιγιαλός (pocket beach) που έχει αναπτυχθεί μεταξύ ακρωτηρίων στην περιοχή του Αγίου Πέτρου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΑΚΤΟΛΙΘΩΝ

8.1 Εντοπισμός περιοχής όπου απαντώνται ακτόλιθοι

Για τις περιοχές, όπου απαντώνται ακτόλιθοι στη Νήσο Σκύρο αρχικά εντοπίστηκαν από το γεωλογικό χάρτη, το χάρτη του google, αλλά και από βιβλιογραφικές αναφορές (Pavloroulos *et al*, 2007, 2010; Παυλόπουλος 2009). Προέκυψε λοιπόν ότι υπάρχουν ακτόλιθοι στο βορειοανατολικό κομμάτι του νησιού (Χάρτης 13). Κατά την άσκηση υπαίθρου έγινε λεπτομερής καταγραφή των ακτόλιθων (βλέπε γεωμορφολογικό χάρτη στο Παραρτήμα III).



Χάρτης 13: Τοποθεσίες όπου απαντώνται ακτόλιθοι στη νήσο Σκύρο

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καταγράφεται σε 3 φάσεις.

- Επιτόπια έρευνα, δειγματοληψία και καταγραφή
- Εργαστηριακές αναλύσεις με SEM
- Προετοιμασία δειγμάτων και χρονολόγηση αυτών με την μέθοδο OSL

(Leibniz Institute for Applied Geophysics, Ανόβερο, Γερμανία)

7.2 Επιτόπια έρευνα στην περιοχή μελέτης, χαρτογράφηση και δειγματοληψία

Η επιτόπια έρευνα, όπως ήδη αναφέρθηκε πραγματοποιήθηκε από τις 24 Φεβρουαρίου του 2012 έως και τις 3 Μαρτίου 2012 και επαναλήφθηκε τον Αύγουστο του 2012, αφού την πρώτη φορά οι καιρικές συνθήκες ήταν πολύ άσχημες και δεν επέτρεπαν την πρόσβαση σε όλη την περιοχή μελέτης, την καταγραφή των ακτόλιθων, αλλά και την δειγματοληψία.

Αφού εντοπίστηκαν οι θέσεις, όπου χαρακτηρίζονται από την παρουσία ακτόλιθων, ακολούθησε η χαρτογράφηση αυτών, όπου πραγματοποιήθηκε τόσο στο παράκτιο όσο και στο υποθαλάσσιο τμήμα τους, με την χρήση GPS για την αύξηση της ακρίβειας. Η θέση τους σε σχέση με τη στάθμη της θάλασσας μετρήθηκε με sonar χειρός. Σε κάθε θέση καταγράφηκε το πάχος, το πλάτος και η κλίση τους. Επιπλέον, καταγράφηκαν οι εγκάρσιες, παράλληλες και διαγώνιες αύλακες, οι οπές και οι διακλάσεις που παρατηρήθηκαν.

7.3 Δειγματοληψία

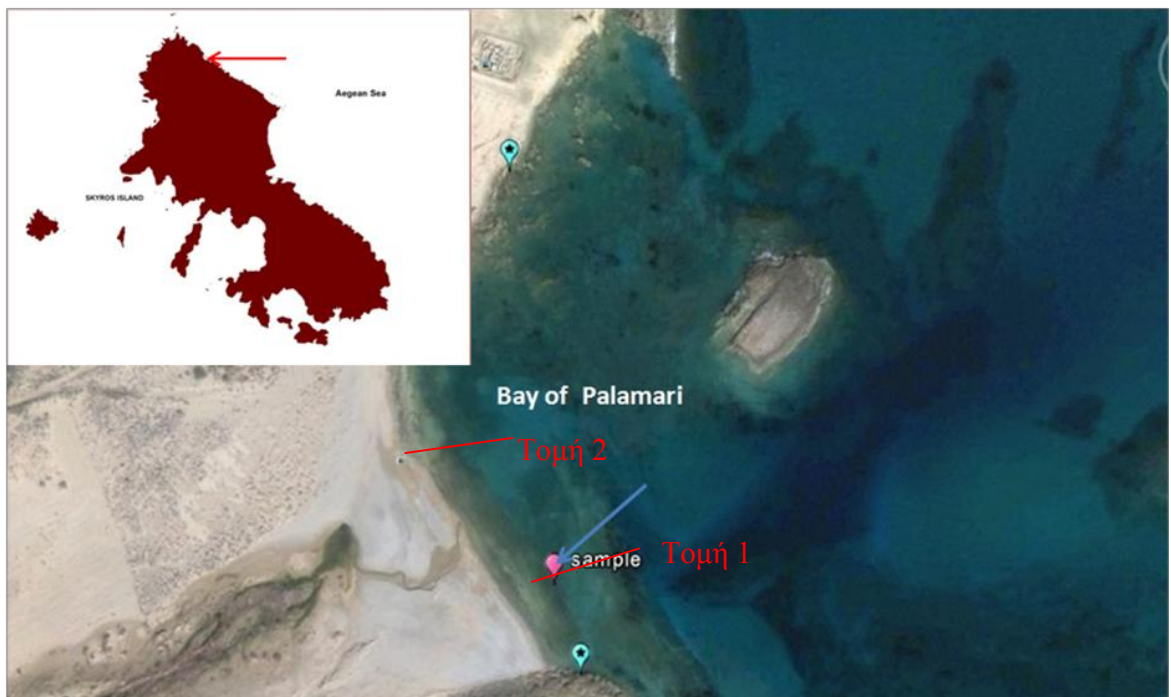
Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία, από τις 3 θέσεις, στη βορειανατολική πλευρά του νησιού με σκοπό, να μελετηθεί η φύση και η σύνθεση του συγκολλητικού υλικού των ακτόλιθων (με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου - SEM), καθώς και να χρονολογηθούν (με τη μέθοδο της θερμοφωταύγειας - OSL), ώστε να διεξαχθούν συμπεράσματα για το παλαιοπεριβάλλον και τη μεταβολή της ακτογραμμής. Δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στο παράκτιο και στο υποθαλάσσιο τμήμα με τη χρήση βαριοπούλας, καλεμιού και σφυριού. Συνολικά συλλέχθηκαν 6 δείγματα για μικροσκοπική μελέτη και χρονολόγηση.

7.3.1 Θέσεις δειγματοληψίας

A. Όρμος Παλαμαρίου

Στον όρμο του Παλαμαρίου συναντάμε ακτόλιθους σε όλο το μήκος της παραλίας. Πιο συγκεκριμένα στο χερσαίο κομμάτι εκτείνεται μία ενιαία πλάκα στο βόρειο μέρος του όρμου με πολλές αυλακώσεις και αρκετά σπασμένα κομμάτια, ενώ υποθαλάσσια απαντώνται κατά μήκος σχεδόν όλης της .

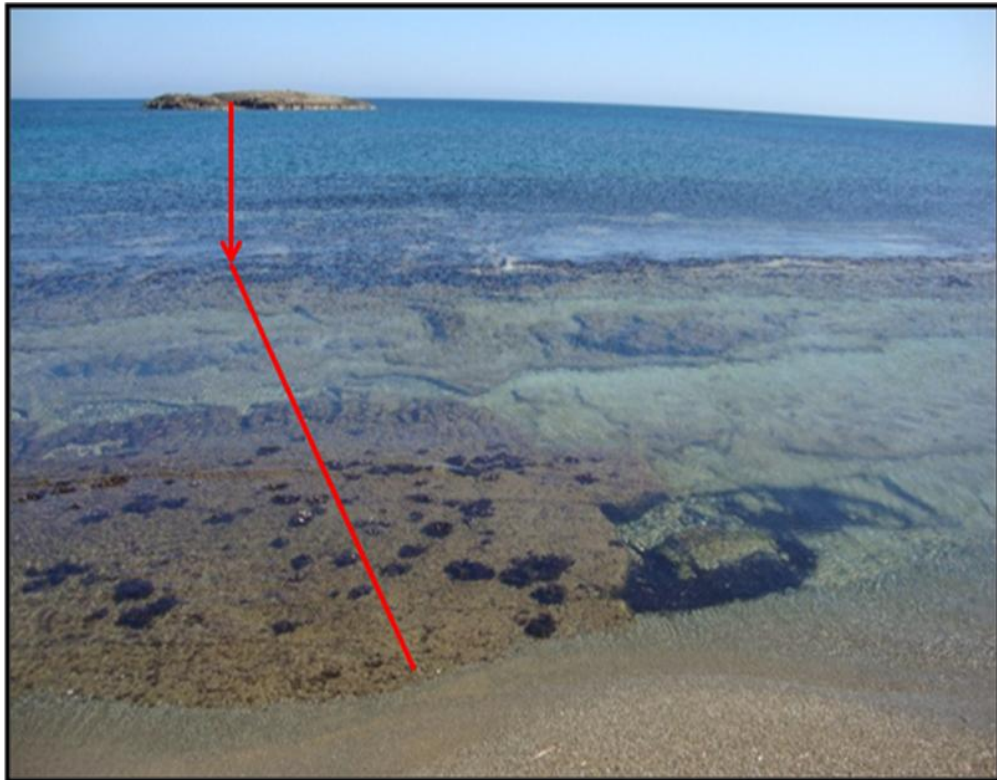
Από την περιοχή πήραμε αρκετά δείγματα (Φωτογραφία 82) και έγιναν 2 τομές. Η μία έγινε στο σημείο, όπου έγινε και η δειγματοληψία (Τομή 1 – Εικ.16), ενώ η δεύτερη έγινε περίπου στα μέσα του κόλπου (Τομή 2 - Εικ.16).



Εικόνα 15: Τοποθεσία δειγματοληψίας και τομών στον όρμο Παλαμαρίου



Φωτογραφία 82: Δείγμα από την παραλία Παλαμαρίου. Οι διαστάσεις του δείγματος είναι 20cm * 18cm και το πάχος του 10cm



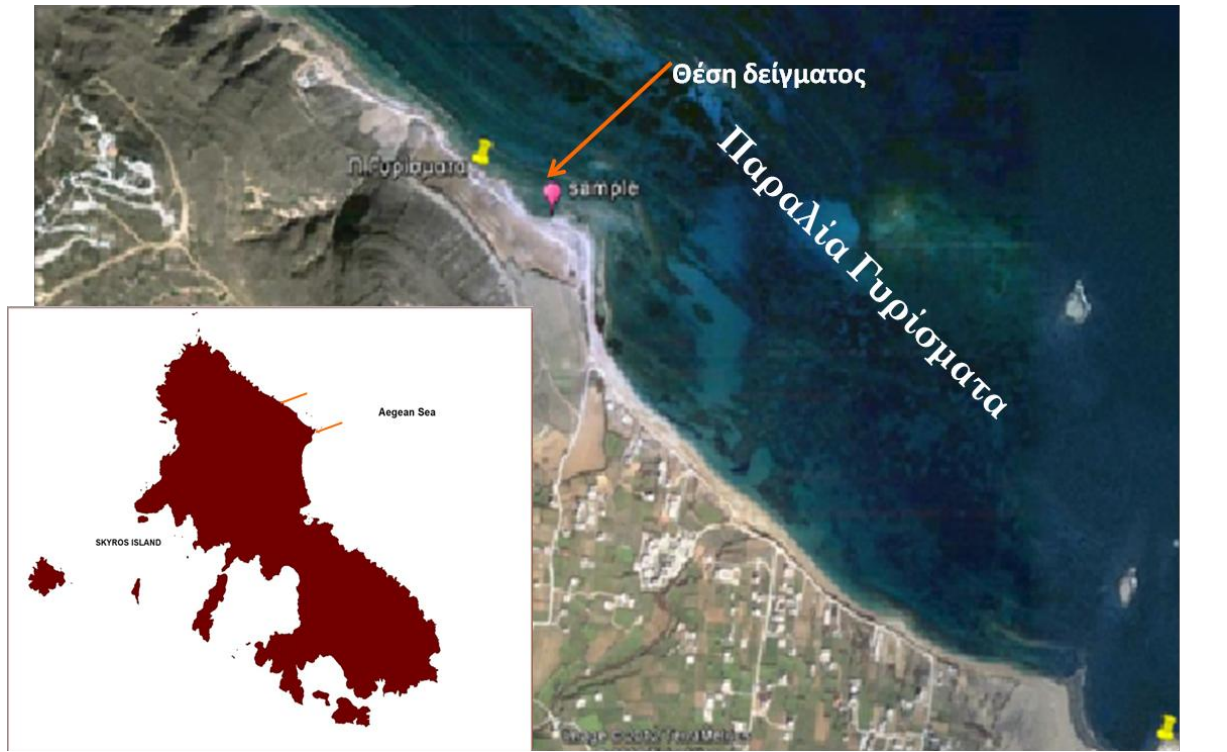
Φωτογραφία 83: Θέση όπου έγινε η δειγματοληψία

Β. Παραλία Γυρίσματα

Στην παραλία Γυρίσματα, συναντάμε ακτόλιθους σε όλο το μήκος της παραλίας. Πιο συγκεκριμένα στο χερσαίο κομμάτι εκτείνονται αρκετές πλάκες με πολλές αυλακώσεις και

αρκετά σπασμένα κομμάτια, ενώ υποθαλάσσια απαντώνται κατά μήκος σχεδόν όλης της ακτογραμμής.

Από την περιοχή πήραμε αρκετά δείγματα (φωτογραφίες 84, 85 & 86) και έγιναν 2 τομές. Η μία έγινε στο σημείο όπου έγινε και η δειγματοληψία (Τομή 1 – Εικ. 17), ενώ η δεύτερη έγινε περίπου στα μέσα του κόλπου (Τομή 2 Ει. 17).



Εικόνα 16: Παραλία Γυρίσματα- θέση δειγματοληψίας



Φωτογραφία 84: Δείγμα από την παραλία Γυρίσματα



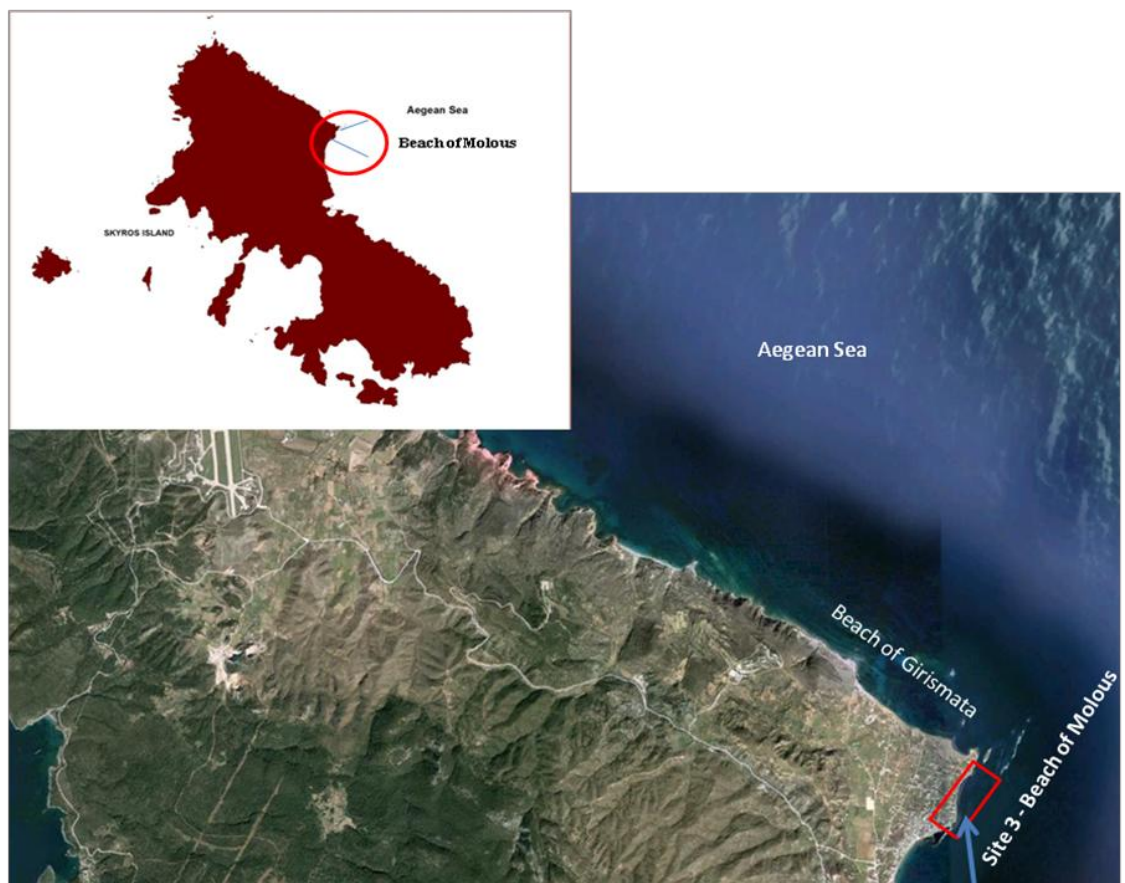
Φωτογραφία 85: Χερσαίο δείγμα από παραλία Γυρίσματα, κοντά στα Αρχαία Λατομεία



Φωτογραφία 86: Θέση όπου πήραμε το δείγμα από την παραλία Γυρίσματα – Αρχαία Λατομεία

γ. Παραλία Μώλος

Στην παραλία Μώλος συναντάμε ακτόλιθους σε όλο το μήκος της παραλίας. Πιο συγκεκριμένα στο χερσαίο κομμάτι εκτείνετε μία ενιαία πλάκα, ενώ υποθαλάσσια απαντώνται κατά μήκος σχεδόν όλης της ακτογραμμής. Από την περιοχή πήραμε ένα δείγμα (Φωτογραφία 88) και έγινε 1 τομή.



Εικόνα 17: Παραλία Μώλος-θεση δειγματοληψίας



Φωτογραφία 87: Θέση όπου πήραμε το δείγμα από την παραλία των Μώλων



Φωτογραφία 88: Χερσαίο δείγμα από την παραλία των Μάλων, οι διαστάσεις του οποίου είναι 32cm x 11cm, πάχος: 10cm

7.4 Αναλύσεις εργαστηρίου

7.4.1 Αναλύσεις δειγμάτων με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM)

Από τα έξι δείγματα που συλλέχθηκαν θα πραγματοποιηθούν λεπτές τομές, οι οποίες αναμένεται να μελετηθούν και αναλυθούν στο SEM, του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας. Σκοπός είναι να προσδιοριστεί η φύση και σύνθεση των συστατικών και η γεωχημεία του συγκολλητικού υλικού.

Ωστόσο πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία και προ-επεξεργασία των δειγμάτων στο εργαστήριο του τμήματος. Εκεί συνοπτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να ετοιμαστούν τα δείγματα έχει ως εξής:

- Από τα 6 δείγματα τοποθετήθηκε μικρή ποσότητα τους σε πλακίδια από γυαλί, ώστε να κολλήσει πάνω του ποσότητα υλικού από το δείγμα.
- Έγινε εμποτισμός με ειδική ρητίνη 2 συστατικών και τοποθετήθηκαν σε θερμοτράπεζα στους 100° C. Χρησιμοποιήθηκαν 2 ανθρακοπυρίτια No. 350 και No.600.
- Επίσης χρησιμοποιήθηκε ειδική εποξική κόλλα 2 συστατικών με μηδενικό δείκτη διάθλασης, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η κόλληση.
- Για την κόλληση χρησιμοποιήθηκε πίεστρο.

- Μετά την κόλληση τα δείγματα κατεργάστηκαν σε ειδικό μηχάνημα 50μm.
- Έγινε έλεγχος στο μικροσκόπιο, καθώς το επιθυμητό πάχος του δείγματος πάνω στην ειδική επιφάνεια πρέπει να είναι περίπου 30 cm
- Μετά τον έλεγχο ακολούθησε στίλβωση πάνω ακολούθησε στίλβωση αυτών σε 3 στάδια, όπου χρησιμοποιήθηκε αδαμανταλοιφή

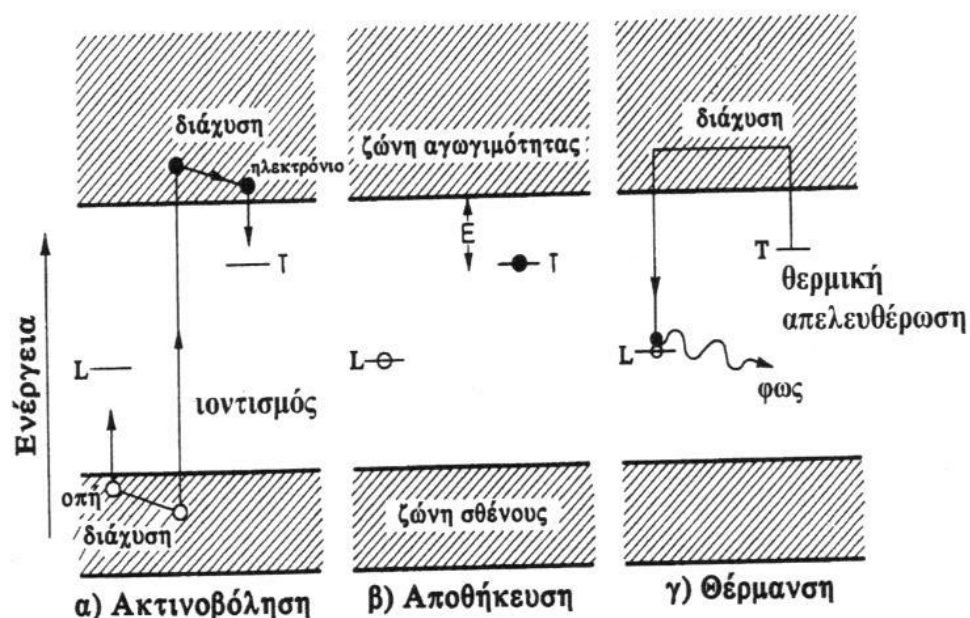


Φωτογραφία 89: Τα δείγματα προς επεξεργασία

7.4.2 Προετοιμασία δειγμάτων για χρονολόγηση με τη μέθοδο της Οπτικά Διεγερμένης Φωταύγειας

Για την χρονολόγηση των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε επίσκεψη σε ειδικό ερευνητικό Ινστιτούτο, στο Ανόβερο της Γερμανία (Leibniz Institute for Applied Geophysics). Η επίσκεψη πραγματοποιήθηκε, 11 και 22 Μαρτίου 2012 και η όλη διαδικασία έγινε υπό την καθοδήγηση του καθηγητή Manfred Frechen. Ο στόχος της εκεί εργασίας ήταν η χρονολόγηση των χερσαίων και υποθαλασσίων δειγμάτων ακτόλιθων, όπου πάρθηκαν κατά την άσκηση υπαίθρου στη νήσο Σκύρο. Στο Ινστιτούτο μεταφέρθηκαν αρχικά 6 δείγματα, από τα οποία τελικά τα 3 ήταν κατάλληλα προς χρονολόγηση (ο έλεγχος έγινε από το ειδικό επιστημονικό προσωπικό του Ινστιτούτου). Η επίσκεψη στο Ινστιτούτο έγινε με υποτροφία του προγράμματος STSM (Short Term Scientific Mission) - ES0701, όπου χρηματοδοτείται από την Ε.Ε. Η τελική έκθεση που κατατέθηκε στην επιτροπή του προγράμματος, επισυνάπτεται στο Παραρτήμα IV.

Ο κύριος στόχος της έρευνας ήταν να εντοπιστούν οι μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης κατά την περίοδο του Ανώτερου Ολόκαινου. Με αυτό τον τρόπο ο προσδιορισμός των αλλαγών της θαλάσσιας στάθμης θα επιτυγχανόταν με τον συσχετισμό των αποτελεσμάτων των δειγμάτων με αρχαιολογικά, ιζηματογενή και γεωμορφολογικά δεδομένα. Η μέθοδος της φωταύγειας OSL αποσκοπεί στην εύρεση του χρόνου κατά τον οποίο το υλικό εκτέθηκε για τελευταία φορά στο ηλιακό φως. Η φωταύγεια, είναι το φυσικό φαινόμενο πλήρωσης και απελευθέρωσης ηλεκτρονίων από τις ηλεκτρονικές παγίδες των κρυστάλλων (π.χ ασβεστίτης, ζirkόνιο, άστριος, χαλαζίας) (Preusser et al, 2008). Η διαδικασία αυτή ορίζεται ως τη δράση των ιοντιζουσών ακτινοβολιών (σωμάτια α, ακτίνες β, γ) στα κρυσταλλικά υλικά που προέρχεται τόσο από τα ραδιενεργά στοιχεία που υπάρχουν στο ίδιο το υλικό όσο και από την κοσμική ακτινοβολία, και η οποία προκαλεί απελευθέρωση των ηλεκτρονίων από τις οπές τους (ζώνη σθένους). Έτσι με αυτόν τρόπο τα ηλεκτρόνια διερχόμενα από τη ζώνη αγωγιμότητας, παγιδεύονται σε θέσεις ατελειών του κρυσταλλικού πλέγματος (παγίδες), όπου και παραμένουν μέχρι τη στιγμή μέτρησης του υλικού, επειδή η απαιτούμενη ενέργεια για την ελευθέρωσή τους είναι αρκετά υψηλότερη από την ενέργεια του περιβάλλοντος (Ζαχαριάς 2008, Preusser et al, 2008) (Εικόνα 19).



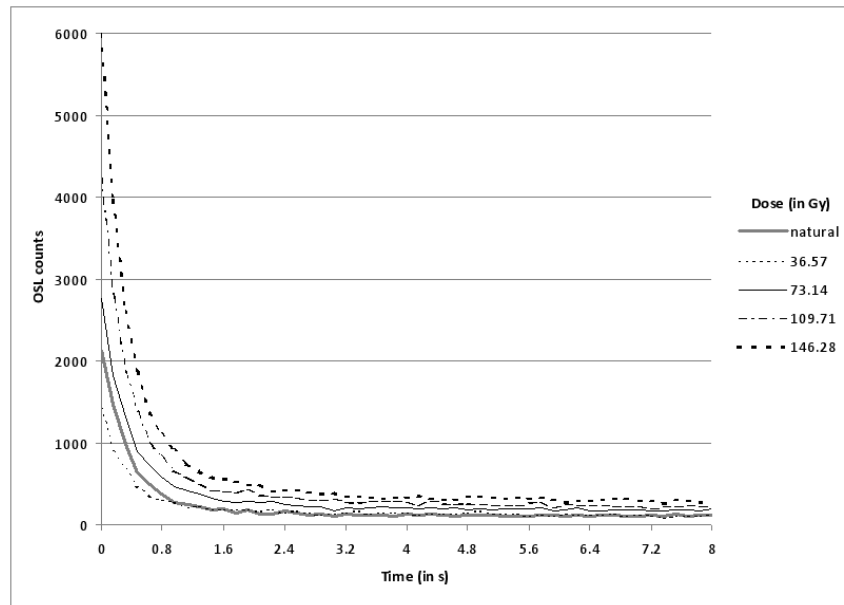
Εικόνα 18:Ενεργειακό διάγραμμα φωταύγειας με βάση τις τρεις κυριότερες ενεργειακές καταστάσεις, Πηγή: Ζαχαριάς, 2008:30

Το ποσό του καταμετρούμενου φωτός είναι ανάλογο της ηλικίας του δείγματος και αναφέρεται σαν *Αρχαιολογική Δόση* (Equivalent Dose, ED ή Palaeodose). Ο υπολογισμός

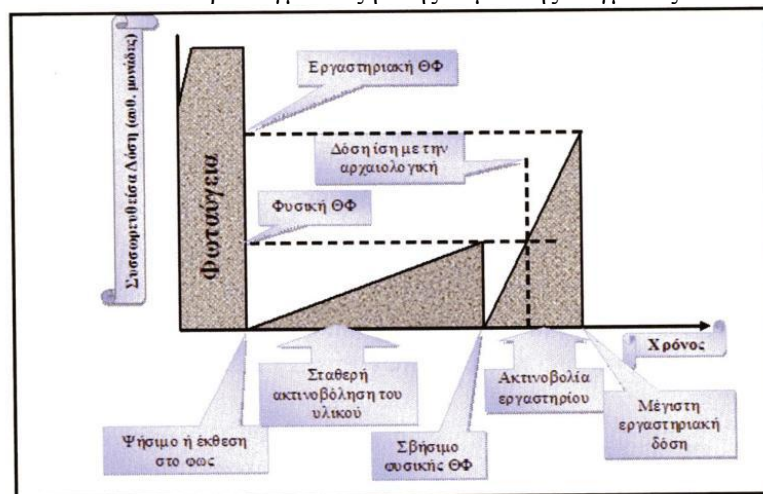
της περιεκτικότητας του δείγματος σε K, U, και Th και της κοσμικής ακτινοβολίας, δίνει το ρυθμό ακτινοβόλησης του δείγματος, ο οποίος ορίζεται ως **Ετήσια Δόση** (Annual Dose, AD) (Aitken, 1985). Για τον υπολογισμό της ηλικίας χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Ηλικία} = \frac{\text{Αρχαιολογική δόση (ED)}}{\text{Ετήσια δόση (AD)}}$$

Εξίσωση 1: Εξίσωση προσδιορισμού ηλικίας δείγματος

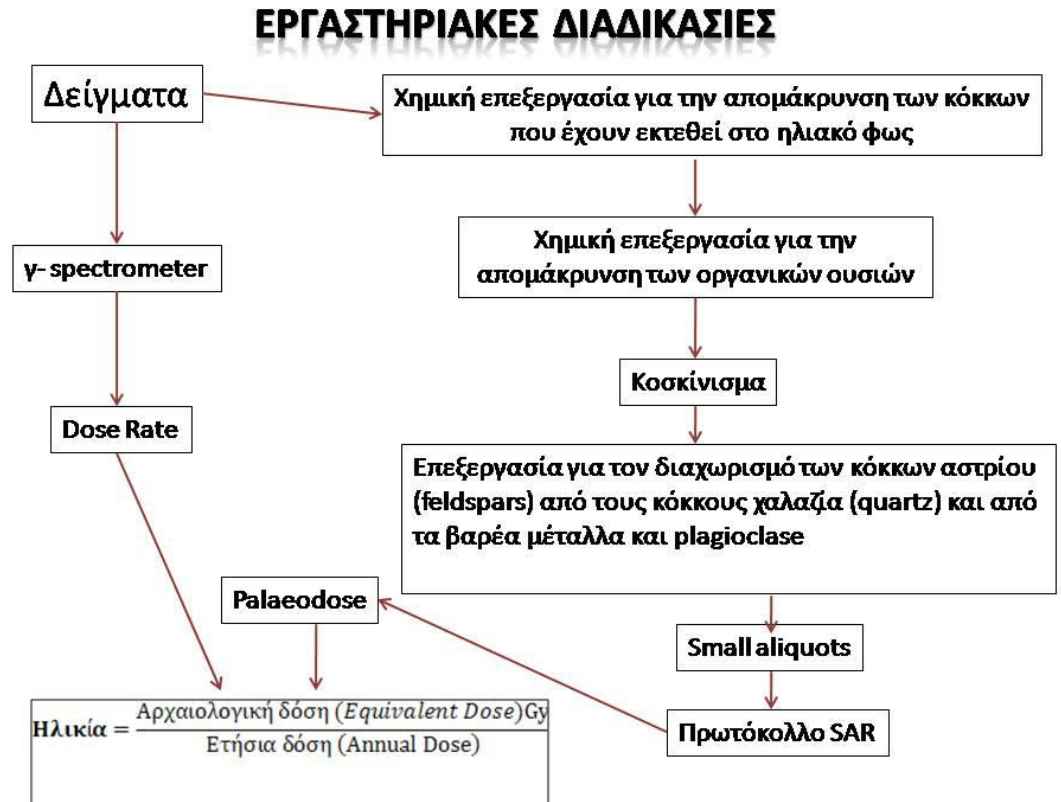


Εικόνα 19: Παράδειγμα αυξητικής καμπύλης δείγματος



Εικόνα 20: Απεικόνιση του τρόπου συσσώρευσης της δόσης φωταύγειας και του υπολογισμού αυτής σε μονάδες ραδιενέργειας, Πηγή Ζαχαριάς, 2008:53

Η διαδικασία προκειμένου να λάβουμε τα τελικά αποτελέσματα περιγράφεται συνοπτικά στην παρακάτω Εικόνα:



Εικόνα 21: Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας χρονολόγησης OSL

Σε γενικές γραμμές τα δείγματα καθαρίζονται και κόβονται σε μικρότερα τεμάχια και διαχωρίζονται σε αυτά που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν για την γ - φασματομετρία (gamma spectrometry) και αυτά που θα προετοιμαστούν για τη χημική επεξεργασία.

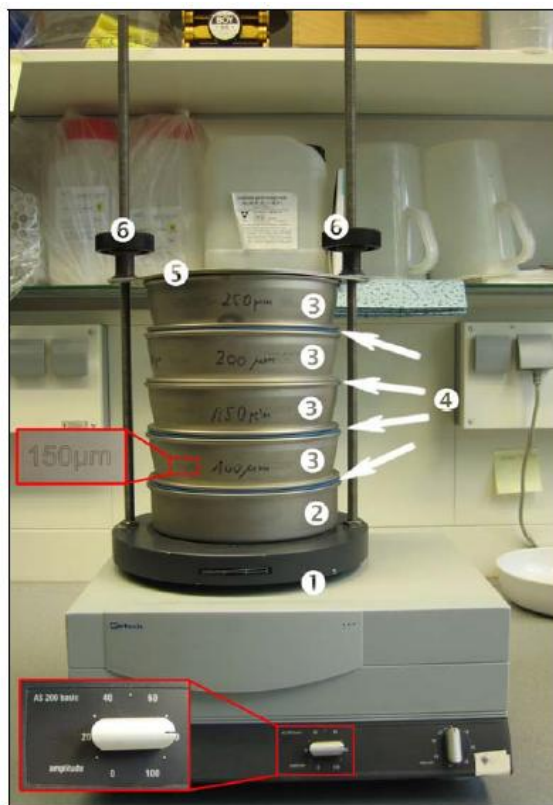
Σε πρώτο στάδιο έγινε η επεξεργασία της απομάκρυνσης των κόκκων από το δείγμα που εκτέθηκαν στο φως. Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα, καθώς για τη χρονολόγηση απαιτείται οι κόκκοι που δεν έχουν εκτεθεί καθόλου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό είναι το βασικό κριτήριο για να πληρούνται, προκειμένου να χρησιμοποιήσει και να αποσυνθέτουν τα δείγματα. Η εργασία αυτή έγινε με τη χρήση υγρών χημικών ουσιών και συγκεκριμένα με υδροχλωρικό οξύ. Το δείγμα παραμένει στο υδροχλωρικό οξύ για 30 λεπτά και μετά γίνεται έλεγχος του PH. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου διαπιστωθεί με τους

ελέγχους για το PH ότι έχει απομακρυνθεί όλο το ανθρακικό ασβέστιο. Έπειτα το δείγμα πλένεται με ουδέτερο νερό, διαδικασία που πρέπει να γίνει από 5 έως 10 φορές. Ακολουθεί επεξεργασία με οξαλικό νάτριο όπου αναμειγνύεται το δείγμα σε μηχανή υπερήχων. Αφού ξαναπλυθεί ουδέτερα το δείγμα τοποθετείται σε υπεροξείδιο του υδρογόνου για μία ημέρα. Αν τελικά τα δείγματα έχουν αποδομηθεί, τότε ξεπλένονται και πάλι αρκετές φορές με ουδέτερο νερό και γίνεται έλεγχος PH. Ωστόσο προκειμένου να ακολουθήσει η χημική επεξεργασία για την απομάκρυνση των οργανικών ουσιών, πρέπει οπωσδήποτε να είναι ξηρά. Έτσι τοποθετούνται σε φούρνο ξήρανσης έως ότου στεγνώσουν.

Αφού τα δείγματα ξεραθούν τελείως στη συνέχεια, με κόσκινα διαχωρίζονται οι κόκκοι ως προς το μέγεθος, αφού για τη χρονολόγηση μας χρειάζονται κόκκοι μεγέθους 250 – 400 μm (Φωτογραφία 90). Η σειρά κοσκίνων που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτή που φαίνεται στον Πίνακα 8. Το υλικό που πρέπει να μείνει από τα κόσκινα μεγέθους 250 – 400 μm είναι περίπου 50gr, ώστε να είναι μπορεί να πραγματοποιηθεί η χρονολόγηση. Στον Πίνακα 8 φαίνονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας. Τελικά μόνο 2 από 3 δείγματα είναι κατάλληλα, λόγω της τελικής ποσότητας για χρονολόγηση.

	Δείγμα από παραλία Μόλων - Δείγμα 1	Δείγμα από παραλία Παλαμαρίου- Δείγμα 2	Δείγμα από παραλία Γυρίσματα - Δείγμα 3
Κωδικός εργαστηρίου (LUM)	2660	2658	2659
No. Κοσκίνου (μm)	Ποσότητα (gr)	Ποσότητα (gr)	Ποσότητα (gr)
>400	399.5	943.4	227.3
355-400	17.17	43.8	0.2
300-355	16.8	42.09	0.347
250-300	10.3	16.72	0.4
200-250	4,872	11.01	0.35
100-200	1.87	15.5	0.88
>100	2,544	12.24	0.91
Σύνολο από κόσκινα No. 250-400	44.27	102.61	0.947

Πίνακας 8: Σειρά κοσκίνων και κοκκομετρική ανάλυση



Φωτογραφία 90: Σειρά κοσκίνων και μηχανή δόνησης

Τα παραπάνω βήματα είναι απαραίτητα προκειμένου να αποδομηθούν τα δείγματα, να διαχωριστούν οι κόκκοι ως προς το μέγεθος και να ξεκινήσει η χημική επεξεργασία τους για την απομάκρυνση των οργανικών ουσιών. Για την απομάκρυνση των οργανικών ουσιών χρησιμοποιούνται: (H_2O_2), (HCL) και ($C_2Na_2O_4$). Για τα 2 πρώτα υγρά έγινε η διαδικασία 10 φορές. Ακολούθησε μετά από κάθε φορά ξέπλυμα με απιονισμένο νερό. Τέλος το δείγμα τοποθετήθηκε σε ($C_2Na_2O_4$), όπου έμεινε για μία ολόκληρη μέρα. Η απομάκρυνση το ($C_2Na_2O_4$). Έγινε 4 φορές με απιονισμένο νερό και άλλες 4 φορές με απιονισμένο νερό και ανάδευση σε μηχανή υπερήχων. Τέλος, το δείγμα ξηραίνεται σε φούρνο θέρμανσης, ώστε να είναι έτοιμο για την επόμενη φάση (κοσκίνισμα).

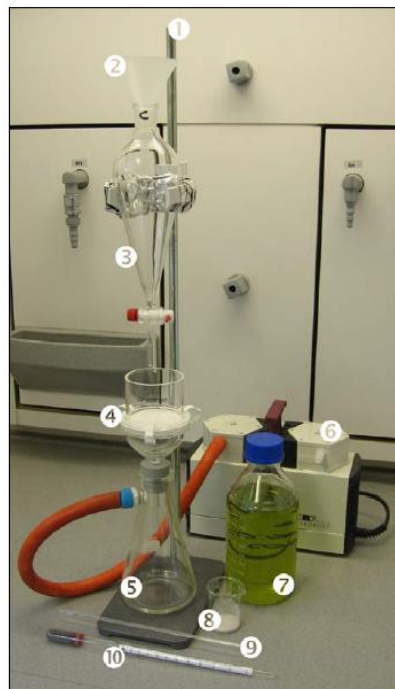
Μετά την απομάκρυνση των οργανικών ουσιών και αφού τα δείγματα ήταν στεγνά, ξεκίνησε η διαδικασία διαχωρισμού των κόκκων αστρίου από τους κόκκους χαλαζία. Το έργο αυτό είχε 3 στάδια:

A) Ο διαχωρισμός των κόκκων αστρίου (feldspars) και χαλαζία (quartz) από τα βαρέα μέταλλα (heavy minerals),

B) Ο διαχωρισμός του potassium feldspars από το plagioclases.

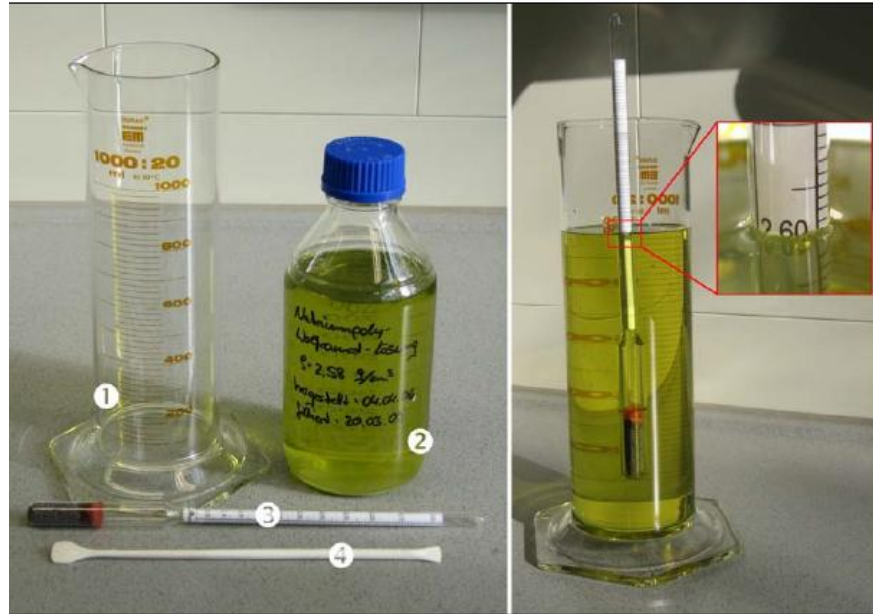
Γ) Και το τελικό στάδιο είναι ο διαχωρισμός των κόκκων αστρίου (feldspars) από τους κόκκους χαλαζία (quartz)

Τα δείγματα εισήχθηκαν σε ειδική φυγοκεντρική συσκευή (Φωτογραφία 91) για την εξασφάλιση του απόλυτου διαχωρισμού τους. Η διαδικασία που ακολουθείται και για τις τρεις φάσεις είναι η ίδια και περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω.



Φωτογραφία 91: Ειδική φυγοκεντρική συσκευή, Πηγή: Riemenschneider & Kunz, 2007

Για τη διαδικασία του διαχωρισμού χρησιμοποιείται διάλυμα Natriumpolywolframat. Η πυκνότητα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $2,62 \text{ g/cm}^3$.



Φωτογραφία 92: Το διάλυμα Natriumpolywolfram .Πηγή: Riemenschneider et al, 2007

- 1) Το ξηρό δείγμα τοποθετείται μέσα σε γυάλινο ειδικό δοχείο με τη βοήθεια ενός χωνιού.
- 2) Περίπου 200-250ml Natriumpolywolfram.
- 3) Με γυάλινη ράβδο, αναδεύουμε καλά, έως ότου το δείγμα αρχίσει να στροβιλίζεται.
- 4) Το γυάλινο δοχείο καλύπτεται με αλουμίνιο, ώστε να μην εκτίθεται στο φως και αφήνεται έτσι για 2 ώρες.
- 5) Κατά τη διάρκεια αυτών των 2 ωρών, πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των κόκκων σε τρεις σειρές, ως εξής:
 - ανώτερη φάση (1): $< 2,62 \text{ g/cm}^3$, αλκαλικά αστρίων και πλαγιόκλαστα
 - ενδιάμεση φάση (2): $= 2,62 \text{ g/cm}^3$, ανόργανα συστατικά για την ακριβή πυκνότητα
 - κατώτερη φάση (3): $> 2,62 \text{ g/cm}^3$, χαλαζίας και βαρέα μέταλλα
- 6) Σε αυτή τη φάση πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί, ταχύτατοι και ακριβείς. Ανοίγουμε το ειδικό στόμιο ώστε να πέσουν οι κόκκοι που έμειναν στην κατώτερη στο ειδικό φίλτρο, που έχει τοποθετηθεί πάνω στο ποτήρι ζέσεως.
- 7) Έπειτα αδειάζουμε το υλικό που έχει μείνει στο φίλτρο, σε ένα γυάλινο ποτήρι 600 ml ξεπλένοντας με απιονισμένο νερό.

8) Το σύστημα φίλτρου καθαρίζεται και ξηραίνεται, ώστε να χρησιμοποιηθεί για τη άνω φάση (1). Η διαδικασία είναι ίδια με το στάδιο 6 και 7.

9) Πριν καθαρίσουμε το γυάλινο δοχείο, αφαιρούμε το υγρό, προκειμένου να ξαναχρησιμοποιηθεί.

10) Τα δύο ποτήρια με το δείγμα, τοποθετούνται σε μηχανή υπερήχων προς ανάδευση. Έπειτα ξεπλένονται με απιονισμένο νερό και ξηραίνονται σε θερμοκρασία 50°C .

Όλη τα βήματα της παραπάνω διαδικασίας φαίνονται στη φωτογραφία 93

Μετά από κάθε στάδιο διαχωρισμού, τα δείγματα εισήχθησαν σε φούρνο θέρμανσης, καθώς έπρεπε να είναι στεγνά για την επόμενη φάση. Όταν ολοκληρώθηκε και το τελευταίο στάδιο διαχωρισμού (στάδιο Γ), τα δείγματα αποθηκευτήκαν σε κατάλληλα μαύρα, ώστε να μην πάρουν φως και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαδικασία χρονολόγησης.

Η όλη διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω διήρκησε συνολικά δύο εβδομάδες. Προκειμένου να ολοκληρωθεί διαδικασία για την χρονολόγηση απαιτούνταν άλλες 10 - 15 ημέρες. Η χορήγηση της υποτροφίας ήταν για 2 εβδομάδες, ωστόσο προγραμματίστηκε εκ νέου τον Ιούνιο του 2013 επίσκεψη για την ολοκλήρωση των εργαστηριακών μετρήσεων, δηλαδή της gamma spectrometer και της τελικής χρονολόγησης. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι παραπάνω εργασίες έγιναν υπό την συνεχή καθοδήγηση και εποπτεία του προσωπικού του Ινστιτούτου.



Φωτογραφία 93: Στάδια διαχωρισμού κόκκων, Πηγή: Riemenschneider & Kunz, 2007

7.5 Αποτελέσματα

7.5.1 Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις Όρμος Παλαμαρίου

Κατά μήκος της παραλίας του Παλαμαρίου οι ακτόλιθοι αναπτύσσονται σε μια ζώνη μήκους περίπου 500 m παράλληλα προς την ακτή, με κλίση προς τη θάλασσα περίπου $1,7^\circ$. Το μέγιστο πλάτος τους φτάνει τα 35 m και εκτείνονται περίπου από τη στάθμη της θάλασσας μέχρι το βάθος των 1,9 m (Διάγραμμα 1 & 2). Το πάχος τους φτάνει τα 32 cm στις πιο καλό-συντηρημένες θέσεις, ενώ στις θέσεις που έχουν υποστεί διάβρωση το πάχος φτάνει τα 8 cm. Οι ακτόλιθοι εμφανίζονται διαβρωμένοι, παρουσιάζουν έγκοιλα και αύλακες και κατά θέσεις είναι σπασμένοι σε επιμέρους πλάκες (Φωτογραφίες 94 & 95). Η υποθαλάσσια εμφάνιση καλύπτεται από θαλάσσια γλωρίδα (Φωτογραφία 96).



Φωτογραφία 94: Πρώτη ενότητα ακτόλιθων στη παραλία του Παλαμαρίου



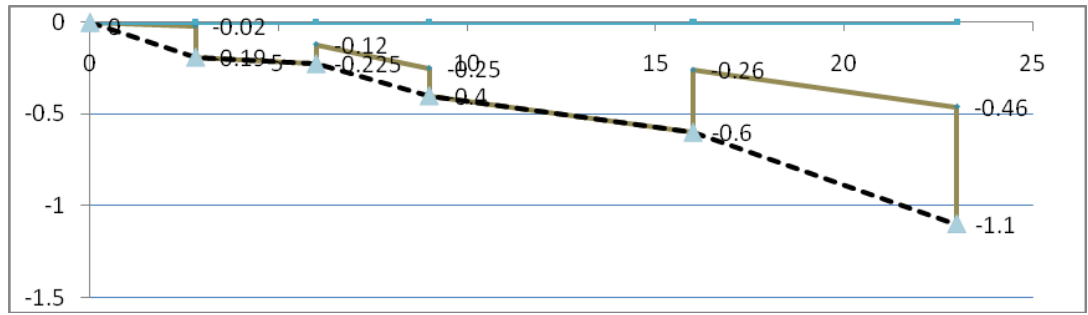
Φωτογραφία 95: Δεύτερη ενότητα ακτόλιθων στη παραλία του Παλαμαρίου



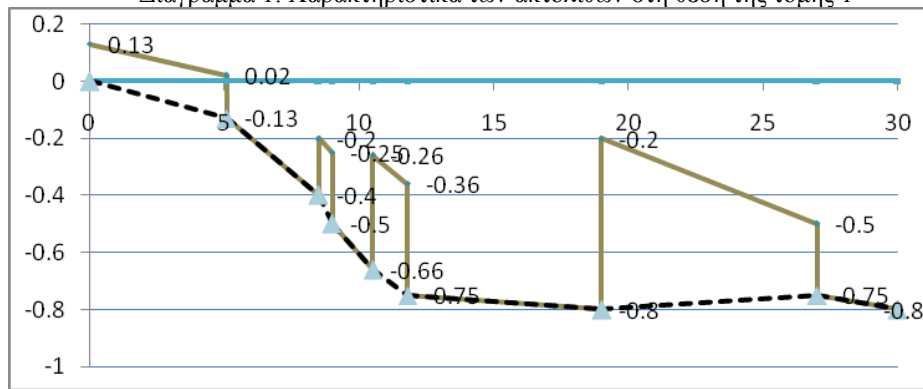
Φωτογραφία 96: Υποθαλάσσιοι ακτόλιθοι

Κατά μήκος της παραλίας, καταγράφηκαν δύο επιμέρους ενότητες κατά την χαρτογράφηση των ακτόλιθων (βλέπε γεωμορφολογικό χάρτη). Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι παρατηρήθηκε υποθαλάσσια βλάστηση.

Συνολικά έγινε η τομή σε δυο σημεία της παραλίας με αποτελέσματα όπως στα επόμενα διαγράμματα.



Διάγραμμα 1: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση της τομής 1



Διάγραμμα 2: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων θέση της τομής 2

Παραλία Γυρίσματα

Κατά μήκος της παραλίας των Γυρισμάτων οι ακτόλιθοι (Φωτογραφία 97 & 98) αναπτύσσονται σε μια ζώνη μήκους περίπου 2.1 χλμ παράλληλα προς την ακτή, με κλίση προς τη θάλασσα περίπου 1° . Το μέγιστο πλάτος τους φτάνει τα 40 m και εκτείνονται περίπου από τη στάθμη της θάλασσας μέχρι το βάθος των 80 cm (Διαγράμματα 3 & 4). Το πάχος τους φτάνει τα 61 cm, ενώ στις θέσεις που έχουν υποστεί διάβρωση το πάχος φτάνει τα 10 cm. Οι πάγκοι εμφανίζονται διαβρωμένοι, παρουσιάζουν έγκοιλα και αύλακες και κατά θέσεις είναι σπασμένοι σε επιμέρους πλάκες. Επιπλέον εντοπίστηκαν και ανυψωμένοι ακτόλιθοι (Φωτογραφία 99). Η υποθαλάσσια εμφάνιση καλύπτεται από θαλάσσια χλωρίδα (Φωτογραφία 101).

Κατά μήκος της παραλίας, καταγράφηκαν τέσσερις επιμέρους ενότητες κατά την χαρτογράφηση των ακτόλιθων, οι οποίες εντοπίζονται στη βόρεια μεριά τις παραλίας και άλλη μία στο νότιο άκρο της παραλίας κοντά στα αρχαία λατομεία (βλέπε γεωμορφολογικό χάρτη).



Φωτογραφία 97: Πλάκα ακτόλιθου στη βόρεια μεριά της παραλίας Γυρίσματα



Φωτογραφία 98: Πλάκα ακτόλιθου στη θέση αρχαία λατομεία, στην παραλία Γυρίσματα

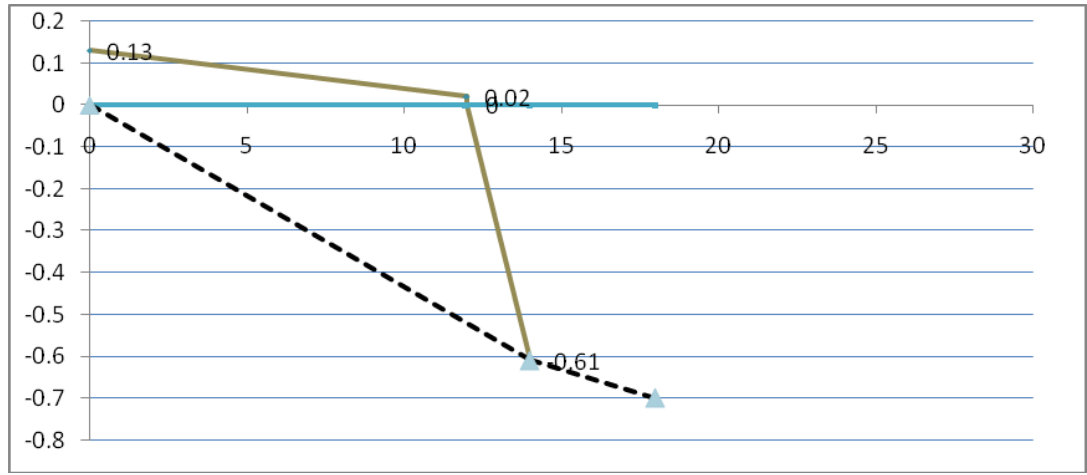


Φωτογραφία 99: Ανυψωμένοι ακτόλιθοι

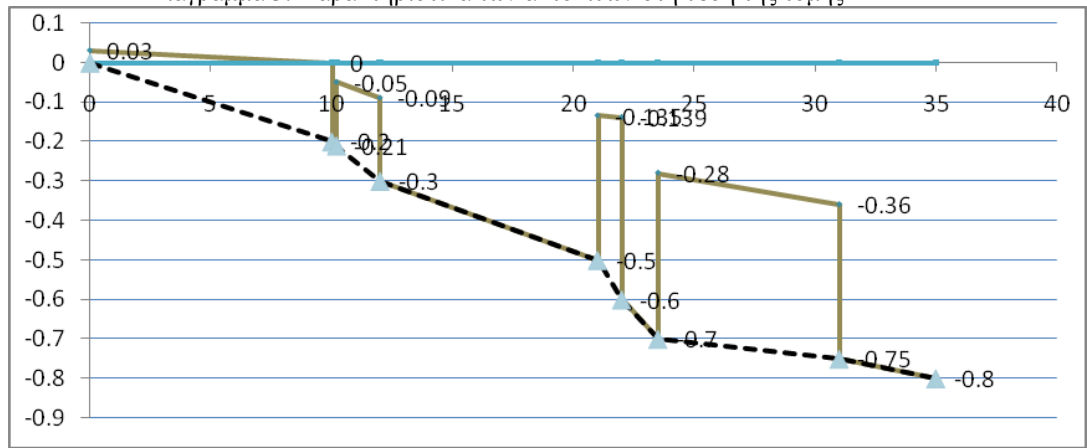


Φωτογραφία 100: Σημείο 2^{ης} τομής

Συνολικά έγιναν η τομές σε δυο σημεία της παραλίας με αποτελέσματα όπως στα επόμενα διαγράμματα.

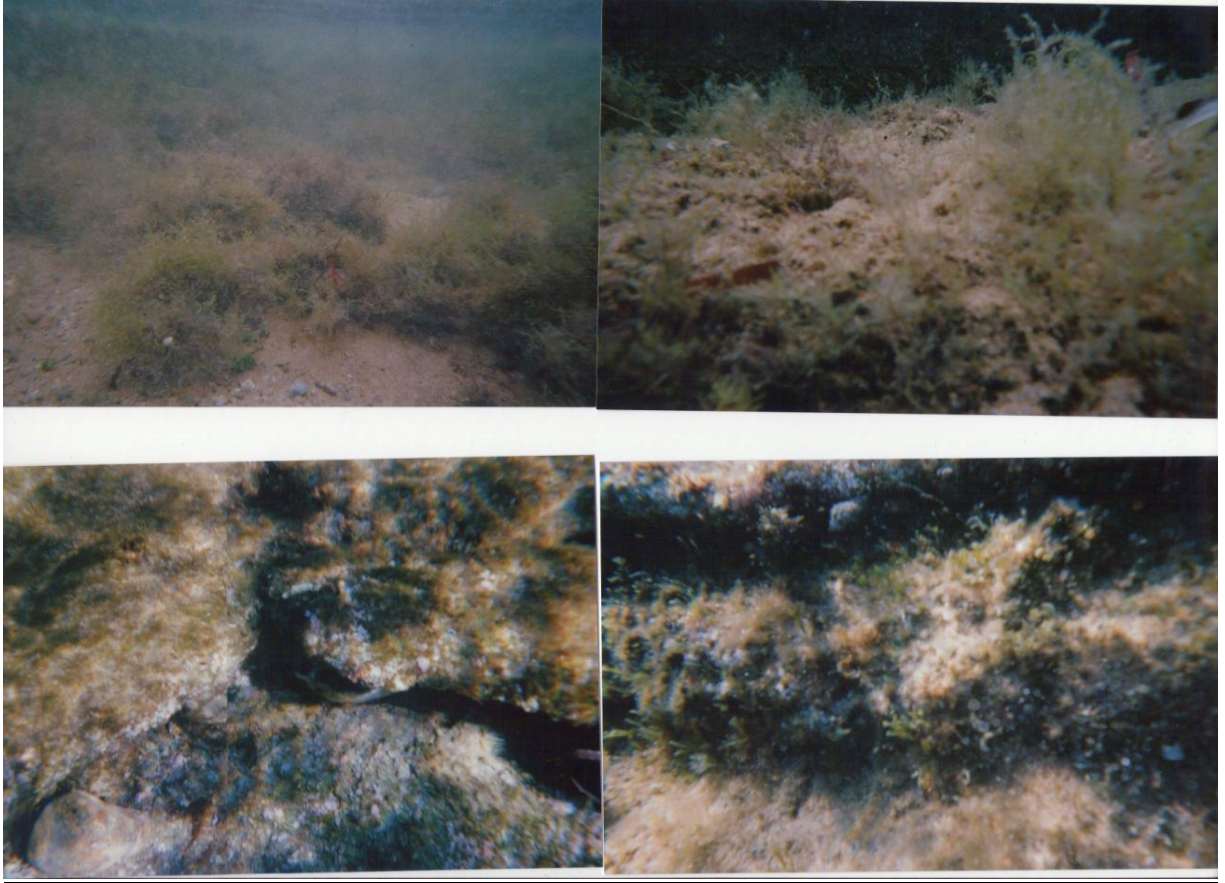


Διάγραμμα 3: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση της τομής



Διάγραμμα 4: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση της τομής της δειγματοληψίας

Υποθαλάσσιες φωτογραφίες των τομών έχουν όπως παρακάτω .

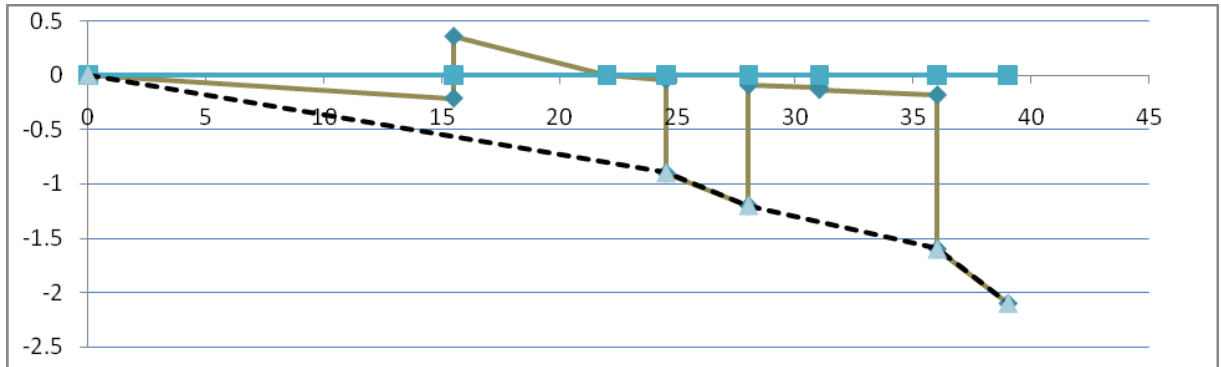


Φωτογραφία 101: Υποθαλάσσιες φωτογραφίες από τις περιοχές τομών.

Παραλία Μώλων

Κατά μήκος της παραλίας των Μώλων οι ακτόλιθοι αναπτύσσονται σε μια ζώνη μήκους περίπου 0,5 χλμ παράλληλα προς την ακτή, με κλίση προς τη θάλασσα περίπου 2.9° . Το μέγιστο πλάτος τους φτάνει τα 40 m και εκτείνονται περίπου από τη στάθμη της θάλασσας μέχρι το βάθος των 1,7 m (Διάγραμμα 5). Το πάχος τους φτάνει τα 1.3 cm, ενώ στις θέσεις που έχουν υποστεί διάβρωση το πάχος φτάνει τα 9cm. Οι ακτόλιθοι εμφανίζονται διαβρωμένοι, παρουσιάζουν έγκοιλα και αύλακες και κατά θέσεις είναι σπασμένοι σε επιμέρους πλάκες. Η υποθαλάσσια εμφάνιση καλύπτεται από θαλάσσια χλωρίδα.

Συνολικά έγινε η τομή σε ένα σημείο της παραλίας με αποτελέσματα όπως στα επόμενα διαγράμματα.



Διάγραμμα 5: Χαρακτηριστικά των ακτόλιθων στη θέση τομής στη παραλία των Μόλων

7.5.2 Ορυκτολογικές παρατηρήσεις από το SEM

Μέχρι και την παράδοση της πτυχιακής δεν κατέσται δυνατή η επεξεργασία των δειγμάτων στο εργαστήριο της σχολής.

7.5.3 Αποτελέσματα μέρους OSL

Κάποια πρωταρχικά αποτελέσματα κατά την διάρκεια της προετοιμασίας και ειδικότερα κατά τον διαχωρισμό του χαλαζία από τον άστριο, δείχνουν ότι η ποσότητα του πρώτου από τα δεύτερο είναι περισσότερη και επομένως αυτό θα είναι το κύριο συστατικό που θα χρησιμοποιηθεί για τη χρονολόγηση και θα οδηγήσει σε αποτελέσματα. Η παραπάνω εκτίμηση των δειγμάτων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα δείγματα είναι νέα σχετικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

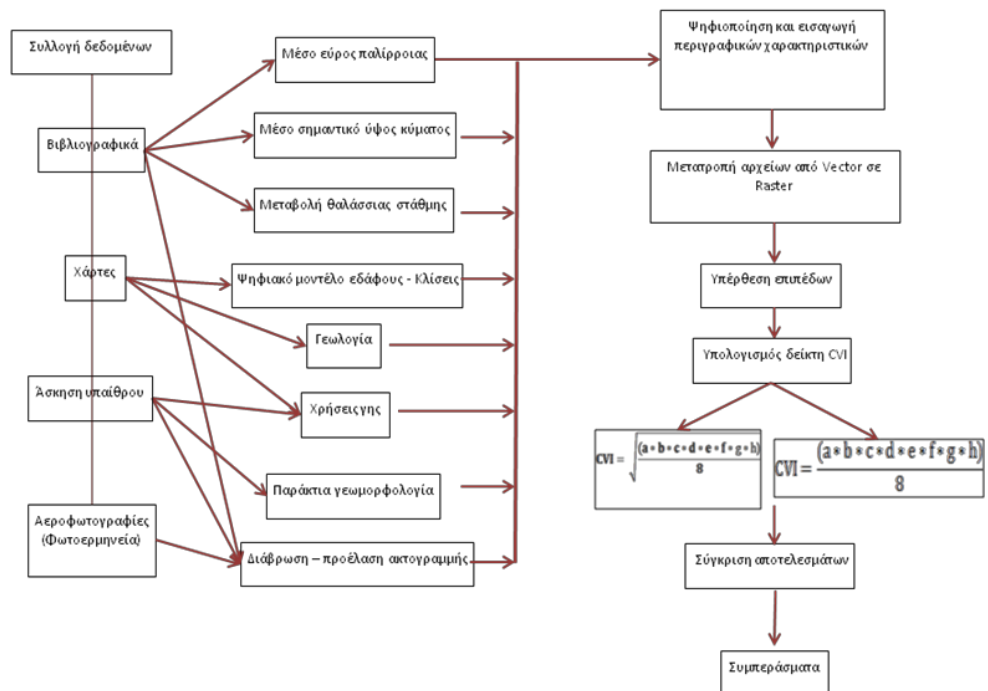
8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

8.1. Γενικά

Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι ο εντοπισμός των τρωτών τμημάτων της ακτογραμμής έναντι της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης σε όλη την παράκτια ζώνη της Σκύρου. Ο εντοπισμός αυτός αποτελεί ένα από τα πρώτα στάδια χάραξης πολιτικών διαχείρισης της παράκτιας ζώνης, με σκοπό τη μελλοντική προστασία των ακτών που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχή. Για αυτό το σκοπό εφαρμόστηκε ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (CVI), όπως αυτός προτάθηκε, τροποποιήθηκε και εφαρμόστηκε από τους *Gornitz et al* (1991), αλλά εφαρμόστηκε και από άλλους (*Thieler & Hammar –Klose, 1999*). Η εφαρμογή της μεθοδολογίας μπορεί να αναδείξει τις ιδιαιτερότητες των επιμέρους τμημάτων της ακτογραμμής του νησιού, με σκοπό να ληφθούν υπόψη κατά την παράκτια πολιτική διαχείρισης. Ο σκοπός αυτής της έρευνας είναι η ταξινόμηση της παράκτιας ζώνης της νήσου Σκύρου, σε σχέση με την τρωτότητα της σε μια αναμενόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Με τη χρήση αυτού του δείκτη μπορεί να καταστεί δυνατή, με έναν σχετικά απλό και αντικειμενικό τρόπο η ποσοτικοποίηση της τρωτότητας της ακτογραμμής.

Με εφαρμογή και αφομοίωση βασικών τεχνικών μοντελοποίησης παράκτιας επικινδυνότητας με τη χρήση ΣΓΠ και αναπτύσσοντας την τεχνική της σταθμισμένης πολυπαραγοντικής ανάλυσης για την εφαρμογή του μοντέλου εκτίμησης της τρωτότητας (CVI) από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης χρησιμοποιώντας τα ήδη διαθέσιμα στοιχεία για την περιοχή μελέτης και συλλέγοντας επιπλέον πληροφορίες. Οι βασικές λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται στο πλαίσιο αυτής της εφαρμογής σχετίζονται με διαδικασίες, ψηφιοποίησης, επαναταξινόμησης δεδομένων, ανάλυσης των μεταβλητών, υπέρθεσης θεματικών επιπέδων και η συνδυαστική αξιολόγηση αυτών. Συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα:

Μεθοδολογία εκτίμησης παράκτιας τρωτότητας με τη χρήση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας CVI



Εικόνα 22: Σχηματική αναπαράσταση μεθοδολογίας σταδίων υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, εξετάζεται ένα σύνολο μεταβλητών που σχετίζονται με την επικινδυνότητα της παράκτιας ζώνης, μετατρέποντας τις μεταβλητές αυτές σε ποσοτικές παραμέτρους, όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια. Αυτές οι παράμετροι αφορούν την παράκτια κλίση, την γεωλογία, την γεωμορφολογία κατά μήκος της παράκτιας ζώνης, τις χρήσεις γης, την υποχώρηση ή προέλαση της ακτογραμμής, το παλιρροιακό εύρος της περιοχής, το ύψος κύματος καθώς και τα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης σύμφωνα με τις μελέτες και τις αναφορές της IPCC.

8.2. Πρόταση τροποποίησης του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας

Στην παρούσα εργασία εφαρμόζονται δύο μοντέλα ΔΠΤ: ο γεωμετρικός μέσος και η ρίζα αυτού. Ο γεωμετρικός μέσος με ρίζα (Εξίσωση 1), (Gornitz *et al* 1991), εφαρμόστηκε και από άλλους (Thieler & Hammar –Klose, 1999, 2001 κ.ά.). Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται ο γεωμετρικός μέσος και η ρίζα του είναι η μη γνώση των ιδιαίτερων βαρών κάθε παραμέτρου- μεταβλητής που συμμετέχει στον υπολογισμό του (πλήρης αιτιολόγηση στο Κεφάλαιο 4), καθώς επίσης η μεθοδολογία αυτού (τροποποιημένος γεωμετρικός μέσος)

δίνει έμφαση στα δυνατά χαρακτηριστικά τα οποία όπως ούτως ή άλλως θα οδηγήσουν στο αποτελέσματα το γεγονός πως προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για δοκιμαστικά σενάρια και όχι για ωφέλημα αποτελέσματα (Αλεξανδρόπουλος κ.α., 1994; Barlow R. J., LeBlanc D. C., 2004; Κιντής Α., 1995; Δαμιανού Χ., Κούτρας Μ., 1991).

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

Εξίσωση 2: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας, Πηγή: Thieler & Hammar-Klose (1999)
 Η εξίσωση του γεωμετρικού μέσου έχει όπως παρακάτω :

$$CVI_1 = \frac{(x_1 * x_2 * x_3 * x_4 * \dots * x_n)}{n}$$

Εξίσωση 3. Ο απλός γεωμετρικός μέσος.

Οι μεταβλητές του δείκτη CVI με βάση την εφαρμογή των *Thieler & Hammar-Klose* (1999) είναι 6. Ωστόσο, κρίθηκε σκόπιμο τόσο από τα διαθέσιμα δεδομένα όσο και με τα δεδομένα που προέκυψαν κατά την άσκηση υπαίθρου, ο επαναπροσδιορισμός των μεταβλητών. Προτείνεται λοιπόν οι μεταβλητές να αυξηθούν 6 σε 8. Οι δύο επιπλέον μεταβλητές που προστίθενται, εκτός από την παράκτια κλίση, την γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης, την διάβρωση ή προέλαση κατά μήκος της ακτογραμμής, το εύρος της παλίρροιας, το ύψος κύματος, είναι η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών και οι χρήσεις γης. Έτσι λοιπόν οι παραπάνω μαθηματικοί τύποι γίνονται ως εξής:

$$CVI_5 = \sqrt{\frac{(a * b * c * d * e * f * g * h)}{8}}$$

Εξίσωση 4: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας (ρίζα γεωμετρικού μέσου) με ενσωματωμένες τις 2 μεταβλητές

$$CVI_1 = \frac{(a * b * c * d * e * f * g * h)}{8}$$

Εξίσωση 5: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας (απλός γεωμετρικός μέσος) με ενσωματωμένες τις 2 μεταβλητές

Μεταβλητές	Σύμβολο
Μορφολογία	a
Μεταβολή ακτογραμμής (m/a)	d
Παράκτια κλίση (%)	b
Μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/a)	c
Ύψος κύματος (m)	e
Εύρος παλίρροιας (m)	f
Λιθολογία γεωλογικών σχηματισμών	g
Χρήσεις γης	h

Πίνακας 9: Μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI)

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί για μια φορά ακόμη ότι σκόπιμα δεν επιλέχθηκε η μελέτη του ερευνητικού ερωτήματος με χρήση του τροποποιημένου γεωμετρικού μέσου με χρήση σημαντικών συντελεστών ως βάρος στις διάφορες παραμέτρους διότι σύμφωνα με την θεωρητική μας μελέτη διαπιστώθηκε το μειονέκτημα αυτής της μεθοδολογία είναι το γεγονός ότι δίνουν έμφαση στα δυνατά χαρακτηριστικά, τα οποία όπως ούτως ή άλλως θα οδηγήσουν στο αποτελέσματα και προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για δοκιμαστικά σενάρια και όχι για ωφέλιμα αποτελέσματα (Αλεξανδρόπουλος κ.α., 1994; Barlow R. J., LeBlanc D. C., 2004; Κιντής Α., 1995; Δαμιανού Χ., Κούτρας Μ., 1991).

8.3 Ψηφιακή επεξεργασία χαρτών

Αφού συλλέχθηκαν τα απαιτούμενα δεδομένα σχετικά με την τοπογραφία, τη γεωλογία του νησιού καθώς και τα ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου θαλάσσιου χώρου και από τους χάρτες και από την επιτόπια έρευνα, επεξεργάστηκαν με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS 10. Συγκεκριμένα για την κατασκευή του ψηφιακού υπόβαθρου της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε το τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) (Παράρτημα Ι). Ο χάρτης σαρώθηκε χρησιμοποιώντας συσκευή σάρωσης, ώστε να γίνει ηλεκτρονικός και να μετατραπεί σε

ψηφιακό αρχείο τύπου tif. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για το γεωλογικό χάρτη (1:50.000 – Παράρτημα Ι). Οι χάρτες γεωαναφέρθηκαν με βάση το ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (Ε.Γ.Σ.Α. 87).

Τα χωρικά δεδομένα εισήχθησαν στο Γ.Σ.Π. μέσω μιας διαδικασίας που αποτελείται από τρία στάδια (*Burrough & McDonnell, 2000; Κουτσόπουλος, 2002*):

- Σάρωση των χαρτών (scanning)
- Γεωαναφορά των χαρτών (georeferencing)
- Το στάδιο της ψηφιοποίησης των σαρωμένων δεδομένων (digitizing)

Για τη διαδικασία της γεωαναφοράς εντοπίστηκαν στο τοπογραφικό διάγραμμα τέσσερα τουλάχιστον ευκρινή σημεία ελέγχου, τα οποία είχαν από ένα ζεύγος συντεταγμένων X,Y σε αζιμουθιακή προβολή HATT, βάσει του διαγράμματος της Γ.Υ.Σ. Στη συνέχεια, με τη χρήση του προγράμματος COORD-GR έγινε η μετατροπή των ζευγών αυτών (X,Y) από αζιμουθιακή προβολή HATT σε ΕΓΣΑ 87. Ακολούθησε η εισαγωγή του διαγράμματος και η οπτικοποίησή του στο ArcMap του ArcGIS με τη χρήση της εντολής **File~>Add Data**. Έπειτα για τη γεωαναφορά χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο **Georeferencing**, ακολουθώντας την παρακάτω σειρά επιλογών:

View Toolbars ~>Georeferencing

Στο τέλος του Πίνακα της γεωαναφοράς υπάρχει το μέγεθος Total RMS Error (Συνολικό Τυχαίο Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα), το οποίο συγκεντρώνει τις αποκλίσεις του κάθε σημείου αναφοράς σε ένα ενιαίο στατιστικό μέγεθος. Το μέγεθος αυτό πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο, ώστε η γεωαναφορά να είναι ακριβής.

Μετά την ολοκλήρωση της γεωαναφοράς, ακολούθησε η ψηφιοποίηση και η οργάνωση των δεδομένων, σε θεματικά επίπεδα. Η δημιουργία και οργάνωση των δεδομένων, χάρτες και θεματικά επίπεδα (shapefile) πραγματοποιήθηκε στο ArcCatalog. Ταυτόχρονα με τη δημιουργία κάθε θεματικού επιπέδου καθορίστηκαν τα πεδία της βάσης δεδομένων από το **Shapefile Properties** με τα κατάλληλα **field name** και αντίστοιχα **data type** που ήταν απαιτούμενα.

Η χωρική και ποσοτική πληροφορία και η περαιτέρω επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων, καθώς και των δευτερογενών επιπέδων raster ή shapefile πραγματοποιήθηκε μέσω του υποπρογράμματος ArcMap. Για την ψηφιοποίηση χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρο οι γεωαναφερόμενοι χάρτες και τα δεδομένα από την εργασία πεδίου. Εξαιρέση αποτελεί το θεματικό επίπεδο της ακτογραμμής του 1945, η οποία ψηφιοποιήθηκε κατόπιν φωτοερμηνείας, από αεροφωτογραφίες της αντίστοιχης χρονολογίας (18 αεροφωτογραφίες, κλίμακα 1:42.000). Όλα τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την παρουσίαση της περιοχής μελέτης και την μελέτη της επικινδυνότητας στην παράκτια διάβρωση ταξινομήθηκαν σε υποφακέλους ανάλογα με τη γενικότερη κατηγορία στην οποία ανήκουν.

Τα πρωτογενή θεματικά επίπεδα που δημιουργήθηκαν, η μορφή τους (σημειακά, γραμμικά, πολυγωνικά), τα περιγραφικά χαρακτηριστικά τους και η πηγή απ' όπου αντλήθηκαν οι πληροφορίες, φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα:

Θεματικό επίπεδο	Μορφή αρχείου	Περιγραφικά χαρακτηριστικά	Πηγή δεδομένων
Altitude_Points <i>Υψομετρικά και Τριγωνομετρικά σημεία</i>	points	Είδος, Υψόμετρο	Τοπογραφικός 1:50.000 (Γ.Υ.Σ)
Contours <i>Ισοϋψείς καμπύλες</i>	polyline	Υψόμετρο	Τοπογραφικός 1:50.000 (Γ.Υ.Σ)
Drainage_Network <i>Υδρογραφικό δίκτυο</i>	polyline	Τάξη, Αρίθμηση, Μήκος	Τοπογραφικός 1:50.000 (Γ.Υ.Σ)
Perimeter_polyline <i>Ακτογραμμή</i>	polyline	Μήκος	Πρόγραμμα CORINE
Perimeter_polyline_1945 <i>Ακτογραμμή χρονολογίας 1945</i>	polyline	Μήκος	Αεροφωτογραφίες
Toponymia <i>θέσεις οικισμών και σημείων ενδιαφέροντος</i>	point		Τοπογραφικός 1:50.000 (Γ.Υ.Σ)
RoadNetwork_polyline <i>Οδικό δίκτυο</i>	polyline	Τάξη, Νούμερο, Μήκος	Τοπογραφικός 1:50.000 (Γ.Υ.Σ)
LandUse <i>Χρήσεις γης</i>	polygon	Κωδικός Corine, Χρήση, ομαδοποίηση	CORINE, Επιτόπια έρευνα
Geology_region <i>Γεωλογικοί σχηματισμοί</i>	polygon	Σχηματισμός, Ηλικία, Τεκτονική ενότητα, Εμβαδόν	Γεωλογικός Χάρτης 1:50.000 (Ι.Γ.Μ.Ε.)
TectonicLines_polyline <i>Τεκτονικά στοιχεία</i>	polyline	Είδος, Μήκος	Γεωλογικός Χάρτης 1:50.000 (Ι.Γ.Μ.Ε.)
Geomorfes_polyline <i>Γραμμικά γεωμορφολογικά στοιχεία</i>	polyline	Είδος, Μήκος	<i>Εργασία πεδίου</i>
Geomorfes_polygon <i>Πολυγωνικά γεωμορφολογικά στοιχεία</i>	polygon	Είδος, Εμβαδόν	<i>Εργασία πεδίου, βιβλιογραφία</i>

Πίνακας 10: Θεματικά επίπεδα και πηγή αυτών

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι, τόσο η κλίμακα απεικόνισης της παράκτιας γεωμορφολογικής χαρτογράφησης, όσο και η κλίμακα απεικόνισης των γεωλογικών σχηματισμών και της τοπογραφίας, είναι διαφορετική από την κλίμακα των δεδομένων των χρήσεων γης που αντλήθηκαν από το πρόγραμμα Corine (2000). Παρότι η γεωμορφολογική χαρτογράφηση ήταν πιο λεπτομερής (κλίμακα 1:50.000) τα διαθέσιμα δεδομένα των χρήσεων γης του Corine (2000) παρέχονται από δεδομένα κλίμακας 1:100.000 με συνέπεια η ακρίβεια των υπολογισμών να είναι περιορισμένη. Το πρόβλημα αυτό μετριάστηκε με την επιτόπια παρατήρηση και την καταγραφή των χρήσεων γης και των ορίων τους με τη χρήση του GPS.

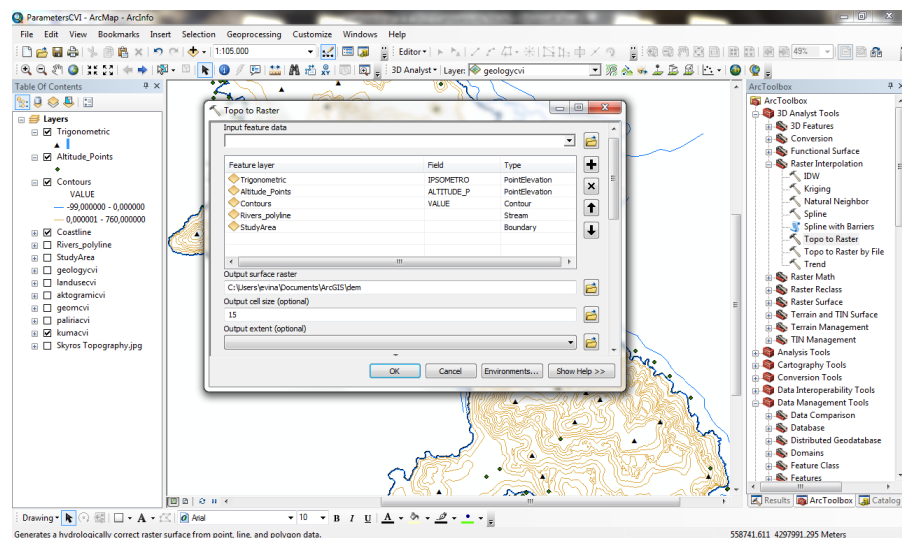
Τα δευτερογενή θεματικά επίπεδα αφορούν στην επεξεργασία των φυσικών, γεωλογικών και ανθρωπογενών χαρακτηριστικών όπως απαιτείται για την εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI). Όλα τα θεματικά επίπεδα, εκτός της παράκτιας κλίσης, μετατράπηκαν και σε **raster** αρχεία για την απευθείας επεξεργασία τους στο **raster calculator** στον τελικό υπολογισμό του CVI. Για τον υπολογισμό και παρουσίαση της μεταβλητή της κλίσης η διαδικασία έγινε αντίστροφα, δηλαδή πρώτα δημιουργήθηκε το raster αρχείο και ακολούθως το θεματικό επίπεδο.

Συνολικά τα δευτερογενή θεματικά επίπεδα **shapefile** και τα αρχεία **raster** που δημιουργήθηκαν, παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.

<i>Θεματικό επίπεδο</i>	<i>Μορφή αρχείου</i>	<i>Περιγραφικά χαρακτηριστικά</i>	<i>Πηγή δεδομένων</i>
Coast_geology <i>Γεωλογικοί σχηματισμοί στην ακτογραμμή</i>	polyline	άξη CVI, Μήκος	Geology_region perimeter_polyline
Coast_klisi <i>Παράκτιες κλίσεις</i>	polyline	Τάξη CVI, Μήκος	Sloperec perimeter_polyline
Coast_landuse <i>Χρήσεις στην ακτογραμμή</i>	polyline	Τάξη CVI, Μήκος	LandUse perimeter_polyline
Coast_constants <i>Μεταβολή θαλάσσιας στάθμης, εύρος παλίρροιας, ύψος κύματος</i>	polyline	Κύμα CVI, Παλίρροια CVI, Μεταβολή CVI	perimeter_polyline βιβλιογραφία
Coast_aktogr <i>Οριζόντια μεταβολή ακτογραμμής</i>	polyline	Τάξη CVI, Μήκος	perimeter_1945 perimeter_polyline
Dem <i>Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους</i>	raster		Altitude_Points, Contours, Drainage_Network

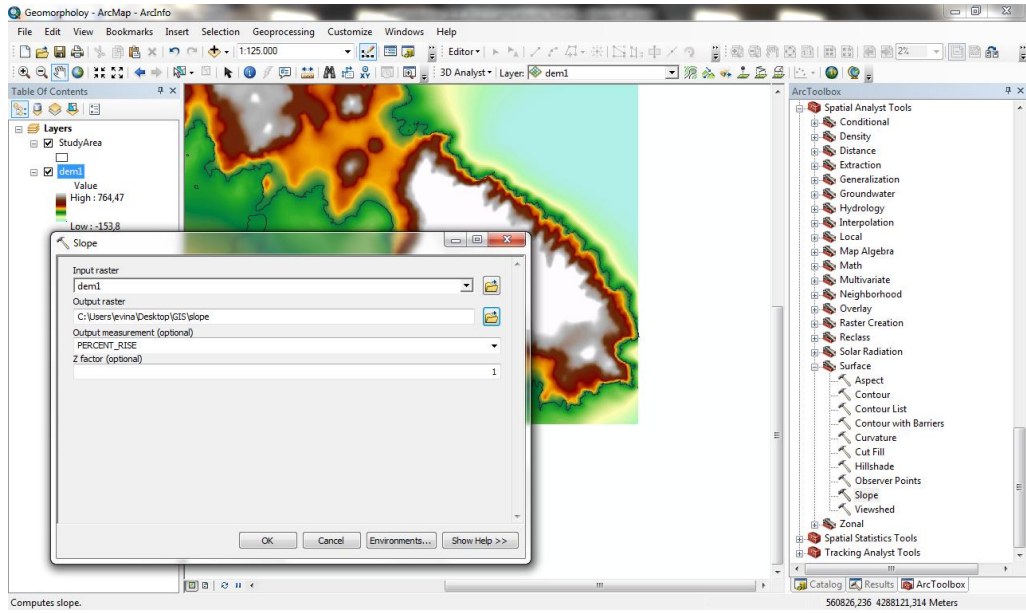
Πίνακας 11: Δευτερογενή θεματικά επίπεδα και πηγή αυτών

Στα δευτερογενή θεματικά επίπεδα ανήκουν και τα αρχεία **raster** που δημιουργήθηκαν είτε για βοηθητικούς είτε για λόγους απεικόνισης. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο αρχείο που δημιουργήθηκε ήταν το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (Digital Elevation Model - DEM). Το συγκεκριμένο μοντέλο απεικονίζει το χώρο σε 3 διαστάσεις, όπου σε κάθε συντεταγμένες x,y αντιστοιχεί μια τιμή της μεταβλητής z, καθώς το υψόμετρο μιας περιοχής μεταβάλλεται συνεχώς στο χώρο. Το DEM δημιουργήθηκε αυτόματα στο πρόγραμμα ArcMap, με χρήση του εργαλείου **Toolbox~>3DAnalyst Tools~>Raster Interpolation~>Topo to Raster**, από τα θεματικά επίπεδα των υψομετρικών σημείων, των ισοϋψών και ισοβαθών και του υδρογραφικού δικτύου και μέγεθος κυψελίδας 20m (Εικόνα 24). Η χρησιμότητα του DEM έγκειται στην αυτόματη παραγωγή του αρχείου της κλίσης και των υψομετρικών ζωνών θαλάσσιας επίκλυσης που είναι απαραίτητα στην παρούσα εργασία.



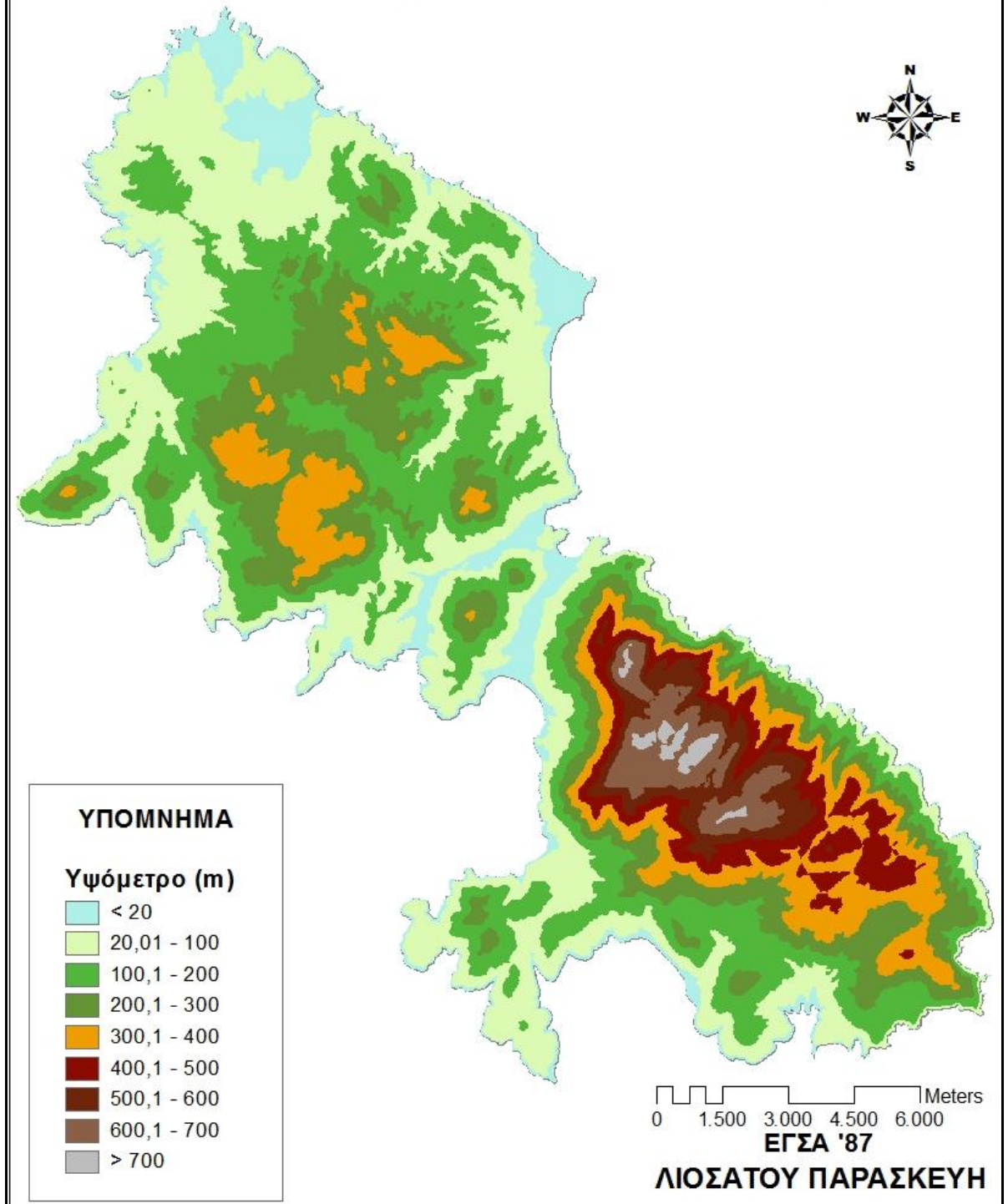
Εικόνα 23: Παράθυρο Διαλόγου για τη δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Το αρχείο της κλίσης δημιουργήθηκε μέσω του εργαλείου **Toolbox** και διαδρομή εργασίας **Spatial Analyst~>Surface Analysis~>slope**, με διατηρούμενη τη διακριτική ικανότητα από το DEM (20m) και επιλογή αποτύπωσης της κλίσης σε τιμές επί της εκατό (%).



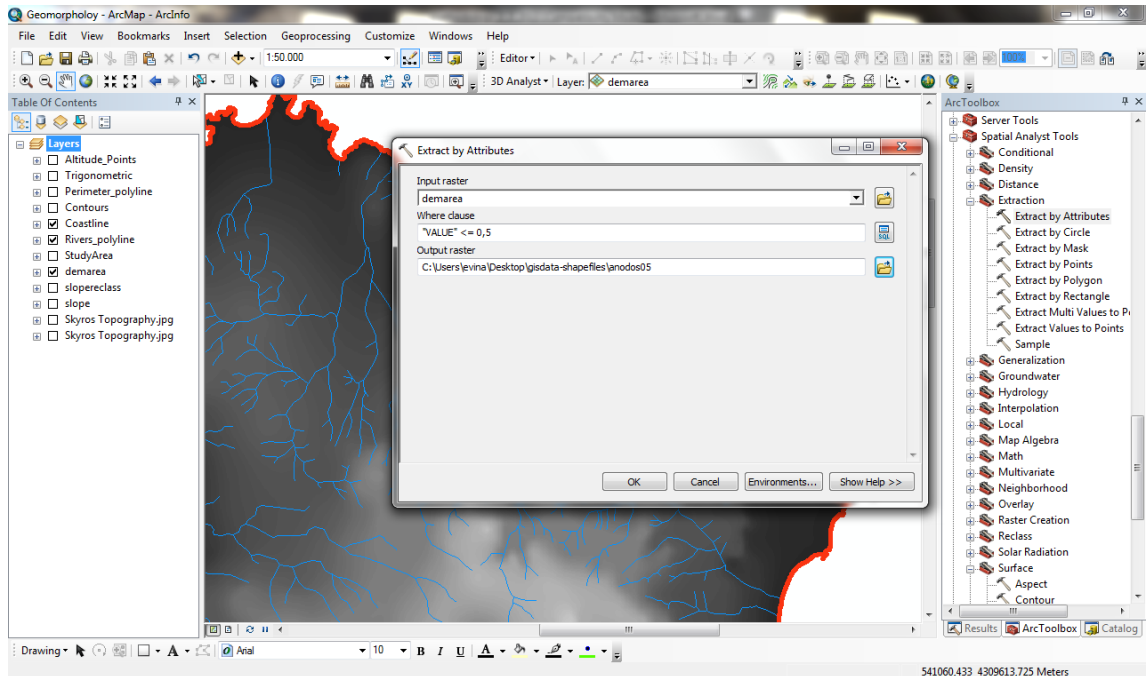
Εικόνα 24: Παράθυρο διαλόγου δημιουργίας κλίσης

ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ



Χάρτης 14. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου

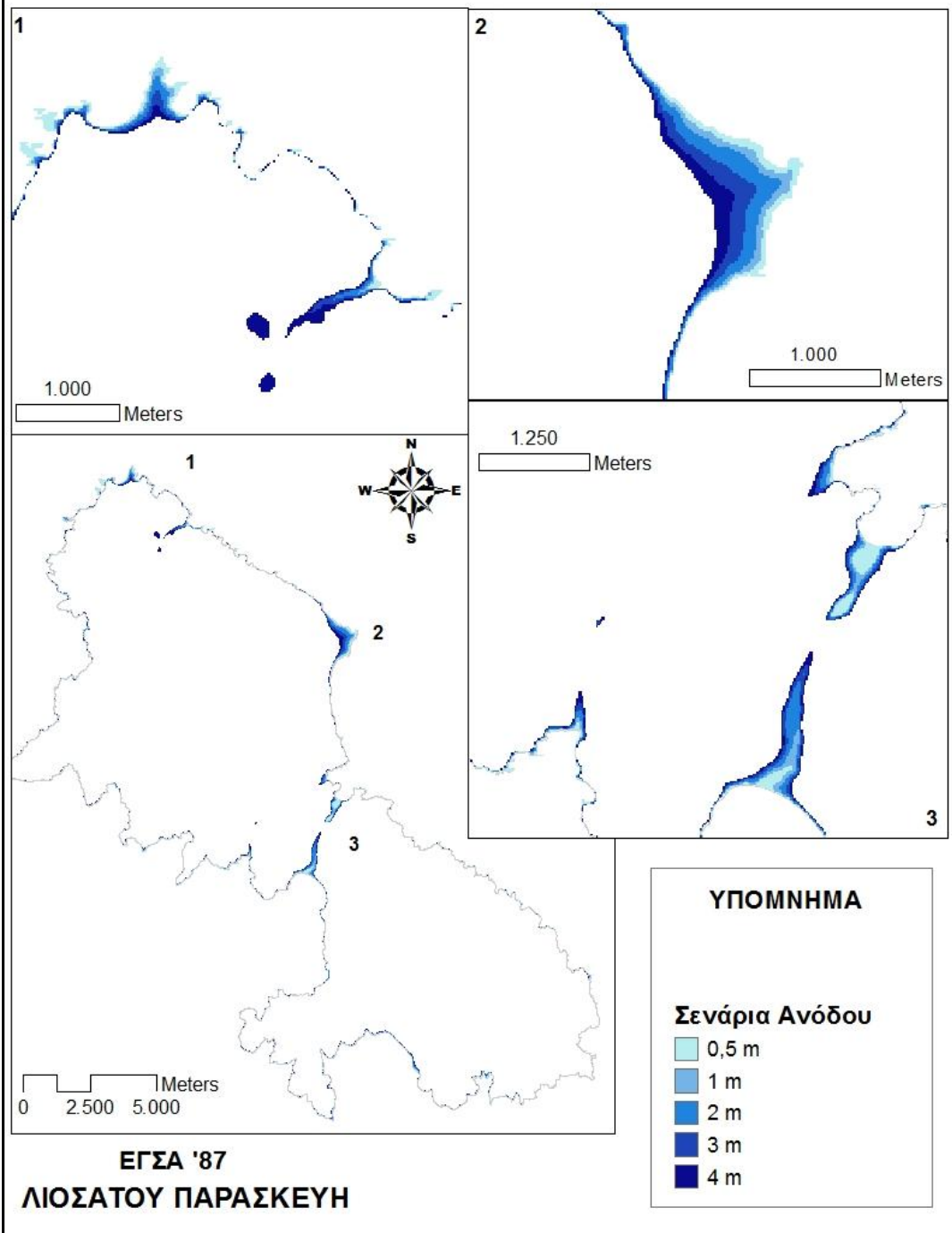
Οι ζώνες κατάκλυσης απεικονίζουν τα σενάρια μελλοντικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας της IPCC (4, 3, 2, 1 και 0,5 μέτρα άνοδος). Δημιουργήθηκαν μέσω του DEM από το εργαλείο **Spatial Analyst tools~>Extraction ~>Extract by attributes**, με εφαρμογή της συνθήκης για το σενάριο με τη μεγαλύτερη άνοδο, ομαδοποίηση των τιμών για κάθε σενάριο και στη συνέχεια δημιουργία ενός νέου επιπέδου raster με την εντολή **Spatial Analyst~>Reclass~>Reclassify** ώστε να απεικονίζεται κάθε σενάριο ξεχωριστά.



Εικόνα 25: Παράθυρο Διαλόγου δημιουργίας ζωνών βάσει των σεναρίων ανόδου της θάλασσας στάθμης

Η Σκύρος, λόγω της μορφολογίας της, δεν παρουσιάζει εκτεταμένα πεδία κατάκλυσης. Οι νότιες, και σχεδόν κατακόρυφες ακτές δεν επηρεάζονται ούτε από το σενάριο της υψηλότερης ανόδου, με εξαίρεση το ανατολικό τμήμα του Όρμου Τρεις Μπουκιές, όπου άνοδος από 0,5 μέτρα και άνω, θα έχει ως αποτέλεσμα την μετατόπιση της ακτογραμμής προς την ξηρά κατά 50 μέτρα περίπου και την εξαφάνιση της Αλμυρής Λίμνης. Το βόρειο τμήμα του νησιού παρουσιάζει ομαλότερο ανάγλυφο και χαμηλότερα υψόμετρα, ωστόσο με εξαίρεση το Βόρειο προς Βορειο-Ανατολικό τμήμα, τα προβλήματα που θα αντιμετωπιστούν έγκεινται στην απώλεια των αιγιαλών και τμήματος του οικισμού Ατσιτσα. Με βάση αυτά τα δεδομένα κατασκευάστηκαν ειδικοί χάρτες εμφάνισης των ζωνών επηρεασμού της ανόδου της θάλασσας.

ΖΩΝΕΣ ΕΠΗΡΕΑΣΜΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΟΔΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ



Χάρτης 15: Ζώνες επηρεασμού βάσει των σεναρίων ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και των κλίσεων

Οι περιοχές που επηρεάζονται σημαντικά ήδη από μικρή άνοδο της στάθμης, εντοπίζονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού: Αχερούνες, Λουτρό, Αχίλι, Ασπούς, και στο βόρειο – βορειοανατολικό: Αεροδρόμιο, Παλαμάρι και Κάμπος (βόρεια της χώρας, όπου βρίσκεται και το αρχαίο λατομείο).

Αθροιστικά η απώλεια έκτασης της Σκύρου, με βάση το κάθε σενάριο ανόδου δίνεται στον παρακάτω Πίνακα και αντιστοιχεί στο 1,7% της συνολικής έκτασης του νησιού:

Σενάριο Ανόδου (σε μέτρα)	Έκταση (τετρ.χλμ)
0,5	0,88
1	1,3
2	2,11
3	2,82
4	3,55

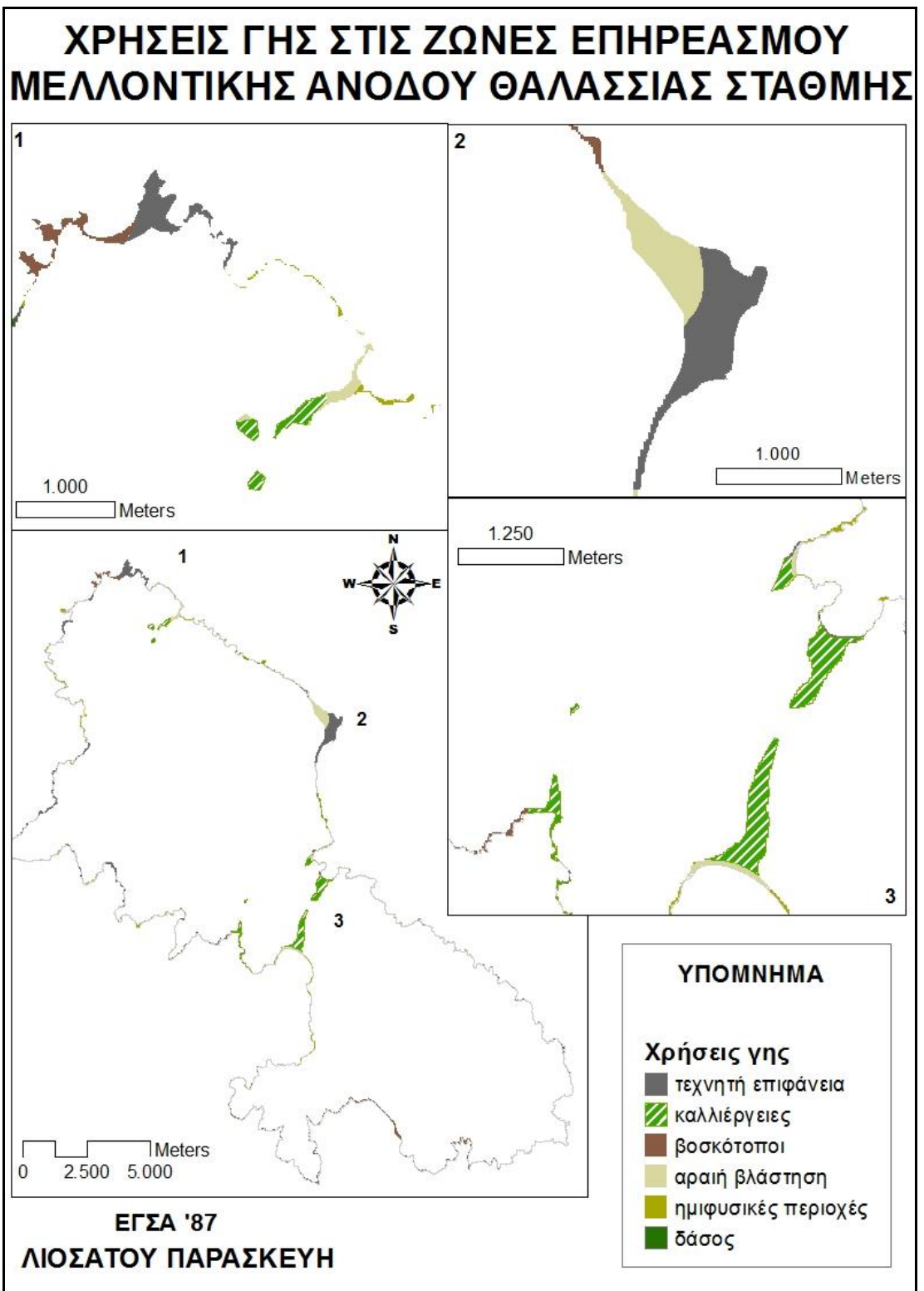
Πίνακας 12: Εκτάσεις που θα κατακλυστούν με βάση τα μελλοντικά σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και τις κλίσεις εδάφους

Στο ενδεχόμενο απώλειας εδαφών από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, έχει εξαιρετικό ενδιαφέρον η χρήση των εδαφών αυτών, καθώς απώλεια οικισμών και τεχνικών υποδομών ή περιοχών οικονομικής δραστηριότητας έχει μεγάλο αντίκτυπο στην κοινωνική και οικονομική δομή της Σκύρου. Για την απεικόνιση και στατιστική επεξεργασία των κατακλυσμένων χρήσεων γης, δημιουργήθηκε ένα νέο θεματικό επίπεδο με βάση τα επίπεδα των χρήσεων γης και του σεναρίου, με χρήση της εντολής **Toolbox~>Analysis Tools~>Overlay~>Intersect** (επίπεδα senaria και LandUse).

Κατηγορία	Έκταση (τετρ.χλμ)	%Ποσοστό επί της συνολικής έκτασης της χρήσης
Τεχνητές επιφάνειες	0,68	18,42
Καλλιέργειες	1,28	8,9
Βοσκότοποι	0,65	1,0
Αραιή βλάστηση - Αιγιαλοί	0,28	10,0
Ημιφυσικές περιοχές	0,57	0,63
Δάσος	0,08	0,14

Πίνακας 13: Εκτάσεις που θα κατακλυστούν με βάση τα μελλοντικά σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και των χρήσεων γης

Με βάση αυτά τα δεδομένα κατασκευάστηκαν ειδικοί χάρτες εμφάνισης των ζωνών επηρεασμού της ανόδου της θάλασσας.



Χάρτης 16: Ζώνες επηρεασμού βάσει των σεναρίων ανόδου της θαλάσσιας στάθμης της IPCC και των χρήσεων γης

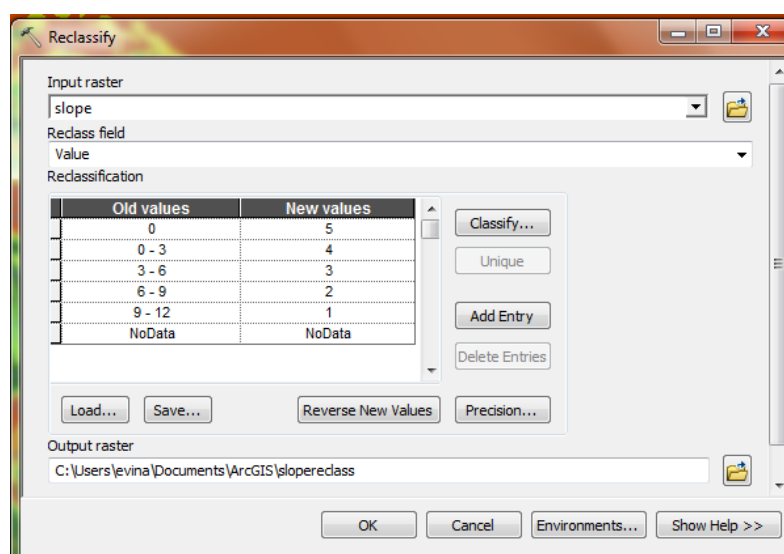
8.1 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας

8.1.1 Ανάλυση μεταβλητών Παράκτια κλίση

Τόσο για την καλύτερη παρουσίαση των κλίσεων όσο και για την πρακτική εφαρμογή τους στο δείκτη CVI, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση των τιμών με την εντολή **Spatial Analyst~>Reclass~>Reclassify** (Εικόνα 27). Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατηγοριοποίηση της κλίσης παρότι στη βιβλιογραφία γίνεται άλλη ταξινόμηση, η οποία κατά βάση στηρίζεται σε μελέτες που έχουν γίνει στις ανατολικές ακτές των ΗΠΑ, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές του Πίνακα 14.

Παράκτια κλίση (%)	Τιμή
>12	1 - Πολύ χαμηλή
12 – 9	2 - Χαμηλή
9 – 6	3 - Μέτρια
6 – 3	4 - Υψηλή
<3	5 - Πολύ υψηλή

Πίνακας 14: Βαθμονόμηση της παράκτιας κλίσης με βάση τον CVI, Πηγή: Thieler & Hammar- Klose,1999



Εικόνα 26: Παράθυρο διαλόγου για την επαναταξινόμηση των κλίσεων

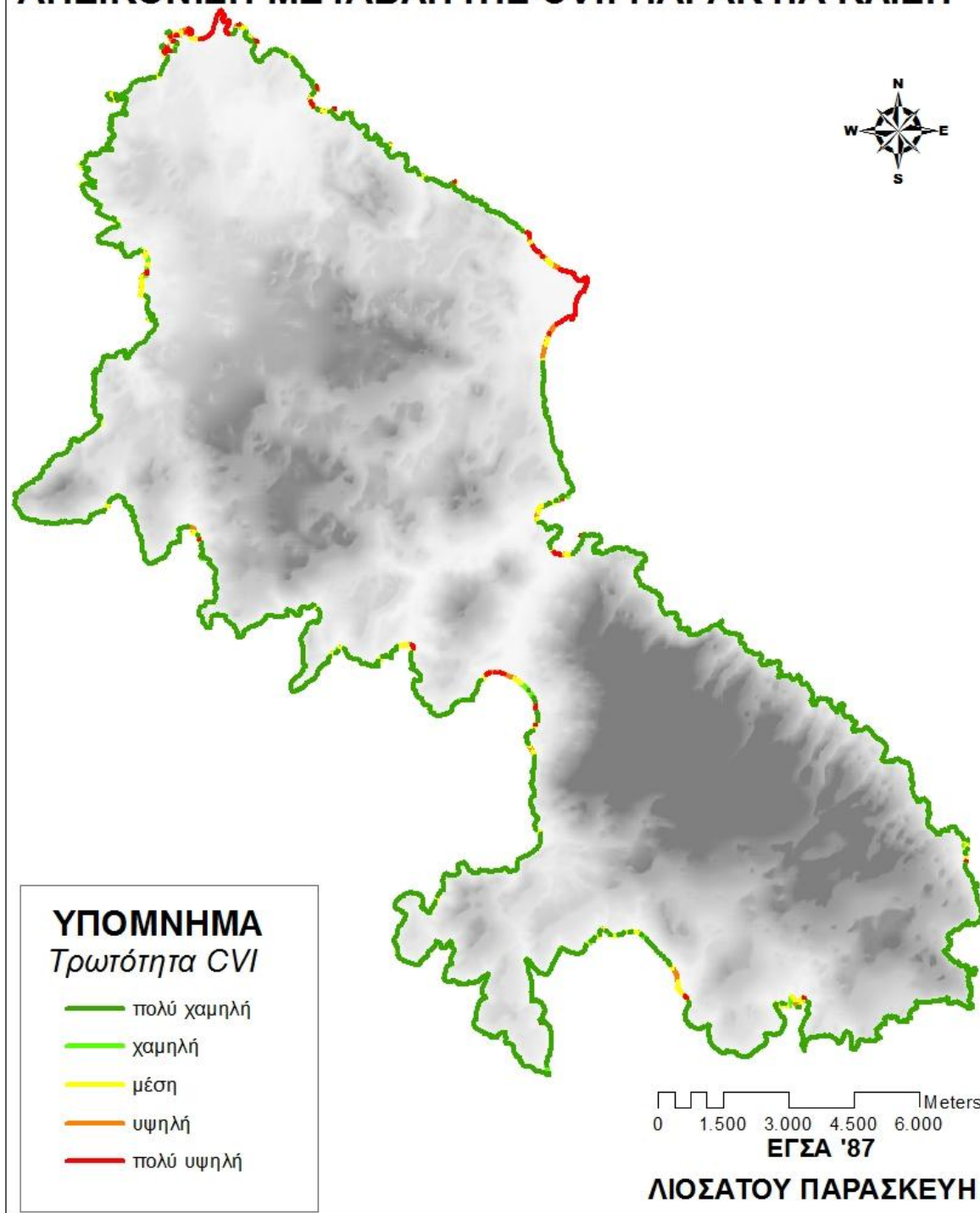
Στη συνέχεια, προκειμένου να αποτυπωθεί αποκλειστικά η κλίση της παράκτιας ζώνης με τα σημερινά δεδομένα έγινε εξαγωγή των τιμών που αντιστοιχούν στην ακτογραμμή, μέσω της εντολής **Spatial Analyst tools~>Extraction ~>Extract by mask**

(mask: vector αρχείο coastline) και μέγεθος κυψελίδας 20m. Το ίδιο αρχείο μετατράπηκε και σε γραμμικό θεματικό επίπεδο, με ενημέρωση του πεδίου στη βάση δεδομένων για το συνολικό μήκος κάθε τάξης σε χιλιόμετρα.



Εικόνα 27: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της παράκτιας κλίσης ως προς την τρωτότητα. Στο κάτω μέρος διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ CVI: ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΛΙΣΗ



Χάρτης 17: Επαναταξινόμηση και βαθμονόμηση της παράκτιας κλίσης

Μεταβολή θαλάσσιας στάθμης

Τα δεδομένα για τη σχετική άνοδο της στάθμης της θάλασσας προέρχονται συνήθως από ιστορικά δεδομένα, όπως μετρήσεις παλιρροιογράφων. Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία, καθώς επίσης ούτε παλιρροιογράφοι (επικοινωνία με την Υδρογραφική Υπηρεσία Στρατού).

Για την περιοχή μελέτης από τις μελέτες των *Pavlopoulos et al* (2011) και *Evelpidou et al* (2012), η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης υπολογίστηκε σε 1mm/yr. Ωστόσο από τα δεδομένα της IPCC η σημερινή τιμή που προκύπτει είναι 1,8mm/yr. Ως εκ τούτου θεωρείται ενιαία για όλη την περιοχή μελέτης και είναι 1,8mm/yr (χαμηλή τρωτότητα - τιμή τρωτότητας 2) με βάση την κατηγοριοποίηση των τιμών για τη μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης για δείκτη CVI (Πίνακας 15). Για την ανάλυση της συγκεκριμένης μεταβλητής δημιουργήθηκε ένα καινούριο ενιαίο γραμμικό θεματικό επίπεδο από το επίπεδο της ακτογραμμής (perimeter_polyline) με ενημέρωση του πεδίου CVI με την τιμή 1 (Χάρτης 17) και στη συνέχεια δημιουργήθηκε το αρχείο Raster, για την εφαρμογή του στο **raster calculator**, μέσω της εργαλειοθήκης Toolbox:

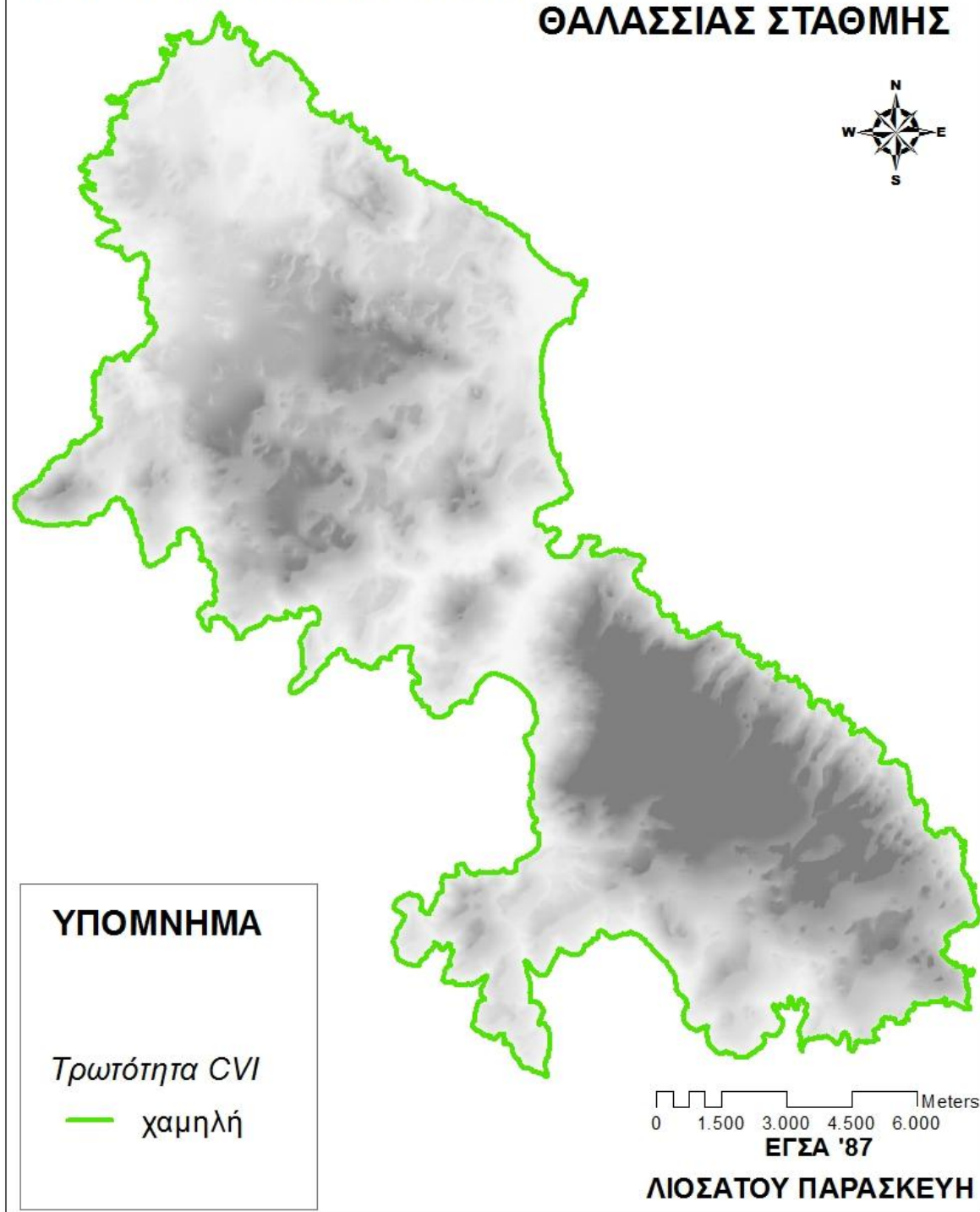
Conversion tools-> To Raster ~>Polyline to Raster (value: πεδίο metaboli στο αρχείο coast_constants).

Μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/a)	Περιοχή	Τιμή CVI
<1,8		1
1,8 – 2,5	Όλη η περιοχή μελέτης	2
2,5 – 3,0		3
3,0 – 3,4		4
>3,4		5

Πίνακας 15: Εύρος τιμών για κατάταξη της ακτογραμμής ως προς την τρωτότητα σε ότι αφορά τη μεταβλητή της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης που χρησιμοποιείται στην εξίσωση του δείκτη παράκτιας τρωτότητας
Πηγή: Thieler & Hammar- Klose,1999

Η ενιαία τιμή της παραμέτρου αυτής για το σύνολο της ακτογραμμής οδηγεί στη διαπίστωση ότι η σχετική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης δεν παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαφοροποίηση της ακτογραμμής της Σκύρου ως προς την τρωτότητά της στην ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

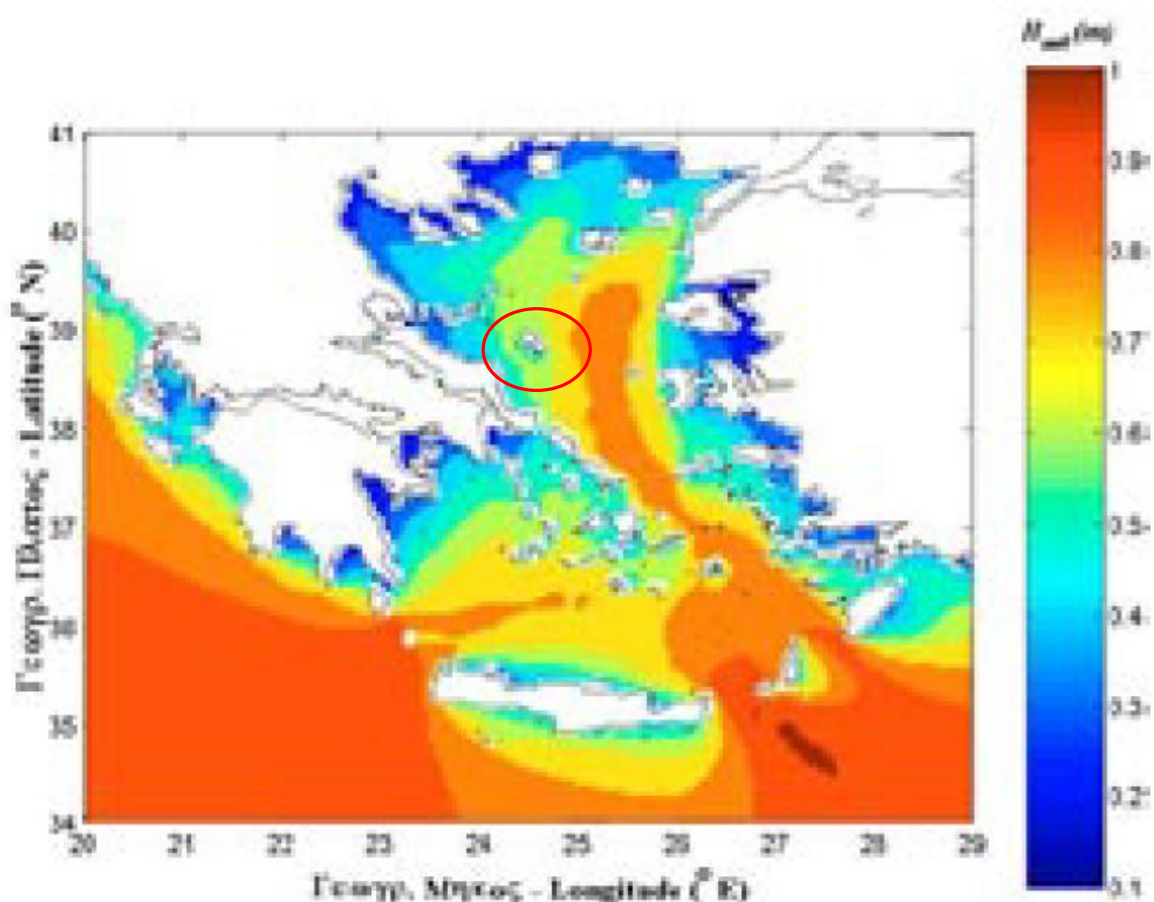
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ CVI: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ



Χάρτης 18: Βαθμονόμηση της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης με βάση τα σημερινά δεδομένα

Μέσο σημαντικό ύψος κύματος

Λόγω έλλειψης στοιχείων μέσου σημαντικού ύψος κύματος από μετεωρολογικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης, προκειμένου να διαπιστωθούν πιθανές διαφοροποιήσεις των κυματικών χαρακτηριστικών στην ακτογραμμή, τα μόνα διαθέσιμα στοιχεία για το μέσο σημαντικό ύψος κύματος αντλήθηκαν από τον Άτλαντα Ανέμου και Κύματος (*Soukisian et al, 2007*). Σε αυτό τον Άτλαντα καταγράφεται το κυματικό καθεστώς ανοιχτής θαλάσσης του Αιγαίου Πελάγους, όπου προέκυψε από μετρήσεις του συστήματος POSEIDON και τη βοήθεια του μοντέλου WAM και βασίζεται σε μετρήσεις που αφορούν την περίοδο 1999-2007, του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ).



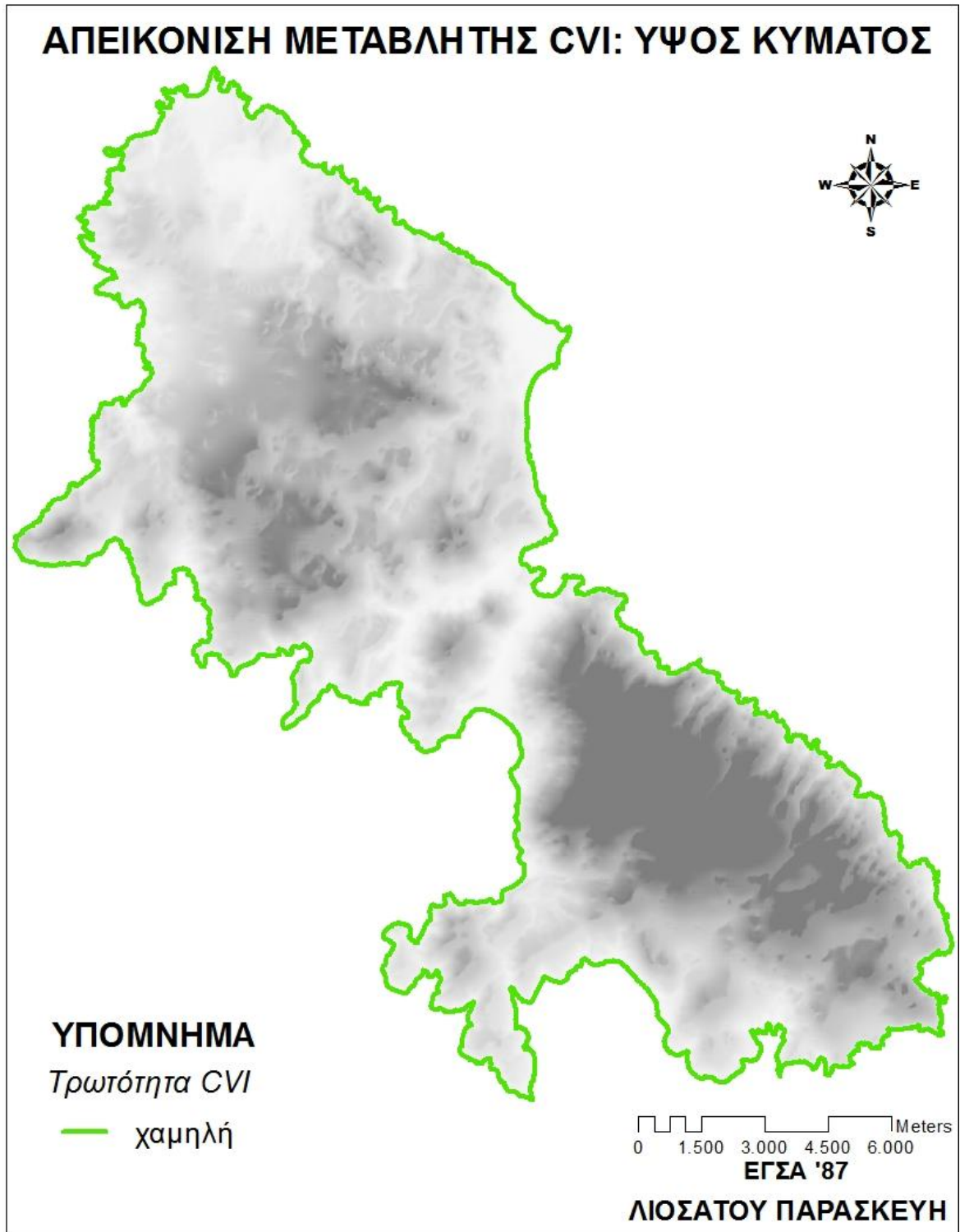
Εικόνα 28: Κατανομή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου WAM και του συστήματος καιρικής πρόγνωσης ΠΟΣΕΙΔΩΝ, Πηγή: Soukisian et al., 2007

Λαμβάνοντας υπόψη και τις παρατηρήσεις κατά την παράκτια χαρτογράφηση και συγκεκριμένα την παρατήρηση ενδείξεων υποχώρησης της ακτογραμμής, η περιοχή μελέτης θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι τοποθετείται στο διάστημα 0.5-0.6 m ως προς το σημαντικό ύψος κύματος, άρα λοιπόν η τιμή που λαμβάνει με βάση τον δείκτη CVI είναι 2 (Πίνακας 16 - Χάρτης 18).

Εύρος τιμών μέσου σημαντικού ύψους κύματος με βάση την κατάταξη του CVI (m)	Περιοχή	Τιμή
<0,55		1
0,55 – 0,85	Όλη η περιοχή μελέτης	2
0,85 – 1,05		3
1,05 – 1,25		4
>1,25		5

Πίνακας 16: Εύρος τιμών για κατάταξη της ακτογραμμής ως προς την τρωτότητα της σε ότι αφορά τη μεταβλητή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος που χρησιμοποιείται στην εξίσωση του δείκτη παράκτιας τρωτότητας Πηγή: Thieler & Hammar- Klose, 1999

Για την ανάλυση της συγκεκριμένης μεταβλητής ενημερώθηκε το αντίστοιχο πεδίο στο γραμμικό θεματικό επίπεδο coast_constants, με την ενιαία τιμή του CVI 2. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε το ψηφιδωτό αρχείο (raster grid) με τον ίδιο τρόπο, όπως περιγράφηκε για τη μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης.



Χάρτης 19: Βαθμονόμηση του μέσου σημαντικού ύψους κύματος

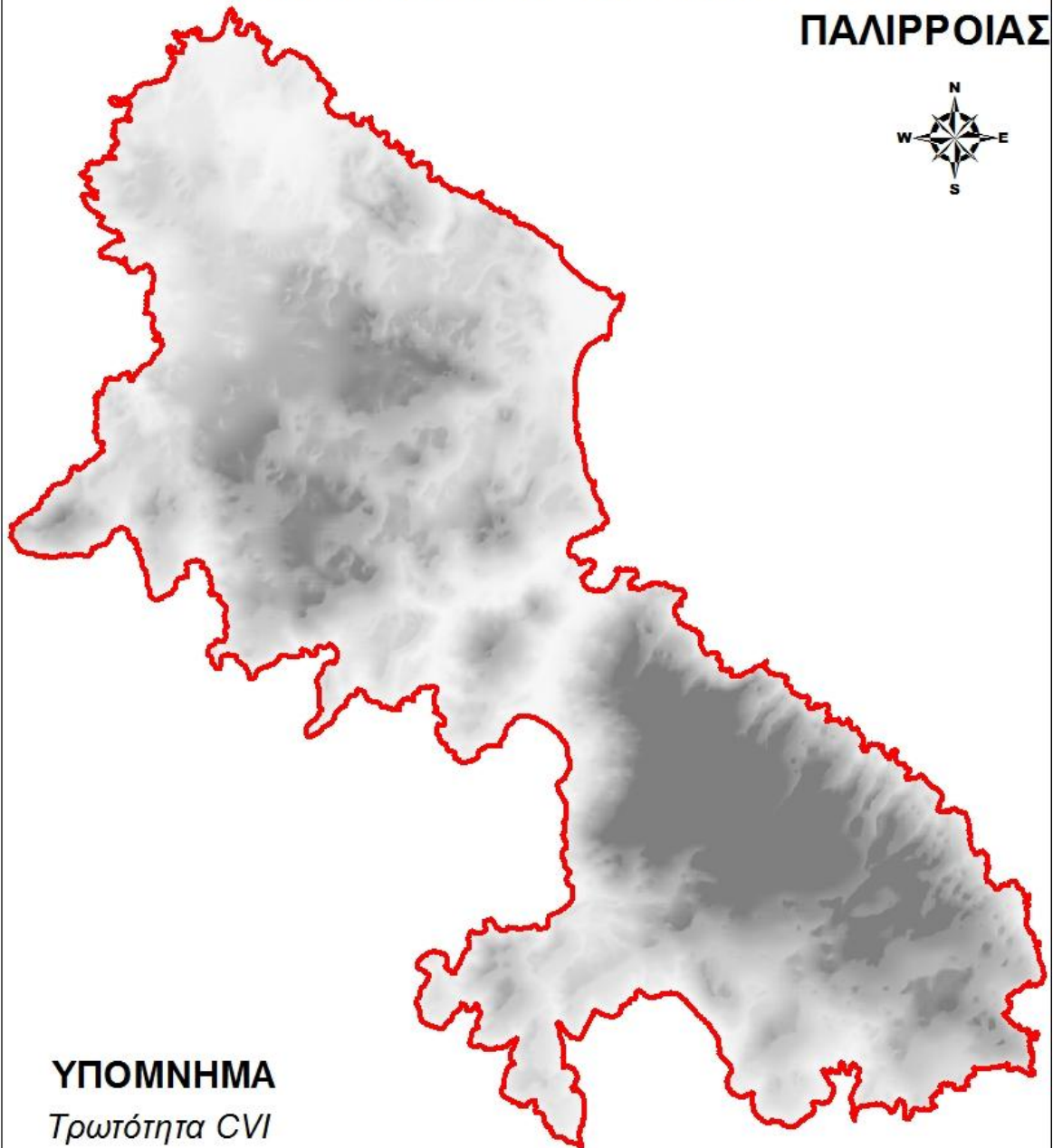
Μέσο παλιρροιακό εύρος

Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας για τον Ελλαδικό χώρο, το μέσο παλιρροιακό εύρος για την περιοχή της Σκύρου θεωρήθηκε το ίδιο κατά μήκος όλης της ακτογραμμής και ότι αυτό δεν ξεπερνά τα 0,10m. Όπως και για την μεταβλητή του ρυθμού μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης, πραγματοποιήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία μετατροπής του διανυσματικού αρχείου σε ψηφιδωτό με μια ενιαία ακτογραμμή και για τη μεταβλητή του εύρους παλίρροιας, όπου σε ένα πεδίο έχει δοθεί η τιμή για το εύρος της παλίρροιας και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η βαθμονόμηση σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα. Σύμφωνα λοιπόν με την κατάταξη του εύρους παλίρροιας από τους *Thieler & Hammar-Klose* (1999) για τον δείκτη CVI, η τιμή αυτή του εύρους έχει δυναμικό 5 (Πίνακας 17 – Χάρτης 19). Η διαδικασία δημιουργίας του raster palirgia είναι ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε και στις δύο προηγούμενες μεταβλητές.

Εύρος τιμών μέσου παλιρροιακού εύρους (m)	Περιοχή	Τιμή
>6,0		1
4,0 – 6,0		2
2,0 – 4,0		3
1,0 – 2,0		4
<1,0	Όλη η περιοχή μελέτης	5

Πίνακας 17: Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για το μέσο παλιρροιακό εύρος για την περιοχή μελέτης

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ CVI: ΕΥΡΟΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Τρωτότητα CVI

— πολύ υψηλή

0 1.500 3.000 4.500 6.000 Meters

ΕΓΣΑ '87

ΛΙΟΣΑΤΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

Χάρτης 20: Βαθμονόμηση του μέσου παλιρροιακού εύρους

Γεωμορφολογία

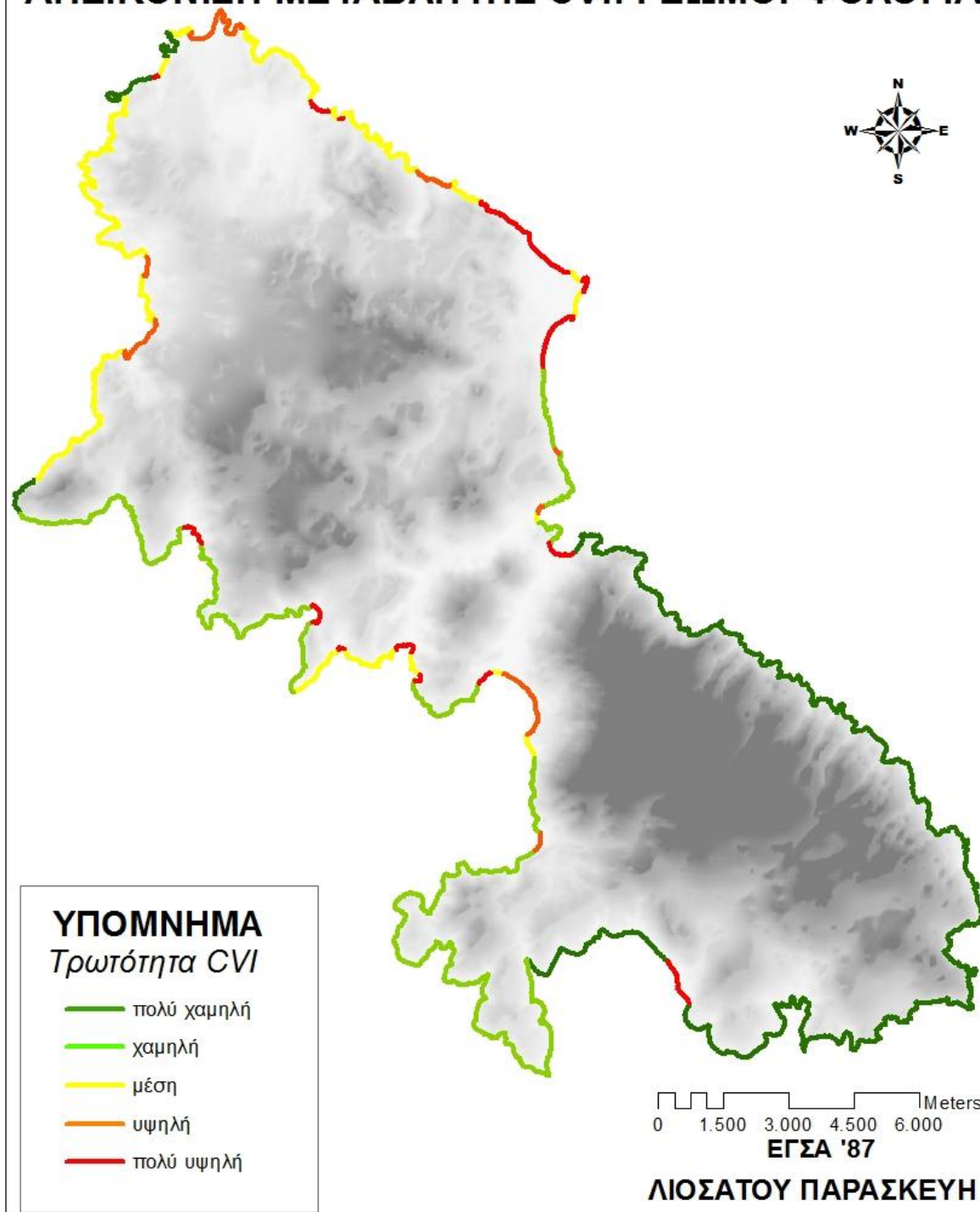
Για τον προσδιορισμό, καταγραφή και απεικόνιση της γεωμορφολογίας πραγματοποιήθηκε η υπαίθρια παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση (η οποία περιγράφηκε αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 6.2) (Γεωμορφολογικός Χάρτης, Παράρτημα ΙΙΙ). Κρίθηκε αναγκαία η διαίρεση της ακτογραμμής και ο χαρακτηρισμός στον Πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των γεωμορφών σε 5 κατηγορίες (*Hammar Klose & Thieler, 1999*), όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα. Κάθε παράμετρος για κάθε επιμέρους τμήμα της ακτογραμμής έχει ταξινομηθεί από το 1 (πολύ χαμηλή) έως το 5 (πολύ υψηλή) τρωτότητα. Η κατηγοριοποίηση των γεωμορφών βάση του δείκτη βασίστηκε σε βιβλιογραφικές πηγές (*Gornitz et al, 1994*). Η επίδραση της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στις γεωμορφές θεωρήθηκε ότι περιορίζεται μόνο κατά μήκος του άμεσου χώρου της ακτογραμμής. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η ένταξη πληροφοριών σε γραμμικό θεματικό επίπεδο.

Ειδικότερα για τους ακτόλιθους επιλέγεται τιμή κατάταξης CVI ίση με 3. Αυτή η επιλογή βασίζεται στο γεγονός ότι όπως αναφέρθηκε στην θεωρητική μας μελέτη (παράγραφος 4.5) δεν εντοπίστηκαν ισχυρά επιστημονικά ευρήματα για το βαθμό συνεισφοράς τους στην προστασία των ακτών καθώς πλήθος ερευνητών καταγράφει ότι οι ακτόλιθοι δύναται να συμβάλουν στην υπό αυτών διάβρωση και άλλοι υποστηρίζουν το αντίθετο. Επιπρόσθετα από την άσκηση υπαίθρου διαπιστώθηκε ότι οι ακτόλιθοι, δεν μεταβάλλουν σημαντικά τις παράκτιες κλίσεις, αλλά ακολουθούν την κλίση του εδάφους προ της αρχής τους. Επομένως κρίνεται ότι η τιμή 3 που βρίσκεται στο μέσο του εύρους των διαθέσιμων τιμών (1-5) είναι η πιο κατάλληλη.

Μορφολογία	Τιμή CVI
Βραχώδης ακτή, Υψηλός κρημνός	1
Μέσου ύψους κρημνός	2
Χαμηλός κρημνός, έλος, beach rocks, θίνες	3
Ακτή με κροκάλες, λιμνοθάλασσα, αλλουβιακή πεδιάδα, εκβολή ποταμού	4
Νησιωτικό φράγμα, αμμώδεις ακτές	5

Πίνακας 18: Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας γεωμορφολογίας

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ CVI: ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ



Χάρτης 21: Βαθμονόμηση της γεωμορφολογίας



Εικόνα 29: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της γεωμορφολογίας ως προς την τρωτότητα. Διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.

Οριζόντιες ιστορικές αλλαγές της θέσης της ακτογραμμής

Οι ρυθμοί παράκτιας διάβρωσης ή προέλασης υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας και συγκρίνοντας την ακτογραμμή που προέκυψε από την ψηφιοποίηση του τοπογραφικού χάρτη του Γ.Υ.Σ. χρονολογίας 1975 με την ακτογραμμή που δημιουργήθηκε από τις ορθοφωτογραφίες του κτηματολογίου (2009), όπου χαράχθηκε και η πρόσφατη ακτογραμμή του νησιού, τις διαθέσιμες δωρεάν δορυφορικές εικόνες του google και την ακτογραμμή που προήλθε από την επεξεργασία των αεροφωτογραφιών (έτος 1945, κλίμακα 1:42.000). Οι ορθοφωτογραφίες του κτηματολογίου, προέκυψαν από πρόσφατες φωτοληψίες της περιόδου 2007-2009 (<http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>).

Η συγκριτική αυτή παρατήρηση της ακτογραμμής παρέχει μια ένδειξη των μεταβολών της ακτογραμμής για μια σειρά 45 ετών που θεωρείται ικανοποιητική για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Η παράκτια χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε πιστοποίησε και επιτόπου τη διάβρωση ή μη της ακτογραμμής.

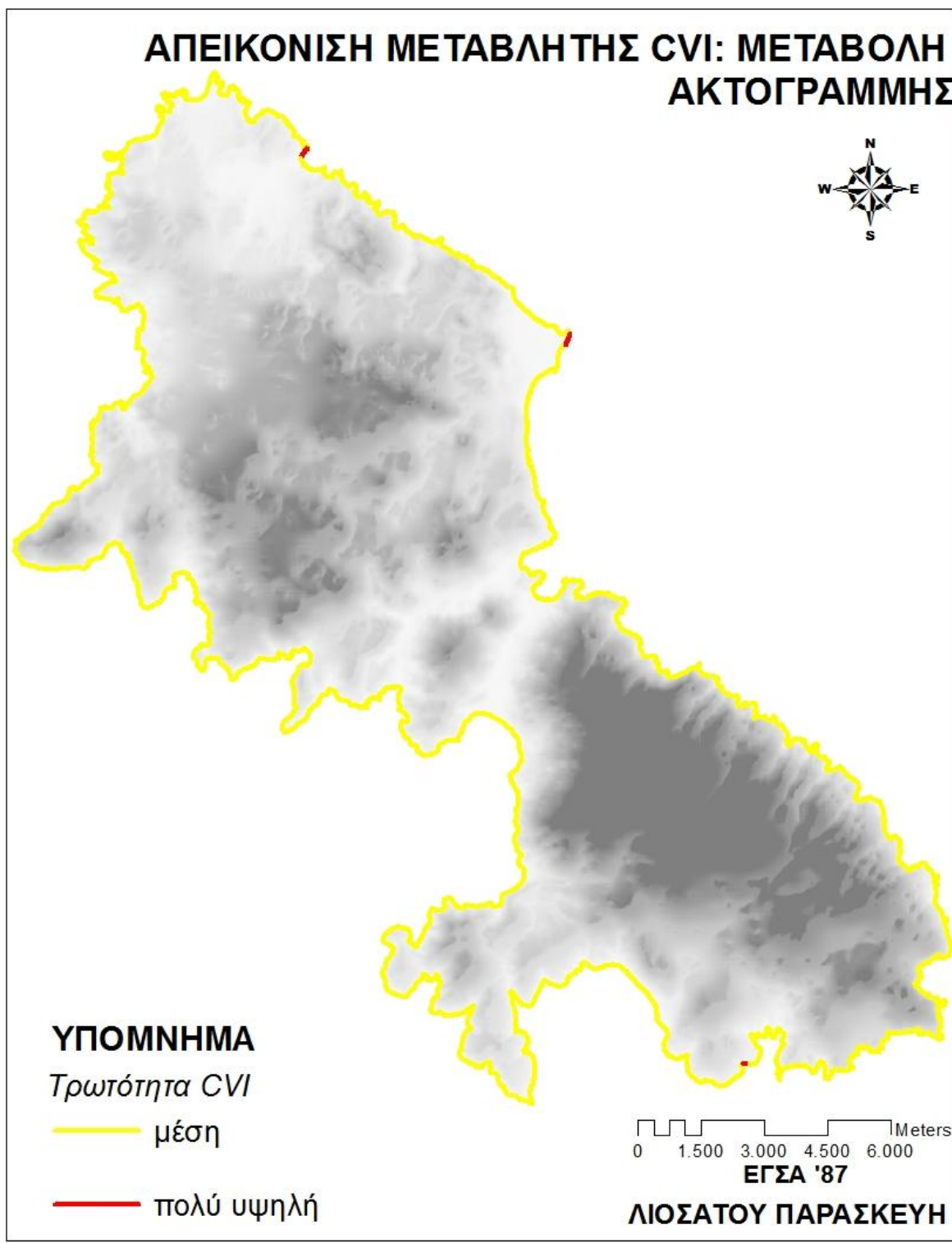
Η διαχρονική καταγραφή της παράκτιας ζώνης της περιοχής ενδιαφέροντος έγινε με την χρήση αεροφωτογραφιών στερεοσκοπικής κάλυψης. Η επιλογή των αεροφωτογραφιών που τελικά χρησιμοποιήθηκαν έγινε με τα εξής κριτήρια:

- Διαθέσιμες αεροφωτογραφίες στερεοσκοπικής κάλυψης από την Γ.Υ.Σ. για την περιοχή ενδιαφέροντος.
- Ο χρόνος λήψης των αεροφωτογραφιών. Για την ακριβέστερη κατά το δυνατό αποτύπωση της εξέλιξης της ακτογραμμής επιλέξαμε να πάρουμε την παλαιότερη σειρά αεροφωτογραφιών, που ήταν διαθέσιμη και αφορούσε στο έτος 1945, όπου δεν υπήρχαν και πολλά έργα επί της ακτής.
- Το κόστος τους.

Με βάση αυτά τα κριτήρια και μετά από αίτηση που έγινε στην Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού παρελήφθησαν οι αεροφωτογραφίες. Στην συνέχεια έγινε φωτοερμηνεία των αεροφωτογραφιών με τη χρήση στερεοσκοπίου. Σε κάθε μία από τις αεροφωτογραφίες σημειώθηκαν οι θέσεις όπου κατά την περίοδο λήψης τους ήταν εμφανής η διαβρωτική δράση των κυμάτων. Τα αποτελέσματα της φωτοερμηνείας συμπληρώθηκαν με τη βοήθεια βιβλιογραφίας. Σ' ότι αφορά τον βιβλιογραφικό έλεγχο που ακολούθησε προέκυψε το πρόβλημα για το έτος 1945 υπήρχαν ελάχιστα δεδομένα. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα της φωτοερμηνείας, συγκρίνοντας τα με τους διαθέσιμους δωρεάν δορυφορικούς χάρτες του google και τα ψηφιοποιημένα αρχεία των ακτογραμμών από τον χάρτη της ΓΥΣ (1975) και του ΟΚΧΕ (2009) χαρτογραφήθηκε η ακτογραμμή για το έτος 1945 σε τοπογραφικό διάγραμμα 1:5000, σημειώνοντας τις μεταβολές με διαφορετικό χρώμα, επισημαίνοντας επίσης και τις θέσεις διάβρωσης και οπισθοχώρησης της .

Όλα τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την εργασία υπαίθρου και την φωτοερμηνεία, σημειώθηκαν με τη μεγαλύτερα δυνατή ακρίβεια στα τοπογραφικά διαγράμματα 1 : 5000. Για την εισαγωγή και επεξεργασία αυτών των στοιχείων με το λογισμικό ArcGIS αρχικά τα τοπογραφικά διαγράμματα σαρώθηκαν, έτσι ώστε να μετατραπούν σε ηλεκτρονική μορφή η οποία είναι επεξεργάσιμη από το παραπάνω πρόγραμμα. Το τοπογραφικό διάγραμμα γεωαναφέρθηκε και πάλι με την διαδικασία που περιγράφηκε πιο πάνω. Με τη βοήθεια το εργαλείου Arc Catalog του ArcGIS δημιουργήθηκε γραμμικό shapefile (aktogrammi_1945), για την ακτογραμμή του 1945.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ CVI: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ



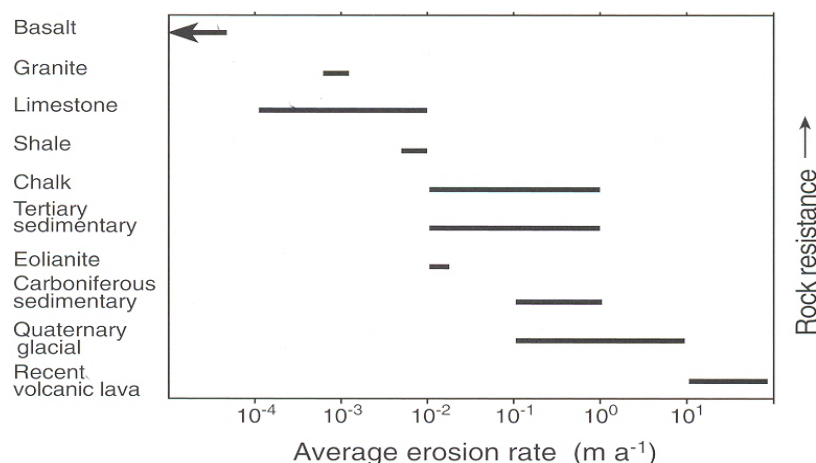
Χάρτης 22: Βαθμονόμηση της μεταβολής της ακτογραμμής

Γεωλογία

Όσον αφορά στην παράμετρο της γεωλογίας δημιουργήθηκαν πολυγωνικά δεδομένα διανυσματικής μορφής από τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ. Οι ρυθμοί διάβρωσης και υποχώρησης των ακτών, εξαρτώνται από μια σειρά παραγόντων, όπως είναι η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που καταλήγουν στη θάλασσα καθώς και από παράγοντες σχετικούς με την ωκεανογραφία όπως τα είναι τα κύματα και ο βαθμός έκθεσης των παράκτιων σχηματισμών στον κυματισμό και τις παλίρροιες.

Η κατηγοριοποίηση και ομαδοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την τρωτότητα στο δείκτη CVI, έγινε με συνδυασμό βιβλιογραφικών αναφορών (Πίνακας 19 & Εικόνα 31) και προσωπικής εκτίμησης και δίνονται στον Πίνακα 20. Επιχειρήθηκε η όσο το δυνατόν ορθή και τεκμηριωμένη βαθμονόμηση σε ότι αφορά τους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρατηρείται ότι η διάβρωση των βασαλτικών πετρωμάτων από τις θαλάσσιες διεργασίες είναι μικρή έως ανύπαρκτη, ενώ σε ασβεστολιθικά πετρώματα αρχίζει να μειώνεται η ανθεκτικότητα στη διάβρωση και κατ' επέκταση να παρουσιάζονται μεγαλύτεροι ρυθμοί διάβρωσης. Όσο κατευθυνόμαστε προς τα κάτω παρατηρούμε ότι η ανθεκτικότητα των πετρωμάτων στην θαλάσσια διάβρωση μειώνεται αισθητά και οι ρυθμοί υποχώρησης αυξάνουν.



Εικόνα 30: Ρυθμοί διάβρωσης παράκτιων κρημών ανάλογα με τη λιθολογία τους, Πηγή: Emery και Kuhn, 1980

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Κατάταξη με βάση τον CVI
I. Old Erosion Resistant Rocks (crystallines) 100	1
1. Igneous, volcanic (basalt, rhyolite, andesite, etc.) 110	1
2. Igneous, plutonic (granite, granodiorite, etc.) 130	1
3. Metamorphic (schists, gneisses, quartzite, serpentinite, etc.) 150	2
II. Sedimentary Rocks 200	3
1. Shale 210	3
2. Siltstone 220	3
3. Sandstone 230	3
4. Conglomerate 240	3
5. Limestone 250	3
6. Eolianite (calcite-sand) 260	3
7. Mixed or varied lithology 270	3
III. Unconsolidated Sediments 300	4
1. Mud, Clay 310	5
2. Silt 320	5
3. Sand 330	5
4. Gravel, conglomerates 340	4
5. Glacial till 345	4
6. Glacial drift (fluvial-glacial) 350	5
7. Calcareous sediment 360	5
8. Mixed or varied lithology 370	4
IV. Recent Volcanic Materials 400	3
1. Lava 410	1
2. Ash, Tephra 420	5
3. Composite 430	3
V. Coral Reef (living) 500	3

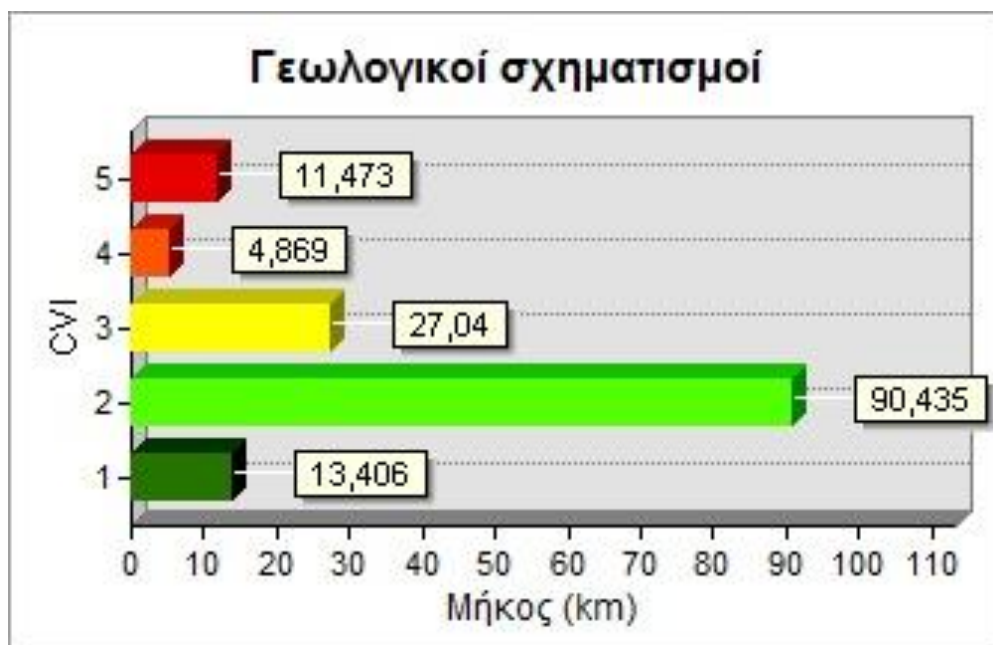
Πίνακας 19: Πίνακας κατάταξης των γεωλογικών σχηματισμών με βάση το CVI, Πηγή: Dolan et al, 1975 και Gornitz et al, 1994

Η κατηγοριοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης με βάση τα παραπάνω, δίδετε στον παρακάτω Πίνακα.

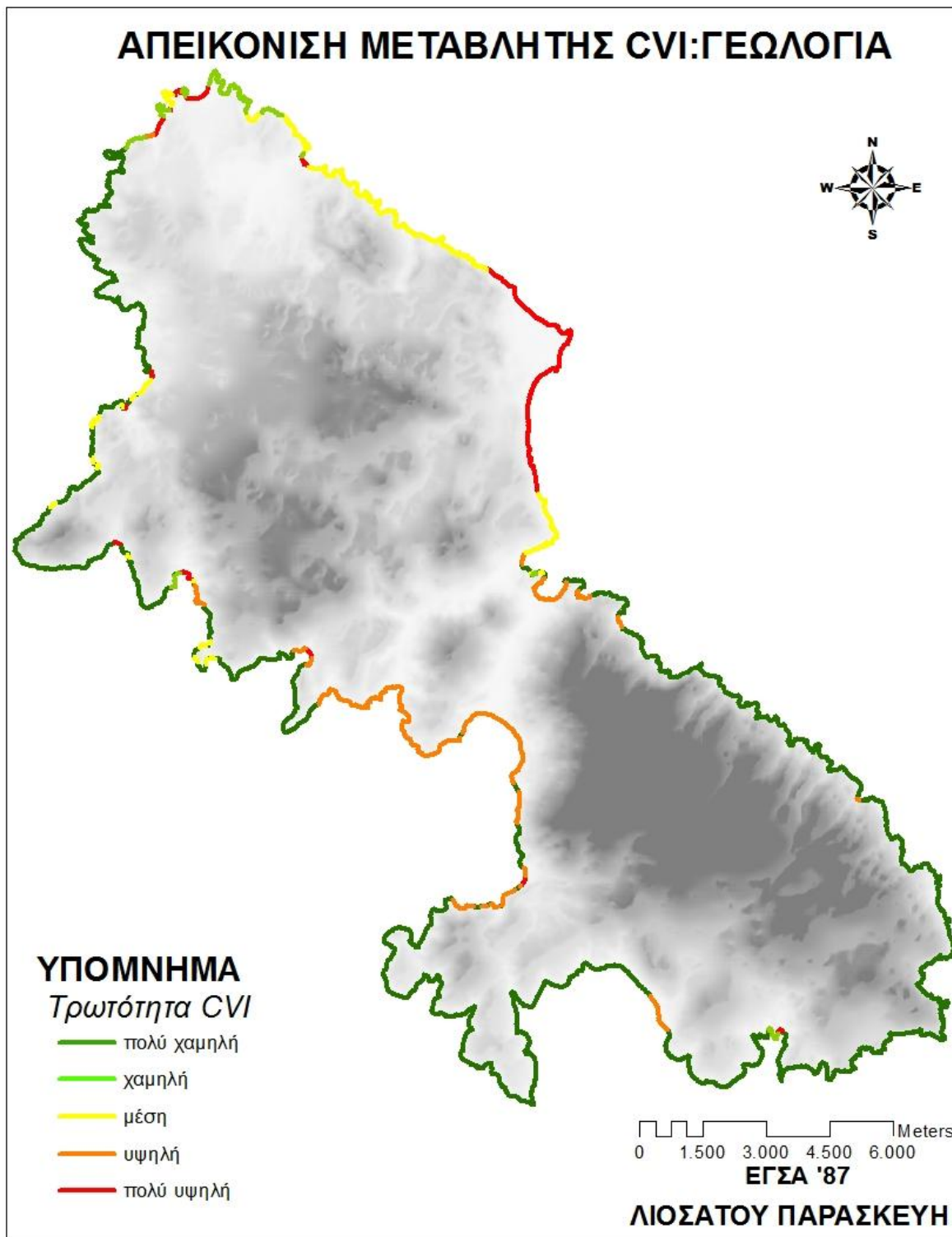
Γεωλογία	Τιμή
Ακολουθία Ασβεστόλιθων, Μάρμαρα	1
Ημιμεταμορφωμένοι κλαστικοί σχηματισμοί	2
Θαλάσσιοι σχηματισμοί	3
Αλλουβιακές αποθέσεις	4
Άμμος παράκτιων περιοχών	5

Πίνακας 20. Επαναταξινόμησης και βαθμονόμηση της γεωλογίας

Δημιουργήθηκαν δύο αρχεία raster, που αφορούν στην ακτογραμμή για τον υπολογισμό του δείκτη και στην απεικόνιση της γεωλογικής δομής στις ζώνες κατάκλυσης με βάση τα σενάρια. Το πρώτο αρχείο δημιουργήθηκε με ενημέρωση της πληροφορίας στο θεματικό επίπεδο coastline και στη συνέχεια με τον ίδιο τρόπο όπως και οι παραπάνω μεταβλητές. Για το δεύτερο raster χρησιμοποιήθηκε το επίπεδο geology_region, το οποίο επίσης έχει ενημερωμένο πεδίο ταξινόμησης σύμφωνα με το δείκτη και η εντολή **Spatial Analyst tools~>Extraction ~>Extract by mask (mask: σενάριο ανόδου)**.



Εικόνα 31: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της γεωλογίας ως προς την τρωτότητα. Διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.



Χάρτης 23: Βαθμονόμηση της γεωλογίας

Χρήσεις γης

Τα στοιχεία για τις χρήσεις γης προέρχονται από το σύστημα κατάταξης Corine 2000 και προσωπική επεξεργασία κατά την εργασία υπαίθρου, όπου ήταν δυνατό.

ΚΩΔΙΚΟΣ (COR)	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Ποσοστό
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0,56
124	Αεροδρόμια	1,27
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	2,57
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	4,81
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	2,09
244	Αγροτικές δασικές περιοχές	0,40
311	Δάσος πλατυφύλλων	0,20
312	Δάσος κωνοφόρων	9,71
313	Μικτό δάσος	5,28
321	Φυσικοί βοσκότοποι	29,77
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	31,90
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	10,98
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	0,46

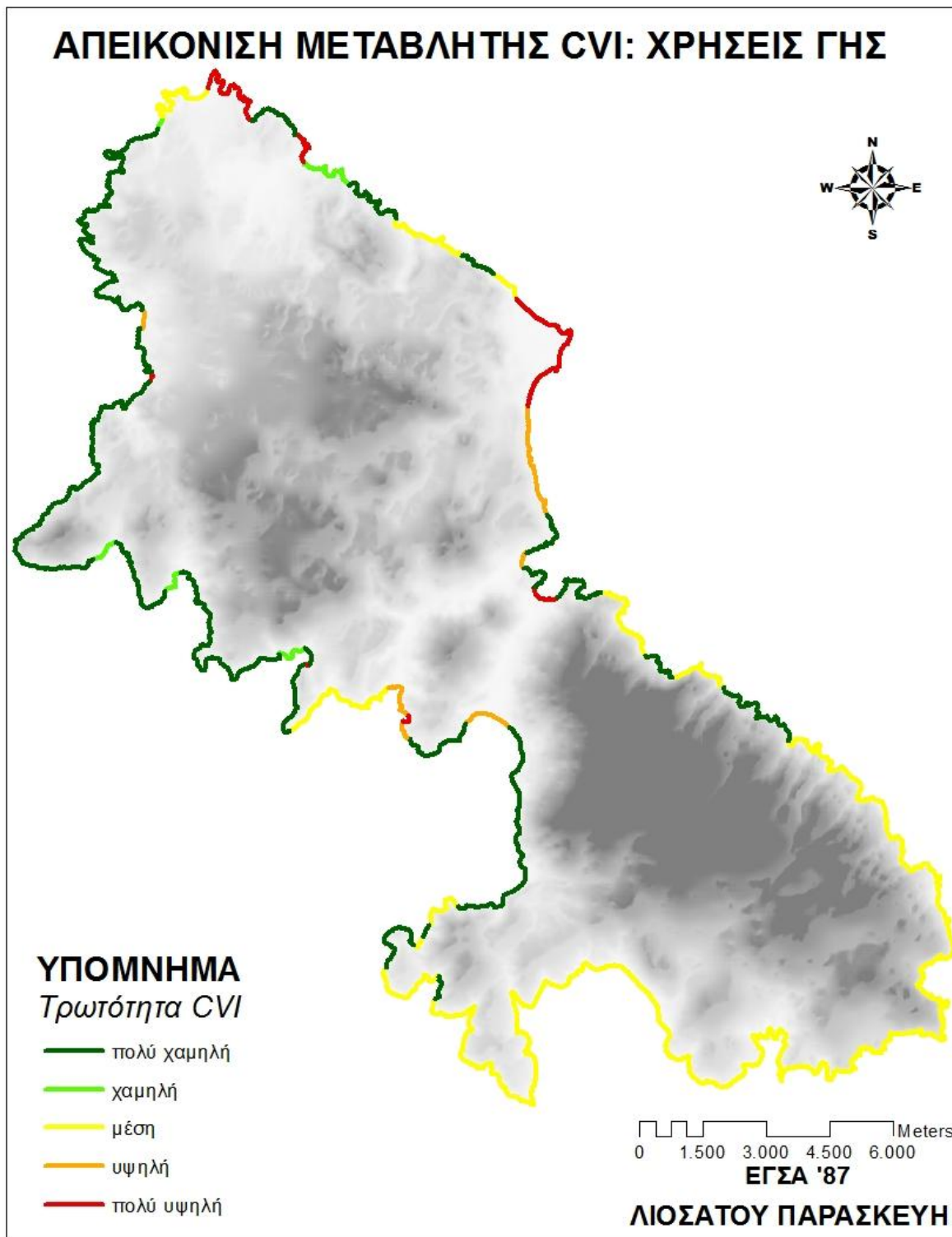
Πίνακας 21: Χρήσεις γης και ποσοστά αυτών στην περιοχή μελέτης

Για την δυνατότητα επαναταξινόμησης των παραπάνω χρήσεων πραγματοποιήθηκε μια στοιχειώδη ομαδοποίηση, σύμφωνα πάντα με τις γενικές κατηγορίες χρήσεων γης όπως αυτές δίνονται από τον Ο.Κ.Χ.Ε. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κατηγοριοποίησή των χρήσεων γης που ακολουθεί ως προς την τρωτότητα στο δείκτη CVI, έγινε με συνδυασμό βιβλιογραφικών αναφορών (Mc Laughlin *et al*, 2002, Papathoma & Howes, 2003) και προσωπικής εκτίμησης. Κυρίως βασίστηκε στην δραστηριότητα του πληθυσμού και στην οικονομική και κοινωνική αξία που παρουσιάζει κάθε χρήση. Η ομαδοποίηση καθώς και η χρήση δυναμικού παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα.

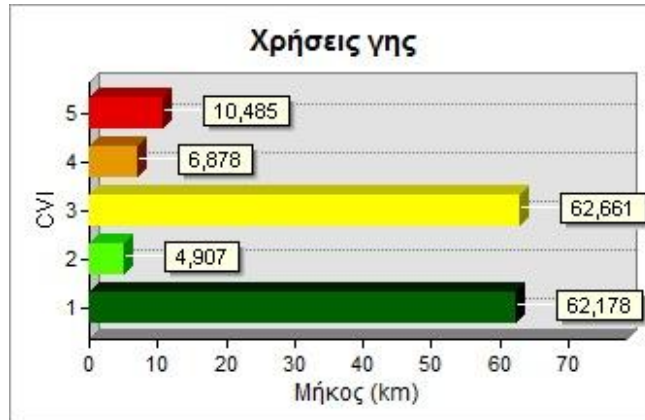
Χρήσεις γης	Τιμή
Δάσος, Σκληροφυλλική βλάστηση, αγροτικές δασικές περιοχές	1
Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις	2
Βοσκότοποι, Καλλιέργειες με φυσική βλάστηση	3
Καλλιέργειες, Αραιή βλάστηση	4
Τεχνητές επιφάνειες, μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη, Αστική δόμηση	5

Πίνακας 22: Επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των χρήσεων γης

Με τον τρόπο αυτό, υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις χρήσεις γης και την σχετική κοινωνικοοικονομική αξία και σημασία της περιοχής μελέτης (που απεικονίζεται με την τιμή του δυναμικού – Πίνακας 22). Κρίθηκε αναγκαίο η διακεκομμένη αστική οικοδόμηση να λάβει τον μεγαλύτερο συντελεστή, ενώ τα δάση, και οι αγροτικές δασικές περιοχές τον μικρότερο. Οι εκτάσεις που καλύπτονται από καλλιέργειες έλαβαν συντελεστή 4, καθώς αφενός μεν η φύση τους παρουσιάζει μεσαία επικινδυνότητα ως προς την διάβρωση, ωστόσο συγκαταλέγονται στην οικονομική δραστηριότητα του νησιού και επομένως η αξία τους τις καθιστά μεγαλύτερης επικινδυνότητας. Αντίστοιχα, για τις εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για την κτηνοτροφία και τις καλλιέργειες με φυσική βλάστηση, η επικινδυνότητα θεωρήθηκε ότι ανέρχεται κατά μία τάξη, για τον ίδιο λόγο, ώστε να λάβει τιμή 3. Η βαθμονόμηση αυτή φαίνεται λογική, αν αναλογιστεί κανείς ότι σε μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μεγαλύτερη απώλεια για την τοπική κοινωνία που θα επηρεάζει και σε μεγαλύτερο βαθμό κοινωνικοοικονομικά την ευρύτερη περιοχή, θα είναι η κατάκλυση παράκτιων οικισμών, τόσο λόγω της άμεσης κατάκλυσης των κατοικιών, όσο και των επιπτώσεων στις υπηρεσίες αλλά ιδιαίτερα στον τουρισμό που αποτελεί σημαντική οικονομική δραστηριότητα για την περιοχή.



Χάρτης 24: Βαθμονόμηση χρήσεων γης



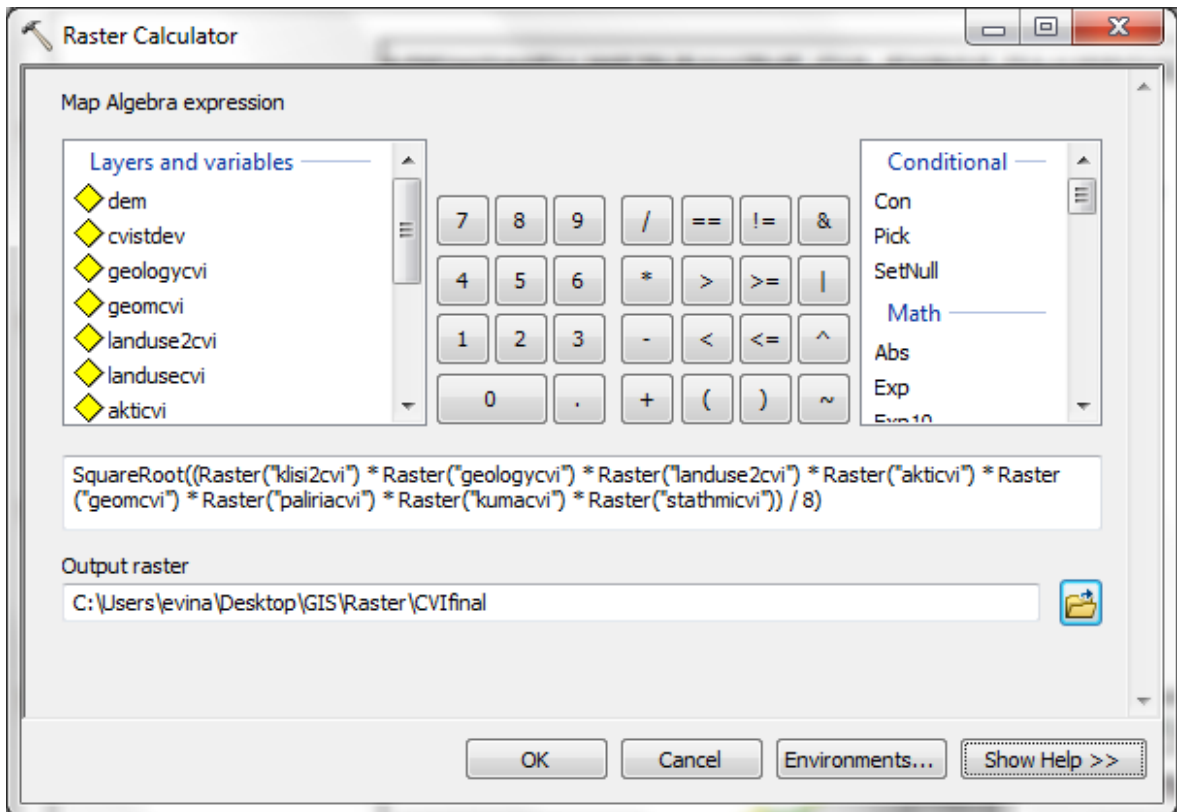
Εικόνα 32: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης ως προς την τρωτότητα. Διακρίνονται αναλυτικά τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη και ακολουθείται ο συμβολισμός του χάρτη.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, έτσι και για τη μεταβλητή αυτή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, μέσα από το Spatial Analyst>Convert>Features to Raster μετατράπηκαν τα αρχεία των χρήσεων γης, από διανυσματική μορφή (vector) σε μορφή ψηφιδωτού (raster grid) στο ίδιο pixel size (20).

8.1.2 Υπολογισμός Δείκτη

Σε κάθε Πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών που δημιουργήθηκε για κάθε παράμετρο του δείκτη CVI, προστέθηκε μια στήλη με την ονομασία CVI, η οποία περιέχει την πληροφορία της επικινδυνότητας με τιμές από 1 έως 5, διαδικασία που έγινε και απεικονίστηκε ήδη, όπως φαίνεται και στους παραπάνω πίνακες και χάρτες.

Έπειτα μέσω του εργαλείου raster calculator (**Spatial Analyst Tools>Map Algebra>Raster Calculator**), εισήχθησαν όλες οι μεταβλητές, και εφαρμόστηκε η εξίσωση, για τον υπολογισμό του δείκτη, η οποία στο περιβάλλον του ArcGIS μεταφράζεται ως:

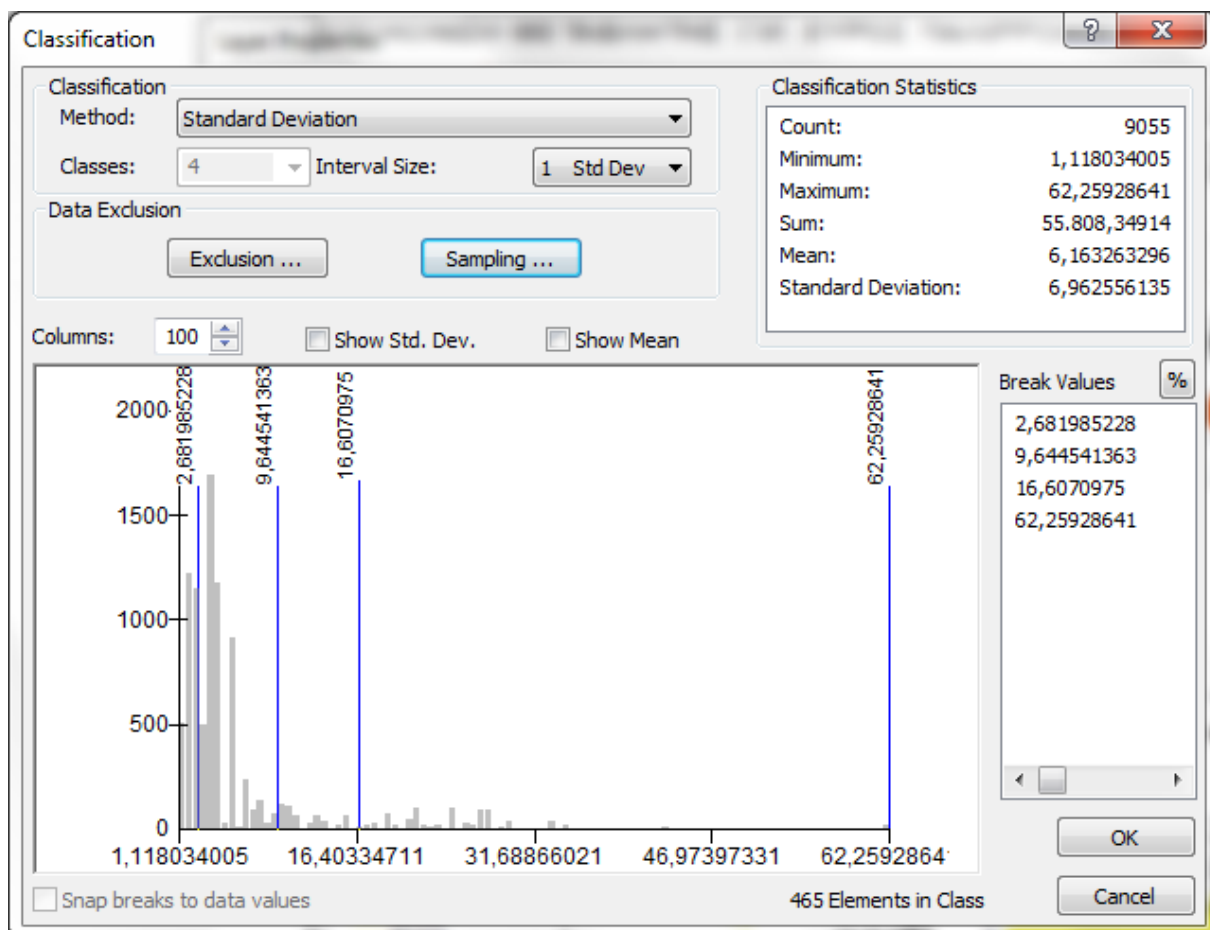


Εικόνα 33: Παράθυρο διαλόγου Raster calculator και η αποτύπωση της σχέσης υπολογισμού του CVI

Στη συνέχεια γίνεται η κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων και απεικόνιση κατά μήκος της ακτογραμμής. Για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων επιλέχθηκε ως μέθοδος ταξινόμησης το Standart Deviation (τυπική απόκλιση). Η σημασία της τυπικής απόκλισης είναι μεγάλη, επειδή μετράει την διασπορά των τιμών της μεταβλητής γύρω από τη μέση τιμή. Χάρη σε αυτή μπορούμε να διακρίνουμε αν οι τιμές της μεταβλητής απέχουν σημαντικά από τον μέσο όρο. Όσο μικρότερη είναι η τιμή της τυπικής απόκλισης, τόσο ο μέσος όρος αποτελεί αντιπροσωπευτικό στατιστικό μέτρο για την κατανομή της μεταβλητής. Επομένως η ταξινόμηση των τιμών ανάλογα με την κατανομή της τιμής γύρω από την αναμενόμενη, εξασφαλίζει την αξιοπιστία στο γραφικό αποτέλεσμα.

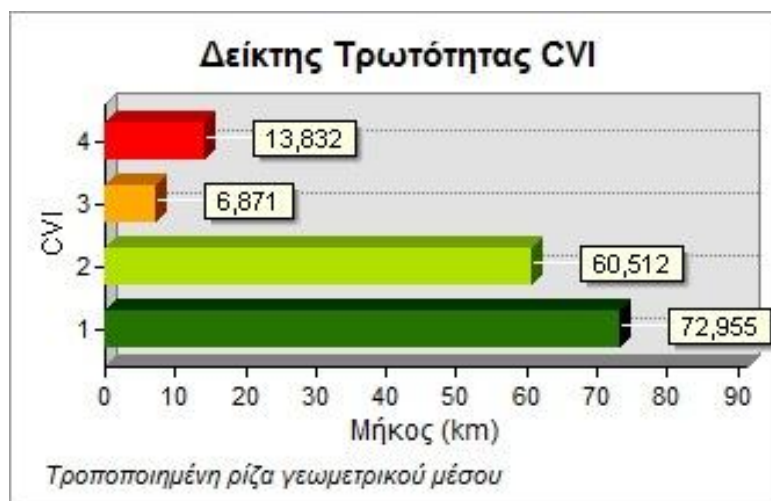
8.1.3 Αποτελέσματα Τροποποιημένου Γεωμετρικού Μέσου

Μετά από τα παραπάνω είμαστε σε θέση να παράξουμε τον τελικό χάρτη CVI με βάση την εφαρμογή του τροποποιημένου γεωμετρικού μέσου.



Εικόνα 34: Το παράθυρο ταξινόμησης

Οι τιμές του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας κυμαίνονται από 2,58 έως 20,41. Έπειτα κατηγοριοποιούνται οι τιμές αυτές σε 4 κλάσεις. Τα τμήματα της ακτογραμμής με τιμές δείκτη (τυπική απόκλιση) από 2,58 έως 5,47 χαρακτηρίζονται ως πολύ χαμηλής τρωτότητας, από 5,48 έως 8,16 χαμηλής, από 8,17 έως 10,95 μέτριας, από 10,96 έως 14,14 υψηλής και τέλος από 14,15 έως 20,41 πολύ υψηλή τρωτότητας. Η συνολική τυπική απόκλιση είναι 6,963.



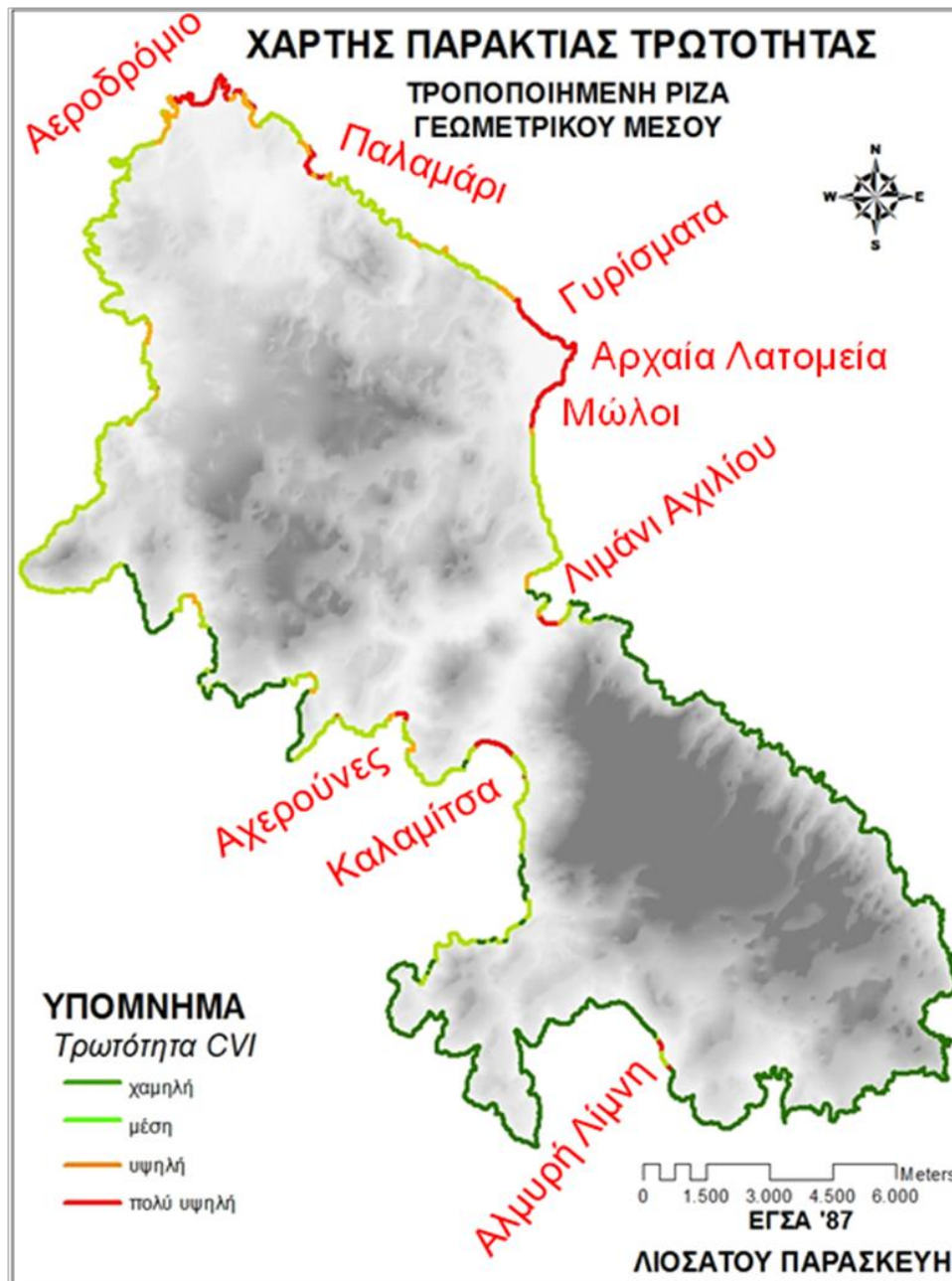
Εικόνα 35: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της τρωτότητας. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται το μήκος της ακτογραμμής σε km. Στον κάθετο άξονα ο δείκτης τρωτότητας ομαδοποιημένος σε 4 κλάσεις επικινδυνότητας (κόκκινο: πολύ υψηλή, πορτοκαλί: υψηλή, πράσινο: μέση, σκούρο πράσινο: χαμηλή).

Μετά τα παραπάνω είναι δυνατή η γραφική απεικόνιση του χάρτη επικινδυνότητας (Χάρτης 24). Με βάση τον συγκεκριμένο χάρτη είμαστε σε θέση να αποφανθούμε για τις περιοχές που εμφανίζουν μεγάλο κίνδυνο διάβρωσης. Το 37% περίπου του συνολικού μήκους των ακτών της νήσου εμφανίζουν μεσαίο κίνδυνο διάβρωσης, το 45% εμφανίζουν χαμηλό κίνδυνο, το 4% εμφανίζουν υψηλό κίνδυνο και το 8% εμφανίζει πολύ υψηλό κίνδυνο (Πίνακας 23).

Τρωτότητα	Ποσοστό
Πολύ υψηλή	8%
Υψηλή	4%
Μεσαία	37%
Χαμηλή	45%

Πίνακας 23: Ποσοστά τρωτότητας

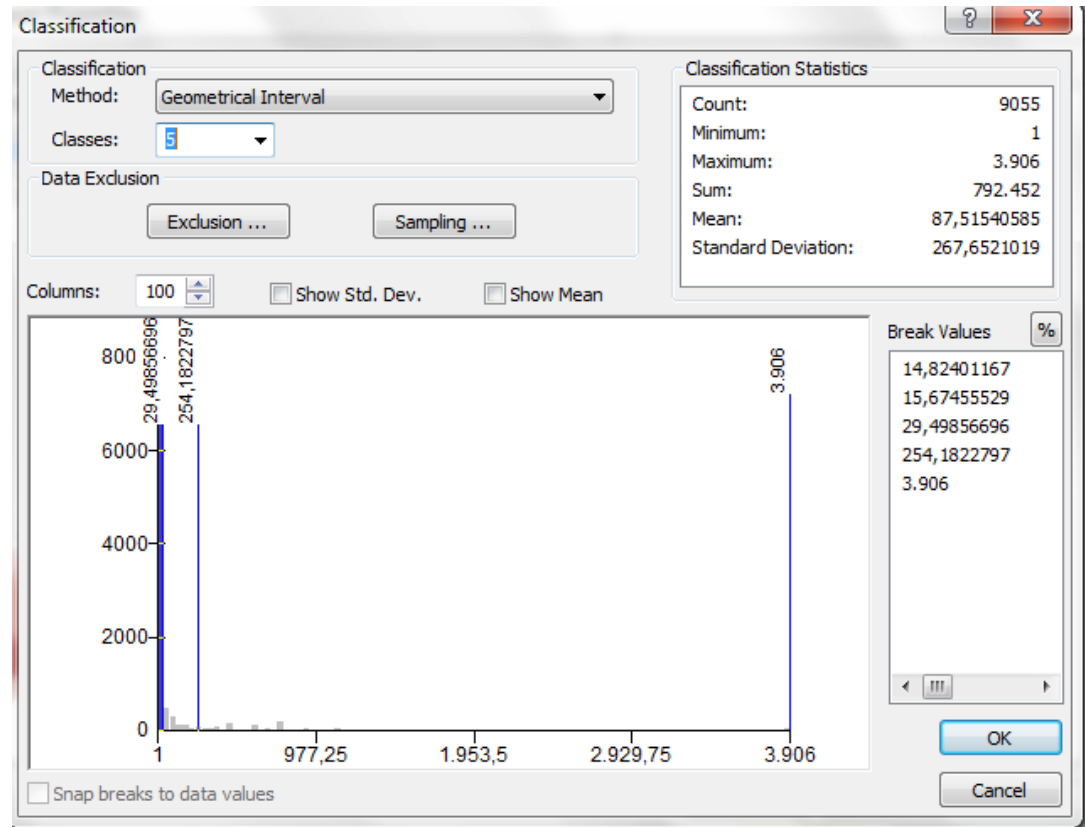
Οι περιοχές που εμφανίζουν πολύ υψηλό κίνδυνο είναι οι Μώλοι, τα αρχαία λατομεία, το λιμάνι του Αχιλλίου, το Παλαμάρι, το Αεροδρόμιο, η παραλία του Αγίου Πέτρου, η Καλαμίτσα, η Αχερούνες και η Αλμυρή Λίμνη.



Χάρτης 25: Βαθμονόμηση της Παράκτιας Τρωτότητας

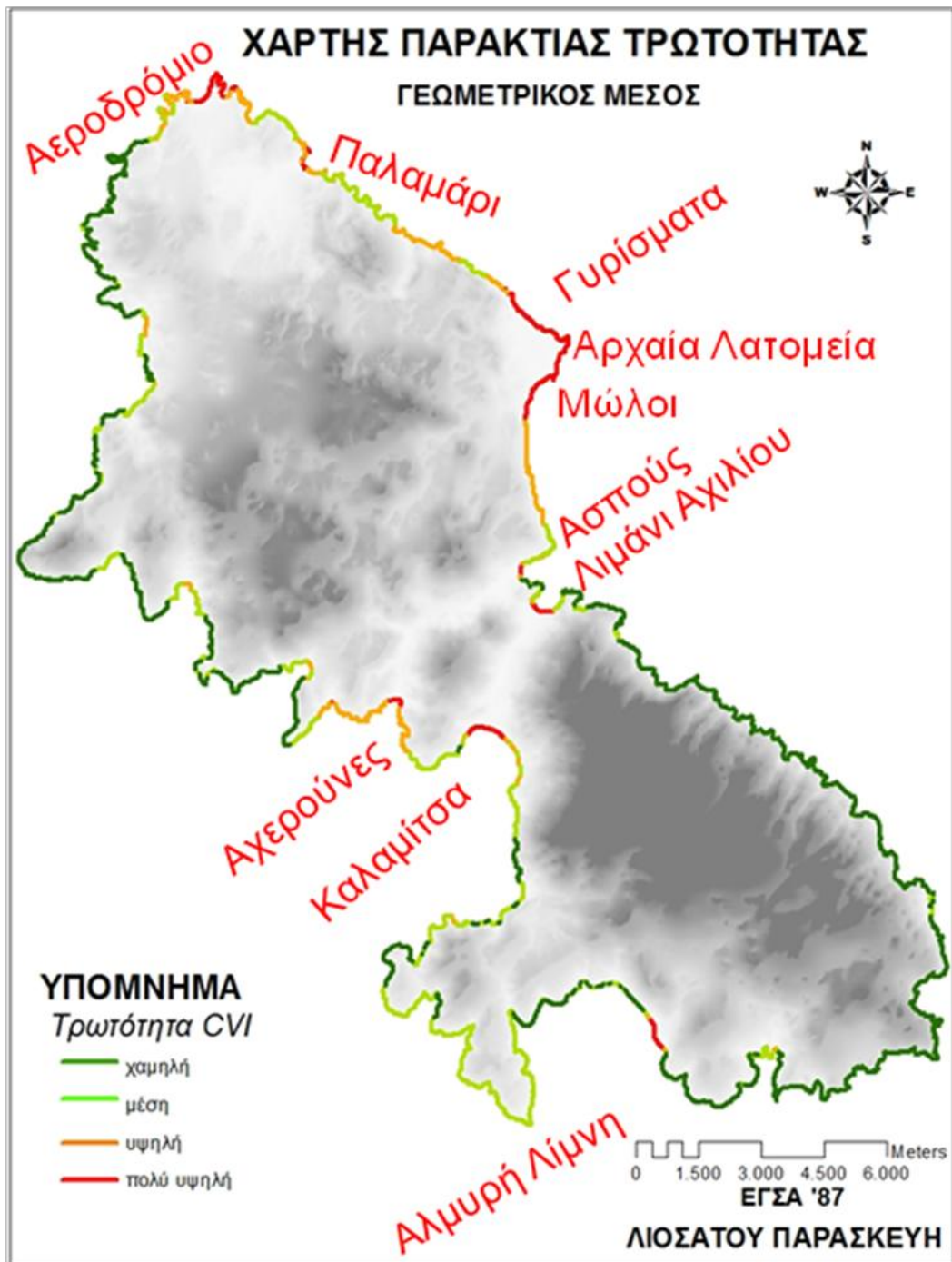
8.1.4 Αποτελέσματα Γεωμετρικού Μέσου

Μετά από τα παραπάνω είμαστε σε θέση να παράξουμε τον τελικό χάρτη CVI με βάση την εφαρμογή του γεωμετρικού μέσου.

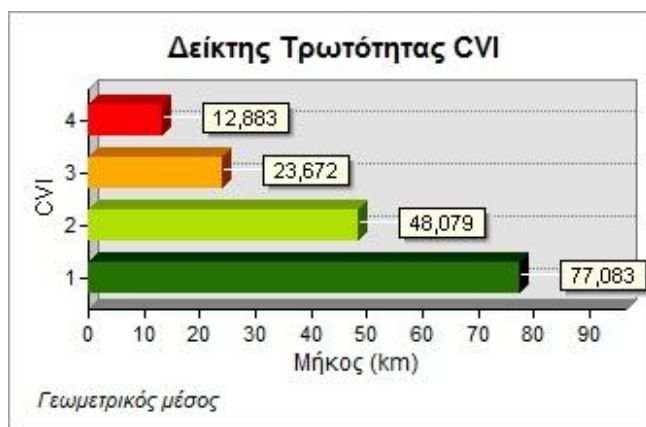


Εικόνα 36 Η ταξινόμηση των τιμών του γεωμετρικού μέσου.

Στην περίπτωση του γεωμετρικού μέσου, οι τιμές του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας κυμαίνονται από 1 έως 3906. Η συνολική τυπική απόκλιση τιμών αυτών σε σχέση με αυτή του τροποποιημένου γεωμετρικού μέσου είναι πολύ μεγάλη.



Χάρτης 26: Βαθμονόμηση της Παράκτιας Τρωτότητας με βάση τον γεωμετρικό μέσο



Εικόνα 37: Ιστόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της τρωτότητας. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται το μήκος της ακτογραμμής σε km. Στον κάθετο άξονα ο δείκτης τρωτότητας ομαδοποιημένος σε 4 κλάσεις επικινδυνότητας (κόκκινο: πολύ υψηλή, πορτοκαλί: υψηλή, πράσινο: μέση, σκούρο πράσινο: χαμηλή).

Μετά τα παραπάνω είναι δυνατή η γραφική απεικόνιση του χάρτη επικινδυνότητας (Χάρτης 25). Με βάση τον συγκεκριμένο χάρτη είμαστε σε θέση να αποφανθούμε για τις περιοχές που εμφανίζουν μεγάλο κίνδυνο διάβρωσης. Το 78% περίπου του συνολικού μήκους των ακτών της νήσου εμφανίζουν έως μεσαίο κίνδυνο διάβρωσης, και το 14% εμφανίζουν τουλάχιστον υψηλό κίνδυνο και το 8% εμφανίζει πολύ υψηλό κίνδυνο (Πίνακας 24).

Τρωτότητα	Ποσοστό
Πολύ υψηλή	8%
Υψηλή	14%
Μεσαία	30%
Χαμηλή	48%

Πίνακας 24: Ποσοστά τρωτότητας

Οι περιοχές που εμφανίζουν πολύ υψηλό κίνδυνο είναι οι Μώλοι, τα αρχαία λατομεία, το λιμάνι του Αχιλλίου, το Παλαμάρι, το Αεροδρόμιο, η Ασπούς, η Καλαμίτσα, η Αχερούνες και η Αλμυρή Λίμνη.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν κατά ένα μεγάλο μέρος με αυτά της ρίζας του τροποποιημένου γεωμετρικού μέσου. Το σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το μεγάλο εύρος τιμών κάνει δυνατή την εμφάνιση επιπλέον διαφοροποιήσεων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της περιοχής νοτιοδυτικά της νήσου, όπου ο δείκτης παίρνει τιμές μέσης τρωτότητας αντί για χαμηλή που μας έχει υπολογίσει ο προηγούμενος δείκτης.

ΜΕΡΟΣ Δ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

9.1 Συμπεράσματα - Συζήτηση

Πολλά και σημαντικά συμπεράσματα προέκυψαν κατά την μελέτη και την έρευνα για την ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής.

Για το δείκτη τρωτότητας (CVI) τα ευρήματα συνοψίζονται ως εξής:

1. Ο δείκτης CVI αποτελεί ένα αντικειμενικό, απλό, δυναμικό και εύχρηστο μαθηματικό μοντέλο προσδιορισμού της επικινδυνότητας των παράκτιων ζωνών σε σχέση με τις ενδεχόμενες μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας.

2. Έτσι λοιπόν μέσω αυτού του εργαλείου/μοντέλου αφενός μεν εξάγονται αρχικά αποτελέσματα για τον εντοπισμό των τρωτών περιοχών, αφετέρου δε με τη συστηματική παρακολούθηση του παράκτιου χώρου, τη συνεχή ενημέρωση και καταγραφή των μεταβλητών που χρησιμοποιεί ο δείκτης και οι οποίοι δεν είναι στατικοί, έτσι ώστε οι μεταβλητές να είναι αξιόπιστες και επικαιροποιημένες για την αξιοπιστία τους.

3. Στην παρούσα εργασία έγινε χρήση του γεωμετρικού μέσου και της ρίζας αυτού, ενώ σκόπιμα δεν επιλέχθηκε η μελέτη του ερευνητικού ερωτήματος με χρήση του τροποποιημένου γεωμετρικού μέσου με χρήση σημαντικών συντελεστών ως βάρος στις διάφορες παραμέτρους διότι σύμφωνα με την θεωρητική μας μελέτη διαπιστώθηκε το μειονέκτημα αυτής της μεθοδολογία είναι το γεγονός ότι δίνουν έμφαση στα δυνατά χαρακτηριστικά, τα οποία όπως ούτως ή άλλως θα οδηγήσουν στο αποτελέσματα και προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για δοκιμαστικά σενάρια και όχι για ωφέλημα αποτελέσματα (Αλεξανδρόπουλος κ.α., 1994; Barlow R. J., LeBlanc D. C., 2004; Κιντής Α., 1995; Δαμιανού Χ., Κούτρας Μ., 1991).

4. Οι μεταβλητές που ουσιαστικά καθορίζουν τη γεωγραφική διαφοροποίηση της τελικής τιμής του δείκτη είναι η γεωμορφολογία, η γεωλογία και η μορφολογική κλίση της παράκτιας ζώνης. Επιπρόσθετα, ο κυματισμός, η παλίρροια, οι μεταβολές της ακτογραμμής, οι χρήσεις γης και ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης επιδρούν

λιγότερο στη διαφοροποίηση του δείκτη σε επιμέρους τμήματα της ακτογραμμής. Συγκεκριμένα, από την συγκριτική παράθεση των χαρτών 16 έως 25, φαίνεται ότι ο τελικός χάρτης επικινδυνότητας επηρεάζεται περισσότερο από τις κλίσεις, στην συνέχεια από την γεωλογία και την γεωμορφολογία. Αυτό είναι λογικό, διότι οι περιοχές που θα πληγούν γρηγορότερα από το φαινόμενο της διάβρωσης είναι κατά βάση αυτές που θα έχουν μεγαλύτερη επαφή οι επιφάνειες τους με το θαλασσινό νερό

5. Για την κάλυψη των ερευνητικών σκοπών της εργασίας τροποποιήθηκαν οι βιβλιογραφικοί μαθηματικοί τύποι με την προσθήκη δύο μεταβλητών: χρήσεις γης και γεωλογία.

6. Από την εφαρμογή των μοντέλων του Δ.Π.Τ. στην περιοχή μελέτης (νήσος Σκύρος) διαπιστώνουμε ότι σε ποσοστό 12% η ακτογραμμή εμφανίζει υψηλή – πολύ υψηλή επικινδυνότητα διάβρωσης.

7. Οι περιοχές που εμφανίζουν πολύ υψηλή επικινδυνότητα είναι οι Μώλοι, τα αρχαία λατομεία, το λιμάνι του Αχιλλίου, το Παλαμάρι, το Αεροδρόμιο, η Ασπούς, η Καλαμίτσα, η Αχερούνες και η Αλμυρή Λίμνη. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα δυο μοντέλα εφαρμογής (γεωμετρικός μέσος και ρίζα γεωμετρικού μέσου με μικρές διαφοροποιήσεις, που αφορούν στην περιοχή της Ασπούς και στο Παλαμάρι.

8. Τα αποτελέσματα στο σύνολό τους, συμφωνούν κατά ένα μεγάλο και από τα δύο μοντέλα. Το σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το μεγάλο εύρος τιμών κάνει δυνατή την εμφάνιση επιπλέον διαφοροποιήσεων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της περιοχής νοτιοδυτικά της νήσου, όπου ο δείκτης παίρνει τιμές μέσης τρωτότητας, αντί για χαμηλή που μας έχει υπολογίσει ο προηγούμενος δείκτης.

9. Από τις παραπάνω ακτές απαντώνται ακτόλιθοι στους Μώλους, στα Γυρίσματα, στο Παλαμάρι και στα αρχαία λατομεία. Κατά την ταξινόμηση των γεωμορφολογικών σχηματισμών, στους ακτόλιθους δόθηκε μία μέση τιμή ίση με 3, βασιζόμενη στο γεγονός ότι στη βιβλιογραφία δεν υφίσταντο σαφής αποδείξεις, για το αν προστατεύουν από τη διάβρωση ή όχι. Εντούτοις σε όλες τις περιοχές που συναντώνται ακτόλιθοι και οι οποίες έχουν χαμηλή κλίση υπολογίστηκε τουλάχιστον υψηλός κίνδυνος διάβρωσης.

10. Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι οι περιοχές που κινδυνεύουν περισσότερο από διάβρωση (χάρτες 24 και 25) ταυτίζονται σε μεγάλο ποσοστό με αυτό των σημείων που αναμένεται να κατακλυστούν με νερό λόγω των μελλοντικών σεναρίων (Χάρτης 14 & 15).

11. Οι χρήσεις γης συμπεριλήφθησαν στον υπολογισμό του δείκτη, ως μια πρώτη προσπάθεια ενσωμάτωσης οικονομικών –πληθυσμιακών παραμέτρων.

Για τα ακτόλιθους προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Οι ακτόλιθοι δεν συμβάλλουν περισσότερο από άλλες μεταβλητές στην αύξηση της επικινδυνότητας παράκτιας τρωτότητας, όπως φάνηκε κατά το πρακτικό μέρος της εργασίας.

2. Το γεγονός ότι ακτόλιθοι απαντώνται μόνο στο βορειανατολικό τμήμα του νησιού, οφείλεται στους γεωλογικούς σχηματισμούς που υπάρχουν εκεί. Σε εκείνη την περιοχή υπάρχουν νεογενείς σχηματισμοί και συγκεκριμένα θαλάσσιοι σχηματισμοί μειοκανικής ηλικίας, που αποτελούνται από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και μάργες, τα οποία είναι ευδιάβρωτα και προσφέρουν πολύ υλικό.

3. Από τις χρονολογήσεις αναμένεται η ηλικία των δειγμάτων των ακτόλιθων να είναι σχεκά νέα (Ανώτερο Ολόκαινο, 1000 – 2000BR), αφού η ποσότητα του χαλαζία είναι περισσότερη από τους κόκκους αστρίου (επομένως αυτό θα είναι το κύριο συστατικό που θα χρησιμοποιηθεί για τη χρονολόγηση).

Από την βιβλιογραφική μελέτη για κλιματικά, θεσμικά και οργανωτικά πρέπει να επισημανθεί ότι:

1. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα συνεχιστεί με ταχύτερους ρυθμούς από τους σημερινούς (*Aioldi and Beck, 2007*) και θα φθάσει από 0,25 μ. έως και 1 μ. έως το έτος 2100, διαφοροποιώντας τη χωροκατανομή των υπαρχουσών χρήσεων γης στις παράκτιες περιοχές (*I.P.C.C., 2007; Nicholls, 2004; Nicholls and Klein, 2005; Bindoff et al., 2007; Rahmstorf, 2007*).

2. Οι φυσικές καταστροφές σε σχέση με τη συχνότητα τους και το χαρακτηρισμό τους από την Ε.Ε τυποποιήθηκαν σε ένα πρότυπο Πίνακα (Πίνακας 1) για μελλοντική χρήση.

3. Εκτιμάται ότι περίπου τα 6.000 από τα 15.000 χιλιόμετρα της ελληνικής ακτογραμμής που έχουν αμμώδη σύσταση και ήπιες κλίσεις, θα έχουν πλημμυρίσει μόνιμα μέχρι το τέλος του αιώνα και η Ελλάδα θα απολέσει πάνω από 4.000 στρέμματα γης.

4. Η εκτίμηση της τρωτότητας των παράκτιων ζωνών αποτελεί ένα σύνθετο ζήτημα και χρειάζεται διεπιστημονική προσέγγιση. Η δημιουργία ενός τμήματος στην ήδη υπάρχουσα δομή της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, με σκοπό τον σχεδιασμό και την αντιμετώπιση των καταστροφών της παράκτιας ζώνης από την διάβρωση και τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ήδη διαθέτει συστήματα τηλεπισκόπησης. Να πραγματοποιηθεί ένας αποτελεσματικός σχεδιασμός ενός δικτύου συνεχούς παρακολούθησης της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης στην παράκτια ζώνη μελέτης με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων σε συνδυασμό με την χαρτογράφηση των μεταβολών της ακτογραμμής και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί και η σημασία της δημιουργίας μιας πολυεπίπεδης βάσης δεδομένων με τη χρήση Γ.Σ.Π., στην οποία θα μπορούν να έχουν πρόσβαση όλοι οι αρμόδιοι φορείς.

5. Δεν υπάρχει ειδικό νομοθετικό πλαίσιο ειδικά για την παράκτιο χώρο και το υπό διαβούλευση από 2009 «Ειδικό Πλαίσιο για τον παράκτιο χώρο και τα νησιά» αν ψηφιστεί, θα αποτελέσει το πρώτο νομικό εργαλείο για τη διαχείριση του παράκτιου χώρου. Δεδομένης της δυνατότητας που υπάρχει για επεξεργασία και βελτίωση του πλαισίου μέσω της δημόσιας διαβούλευσης, πιστεύουμε ότι το διορθωμένο πλαίσιο για τον παράκτιο χώρο και τα νησιά θα δώσει λύση σε πολλά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο παράκτιος χώρος στην Ελλάδα.

6. Ένα πολύ σημαντικό σημείο που θα συμβάλει στην προστασία και ορθή διαχείριση των παράκτιων ζωνών, είναι η συνεχής και στοχευόμενη ενημέρωση των πολιτών της κάθε τοπικής κοινωνίας. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει το έναυσμα της ενεργούς συμμετοχής των κατοίκων τέτοιων περιοχών, ώστε να αντιληφθούν την αξία του παράκτιου περιβάλλοντος σε όλα τα επίπεδα (περιβαλλοντικό, κοινωνικό, οικονομικό) και να συμμετάσχουν ενεργά στην προστασία του.

7. Επιπλέον, στα δεδομένα του δείκτη μπορούν να προστεθούν και νέες παράμετροι, οι οποίες θεωρείται ότι παίζουν ρόλο στην κοινωνική και περιβαλλοντική τρωτότητα της ακτογραμμής. Οι μεταβλητές αυτές μπορούν να αφορούν κοινωνικές και περιβαλλοντικές μεταβλητές, όπως η παράκτια συγκέντρωση πληθυσμού, οι υποδομές διαφόρων τύπων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης δίνοντας και μια άλλη διάσταση κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική στην εκτίμηση της τρωτότητας.

9.2. Μελλοντική Έρευνα

- Μία ενδιαφέρουσα έρευνα θα μπορούσε να είναι η επανεξέταση των ακτόλιθων στην περιοχή μελέτης και η συσχέτιση τους με τις ιζηματογενείς και υδροδυναμικές διεργασίες, που μπορεί να επηρεάζουν την παράκτια μορφοδυναμική.
- Θα μπορούσε να εξεταστούν συγκριτικά τα αποτελέσματα των διαφόρων τύπων του δείκτη CVI, με βάση μια περιοχή μελέτης.
- Θα μπορούσε να μελετηθεί μια τυποποίηση βαθμονόμησης των διαφόρων μεταβλητών του παραπάνω δείκτη.
- Η επιβεβαίωση της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία, σε άλλη περιοχή μελέτης.
- Επίσης ως μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να γίνει μια εντατικότερη μελέτη των ακτόλιθων κατά μήκος της ακτογραμμής στη νήσο Σκύρο, προκειμένου να συμπεριλάβει περισσότερα δεδομένα.
- Θα μπορούσε να δημιουργηθεί μια ακόμη μεταβλητή που να περιέχει μόνο τα δεδομένα των ακτόλιθων, καθώς επίσης μεταβλητές σχετικές με κοινωνικές και οικονομικές καταστάσεις (όπως πληθυσμός, τοπική οικονομία, κτλ).
- Προτείνεται να γίνει μια μελέτη ως προς την κατηγοριοποίηση του εύρους τιμών από αυτές που προτάθηκαν αρχικά από τους *Thieler & Hammar-Klose* (1999) και *Gornitz et al* (1992) (Πίνακας 5), ιδιαίτερα για τις μεταβλητές των κλίσεων και του εύρους παλλίροιας, αφού αυτές βασίζονται σε δεδομένα από τις ανατολικές ακτές των ΗΠΑ και δεδομένου του γεγονότος ότι το έρος παλλίροιας στην Ελλάδα δεν ξεπερνά το 1m.
- Τέλος, θα μπορούσε να γίνει συνδυαστική έρευνα (γεωλογική - κοινωνική) στην περιοχή μελέτης αναφορικά με τους ακτόλιθους, στις βασικές κατηγορίες χρηστών, δηλαδή στους κατοίκους της περιοχής αλλά και στους τουρίστες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- 1 Airoidi L. & Beck M.W., 2007, *Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe*, Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 45, pp.345-407.
- 2 Airoidi, L., Abbiati, M., Beck, M.W., Hawkins, S.J., Jonsson, P.R., Martin, D., Moschella, P.S., Sundelöf, A., Thompson, R.C., Åberg, P., 2005, *An ecological perspective on the deployment and design of low-crested and other hard coastal defence structures*, Coast. Eng. 52 (10–11), 1073–1087.
- 3 Aitken M.J., 1985, *Thermoluminescence dating*, Academic press, London
- 4 Alexandrakis G., Karditsa A., Poulos S., Ghionis G. and 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, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, EOLSS Publishers, Oxford, UK
- 5 Alexandrakis G., Karditsa A., Poulos S., Ghionis G. & Kampanis N., 2009, *Assessment of the Aegean coast vulnerability to sea-level rise. Proceedings of the 9th Pan-Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries*, vol. I, 327-332 pp.
- 6 Alexandrakis G., Poulos S., Petrakis S., Collins M., 2010, *The development of a Beach Vulnerability Index (BVI) for the assessment of erosion in the case of the North Cretan Coast (Aegean Sea)*
- 7 Baika, K., 2008, *Archaeological indicators of relative sea-level changes in the Attico-Cycladic massif: preliminary results*, Bulletin of the Geological Society of Greece vol. XLII/II-2008
- 8 Bard E., et al. ,1990, *Calibration of the 14C Timescale over the Past 30,000 Years Using Mass Spectrometric U-Th Ages from Barbados Corals*, Nature 345: 405-410.
- 9 Barlow R. J., 1989, *Statistics: A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences*, Wiley, West Sussex
- 10 Basco, D.R., 1999, *Overview of Beach Engineering in the United States of America, Final Report*, Coastal Engineering Centre, Old Dominion University, Virginia, 116 p.
- 11 Bindoff, N.L., J. Willebrand, V. Artale, , A. Cazenave, J. Gregory, S. Gulev, K. Hanawa, C. Le Quéré, S. Levitus, Y. Nojiri, C.K. Shum, L.D. Talley and A. Unnikrishnan, 2007, *Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level*. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 12 Burrough, P.A. and McDonnell, R.A., 2000, *Principles of Geographical Information Systems, Spatial Information Systems and geostatistics*, Oxford
- 13 Buscombe, D., Masselink, G., 2006, *Concepts in gravel beach dynamics*, Earth Sci. Rev. 79, pp. 32–52
- 14 Chatzieleftheriou M., Alexandrakis G., Poulos S., Gaki-Papanastassiou K. & Maroukian H., 2007, *Assessment of vulnerability to a future sea-level rise of the E and NE coast of Attica*, Proceedings of the 8th Pan-Hellenic Geographical Conference, vol. 1, pp 298-305
- 15 Chowdhury, S.Q., Fazlul Haq, A.T.M., Hasan, K., 1997, *Beachrock in St. Martin's Island, Bangladesh: Implication of sea level changes on beachrock cementation*, Mar. Geol. 120, 89–104.
- 16 Cooper G. Andrew, 1991, *Beachrock formation in low latitudes: implications for coastal evolutionary models*, Marine Geology, 98, Amsterdam
- 17 Dalziell, E. P., McManus, S. T., 2004, *Resilience, Vulnerability and Adaptive Capacity: Implications for System Performance*, International

- 18 Davies, P.J., Kinsey, D.W., 1973, *Organic and inorganic factors in recent beach rock formation, Heron Island, Great Barrier Reef.*, J. Sediment. Petrol. 43, pp. 59–81
- 19 Desruelles, S., Fouache, E., Pavlopoulos, K., Dalongeville, R., Peulvast, J.-P., Coquinot, Y., Potdevin, J.-L., 2004, *Variations recentes de la ligne de rivage en Mer Rouge et beachrocks dans l'ensemble insulaire Mykonos-Délos-Rhénée (Cyclades, Grece)*. Geomorphologie 1, 5–17.
- 20 Dickinson, W.R., 1999, *Holocene sea-level record on Funafuti and potential impact of global warming on Central Pacific Atolls*, Quat. Res. 51, 124–132.
- 21 Dolan, R., Hayden, B., and M. Vincent. 1975. Classification of coastal landforms of the Americas. Zeitschrift fuer Geomorphologic, Supplemental Bulletin, 22:72-88.
- 22 Emery K.O., and Kuhn G.G., 1980, *Erosion of rock shores at La Jolla*, Marine Geology/37:197-208.
- 23 EPA, 1989, *The Potential Effects of Global Climate Change on the United States*. Report to Congress. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. EPA 230-05-89-052.
- 24 EUROSION, 2004, Coastal erosion – Evaluation of the need for action, Directorate General Environment, European Commission, Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability, Erosion, PART I - Major findings and Policy Recommendations of the EUROSION project, Service contract B4- 301/2001/329175/MAR/B3 “Coastal erosion – Evaluation of the need for action” Directorate General Environment European Commission 2004
- 25 Evelpidou N., Vassilopoulos A., Pirazzoli P.A, 2012, *Submerged notches on the coast of Skyros Island (Greece) as evidence for Holocene subsidence*, Geomorphology 141-142 (2012) 81–87, Elsevier
- 26 Fairbanks , R.G., 1989, *A 17.000 year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep ocean circulation*, Nature, 342, 637-642
- 27 Fairbridge, R.W., 1961, *Eustatic changes in sea-level*, Physics and Chemistry of the earth
- 28 Flemming N.C., 1979, *Archaeological indicators of sea level. In: Les indicateurs deniveaux marins*, seminaire du 2 Decembre 1978. Oceanis. Fasc. Hors –Serie 5, 149-166
- 29 Fouache E., Desruelles S., et al, 2005, *Using beachrocks as sea level indicators in the insular group of Mykonos, Delos and Rhenia (Cyclades, Greece)*, Z. Geomorph N. F., Suppl. – Vol. 137, 37-43, Berlin
- 30 Fredsoe, J.E., Deigaard, R., 1992, *Mechanics of Coastal Sediment Transport. Advanced Series on Ocean Engineering*, World Scientific Publishing, pp. 325
- 31 Gaki-Papanastassiou K., Karymbalis E., Poulos E., Seni A. & Zouva C., 2010, *Coastal vulnerability assessment to sea-level rise based on geomorphological and oceanographical parameters: the case of Argolikos Gulf, Peloponnese, Greece*, Hellenic Journal of Geosciences, vol. 45, 109-122, Διαθέσιμο: <http://www.hellenjgeosci.geol.uoa.gr/45/Gaki-Papanastassiou%20et%20al.pdf>, Πρόσβαση στις 24/12/2011
- 32 Gaki-Papanastassiou, K., Maroukian, H., Pavlopoulos, K., Zamani, A., 1997, *The implications of the expected sea level rise on the low lying areas of continental Greece in the next century*, Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment, pp. 121-126.
- 33 Georgas, D., 2000, *Implications of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR) for Greece*, Proceeding of SURVAS Expert Workshop on European Vulnerability and Adaptation to impacts of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR), Hamburg, pp.32-33.
- 34 Ginsburg, R.N., 1953, *Beach rock in South Florida*, J. Sediment. Petrol. 23, 85–92
- 35 Gionis, G., Poulos, S., Mpouziotopoulou, N., Ntounas, K., 2004, *The effect of a natural submerged breakwater on the hydrodynamic and sedimentological conditions on Amoudaras beach (North coasts of Herakleion prefecture, Crete)*, 10th Int. Conf. of the Greek Geol. Soc. The Greek Geol. Soc., Thessaloniki.
- 36 Gornitz M. V., Tammy W. White W. T., Daniels C. R., 1992, *A coastal hazards data base for*

- the U.S. East coast*, Environmental Sciences Division, Publication No. 3913
- 37 Gornitz, V. & White, T. W., 1994, *A coastal hazards database for the U.S. East Coast*, ORNL/CDIAC-45, NDP-043A, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn
 - 38 Gornitz, V., White, T.W., Cushman R.M., 1991, *Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise. Coastal Zone'91*, Proceedings of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management, ASCE, pp. 2354-2368
 - 39 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. Διαθέσιμο στο: <http://www.jstor.org/pss/25735608>, (Πρόσβαση στις 07/12/2011)
 - 40 Hammar-Klose, E.S. & Thieler, E.R., 2001, *Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise, A Preliminary Database for the U.S. Atlantic, Pacific, and Gulf of Mexico Coasts*: U.S. Geological Survey, Digital Data Series, DDS-68, Διαθέσιμο στο:<http://pubs.usgs.gov/dds/dds68/htmldocs/project.htm>, Πρόσβαση στις 20/04/2012
 - 41 Hanson, H., Militello, A., 2005, *Representation of Nonerosible (Hard) Bottom in Two-Dimensional Morphology Change Models*, ERDC/CHL CHETN-IV-63. US Army Corps of Engineers.
 - 42 Haslett, S., 2000, *Coastal Systems*. Routledge Introductions to environment series. London, Διαθέσιμο στο: http://www.google.gr/books?hl=el&lr=&id=Xj1b-ig1kN4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=coastal+system+Haslett&ots=bDc99yyVxK&sig=G_DjiuEIIIP6TaePD_g337EPiPVk&redir_esc=y#v=onepage&q=coastal%20system%20Haslett&f=false (e-book)
 - 43 Higgins, M.D., Higgins, R.A., 1996, *A geological companion to Greece and the Aegean*, Cornell University Press, UK.
 - 44 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007, *Climate Change 2007: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA, Διαθέσιμη στο: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm, Πρόσβαση στις 30/11/2011
 - 45 Jacobshagen, V., 1986, *Geologie von Griechenland*, Berlin, pp. 105-109.
 - 46 Jelgersma, S., 1966, *Sea level changes during the last 10000 years. In Sawyer, J.S. (ed.), World Climate 8000 to 0 BC.*, Int. Symp. On world Climates 18-19 April, 1966 Royal Meteorological Society, London
 - 47 Kambouroglou, E., Maroukian, H. & Sampson, A., 1988, Coastal Evolution and Archaeology North and South of Khalkis (Euboea) in the last 5000 years, in A. Raban, ed., *Archaeology of Coastal Changes* (: Proceedings of the First International Symposium on Oceanography & Fisheries, 2009 - Proceedings, Volume I - International Symposium "Cities on the Sea - Past and Present" (BAR International Series 404, Pub. No. 2, Oxford)
 - 48 Karakostas, V.G., Papadimitriou, E.E., Karakaisis, G.F., Papazachos, C.B., Scordilis, E.M., Vargemezis, G., Aidona, E., 2003, *The 2001 Skyros, Northern Aegean, Greece, 124 earthquake sequence : off-fault aftershocks, tectonic implications, and seismicity triggering*, *Geophysical research letters*, vol. 30, doi:10.1029/2002GL015814.
 - 49 Kelletat D., 2006, *Beachrock as Sea-Level Indicator? Remarks from a Geomorphological Point of View*, *Journal of Coastal Research*, 22 6 1558–1564 West Palm Beach, Florida
 - 50 Klein J. T. & Nicholls J. R., 1999, *Assessment of Coastal Vulnerability to Climate Change*, *Royal Swedish Academy of Science* 1999, *Ambio* Vol. 28, No. 2 March, pp 32 – 37, Διαθέσιμο στο: http://www.sterr.geographie.uni-kiel.de/downloads/diss_rklein/part2-1.pdf, (Πρόσβαση στις 20/04/2012)
 - 51 Klein, R.J.T., 2002, *Coastal vulnerability, resilience and adaptation to climate change: an interdisciplinary perspective*, PhD Thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät of the Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

- 52 Komar, P.D., 1998, *Beach Processes and Sedimentation*, Prentice Hall, N.J., USA.
- 53 Laborel J. and Laborel-Deguen E., 1996, *Biological indicators of holocene sea-level and climatic variations on rocky coasts of tropical and subtropical regions*, Laboratoire de Biologie Marine et Ecologie du Benthos, Department des Sciences de la Mer-Faculté des Sciences de Luminy, Quaternary International, Vol. 31, pp. 53-60, Elsevier Science Ltd, 1040-6182/96
- 54 Lambeck K. & Purcell A., 2005, *Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas*, Quaternary Science Reviews, 24: 1969-1988, ELSEVIER Διαθέσιμο στο: http://people.rses.anu.edu.au/lambeck_k/pdf/247.pdf, Πρόσβαση στις 24/01/2012
- 55 Lambeck K., 1995, *Late-Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and south-western Turkey: a separation of eustatic, isostatic and tectonic contribution*, Geophysical Journal International, 122, 1022-1044, Διαθέσιμο στο: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-246X.1995.tb06853.x/pdf>, Πρόσβαση στις 24/01/2012
- 56 Lambeck K., 1996, *Sea-level changes and shore-line evolution in Aegean Greece since Upper Paleolithic time*, Antiquity, 70, 588-611
- 57 Larson, M., Kraus, N.C., 2000, *Representation of non-erodible (hard) bottoms in beach profile change modeling*, J. Coast. Res. 16 (1), 1-14.
- 58 LeBlanc David C., 2004, *Statistics: Concepts and Applications for Science*, JBpub, London
- 59 Longo, S., Petti, M., Losada, I.J., 2002, *Turbulence in the swash and surf zones: a review*, Coast. Eng., 45 (3-4), pp. 129-147
- 60 Martin, D., Bertasi, F., Colangelo, M.A., de Vries, M., Frost, M., Hawkins, S.J., Macpherson, E., Moschella, P.S., Satta, M.P., Thompson, R.C., Ceccherelli, V.U., 2005, *Ecological impact of coastal defence structures on sediment and mobile fauna: evaluating and forecasting consequences of unavoidable modifications of native habitat*, Coast. Eng. 52 (10-11), 1027-1051.
- 61 Mc Laughlin S., McKenna J., Cooper J.A.G., 2002, *Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities*, Journal of Coastal Research, SI 36 487-497 (ICS 2002 Proceedings), Northern Ireland, ISSN 0749-0208
- 62 Meller M. K., Wahr J. M., 2002, *Sea level is rising: Do we know why?*, 99/10:6524-6526, Boulder
- 63 Meyers, J.H., 1987, *Marine vadose beachrock cementation by cryptocrystalline magnesian calcite- Maui, Hawaii*, J. Sediment. Petrol. 57, 558-570.
- 64 Moore, C.H., 1973, *Intertidal carbonate cementation in Grand Cayman, West Indies.*, J. Sediment. Petrol. 43, pp.591-602
- 65 Morner, N. A., 1973, *Eustatic changes in last 300 years*, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 13(1973): 1-14 © Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam - Printed in The Netherlands, Διαθέσιμο στο: http://pdn.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=271771&_user=2796177&_pii=0031018273900461&_check=y&_origin=article&_zone=toolbar&_coverDate=31-Mar-1973&view=c&originContentFamily=serial&wchp=dGLbVlt-zSkzS&md5=6eb84db69129db1d77bdf2f1f5501224/1-s2.0-0031018273900461-main.pdf
- 66 Neumeier U., 1998, *The role of microbial activity in early cementation of beachrocks (intertidal sediments)*, PhD Thesis, University of Geneva, Terre et Environment No 12
- 67 Neumeier, U., 1999, *Experimental modelling of beachrock cementation under microbial influence*, Sediment. Geol. 126 (1-4), 35-46.
- 68 Nicholls, R., 2004, *Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: Changes under the stress climate and socio-economic scenarios*, Global Environmental Change, 14, pp.69-86
- 69 Nicholls, R.J. and Hoozemans F.M.J., 1996, *The Mediterranean: vulnerability to coastal implications of climate change*, Ocean and Coastal Management, 31, pp.105-132.

- 70 Nicholls, R.J. and Klein R.J.T., 2005, *Climate change and coastal management on Europe's coast*, In: *Managing European coasts: Past, present and Future*. [Vermaat, J.E., L. Bouwer, K. Turner, W. Salomons (eds.)]. Springer-Verlag, Berlin.
- 71 Papatoma, M., Howes, D.D., 2003, *Tsunami vulnerability assessment and its implications for coastal Hazard analysis and disaster management planning*, Gulf of Crinth, Greece, *Natural Hazard and Earth System Sciences*,3:733-747
- 72 Pavlopoulos K., Triantaphyllou M., Karkanis P., Kouli K., Syrides G., Vouvalidis K., Palyvos N., Tsourou T., 2010, *Paleoenvironmental evolution and prehistoric human environment, in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) during Middle-Late Holocene*, *Quaternary International* 216 (2010) 41–53, Elsevier
- 73 Pavlopoulos K., Triantaphyllou M., Karymbalis E., Karkanis P., Kouli K., Tsourou Th., 2007, *Landscape evolution recorded in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) from the beginning of the Bronze Age until recent times*, *Geomorphologie* vol. 1/2007, pp. 37-48.
- 74 Pavlopoulos K., Kapsimalis V., Theodorakopoulou K., Panagiotopoulos P. I., 2011, *Vertical displacement trends in the Aegean coastal zone (NE Mediterranean) during the Holocene assessed by geo-archaeological data*, DOI: 10.1177/0959683611423683, SAGE
- 75 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
- 76 Pethic J., 1984, *An Introduction to coastal geomorphology*, Ed. E. Arnold, London
- 77 Pilkey, O. H. & Davis, T. W., 1987, *An analysis of coastal recession models: North Carolina coast*. In: D. Nummedal, O.H. Pilkey and J.D. Howard (Editors), *Sealevel Fluctuation and Coastal Evolution*
- 78 Pirazzoli P. A., 1986, *Marine Notches*; In: *Sea-level Research: a manual for the collection and evaluation of data*; (ed.) Van de Plassche O, Geo Books Norwich UK, pp. 361–400.
- 79 Preusser Frank et al, 2008, *Luminescence dating: basics, methods and applications*, *Eiszeitalter und Gegenwart*, *Quaternary Science Journal*
- 80 Rahmstorf S., 2007, *Sea-Level Rise: A semi-Empirical Approach to Projecting Future*, *Science*, 315, pp. 368-70.
- 81 Ramieri E., Hartley A., Barbanti A, Duarte Santos F., Gomes A., Hilden M., Laihonon P., Marinova N., Santini M., 2011, *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change* ETC CCA Technical Paper 1/2011, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation
- 82 Rey D., Rubio, B., Bernabeu A.M., Vilas F., 2004, *Formation, exposure, and evolution of a high-latitude beachrock in the intertidal zone of the Corrubedo complex (Ria de Arousa, Galicia, NW Spain)*, *Sediment. Geol.* 169 (1–2), 93–105
- 83 Riemenschneider Sonja , Kunz Alexander, 2007, *Handbuch Lumineszenz*, Version 1, Leibniz Institute, Hannover, German
- 84 Roumelioti, Z., Kiratzi, A., Douglas, D., 2004, *The source process of the 2001 July 26 Skyros Island (Greece) earthquake*, *Geophysical Journal International*, 156, pp. 541-548.
- 85 Roumelioti, Z., Kiratzi, A., Melis, N., 2003, *Relocation of the 26 July 2001 Skyros Island (Greece) earthquake sequence, using the double difference technique*, *Physics of the Earth and Planetary interiors*, 138:231-239.
- 86 Russell R.J., 1963, *Beach rock*, *Journal of Tropical Geography* 17, pp.24-27
- 87 Russell, R.J., 1959, *Caribbean beach rock observation*, *Z. Geomorphol.* 3, 227–236.
- 88 Russell, R.J., McIntire, W.G., 1965, *Southern hemisphere beach rock*, *Geogr. Rev.* 55, pp. 17–45
- 89 Scoffin T.P. & Stoddart D.R., 1983, *Beachrock and intertidal sediments*, *Chemical Sediments and Geomorphology*, Academic Press, Inc., pp. 401-425, London

- 90 Shepard, F. P., 1963, *Submarine Geology* (3rd edition), Harper & Row, New York
- 91 Soukissian, T., Hatzinaki, m., Korres, G., Papadopoulos, A., Kallos G., Anadranistakis E., 2007, *Wind and Wave Atlas of the Hellenic Seas*, Hellenic Centre for Marine Research Publ., 300pp
- 92 Thieler E.R., Hammar-Klose S. E., 2000, *National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Gulf of Mexico Coast U.S.* Geological Survey Woods Hole, -FILE REPORT 00-179, Διαθέσιμο στο: <http://pubs.usgs.gov/dds/dds68/reports/gulfrep.pdf>, Πρόσβαση στις 02/04/2012
- 93 Thieler, E. R., and Hammar-Klose, E. S., 1999, *National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast*. U.S. Geological Survey, Open-File Report 99-593, Διαθέσιμο στο: <http://pubs.usgs.gov/of/1999/of99-593/>, Πρόσβαση στις 20/04/2012
- 94 Titus J.G. & Narayanan V.K., 1995, *The probability of sea level rise*, U.S. E.P.A, Washington, D.C.
- 95 Tooley, M.J., 1974, *Sea level changes during the last 9000 year sin north west England*, Geogr. J., 140, 18-42.
- 96 Tsimplis M.N. & Spenser N.E., 1997, *Collection and analysis of monthly mean sea level data in the Mediterranean and the Black Sea*, Journal of Coastal Research 13, 534–544
- 97 Tsimplis, M., 2005, *The wave climate of the Aegean Sea: the tidal signal*, In, Papathanassiou, E. and Zenetos, A. (eds.) *State of the Hellenic marine environment*. Athens, Greece, HCMR Publications, pp. 71-73
- 98 Turner, J. R., 2000, *The evolution of beachrock morphology and its influence on beach morphodynamics*, Division of Natural Sciences Southampton College, pp. 190-195
- 99 Turner, R.J., 2005, *Beachrock*, in Schwartz, ML, ed., *Encyclopedia of Coastal Science*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, p.p. 183-186
- 100 Van Andel, T.H, Zangger, E. & Demitrack, A., 1990, *Land use and soil erosion in prehistoric and historical Greece*, Journal of Field Archaeology 17, 379–396
- 101 Van der Weide, J., De Veroeg, H. & Sanyang, F., 2001, *Guidelines for coastal erosion management*, (E. Özhan, Ed.), Proc. of the Fifth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 01, MEDCOAST Secretariat, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, V: 3, pp: 1399-1414
- 102 Vousdoukas M, Velegrakis A, Kontogiannia A, Makrykosta E., 2009, *Implications of the cementation of beach sediments for the recreational use of the beach*, Volume 30, Issue 4, Pages 544-552, Tourism Management, Elsevier Ltd
- 103 Vousdoukas M., Velegrakis A.F., Karambas Th., Valais G. & Zarkoyiannis S., 2005, *Morphodynamics of beachrock infected beaches: Vatera beach, Northeastern Mediterranean*, 5th International Conference on Coastal Dynamics 2005, Barcelona
- 104 Vousdoukas M.I., Velegrakis A.F., Plomaritis T.A., 2007, *Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts*, Earth-Science Reviews 85 (2007) 23–46, ELSEVIER
- 105 Vouvalidis K., Syrides G., Albanakis K., 2005, *Holocene morphology of the Thessaloniki bay: impact of sea level rise*, Zeitschrift fur Geomorphology (Suppl), 137, 147-158
- 106 Webb G.E., Jell J.S., Baker J.C., 1999, *Cryptic intertidal microbialites in beachrock, Heron Island, Great Barrier Reef: implications for the origin of microcrystalline beachrock cement*, Sediment. Geol. 126 (1–4), 317–334.

Ελληνόγλωσση

- 1 Αειφορική Συμβουλευτική ΕΠΕ, 2005, *Μελέτη Τοπικού Αναπτυξιακού Προγράμματος*,

- Έκθεση Α' φάσης, ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης, Δήμος Σκύρου
- 2 Αλεξανδράκης Γ., Καρδισιά Α., Πούλος Σ., Γκιώνης Γ., Καμπάνης, 2009, Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης, 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας 2009 - Πρακτικά, Τόμος Ι
 - 3 Αλεξανδρόπουλος Αν., Κατωπόδης Ε., Παλιατσός Αθ., Πρεζεράκος Ν., 1994, *Στατιστική, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα*
 - 4 Αλμπανάκης Κ., 2000, *Φυσικό και Ανθρωπογενές Παράκτιο Περιβάλλον*, Διαθέσιμο στο: <http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge769e/f4.swf>, πρόσβαση στις 20/04/2012
 - 5 Βιοπολιτική, 2009, *Κλιματικές αλλαγές*, Σημειώσεις από τριμηνια σεμινάρια e-learning, Διεθνής Οργάνωση Βιοπολιτικής
 - 6 Δαμιανού Χ, Κούτρας Μ. 1991, *Εισαγωγή στην Στατιστική*, εκδ. Αιθρα, Αθήνα
 - 7 Δερμιτζάκης Μ., Μιχαήλ Χ., Μπασιάκος Γ., Τριπολιτσιώτου Φ., 1993, *Συμβολή στη χρονολόγηση σύγχρονων ψηφιδωπαγών αγκυρών (Beach rocks) διά της μεθόδου της θερμογωταύγειας*, Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Σελ. 257 - 259.
 - 8 Δημοπούλου Ε., Αβαγιανού Θ., Ζεντέλης Π., 2007, Συγκρότηση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για τη Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών, 5ο Διεπιστημονικό Δια-πανεπιστημιακό Συνέδριο του Ε.Μ.Π. και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. «Παιδεία, Έρευνα, Τεχνολογία. Από το χθες στο αύριο.»
 - 9 Δίκτυο Παράκτιας Πρακτικής, Coastal Practice Network Newsletter, Τεύχος 2, Φθινόπωρο 2004, www.coastalpractice.net
 - 10 Δουκάκης, Ε., 2005, *Ανάπτυξη παράκτιας ζώνης*, Σημειώσεις στο Διατμηματικό-Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακό Σπουδών «Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων
 - 11 Δουκάκης, Ε., 2007, *Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη, Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού*, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ, 11 Δεκεμβρίου 2007, Αθήνα
 - 12 Δρακάτος κ., Ζεφερός Χ., κ.ά, Συλλογικός τόμος, 2011, Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, Επιτροπή μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, Τράπεζα της Ελλάδος
 - 13 Ζαχαριάς Νίκος, 2008, *Φωταύγεια, Απόλυτες Χρονολογήσεις και Δοσιμετρία Υλικών*, εκδ. Time Heritage, Αθήνα
 - 14 Καρύμπαλης Θ. Ευθύμιος., 2005, *Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, Αθήνα
 - 15 Καρύμπαλης Θ. Ευθύμιος., 2010, *Παράκτια Γεωμορφολογία*, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα
 - 16 Κιντής Α, 1995, *Σύγχρονη στατιστική ανάλυση*, Τόμος Α', εκδ. Gutenberg, Αθήνα
 - 17 Κοκκώσης Χ., Δημητρίου Κ., Κωνσταντόγλου Μ, 1999, *Δημιουργία Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για τις παράκτιες περιοχές της Ελλάδας*, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις, Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Διαθέσιμο στην: www.gipsynoise.gr/HellasGI/1oSynedrio/papers/5kokkos/5kokkos.pdf, Πρόσβαση στις 10/10/2012
 - 18 Κούλη Κ., Παυλόπουλος Κ., Τριανταφύλλου Μ., Παναγιώτης Καρκάνας Ρ., Τσουρού Θ., Καρύμπαλης Ε., 2006, *Παλαιοπεριβαλλοντικές μεταβολές της παράκτιας περιοχής Παλαμαριου (ΒΑ Σκυρου) τα τελευταία 4000 χρόνια*, 8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας
 - 19 Κουτσόπουλος, Κ., 2002, *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση του Χώρου*, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα
 - 20 Λειβαδίτης Γ, Ευελπίδου Ν, 2006, *Γεωλογία Τεταρτογενούς, Σημειώσεις μαθήματος Γεωλογία Τεταρτογενούς*, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
 - 21 Λέκκας Ευθύμιος, 2000, *Φυσικές & Τεχνολογικές Καταστροφές*, εκδ. ACCESS Pre-Press

- 22 Λεοντάρης Σ., 1995, *Εισαγωγή στην Ωκεανογραφία*, Εκδ. Συμμετρία, Αθήνα
- 23 Λεοντίδου Λ., Σκλιάς Π., 2001, *Γενική Γεωγραφία, Ανθρωπογεωγραφία και Υλικός Πολιτισμός της Ευρώπης*, εκδ. ΕΑΠ, Πάτρα
- 24 Μαντόγλου Φ., 2001, *Διαχείριση παράκτιων ζωνών*, Διδακτικές σημειώσεις, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π, Αθήνα
- 25 Μαρίνος Γ. & Συμεωνίδης Ν., 1972, *Συμβολή εις τη σπουδή των beachrocks του Αιγαίου. Περίπτωσης σχηματισμού beachrock με ανθρωπολογικά λείψανα της ιστορικής αρχαιότητας εις τη νήσον Τήλον Δωδεκανήσου*, *Annal Geol. Des Pays Hellen*, vol. 24, Σελ. 433-444, Αθήνα
- 26 Μαρουκιάν Χ., Παυλόπουλος Κ., Γάκη – Παπαναστασίου, Ζαμάνη, Α., 2001, *Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας κατά τον επόμενο αιώνα*, *Περιοδικό Γεωγραφίες* 1, 73-82
- 27 Μελέντης, Ι., 1974, *Η Γεωλογία της νήσου Σκύρου*, Ελληνική Γεωλογική Εταιρία, Αθήνα, σελ. 298 -320
- 28 Μουντράκης Δ., 1985, *Γεωλογία της Ελλάδας*, Θεσσαλονίκη, σελ. 98 -108.
- 29 Μουστάκα Μ., 1997, *Ψηφιδοπαγείς Αιγιαλοί (Beachrocks): Θεωρίες σχηματισμού, εμφανίσεις στον ελληνικό χώρο & η σημασία τους στη διαμόρφωση του σημερινού παράκτιου περιβάλλοντος*, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη
- 30 Νάσσης Α, Καρμίρης Η., Σαρτζετάκης Ε., Νάσσης Σ., 2011, *Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής Οικονομικές Και Φυσικές Επιπτώσεις Της Κλιματικής Μεταβολής Στα Δάση Και Τα Δασικά Οικοσυστήματα Της Ελλάδας*, Τράπεζα της Ελλάδος
- 31 Παπανικολάου Δ., Σίδερης Χρ., 2007, *Γεωλογία, Η επιστήμη της Γης*, εκδ. Πατάκη, Αθήνα
- 32 Παπανικολάου, Δ., 1986, *Γεωλογία της Ελλάδας*, πανεπιστημιακές σημειώσεις, Αθήνα, σελ.151-154 και 156-159.
- 33 Παπανικολάου, Δ., Κράνης, Χ., 2004, Απόσπασμα από: D. Papanikolaou, H. Bargathi, C. Dabovski, R. Dimitriu, A. El-Hawat, D. Ioane, H. Kranis, A. Obeidi, G. Oaie, A. Seghedi, I. Zagorchev, *The TRANSMED Atlas, Transect VII: East European Craton-Scythian Platform-Dobrogea-Balkanides-Rhodope Massif- Hellenides - East Mediterranean-Cyrenaica*, Mediterranean Consortium for the 32nd International Geological Congress, Springer.
- 34 Παυλόπουλος Κ, Καρύμπαλης Ε., Καρκάνας Π., Παρλαμά Λ., Μάνος Ι., Τριανταφύλλου Μ., Θεοχάρη Μ., 2004, *Γεωμορφολογική Εξέλιξη του Όρμου Παλαμαριου (Βορειοανατολική Σκύρος) κατά το Ανώτερο Ολόκαινο*, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI
- 35 Παυλόπουλος Κ, Σκεντος Α., Κοταμπαση Χ., 2009, *Γεωμορφολογική χαρτογράφηση και μελέτη της ευρύτερης περιοχής Δισπηλιού, λίμνης Καστοριάς*, *Περιοδικό Ανάσκαμα* τ.3 σελ. 101-120.
- 36 Παυλόπουλος Κ., 2009, *Μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης στο Αιγαίο τα τελευταία 6000 χρόνια: Αποτέλεσμα από καταγραφές σε ιζήματα και beachrocks σε παράκτια περιβάλλοντα*, 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας 2009 - Πρακτικά, Τόμος Ι
- 37 Παυλόπουλος Π. Κοσμάς, 2011, *Γεωμορφολογία: Εφαρμογές στις γεωεπιστήμες*, εκδ. ΙΩΝ, Αθήνα
- 38 Ρουμπάνης Β., 1971, *Ακταί Αττικής. Παρατηρήσεις επί των εμφανίσεων σύγχρονων παραλιακών ψαμμιτών «Beachrocks»*, Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, vol. 8, Σελ. 33-54, Αθήνα
- 39 Σκριμιζέα Ειρήνη - Μαρία, *Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Για Τη Διαχείριση Τμήματος Παράκτιας Ζώνης Της Νοτιοδυτικής Αττικής*, Διπλωματική Εργασία, ΣΑΤΜ, 2011
- 40 Φραγκου Μ., 2009, *Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική Για Την Διαχείριση Των Παράκτιων Ζωνών Και Η Εφαρμογή Της Στην Ελλάδα*, 2009, 1ο Ελληνοκινεζικό φόρουμ για το περιβάλλον, ΤΕΕ, 3-4/12/2009, Αθήνα
- 41 Φωτιάδης Γ., Βραχνάκης Μ., 2012, *Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα» για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας της Σκύρου*, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE09NAT/GR/000323

- 42 Ψωμιάδης Δαβίδ, 2005, *Ψηφιδοπαγείρ αιγιαλοί (beach rocks) τηρ νήρου Θάουρ και χαρτογράφηρη τουρ με γεωφουρικήρ ηλεκτρικήρ μεθόδουρ*, Διατριβή Ειδίκευρη, Θερρρρρρρρρρρ

Ιρτορρρρρρρρρρ

- 1 <http://www.epa.gov/climatechange/science/future.html>
- 2 <http://www.coastance.eu/>
- 3 http://www.poseidon.hcmr.gr/waves_forecast_gr.php?area_id=aeg
- 4 http://ngmdb.usgs.gov/fgdc_gds/geolsymstd.php
- 5 <http://europa.eu>
- 6 <http://opengov.gr>
- 7 http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/insurance/definitions_en.pdf
- 8 <http://natura2000.eea.europa.eu/#>
- 9 <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=432>
- 10 http://geodata.gov.gr/geodata/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=16&sobi2Id=54&Itemid=
- 11 <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-clc2000-seamless-vector-database>
- 12 <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE>

Νόμοι

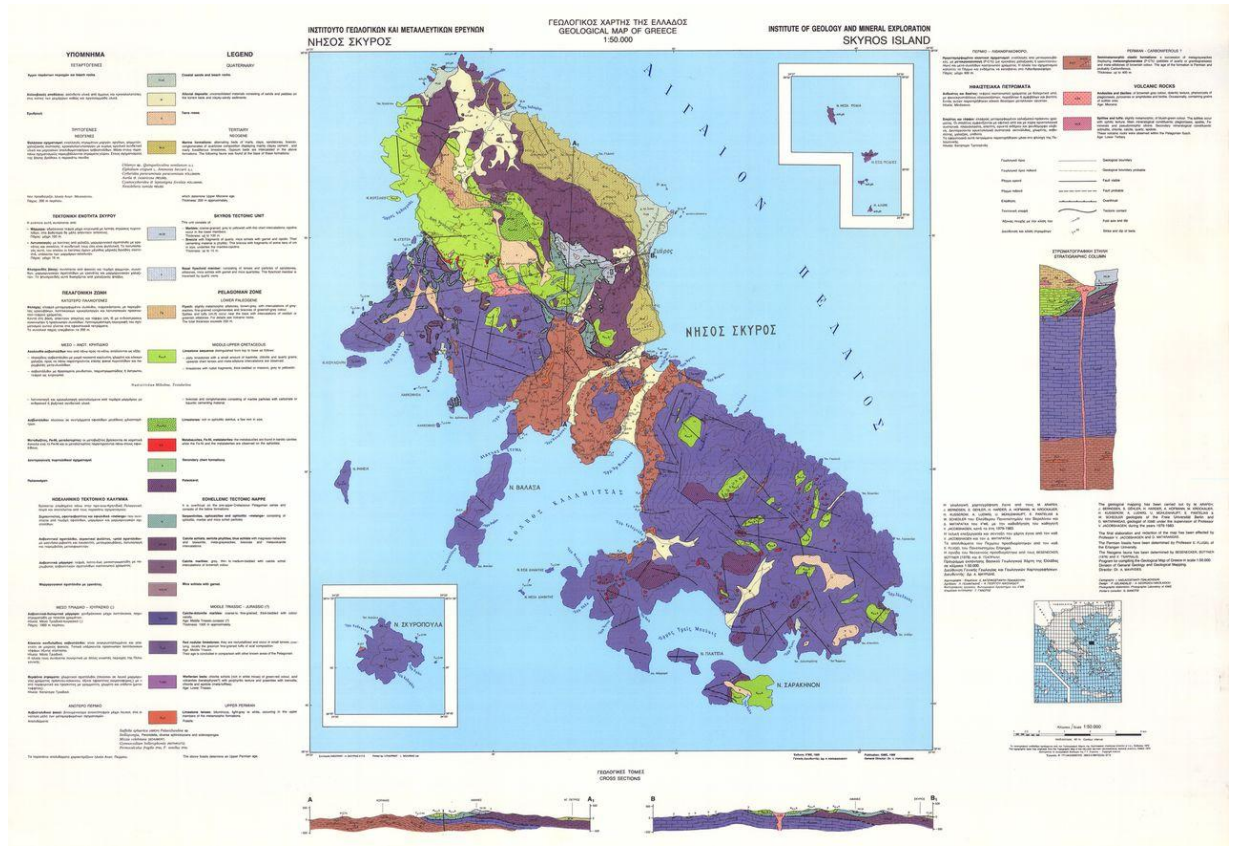
- 1 ΦΕΚ Αρ. Φύλλου 2505, 4 Νοεμβρίου 2011
- 2 Ειδικό Πλαίριο Χωροταξικού ϒχεδιαρμού και Αειφόρου Ανάπτυξηρ για τον Παράκτιο Χώρο και τα Νηριά και τηρ ϒτρατηγηκήρ Μελέτηρ Περιβαλλοντικών Επιπτώρρρρρρρρρρρ
- 3 ΦΕΚ 20/Α/24.2.1982

Χάρτερ

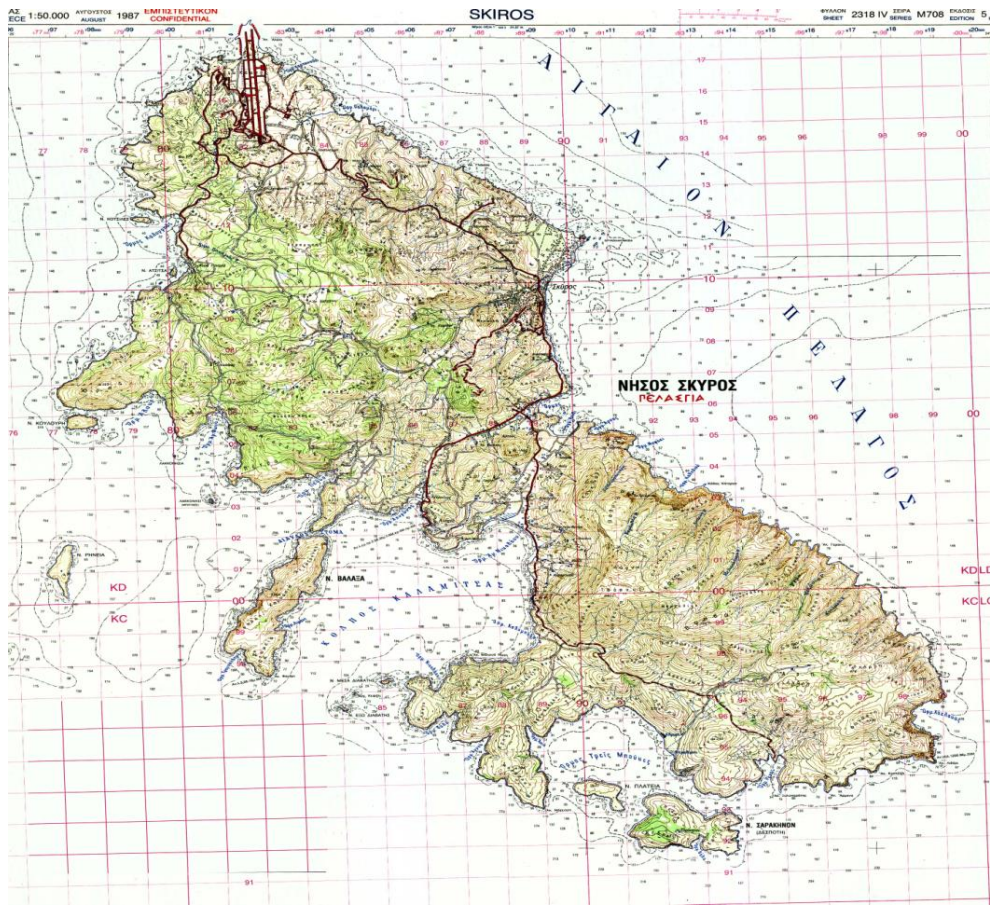
1. Ινρτιτοότο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.), Γεωλογικόρ Χάρτηρ, Φύλλο ϒκύρορ, κλίμακαρ 1 : 50.000, 1986
2. Γεωγραφική Υπηρερία ϒτρατοό (ΓΥϒ), Τοπογραφικόρ Χάρτηρ, Φύλλο ϒκύρορ, κλίμακαρ 1 : 50.000, 1975

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

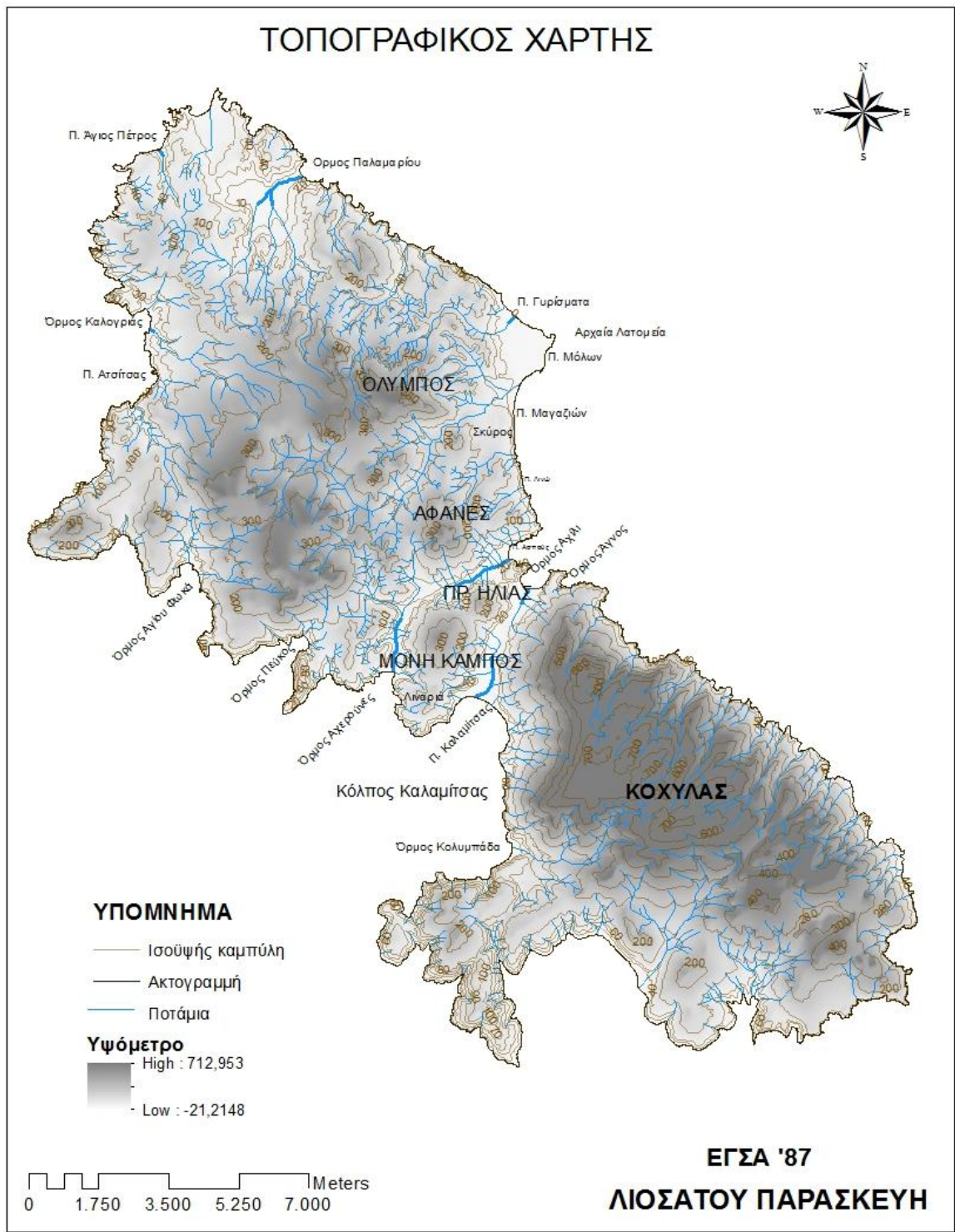
Παράρτημα Ι – ΒΑΣΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ



Χάρτης 27: Γεωλογικός Χάρτης, Πηγή: ΙΓΜΕ



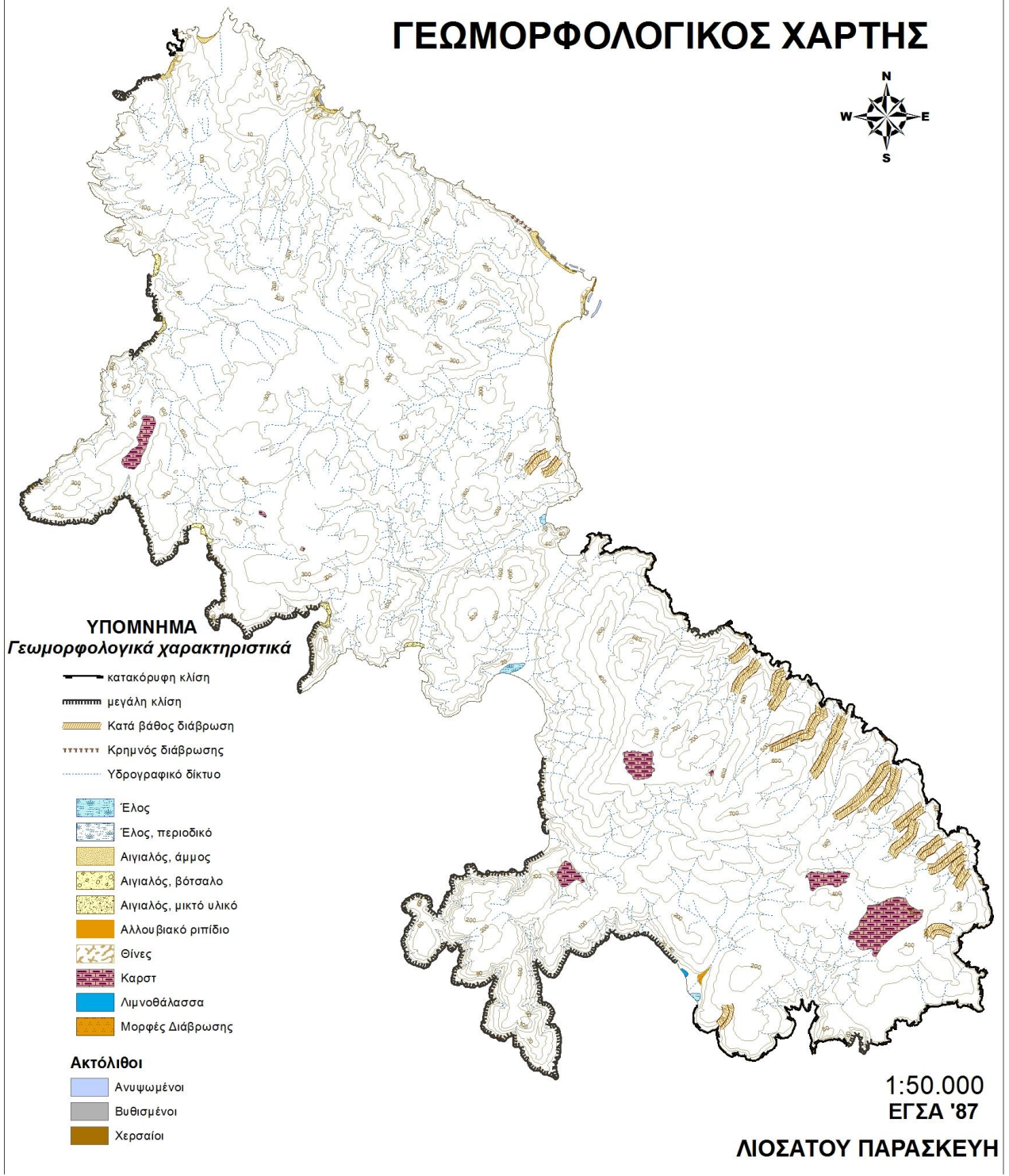
Χάρτης 28: Τοπογραφικός Χάρτης, Πηγή: ΓΥΣ



Χάρτης 29: Τοπογραφικός χάρτης, ίδια επεξεργασία

Παράρτημα ΙΙΙ

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ



Χάρτης 30: Γεωμορφολογικός Χάρτης

Παράρτημα IV

**Using beachrocks as sea level indicators in the island of Skiros
(Greece)**

STSM Applicant

Liosatou Paraskevi
National and Kapodistrian University of
Athens
Faculty of Geology
MSc Management of Natural Disaster

STSM Host Institution

Prof. Dr. Manfred Frechen
Leibniz Institute for Applied Geophysics
S3: Geochronology and Isotope
Hydrology
Hannover
Germany

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012

1. Background and Purpose of the visit

The mission took place, as scheduled, between 11 and 22 March 2012 in the Leibniz Institute and under the guidance of the Host's Professor Manfred Frechen. The aim of the STSM was the dating of onshore and submerged beachrocks (measurement and sampling, and sample's preparation for dating).

In the literature, beachrocks are described as harsh coastal sedimentary formations, that have been developed in the intertidal zone through the cementation of beach sediments with carbonate cement. They can be used as an indicator, defining ancient coastlines as well as ancient sea levels.

The main aim of the whole research is to reveal the sea level changes during the Late Holocene. Thus, the determination of sea level changes is going to be done by indicating and correlating the collected one with already existing archaeological, sedimentological and geomorphological data.

The frame of the whole research was based on two axes, of which, the second was done in the frame of the STSM. The details, for each axe, are the following:

a. The first one was the collection of beachrocks from the island of Skyros. Before had been visiting the Leibnitz institute, field observations and sampling took place between 24 February and 2 March, in Skyros Island (Greece) (see map 1).

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012



Map 1. The map of Skyros

Beachrocks formation can be found in the north and northeast coasts of the island, extended from Cape Agalipa to Achili Bay, as shown in map 2.

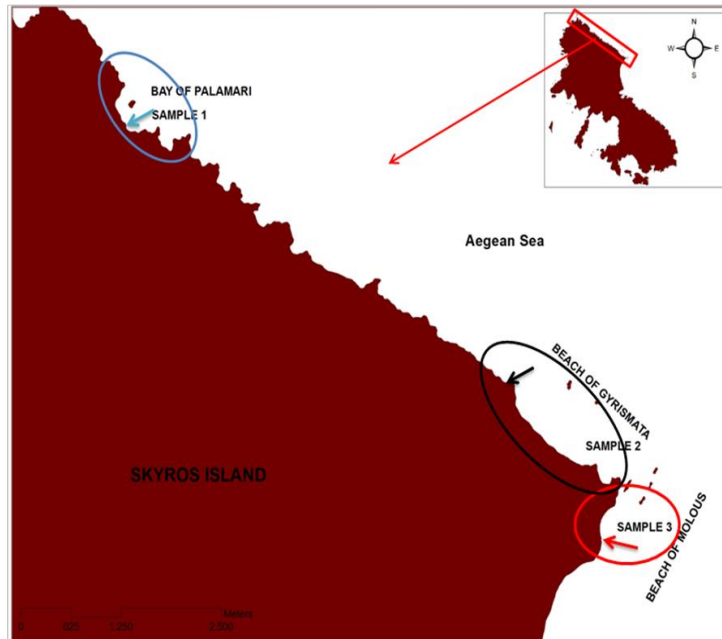


Map 2. The beachrocks' coasts

As study area was selected the north-eastern coast of the island of Skyros, extending from the bay of Palamari to the bay of Achili, because of the difficult access to the

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012

north coast (Cape Agalipa). Thus, samples were taken by the beaches of Girismata, Molous, and the Bay of Palamari (see map 3).

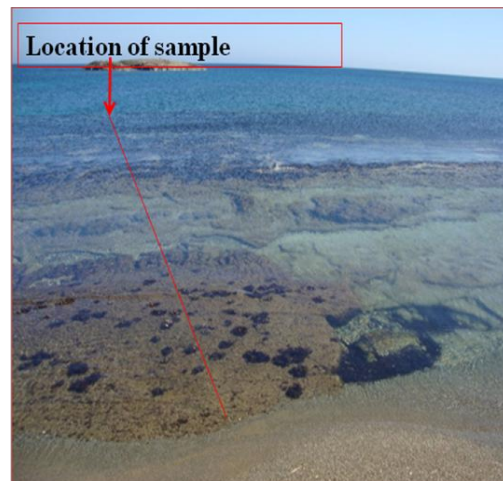


Map 3. The sampling points

In these areas the measurement of formations' thickness, width and depth was taken with the use of a hand-held sonar as also as, the collection of coastal and submarine beachrocks.



Picture 1. The beach of Gyrismata



Picture 2. The beach of Palamari

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM

ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012

b. The second axe was the preparation of the samples in order to be dated (Hannover Leibniz Institute between 11/03 – 22/03/2012). This is going to be obtained by the application of:

- a. The OSL method of dating: in order to determine the equivalent dose (De) including preheat-plateau, thermal transfer and dose-recovery.
- b. The radioactivity measurements in the LIAG Institute (Leibniz Institute for Applied Geophysics) with the use of a gamma-spectrometer. In this step dose rates (including cosmic one) will be calculated using conversion parameters.

This research's axe was done in the frame of the COST program.

2. Description of the work carried out during the visit

During staying working in Leibnitz institute the following works were carried out :

2.1 Preparation of Samples

A. The first week (12-16 March 2012):

1. The first 2 days (Monday 12 March, and Tuesday 13 of March), I studied the literature concerning the preparation of samples. Moreover, during this time period, the samples were cleaned and cut into smaller pieces and separated into these that were going to be used for the gamma spectrometry and these for the dating OSL method.

2. The next 3 days (14-16 of March), I dealt with the removal of the grains which had been exposed to the sunlight. This is the main criteria to be

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM

ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012

fulfilled, in order to use and decompose the samples. This work was done by using liquid chemicals. In fact this process requires several days, and usually does depend on how quickly the chemicals act with the deconstructed samples. As soon as I had decomposed these samples, I put them in oven to get dried in order to start the main chemical process.

c. The second week (19-22 March 2012):

1. On Monday 19/03, the samples were completely dried. Then, they were separated by using a series of sieves from 400 μ m up to 100 μ m. The sieved results were appropriate in order to start the dating chemical process. During that process the remainders organic component and the carbonate ones were removed.

2. On the next days (20-22 March 12) the grains with size 250-400 μ m were inserted in some centrifugal system to ensure their absolute separation. These components had to get dried again in order to succeed in the separation of the grains of feldspars and quartz. This work had 3 stages:

a. The separation of the grains of feldspars and quartz from the heavy minerals,

b. The separation of potassium feldspars from plagioclases,

c. And the final stage is the separation of the grains of feldspars from quartz.

After each separation stage the samples were inserted in an oven. The samples' preparation had finished as soon as the results of the previous work stored in some black boxes made especially for the OSL phase/dating.

Please note that all the above work was done under the supervising of the Host Institute's Staff.

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012

2.2 Remaining Work

The remaining work in order to finish the dating of samples:

- The dating process of the grains of quartz with the OSL method. This phase is going to be accomplished by using special computer software.
- The process of Gamma-Spectrometry .

These works can be accomplished in Leibniz Institute for Applied Geophysics.

3. Description of the main results obtained

Some preliminary indications occurred during preparation, and especially in the stage of dividing quartz from feldspar:

- It was found that quartzes were more than feldspar. In the gathered samples there was found more quartz, so this component is considered to be the most important to be used in last dating phase.
- The above can be a preliminary estimation that our samples give part of the samples give modern deposition ages. This is considered to be a very important indication, which has to be confirmed by the final dating process of the samples.

4. Future collaboration with host institution

Future collaboration is considered to be eligible in order to finish the dating of samples of beachrocks from Skyros Island. Further issues concerning the dating process of the grains of quartz with the OSL method and the process of Gamma-Spectrometry is desired over the coming months, maybe in the end of June or in the first of September 2012.

5. Projected publications/articles resulting or to result from the STSM

The material and the results obtained during my STSM, will be used to submit a publication. A relevant paper from the results of the STSM is on preparation, and will be submitted during the following months, as soon as the dating results will be completed. This publication will describe the methodology, the detailed reference and mapping of the samples, and the results of the dating OSL method and gamma-spectrometry.

6. Conclusions

The knowledge obtained by the preparation work and the collaboration with Institute's staff is considered to be valuable. The final results after the OSL method and the gamma-spectrography will be correlated with the existing archaeological, sedimentological and geomorphological data in order to define the periods of relative sea-level change. (Pavlopoulos et al, 2007, 2010).

Thanks to the excellent organization by the Host, the STSM and Professor Manfred Frechen the whole work can be considered as a success, with discovery of several promising new data that will certainly stimulate further collaboration and in sea-level research.

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM

ES0701 - 10100 – 11/03 – 22/03/2012

7. References

- Preusser F., Degering D, et al, 2008, Luminescence dating: basics, methods and applications, *Einzeitalter und Gegenwart Quaternary Science Journal*, 57/1-2, 95-49, Hannover
- Voudoukas M, Velegrakis A., Plomaritis T., 2007, Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impact, *Earth Science Reviews* 85, 23-46, Elsevier
- Pavlopoulos K. et al, 2010, Paleoenvironmental evolution and prehistoric human environment, in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) during the Middle – Late Holocene, *Quaternary International* 216, 41-53, Elsevier
- Desruelles S., Fouache E., et al, 2009, Beachrocks and sea level changes since Middle Holocene: Comparison between the insular group of Mykonos – Delos - Rhenia (Cyclades, Greece) and the southern coast of Turkey, *Global and Planetary Change* 66, 19-33, Elsevier
- Reimann T., Tsukamoto S., et al, 2011, Reconstruction of Holocene coastal foredune using luminescence dating – An example from the Swina barrier (Southern Baltic Sea, NW Poland), *Geomorphology* 132, 1-16, Elsevier
- Reimann T., Tsukamoto S., et al, 2011, The potential of using K-rich feldspars for optical dating of young coastal sediments – A test case from Darss-Zingst peninsula (Southern Baltic Sea coast), *Quaternary Geochronology* 6, 207-222, Elsevier
- Frechen M. et al, 2002, Chronostratigraphy of aeolianites from the Sharon Coastal Plain of Israel, *Quaternary International* 89, 31-44, Pergamon
- Pavlopoulos K. et al, 2007, Landscape evolution recorded in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) from the beginning of the Bronze Age until recent times, *Geomorphology*, n.1, p., Elsevier

REPORT SHORT TERM SCIENTIFIC MISSION STSM
ES0701 - 10100 - 11/03 - 22/03/2012



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης