

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφία

Π.Μ.Σ Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση Χώρου

Κατεύθυνση Γεωπληροφορική

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διατριβής

«Υπολογισμός της παράκτιας επικινδυνότητας της νήσου Θάσου μέσω της χρήσης Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών»

Όνομα Φοιτητή

Γεωργίου Άννα

Αθήνα 2017



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφία

Π.Μ.Σ Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση Χώρου

Κατεύθυνση Γεωπληροφορική

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καρύμπαλης Ευθύμιος (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Χαλκιάς Χρίστος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Σταμάτης Καλογήρου

Επίκουρος, Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Η Γεωργίου Άννα

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη **3**

Abstract.....**4**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ **5**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ **7**
1.1 Η Άνοδος της στάθμης της θάλασσας (ΆΣΘ) **8**
1.1.1 Αίτια μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης 9
1.1.2 Μελλοντική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης..... 11
1.1.3 Συνέπειες από ενδεχόμενη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης 15
1.2 Παράκτια Ζώνη **16**
1.2.1 Ορισμός Παράκτιας ζώνης..... 16
1.2.2 Η σημασία της παράκτιας ζώνης..... 19
1.2.3 Περιβαλλοντικές πιέσεις 20
1.3 Το Φαινόμενο της Παράκτιας Διάβρωσης **21**
1.3.1 Ορισμός της Παράκτιας Διάβρωσης 21
1.3.2 Διάβρωση ευρωπαϊκών ακτών 25
1.3.3 Η μεταβολή των ακτογραμμών στην Ελλάδα 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ..... **34**
2.1 Γεωγραφική θέση- Έκταση Νήσου Θάσου **35**
2.2 Γεωμορφολογία νήσου Θάσου **36**
2.2.1 Τοπογραφία 36
2.2.2 Κλίση εδάφους 37
2.2.3 Η Γεωλογική δομή Νήσου Θάσου 37
2.3 Μετεωρολογικές- Κλιματολογικές Συνθήκες Νήσου Θάσου 39
2.3.1 Θερμοκρασία..... 39
2.3.2 Ύψος υετού 41
2.4 Χρήσεις Γης Νήσου Θάσου..... **43**
2.5 Κοινωνικοοικονομικά δεδομένα **44**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ **46**
3.1 Μεθοδολογίες Εκτίμησης της Παράκτιας Επικινδυνότητας..... **47**
3.2 Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας(Coastal Vulnerability Index – CVI) 50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ..... **55**
4.1 Συλλογή Δεδομένων..... **56**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΌΤΗΤΑΣ & ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ..... **58**
5.1 Υπολογισμός δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας CVI **59**
5.1.1 Γεωμορφολογία..... 61
5.1.2 Παράκτια Κλίση..... 63
5.1.3 Ιστορική Μετατόπιση της Ακτογραμμής 66
5.1.4 Σχετική Μεταβολή της Στάθμης της Θάλασσας 71
5.1.5 Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος..... 73
5.1.6 Μέσο Παλιρροιακό Εύρος 75
5.1.7 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας..... 77

5.2 Υπολογισμός Παράκτιας Τρωτότητας..... **79**
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ..... **81**
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... **84**

Περίληψη

Οι παράκτιες ζώνες αποτελούν μέρος τον πλέον δυναμικότερων και ποιό εξελιγμένων φυσικών συστημάτων του πλανήτη μας με τεράστια οικολογική και οικονομική αξία, γεγονός που επιβάλει την προστασία τους από φυσικές και ανθρωπογενείς πιέσεις. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση της επικινδυνότητας και της τρωτότητας, των παράκτιων κινδύνων, στην περιοχή της Θάσου. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου έγινε υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index). Για τον υπολογισμό του προαναφερθέντος Δείκτη (CVI), εκτιμήθηκαν έξι βασικοί παράγοντες: (i) η γεωλογία , (ii) η ιστορικές μεταβολές της ακτογραμμής (iii) η παράκτια κλίση, (iv) το σημαντικό ύψος εισερχομένων κυμάτων, (v) το παλιρροιακό εύρος και (vi) ο ρυθμό ευστατικής ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης. Το λογισμικό ArcGIS 10.4.1 χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων τον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας και την δημιουργία ψηφιακών χαρτών. Από τον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας προέκυψε ότι , για το συνολικό μήκος ακτογραμμής 379 τ.χλμ , τα 2,49 km (1,97%) χαρακτηρίζονται ως πολύ υψηλής επικινδυνότητας και τα 29,36 km (19,6%), ως υψηλής επικινδυνότητας. Τέλος, ένα μήκος 42,6 km (28,8%) έχει χαρακτηριστεί ως πολύ χαμηλής επικινδυνότητας.

Abstract

Coastal zones are among the most dynamic and evolving natural systems of our planet with enormous ecological and economic value, requiring protection from natural and Anthropogenic interventions. The present master thesis aims to assess the risk and vulnerability in coastal hazards of Thassos. Therefore, the Coastal Vulnerability Index, which was first applied to the US and Canadian coasts, was calculated. For the calculation of the Index (CVI), six key factors were assessed: (i) geology, (ii) historical coastal changes (iii) coastal slope, (iv) significant incoming wave height, (v) and (vi) the rate of steady-state elevation. ArcGIS 10.4.1 was used for the computation of the Index (CVI), the calculation of the coastal risk indicator and the creation of digital maps. The calculation of the coastal risk indicator showed that, for a total coastline length of 379 km2, 2,49 km (1,97%) are characterized as very high risk and 29,36 km (19,6%) as high risk. Finally, a length of 42.6 km (28.8%) is classified as very low risk.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς και παρατηρείται ολοένα και περισσότερη συγκέντρωση πληθυσμού (λόγω αστικοποίησης), ανθρώπινων δραστηριοτήτων και χρήσεων γης στις παράκτιες περιοχές, την ίδια ακριβώς στιγμή που χαρακτηρίζονται ως περιοχές πολύ μεγάλης οικολογικής σημασίας και ταυτόχρονα επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή κα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις που βασίζονται σε πρόσφατες έρευνες το 20,6% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε ζώνη πλάτους 30 χιλιομέτρων από την ακτογραμμή και το 37% σε ζώνη πλάτους 100 χιλιομέτρων από τη θάλασσα.

Από τις παραπάνω εκτιμήσεις γίνεται σαφές ότι οι μελέτες για την κλιματική αλλαγή παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον όπως επίσης και η σωστή χωροταξική σχεδίαση των παράκτιων περιοχών. Οι παράκτιες ζώνες, όπως είναι λογικό εξαρτώνται άμεσα από την εξέλιξη της ακτογραμμής (προέλαση ή διάβρωση). Επίσης, από τη μελλοντική υποχώρηση της ακτογραμμής μπορεί να υπάρξουν δυσμενείς συνθήκες στο περιβάλλον, στα δημόσια έργα, ακόμα και απώλειες ανθρώπινων ζωών. Συνεπώς είναι πολύ μεγάλης σημασίας οι προβλέψεις σχετικά με την εξέλιξη της ακτογραμμής, έτσι ώστε οι αρμόδιες αρχές να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα διαχείρισης των παράκτιων περιοχών υψηλού κινδύνου.

Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα του ελληνικού γεωγραφικού χώρου είναι η ύπαρξη ιδιαίτερα εκτεταμένης παράκτιας ζώνης με κύρια στοιχεία την ποικιλομορφία γεωμορφών και τις ανθρωπογενείς παράκτιες δραστηριότητες. Λόγω, της ιδιαίτερης περιβαλλοντικής, οικολογικής αλλά και οικονομικής αξίας των ελληνικών ακτών, ως πολύτιμου φυσικού πόρου προς αειφορική διαχείριση, επιβάλλεται η δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου, το οποίο θα προσδιορίζει την παράκτια επικινδυνότητα. Οι βασικές συνιστώσες ενός τέτοιου μοντέλου παράκτιας επικινδυνότητας είναι οι παράγοντες παράκτιας εξέλιξης που επηρεάζουν τη σταθερότητα των ακτών και ακτογραμμών, δρώντας σε μεγάλα χρονικά διαστήματα και σε μεγάλο εύρος χωρικών κλιμάκων.

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας είναι ένας από τους ευρέως διαδεδομένους δείκτες εκτίμησης της επικινδυνότητας των παράκτιων περιοχών στους φυσικούς κινδύνους, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό. Για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη χρειάζεται ο υπολογισμός έξι παραγόντων που αφορούν τα φυσικο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά των παράκτιων περιοχών. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής: η παράκτια γεωμορφολογία της περιοχής, η παράκτια κλίση, η προέλαση-διάβρωση της ακτογραμμής, το μέσο παλιρροιακό εύρος, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος και η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης. (Hammar-Klose, and Thieler, E.R., 2001).

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας είναι μια μέθοδος με την οποία εκτιμάται ο βαθμός επικινδυνότητας μιας παράκτιας περιοχής και τα αποτελέσματά του βοηθούν στον εντοπισμό των περιοχών αυτών που αναμένεται να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Τέλος για την Ελλάδα που είναι μια παράκτια χώρα με πολλά νησιά και σημαντικό μήκος ηπειρωτικής ακτογραμμής, ο υπολογισμός του Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας έχει ιδιαίτερη σημασία.

Στόχος της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής μελέτης είναι η προσπάθεια εκτίμησης των επιπτώσεων από ενδεχόμενη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης για το νησί της Θάσου. Σε πρώτη φάση επιχειρείται η εκτίμηση της ευαισθησίας του φυσικού παράκτιου περιβάλλοντος σε μια ενδεχόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Για τον σκοπό αυτό εφαρμόζεται ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας που έχει προταθεί για την εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών των ΗΠΑ και του Καναδά, αλλά έχει επίσης εφαρμοσθεί και σε περιοχές του Ελλαδικού χώρου. Για τον υπολογισμό του Δείκτη συνεκτιμήθηκαν οι εξής έξι παράμετροι: (1) η γεωμορφολογία, (2) η παράκτια κλίση, (3) η ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής, (4) η σχετική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, (5) το μέσο παλιρροϊακό εύρος και το (6) μέσο σημαντικό ύψος κύματος. Για κάθε μια παράμετρο η ακτή βαθμονομήθηκε σε πέντε κατηγορίες επικινδυνότητας (1 πολύ χαμηλή έως 5 πολύ υψηλή). Τελικό στόχο αποτελεί η ταξινόμηση όλων των μεταβλητών σε μία ενιαία κλίμακα βαθμονόμησης της παράκτιας επικινδυνότητας, έτσι ώστε να καθίσταται εφικτή η εκτίμηση του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας CVI. Σε δεύτερη φάση επιχειρείται να εκτιμηθεί η φυσική τρωτότητα της νήσου Θάσου δηλαδή θα επιχειρηθεί η αδρή εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων ως κριτήριο τις χρήσεις γης. Για τον σκοπό αυτό εκτιμούνται τα μήκη των χρήσεων γης κατά μήκος της ακτογραμμής και συσχετίζονται με τις περιοχές της υψηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1 Η Άνοδος της στάθμης της θάλασσας (ΆΣΘ)

Μια από τις πιο σοβαρές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας (ΑΣΘ). Το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας παρέμεινε για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα υπό αμφισβήτηση. Πάραυτα, με τον πέρασμα των χρόνων αποδείχτηκε ότι το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι γεγονός και αναμένεται να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις, κατά κύριο λόγο στις παράκτιες περιοχές όπου και ζει το 60% του πληθυσμού του πλανήτη (Δουκάκης, 2011, Δρίτσας, 2009).

Η στάθμη της θάλασσας καθορίζεται από το μέσο επίπεδο του εύρους της παλίρροιας, χαμηλής και υψηλής στάθμης, η οποία είναι αποτέλεσμα της βαρυτικής αλληλεπίδρασης μεταξύ Γης, Ήλιου και Σελήνης. Η στάθμη της θάλασσας όμως μεταβάλλεται προσωρινά για ώρες, μέρες ή και μερικά έτη και από μετεωρολογικά και υδρολογικά αίτια, όπως καταιγίδες και εκφορτίσεις ποταμών. Το μέσο επίπεδο αναφοράς της στάθμης των ωκεανών καλείται γεωειδές το οποίο είναι η ισοδυναμική επιφάνεια του πεδίου βαρύτητας της Γης και το οποίο θεωρητικά συμπίπτει με το μέσο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας. Η μέση στάθμη της θάλασσας όμως αποκλίνει απο το γεωειδές δημιουργώντας την λεγόμενη τοπογραφία της επιφάνειας της θάλασσας (Παπανικολάου κ.α., 2011).

Ο όρος «ευστατισμός» αναφέρεται στις παγκόσμιες και μακροχρόνιες μεταβολές του επιπέδου της στάθμης λόγω μεταβολών στο κλίμα, με την άνοδο αυτού να καλείται επίκλυση και την πτώση αυτού απόσυρση. Οι βασικότερες αιτίες του ευστατισμού είναι η μεταβολή του όγκου των ωκεάνιων υδάτων, κυρίως λόγω της μεταβολής του όγκου των παγετώνων, και η μεταβολή του μεγέθους των ωκεάνιων λεκανών κυρίως μέσα απο την ισοστατική τροποποίηση της λιθόσφαιρας ως αντίδραση στην μεταβολή του όγκου των παγετώνων και μέσα από βραδείς γεωδυναμικές διεργασίες, τη λεγόμενη «ορογένεση» ή και από την συσσώρευση ιζήματος. Θεωρητικά, η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας θα αναμενόταν να είναι παγκόσμια και ταυτόχρονη δεδομένου οτι οι ωκεανοί συνδέονται μεταξύ τους. Η σύγκριση όμως καμπυλών μεταβολής της στάθμης της θάλασσας από διαφορετικές περιοχές δείχνει ότι αυτό δεν ισχύει, αποδεικνύοντας ότι οι ευστατικές μεταβολές δεν είναι ομοιόμορφες παγκόσμια. Αυτή η διαφορετική απόκριση της στάθμης ερμηνεύεται σε μεγάλο ποσοστό με την προσαρμοστική ικανότητα της Γης απέναντι στην

μεταβολή επιφανειακών φορτίων πάγου και νερού τήξης (Παπανικολάου κ.α., 2011).

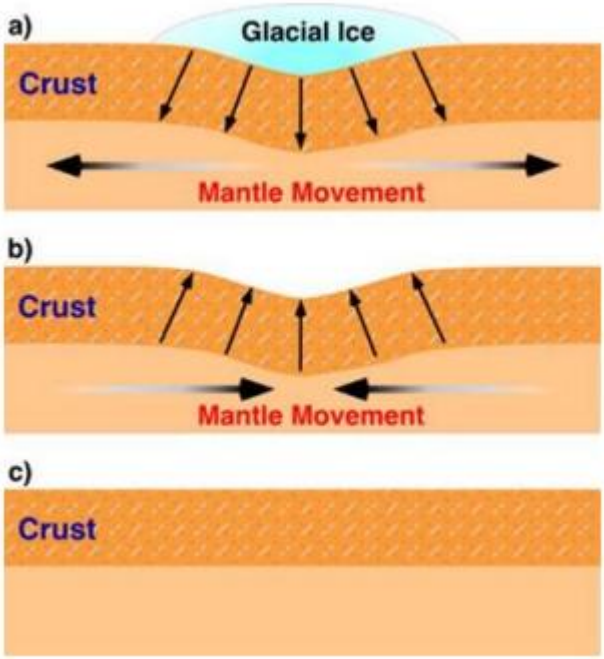
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας δεν είναι ένα φαινόμενο που παρουσιάζεται πρώτη φορά στον πλανήτη Γη. Είναι ένα γεγονός που έχει επαναληφθεί αμέτρητες φορές και ειδικότερα κατά τα τελευταία δυο εκατομμύρια χρόνια. Καθ' όλη την διάρκεια της γεωλογικής ιστορίας της Γης, η στάθμη της θάλασσας έχει ανέβει και έχει πέσει πάνω από 300m. Παρόλο που οι αλλαγές στο μέγεθος και το σχήμα του πυθμένα των ωκεανών έπαιξαν σημαντικό ρόλο κατά την διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων, οι πιο σημαντικές αλλαγές στην στάθμη της θάλασσας έγιναν εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών. Κατά την διάρκεια της τελευταίας εποχής των παγετώνων (πριν από δεκαοχτώ χιλάδες χρόνια), η Γη ήταν 5 περίπου ψυχρότερη από ότι είναι σήμερα. Παγετώνες κάλυπταν το μεγαλύτερο μέρος του βόρειου ημισφαιρίου και η στάθμη της θάλασσας ήταν περίπου 120m χαμηλότερα από το σημερινό επίπεδο (Σκαρβέλης,2005).

Αν και οι περισσότεροι παγετώνες έχουν λιώσει από τότε, οι πολικοί παγετώνες στην Γροιλανδία και την Ανταρκτική περιέχουν ακόμη αρκετές ποσότητες νερού ικανές να υψώσουν την στάθμη της θάλασσας περισσότερο από 70m. Μετρήσεις που έγιναν για το φαινόμενο της παλίρροιας ανά τον κόσμο, κατέστησαν δυνατή τη μέτρηση της σχετικής στάθμης της θάλασσας σε διάφορες περιοχές. Μελέτες που συνδυάζουν αυτές τις μετρήσεις αναφέρουν ότι η μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει ανέβει κατά 10 με 15cm στη διάρκεια του 20ου αιώνα. Τα 5cm αυτής της ανόδου μπορούν να αποδοθούν στη θερμική άνοδο των ανωτέρω στρωμάτων των ωκεανών, η οποία προκλήθηκε από την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0.4 τον προηγούμενο αιώνα (Σκαρβέλης, 2005).

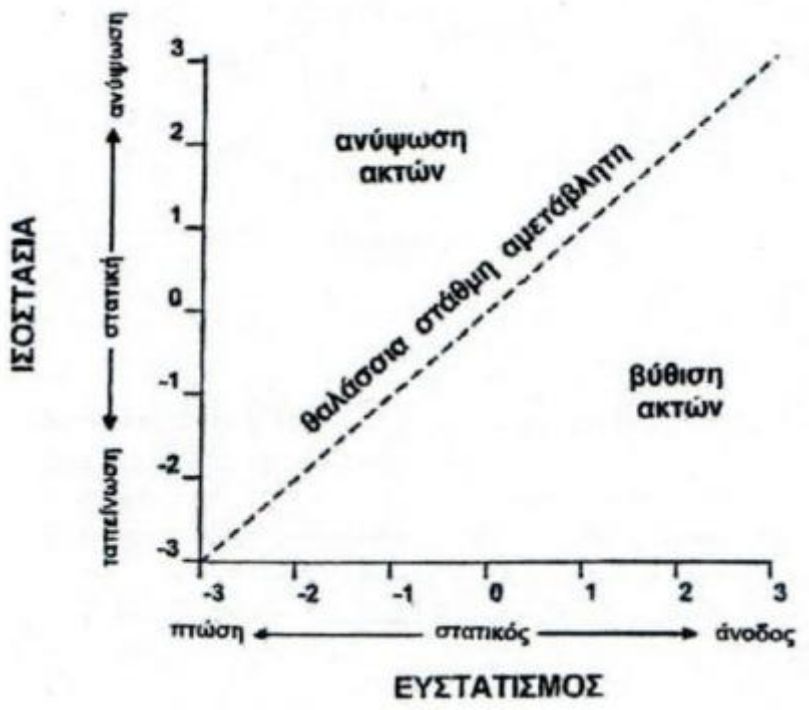
1.1.1 Αίτια μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης

Η μεταβολή της παγκόσμιας θαλάσσιας στάθμης ,τις τελευταίες δεκαετίες, οφείλεται στους εξής παράγοντες (Καρύμπαλης, 2008):

1. Την ανύψωση του θαλάσσιου πυθμένα λόγω της ιζηματογένεσης, που έχει ως συνέπεια τη μεταβολή των διαστάσεων των θαλάσσιων λεκανών.
2. Την αυξομείωση του όγκου του θαλάσσιου νερού εξαιτίας λόγω των αλλαγών πουϖ σημειώθηκαν στις κλιματολογικές συνθήκες του πλανήτη. Η ιστορία της Γης χαρακτηρίζεται από εναλλαγές παγετωδών (κρύων) και μεσοπαγετώδων (θερμών) περιόδων. Κατά τη διάρκεια των παγετώνων περιόδων μεγάλη ποσότητα νερού συσσωρεύεται με τη μορφή πάγου στην επιφάνεια της ξηράς, προκαλώντας ταπείνωση της θαλάσσιας στάθμης. Αντιστρόφως, κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετώδων περιόδων ,η θερμοκρασία αυξάνεται σε παγκόσμια κλίμακα, με αποτέλεσμα το λιώσιμο των πάγων και την άνοδο της παγκόσμιας θαλάσσιας στάθμης. Οι αυξομειώσεις του επιπέδου της παγκόσμιας θαλάσσιας στάθμης ονομάζονται ευστατικές μεταβολές.
3. Σε τοπική κλίμακα η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης μπορεί να επηρεάζεται από τονϖ ενεργό τεκτονισμό, είτε με την ανύψωση ή βύθιση μιας παράκτιας ζώνης, όπως συμβαίνει σε πολλές παράκτιες περιοχές τους ευρύτερου Ελληνικού χώρου. Οι ισοστατικές κινήσεις του φλοιού, θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη στην εκτίμηση μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης. Μια από τις περισσότερο γνωστές αιτίες λιθοσφαιρικής παραμόρφωσης αποτελεί η παγετο-ισοστασία (Εικόνα 1.1). Η βυθιζόμενη μάζα (παγετικό κάλυμμα) πιέζει τα υλικά στο βάθος και δημιουργείται ένα ανυψωμένο περιφερειακό χείλος. Έχει διαπιστωθεί ότι η ταπείνωση αυτή ισούται με το ένα τρίτο του μέγιστου πάχους του πάγου που δημιουργείται. Όταν λιώσουν οι πάγοι, η εκφόρτιση προκαλεί ανυψωτικές τάσεις επαναφοράς στην προηγούμενη κατάσταση, ενώ το χείλος θα μικραίνει σε ύψος. Τα ύδατα που αποδεσμεύονται κατά την τήξη προκαλούν αύξηση του φορτίου στον ωκεάνιο φλοιό. Η αλλαγή, επομένως, της θαλάσσιας στάθμης σε μία παράκτια περιοχή, είναι το αποτέλεσμα της δράσης του ευστατισμού, του τεκτονισμού (για τεκτονικά ενεργές περιοχές, όπως η Ελλάδα) και της ισοστασίας.(Σχήμα 1.1)



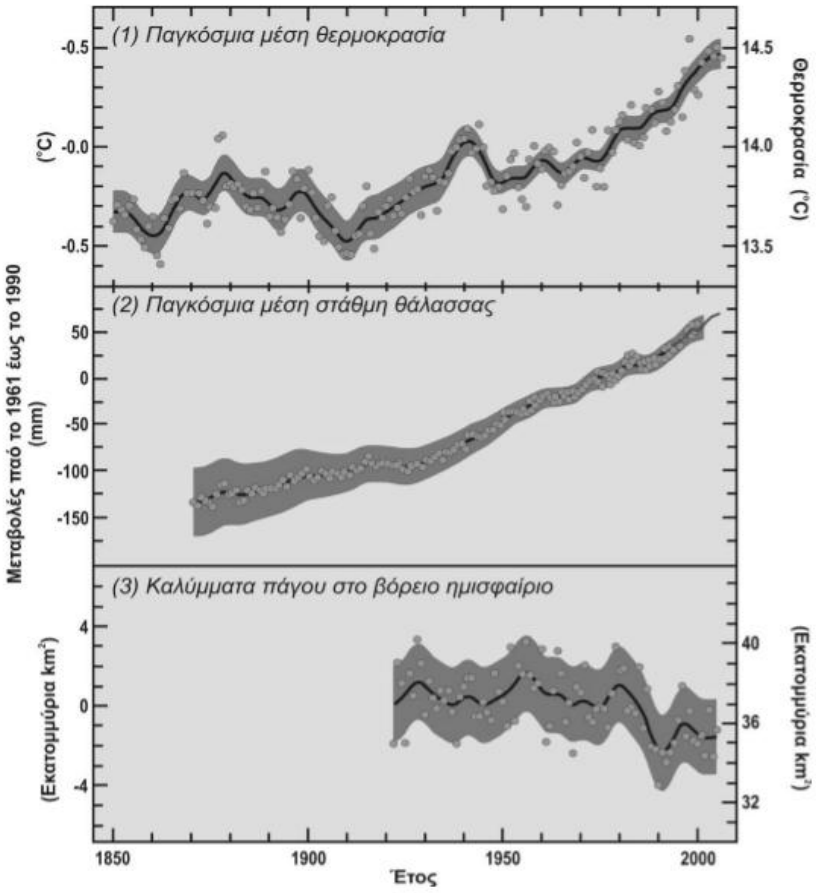
Εικόνα 1.1 Παραμορφώσεις του φλοιού λόγω της τήξης ενός παγετικού καλύμματος (Πηγή: http://retosterricolas.blogspot.com/2012/09/see-lithosphere-moving-up-and-down.html



Σχήμα 1.1 Γραφική απεικόνιση της σχέσης του ευστατισμού, της ισοστασίας και του τεκτονισμού με την μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης. (Haslet, 2010)

1.1.2 Μελλοντική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης

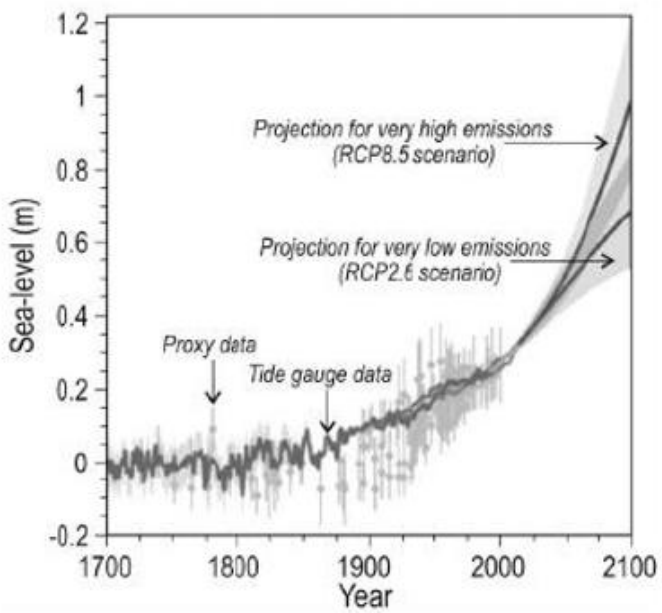
Κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα έχει παρατηρηθεί μια σημαντική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη που ανέρχεται σε 0,8 oC (Διάγραμμα 1.1). Εντούτοις όμως η αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας για το σχετικά σύντομο διάστημα των τελευταίων τριάντα ετών ήταν 0,6 oC, με ρυθμό δηλαδή 0,2 oC ανά δεκαετία (Rosenzweig et al.. 2008). Το κύριο αίτιο της θέρμανσης αυτής του πλανήτη είναι η υπερβολική αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Τα αέρια αυτά έχουν αναχθεί σε έναν από τους κυρίαρχους παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος παγκοσμίως. Μεταξύ των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Η άνοδος αυτή είναι αποτέλεσμα τόσο της θερμικής διαστολής του νερού των ωκεανών, όσο και της τήξης των καλυμμάτων πάγου του πλανήτη (Allen & Komar, 2006). Πρόσφατες ενδείξεις επιβεβαιώνουν την εκτεταμένη τήξη των πάγων στις περιοχές μεγάλης συγκέντρωσης παγετωδών καλυμμάτων της γης (Διάγραμμα 1.1). Οι ρυθμοί τήξης των πάγων στη Γροιλανδία εκτιμώνται σε 239±23 km3/έτος (Chen et al.. 2006), ενώ από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα η έκταση της παγοκάλυψης του Αρκτικού Ωκεανού μειώθηκε κατά περίπου 8% (Stroeve et al. 2007). Η περισσότερο ανησυχητική ένδειξη όμως είναι η εκτεταμένη τήξη των πάγων στη δυτική Ανταρκτική (Rignot et al. 2008) που έχει υπολογισθεί ότι συμβάλει κατά περίπου 0,36 mm/έτος στην παγκόσμια άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (Chen et al.. 2008).



Διάγραμμα 1.1: Μεταβολές στη (1) μέση παγκόσμια θερμοκρασία επιφανείας του αέρα (2) μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας και (3) παγοκάλυψη του βορείου ημισφαιρίου. Οι μεταβολές της στάθμης θάλασσας έχουν προκύψει από μετρήσεις παλιρροιογράφων ενώ οι πολύ πρόσφατες από δορυφορικά δεδομένα. Η παγοκάλυψη αφορά το διάστημα Μαρτίου-Απριλίου (Πηγή: IPCC, 2007).

Οι ακριβείς ρυθμοί της αναμενόμενης ανόδου της στάθμης θάλασσας δεν είναι επακριβώς γνωστοί. Τα περισσότερα κλιματικά μοντέλα προβλέπουν μια μελλοντική παγκόσμια άνοδο κατά 0,25-0,5 m έως το έτος 2100. Για διάφορα σενάρια εξέλιξης των μελλοντικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα εκτιμάται ότι η άνοδος αυτή θα είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο του ρυθμού της ανόδου της στάθμης που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα. Η αξιολόγηση των δεδομένων από τους δορυφόρους TOPEX/Poseidon και Jason-1 οδηγεί στη διαπίστωση ότι οι ρυθμοί ανόδου της στάθμης της θάλασσας από το 1993 ανέρχονται σε 3mm/έτος (Cazenave & Nerem 2004, Leuliette et al. 2004). Η εκτίμηση αυτή είναι σύμφωνη με τις προβλέψεις της επιτάχυνσης της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης για τον 21ο αιώνα που έχουν δημοσιευθεί από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC). (IPCC 2013).

Σύμφωνα με το πόρισμα της έκθεσης της IPCC του 2013 η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα φθάσει έως και τα 59 cm έως το έτος 2100. Βέβαια υπάρχουν και υποστηρικτές περισσότερο απαισιόδοξων προβλέψεων όπως ο Strohecker (2008) όπου βασιζόμενος σε ένα μοντέλο που επιτρέπει την ακριβή αναπαράσταση των σταθμών θάλασσας κατά τα τελευταία 2000 έτη υποστηρίζει ότι η τήξη των παγετώνων και η σταδιακή υποχώρηση των καλυμμάτων πάγου σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας του θαλάσσιου νερού θα μπορούσε να ανυψώσει τη στάθμη κατά 1,5 m έως τα τέλη του αιώνα .



Διάγραμμα 1.2: Εκτιμήσεις της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως από το 1700 έως το έτος 2100 από την IPCC. (Πηγή: IPCC, 2013)

Οι μετρήσεις των πρώτων παλιρροιογράφων που εγκαταστάθηκαν και λειτουργούν στη Μεσόγειο Θάλασσα δείχνουν έναν ρυθμό ανόδου της θαλάσσιας στάθμης μεταξύ 1,1 και 1,3 mm/έτος για τον 20ο αιώνα (Tsimplis & Baker , 2000). Κατά τη χρονική περίοδο 1960-1990 η μέση στάθμη της Μεσογείου παρουσίασε μια πτωτική τάση που αποδόθηκε στην αύξηση της μέσης ατμοσφαιρικής πίεσης που παρατηρήθηκε πάνω από τη λεκάνη. (Tsimplis & Josey, 2001), ενώ στα τέλη της δεκαετίας του 1990 σημειώθηκε μια γρήγορη ανύψωση της στάθμης (Fenoglio-Marc, 2001). Αν και σε επίπεδο δεκαετίας οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας στη Μεσόγειο συμφωνούν με την παγκόσμια τάση, φαίνεται πως τόσο η γενικότερη τάση της μεταβολής, όσο και οι διακυμάνσεις της σε επίπεδο δεκαετίας επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από τις τοπικές διακυμάνσεις των ατμοσφαιρικών συνθηκών και της διαστολής του θαλάσσιου νερού (Marcos & Tsimplis, 2008). Στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, την μοναδική περιοχή της ανατολικής Μεσογείου που λειτουργεί παλιρροιογράφος για μεγάλη χρονική περίοδο, η άνοδος της στάθμης για το διάστημα 1944-1989 ήταν 1,9±0,2 mm/έτος και ήταν μεγαλύτερη από την άνοδο που καταγράφηκε στους υπόλοιπους

σταθμούς της Μεσογείου (Marcos & Tsimplis, 2008).

Μεταξύ των σημαντικών αρνητικών επιπτώσεων μιας μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης είναι η διάβρωση των ακτών, η συχνότερη και εντονότερη κυκλωνική δραστηριότητα η οποία ενισχύει την κατάκλιση των χαμηλών παράκτιων περιοχών λόγω της παροδικής ανύψωσης της στάθμης που οφείλεται σε μετεωρολογικά αίτια, η αλλοίωση της ποιότητας των υπόγειων νερών λόγω της διείσδυσης θαλάσσιου νερού στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, η κατάκλιση οικολογικά σημαντικών παράκτιων υγροβιότοπων και η απειλή για το δομημένο περιβάλλον και τον πολιτισμικό και ιστορικό πλούτο πολλών παράκτιων περιοχών (Wu et al., 2002; Pendleton et al., 2004; FitzGerald et al., 2008).

Η πλήρης κατανόηση των παραγόντων που συνεισφέρουν στη μεταβολή της στάθμης των υδάτων αποτελεί αντικείμενο έρευνας παγκοσμίως, καθώς η ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων που ζουν και εργάζονται σε παραθαλάσσιες περιοχές επηρρεάζεται άμεσα. Είναι γνωστό πως η πλειονότητα του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε μεγάλες παράκτιες πόλεις. Παρόλο που χρειάζεται μια πιο λεπτομερής καταγραφή για την σωστή ποσοτικοποίηση των δεδομένων, μια γενική εκτίμηση είναι ότι το 50% έως και το 70% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί κοντά στην παράκτια ζώνη. Ο έντονα αυξανόμενος πληθυσμός στην παράκτια ζώνη βασίζεται διατροφικά ως επί το πλείστον στη ζώνη αυτή, ενώ παράλληλα στην περιοχή πραγματοποιούνται δραστηριότητες αναψυχής και εξόρυξης φυσικών πόρων. Είναι σαφές πως ο κατακλυσμός των παράκτιων περιοχών από την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας θα είναι καταστροφικός για τους οικισμούς των ανθρώπων αυτών και πιθανότατα να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή (Καρύμπαλης 2008 κ.α.).

Τα προβλήματα από την κλιματική αλλαγή θα γίνουν ορατά τα προσεχή χρόνια. Όταν η άνοδος της στάθμης της θάλασσας πλησιάσει το 1m τότε οι παρακάτω παραθαλάσσιες μεγαλουπόλεις θα κινδυνεύσουν: Μπουένος Άϊρες, Ρίο ντε Τζανέϊρο, Λάγκος, Λος Άντζελες, Νέα Υόρκη, Αλεξάνδρεια, Μουμπάϊ, Καλκούτα, Ντάκα, Σαγκάϊ, Οζάκα και Τόκυο. Ολόκληρες πόλεις σήμερα, όπως η Βενετία ή το Άμστερνταμ, αντιμετωπίζουν ήδη προβλήματα από την αλλαγή της στάθμης των υδάτων. Το φαινόμενο αναμένεται να ενταθεί στο προσεχές μέλλον, τόσο λόγω της προβλεπόμενης ανόδου της μέσης θαλάσσιας στάθμης και της παράλληλης επιδείνωσης των ακραίων κυματικών φαινομένων, όσο και λόγω μεταβολών στην ένταση και το ρυθμό των βροχοπτώσεων και της κατασκευής ποτάμιων και άλλων διαχειριστικών έργων. Με τη σειρά τους, οι παρεμβάσεις αυτές θα επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στην ακεραιότητα των οικοσυστημάτων, τους υδατικούς πόρους, τη δημόσια υγεία, την προσφορά τροφής, τη βιομηχανία, τις γεωργικές καλλιέργειες, τις μεταφορές και τις υποδομές. Το γεγονός αυτό καθιστά την ανάγκη για

προσαρμογή και προφύλαξη με κάθε μέσο ως την άμεση προτεραιότητα σε εθνικό επίπεδο (Καρύμπαλης, 2008 κ.α.).

1.1.3 Συνέπειες από ενδεχόμενη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα μπορούσε να επηρεάσει σημαντικά της παράκτιες και νησιωτικές περιοχές οι οποίες είναι αρκετά ευάλωτες. Μια ενδεχόμενη άνοδος της στάθμη της θάλασσας θα οδηγήσει στην απώλεια γης. Το γεγονός αυτό δεν θα επηρεάσει μόνο τις παράκτιες ζώνες και την οικιστική ανάπτυξη, αλλά θα επηρεάσει και τα παράκτια οικοσυστήματα των υδροβιοτόπων. Σύμφωνα με την IPCC (2007) το 33% των υγροβιότοπων μέχρι το 2080 θα μετατραπεί σε ανοιχτή θάλασσα. Χαμηλές παράκτιες πεδινές εκτάσεις θα πλημμυρίσουν ενώ έντονα θα είναι και τα διαβρωτικά φαινόμενα. Θα προκληθεί σοβαρή υποβάθμιση των παράκτιων αποθεμάτων νερού, λόγω της αυξημένης αλατότητας του, ενώ σε ποτάμια και λίμνες η εισχώρηση των θαλάσσιων υδάτων θα οδηγήσει σε σοβαρές επιπτώσεις για το οικοσύστημα.

Τα υπάρχοντα προβλήματα των παράκτιων περιοχών, όπως η πολεοδομική υποβάθμιση, η ρύπανση του περιβάλλοντος και η υποβάθμιση του τοπίου και των οικοσυστημάτων θα διογκωθούν ακόμα περισσότερο (Ρόκος, 1982). Επίσης, η ενδεχόμενη ΑΣΘ ενέχει σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Τομείς όπως ο τουρισμός, η αλιεία και η γεωργία θα επηρεαστούν αρνητικά, γεγονός που θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στην παραγωγική βάση και στην οικονομία των περιοχών. Η απώλεια σε γη, η έξαρση ασθενειών ενδέχεται να προκαλέσουν μεταναστευτικά ρεύματα ή όπως αλλιώς λέγεται τους περιβαλλοντικούς πρόσφυγες.

1.2 Παράκτια Ζώνη

1.2.1 Ορισμός Παράκτιας ζώνης

Οι ακτές είναι ενδιάμεσες περιοχές μεταξύ ξηράς και θάλασσας που δέχονται έντονες επιδράσεις από φυσικούς παράγοντες όπως το κλίμα, αλλά και επιδράσεις από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, και αποτελούν σημαντικό παράγοντα δυναμικής ισορροπίας ανάμεσα στο υγρό στοιχείο και το στερεό (Κοκκώσης, 2006).

Ως παράκτια ζώνη ορίζεται το τμήμα ξηράς και θάλασσας που βρίσκεται σε άμεση επαφή με την ακτή και στο οποίο αναπτύσσονται διάφορες χερσαίες και θαλάσσιες δραστηριότητες. Αποτελεί το μεταβατικό περιβάλλον από τη θάλασσα στη ξηρά, γεγονός που της προσδίδει ιδιαίτερα φυσικά, αλλά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (Κοκκώσης, 2006).

Η παράκτια ζώνη αποτελεί το πολύπλοκο φυσικό σύστημα που συντίθεται στα όρια της υδρόσφαιρας, της λιθόσφαιρας και της ατμόσφαιρας και είναι προϊόν της ανταγωνιστικής δράσης και αλληλεπίδρασής τους. Οι παράκτιες ζώνες δημιουργήθηκαν, αναδύθηκαν ή καταδύθηκαν με το πέρασμα των γεωλογικών χρόνων, ως αποτέλεσμα των μετακινήσεων του στερεού φλοιού της γης σε συνδυασμό με την άνοδο ή κάθοδο της θαλάσσιας στάθμης. Παράλληλα, διάφορα φαινόμενα βραδείας φυσικής εξέλιξης ή ταχείας δράσης συνετέλεσαν και εξακολουθούν να συντείνουν στον σχηματισμό και την διαμόρφωση της ακτογραμμής. Η διαμόρφωση αυτή βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση δυναμικής ισορροπίας, η οποία είναι ευαίσθητη και ιδιαιτέρως εύθραυστη. Για τον λόγο αυτό, η παράκτια ζώνη μεταβάλλεται συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου σε μέρη ιδιαίτερης σημασίας, όπως οι γεώτοποι, οι υγρότοποι και οι βιότοποι (Κοκκώσης, 2006).

Σε μια πρώτη προσέγγιση, οι επιστήμονες οριοθετούν την παράκτια ζώνη μεταξύ της υψομετρικής καμπύλης των 200 μ. και της ισοβαθούς καμπύλης των 200 μ., έκταση που αντιστοιχεί περίπου στο 18% της συνολικής επιφάνειας της γης (Μαστροδήμου, 2010). Ωστόσο, ο ορισμός αυτός δεν είναι επίσημος καθώς η έκταση της παράκτιας ζώνης μιας περιοχής ή χώρας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες με αποτελέσματα να παρατηρείται σημαντική διακύμανση στο εύρος της. Οι παράγοντες που δύνανται να επηρεάσουν το πλάτος της παράκτιας ζώνης είναι η παράκτια γεωμορφολογία και τοπογραφία, το κλίμα, οι άνεμοι, η κυματική δράση, καθώς και το μέγεθος και ένταση των παράκτιων δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με το υπό έγκριση Ειδικό Χωροταξικό Σχέδιο για τον παράκτιο χώρο και τα νησιά της Ελλάδας, «ως παράκτιος χώρος ορίζεται ο γεωμορφολογικός χώρος εκατέρωθεν της ακτογραμμής, όπου εκδηλώνεται διαδραστικά η σχέση

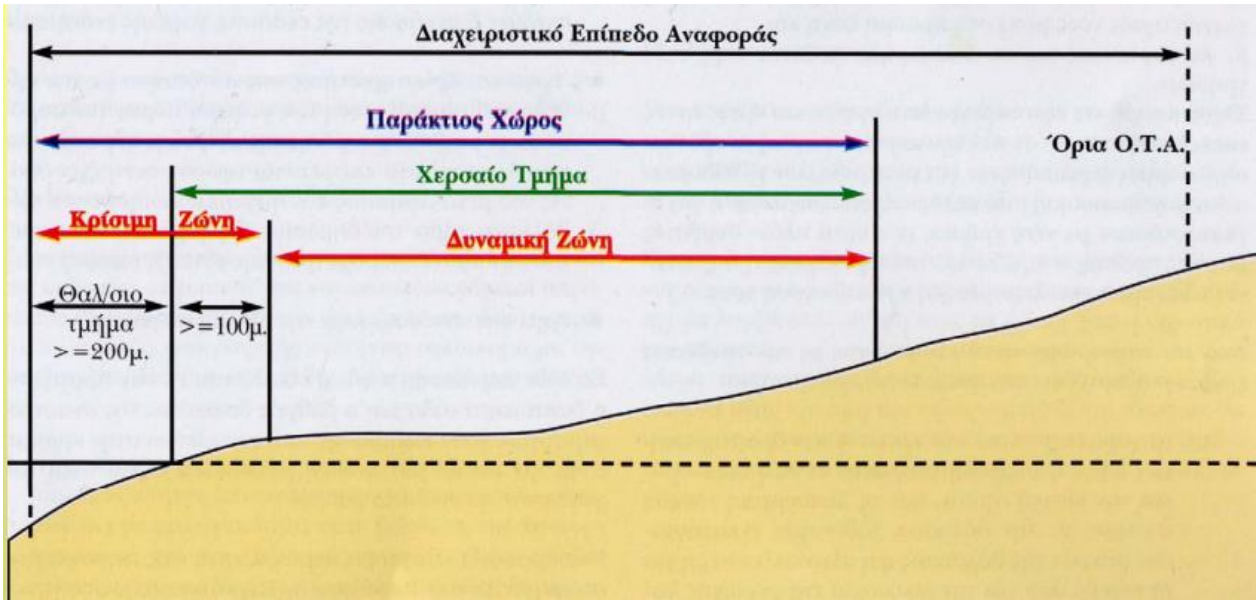
μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου τμήματος, μέσω των σύνθετων οικολογικών συστημάτων πού περιλαμβάνουν βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες. Πρόκειται για μεταβατική ζώνη μεταβλητού πλάτους πού αποτελεί, ταυτόχρονα, ζωτικό χώρο ανθρώπινων κοινωνιών και κοινωνικοοικονομικών δραστηριοτήτων».

Στο ν. 2791/2001 ο οποίος αφορά στον αιγιαλό και την παραλία, ορίζονται σαφώς τα τμήματα της παράκτιας ζώνης καθώς και οι επιτρεπόμενες χρήσεις σε αυτά με σκοπό την προστασία και τη συνετή διαχείριση. Έτσι, ως αιγιαλός ορίζεται η ζώνη της ξηράς που βρέχεται από τη θάλασσα από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων της, ενώ ως παραλία ορίζεται το τμήμα ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, το οποίο καθορίζεται σε πλάτος μέχρι και 50 μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με τη θάλασσα και αντίστροφα. Επιπλέον, δίνεται ένας ιδιαίτερα σημαντικός ορισμός, αυτός του παλαιού αιγιαλού, καθώς η δυναμική των κυματισμών απαιτεί αναπροσαρμογές ως προς την οριογραμμή. Ως παλαιός αιγιαλός ορίζεται η ζώνη ξηράς που προέκυψε από μετακίνηση της ακτογραμμής προς τη θάλασσα, οφείλεται σε φυσικές προσχώσεις ή τεχνικά έργα και προσδιορίζεται από την οριογραμμή του νέου αιγιαλού και το όριο του παλαιότερου υφιστάμενου (Κοκκώσης, 2006).

Στο ειδικό χωροταξικό πλαίσιο, επιπρόσθετα, ο παράκτιος χώρος διακρίνεται σε επιμέρους ζώνες διαχείρισης οι οποίες είναι απαραίτητες τόσο για τη διαχείριση όσο και για την προστασία του. Συγκεκριμένα, ο παράκτιος χώρος διακρίνεται στην κρίσιμη ζώνη, τη δυναμική και ένα υπόλοιπο τμήμα το οποίο συμπληρώνει το διαχειριστικό επίπεδο. Αναλυτικότερα ως κρίσιμη ζώνη ορίζεται το μέτωπο του παράκτιου χώρου στο μεταίχμιο μεταξύ ξηράς και θάλασσας το οποίο αποτελεί το πλέον ευαίσθητο περιβαλλοντικά κομμάτι του, ενώ παράλληλα δέχεται σημαντικές πιέσεις από ανθρώπινες δραστηριότητες. Το θαλάσσιο τμήμα της κρίσιμης ζώνης εκτείνεται από την ακτογραμμή μέχρι την ισοβαθή των 10 μέτρων, ενώ σε κάθε περίπτωση το πλάτος της δεν μπορεί να είναι μικρότερο των 100 μέτρων από την ακτογραμμή. Το χερσαίο τμήμα της 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) (Κοκκώσης, 2006).

Ως δυναμική ζώνη ορίζεται μια ευρύτερη περιοχή περιμετρικά της κρίσιμης η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις μεταβολές και διεργασίες που λαμβάνουν χώρα εντός της κρίσιμης ζώνης. Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει επίσης θαλάσσιο και χερσαίο τμήμα. Το θαλάσσιο τμήμα της δυναμικής ζώνης ξεκινά από το όριο της κρίσιμης ζώνης και εκτείνεται μέχρι την ισοβαθή των 50 μέτρων. Σε

κάθε περίπτωση το ακραίο προς τη θάλασσα όριο της δε μπορεί να απέχει λιγότερο των 200 μέτρων από την ακτογραμμή. Το χερσαίο τμήμα της δυναμικής ζώνης, ξεκινά από το ακραίο προς τη ξηρά όριο της κρίσιμης ζώνης και εκτείνεται κατ' ελάχιστον σε ζώνη πλάτους 200 μέτρων από την καθορισμένη γραμμή του αιγιαλού. Οι επιμέρους αυτές ζώνες του παράκτιου χώρου που ορίζονται στο ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού διακρίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί (Κοκκώσης, 2006).



Εικόνα 1.2: Ζώνες παράκτιου χώρου (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ)

Οι παράκτιες ζώνες αποτελούν ένα δυναμικό τμήμα ανάπτυξης αφού παρά το γεγονός ότι καταλαμβάνουν μόλις το 20% της επιφάνειας της ξηράς του πλανήτη, πάνω από το 50% του πληθυσμού της γης κατοικεί σε μία ζώνη πλάτους 200 χλμ από την ακτή, με τη μέση πυκνότητα πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές να είναι 80 άτομα/τ.χμλ., δηλαδή διπλάσια από τη μέση πυκνότητα του πλανήτη. Το φυσικό περιβάλλον των παράκτιων ζωνών χαρακτηρίζεται από πλούσια βιοποικιλότητα και συχνα μοναδικές γεωμοργές. Το μοναδικό αυτό φυσικό αλλά και πολιτιστικό περιβάλλον αποτελεί πηγή έλξης διαφόρων δραστηριοτήτων με επικρατέστερη εκείνη του τουρισμού (Κοκκώσης, 2006).

1.2.2 Η σημασία της παράκτιας ζώνης

Η παράκτια ζώνη αποτελεί περιοχή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, όπου συναντώνται πολυάριθμες δραστηριότητες, καθώς και ένα εύθραυστο χώρο μεγάλης οικολογικής, κοινωνικής και πολιτιστικής αξίας. (Μπανέλα, 2015)

Από οικολογικής πλευράς, ως γεωγραφικός χώρος αλληλεπίδρασης μεταξύ των χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων θεωρείται μεγάλης σημασίας για την επιβίωση μεγάλης ποικιλίας φυτών, ζώων και θαλάσσιων ειδών. Συγκεκριμένα στην έκτασή της συναντώνται μεγάλης ποικιλομορφίας χερσαία και θαλάσσια οικοσυστήματα, όπως δέλτα ποταμών, έλη, λιμνοθάλασσες, αμμώδεις και βραχώδεις παραλίες, ύφαλοι, κ.ά., που αποτελούν περιοχές αναπαραγωγής και διαβίωσης πολλών ειδών χλωρίδας και πανίδας. Στα περιβάλλοντα της Παράκτιας Ζώνης απαντώνται μερικά από τα πιο παραγωγικά οικοσυστήματα του πλανήτη. (Μπανέλα, 2015)

Παράλληλα όμως με το ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον, έντονη είναι και η ανάπτυξη οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων στις παράκτιες περιοχές. Η χρήση της θάλασσας για τις μεταφορές και το εμπόριο, η διαθεσιμότητα ποικίλων φυσικών πόρων, η αισθητική τους αξία ενθαρρύνει την εγκατάσταση των ανθρώπων στην παράκτια ζώνη. Συμφωνά με εκτιμήσεις το 50% περίπου του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί εκεί, αριθμός που αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει (Shi, 2001). Συγκεκριμένα, εκτιμάται πως το 20,6% του πληθυσμού κατοικεί στη ζώνη πλάτους 30 km από τη θάλασσα και το 37% στη ζώνη πλάτους 100 km από τη θάλασσα. Πολλές παράκτιες περιοχές χωρών παρουσιάζουν ρυθμούς αύξησης πληθυσμού και αστικοποίησης μεγαλύτερους από τους εθνικούς μέσους όρους τους (Μαντόγλου, 2001).

1.2.3 Περιβαλλοντικές πιέσεις

Οι παράκτιες περιοχές υφίστανται έντονες περιβαλλοντικές πιέσεις, ως αποτέλεσμα των αναπτυσσόμενων οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων. Τέτοιες πιέσεις είναι η υπεραλίευση, η ρύπανση από σκουπίδια, οι κηλίδες λαδιού και πετρελαίου, η απόθεση ανεπεξέργαστων αστικών, γεωργικών, βιομηχανικών και εξορυκτικών αποβλήτων (σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπανσης), με αποτελέσματα φαινόμενα ευτροφισμού, τοξικής ρύπανσης κ.ά. Πιέσεις ασκούνται και από την κατασκευή παράκτιων τεχνικών έργων (λιμενικά έργα, μαρίνες, αλιευτικά καταφύγια) πάνω στη φυσική ακτογραμμή, τα οποία έχουν συνήθως ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας νέας τεχνητής ακτογραμμής με διαφορετικά γεωμορφολογικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά. Οι ακτές εμφανίζουν υψηλή ευπάθεια στη διάβρωση από τη θαλάσσια δυναμική, με αποτέλεσμα τη μείωση της διαύγειας των νερών της γύρω θαλάσσιας περιοχής, την αλλαγή της κοκκομετρικής σύστασης των ιζημάτων του βυθού και τελικά την υποβάθμιση της θαλάσσιας χλωρίδας και πανίδας (μηχανική ρύπανση). Σημαντική επίσης πίεση ασκείται στον παράκτιο χώρο και στα οικοσυστήματα που φιλοξενεί, από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας λόγω των κλιματικών αλλαγών. Οι ακτογραμμές χαρακτηρίζονται από υψηλό ρυθμό διάβρωσης, ο οποίος αναμένεται να ενταθεί τόσο λόγω της προβλεπόμενης ανόδου της μέσης θαλάσσιας στάθμης και της επιδείνωσης των ακραίων κυματικών φαινομένων, όσο και λόγω μεταβολών στην ένταση και το ρυθμό των βροχοπτώσεων και της κατασκευής ποτάμιων διαχειριστικών έργων (Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004; Fabbri, 1998; Βελεγράκης, 2008).

1.3 Το Φαινόμενο της Παράκτιας Διάβρωσης

1.3.1 Ορισμός της Παράκτιας Διάβρωσης

Η διάβρωση, μεταφορά και απόθεση φερτών υλικών είναι φυσικές διεργασίες που έχουν σχηματίσει το σημερινό τοπίο του πλανήτη. Η πιο γνωστή μορφή διάβρωσης είναι εκείνη του εδάφους, η οποία μάλιστα διαφέρει σημαντικά από την παράκτια διάβρωση τόσο ως προς τους μηχανισμούς όσο και ως προς τα αποτελέσματα (Κοκκώσης, 2006).

Ως διάβρωση των ακτών ορίζεται η καταπάτηση τμήματος γης από τη θάλασσα και μετράται από το βαθμό επίδρασης των καιρικών φαινομένων και της δυναμικής των τοπικών ιζημάτων κατά τη διάρκεια μιας περιόδου, η οποία μπορεί να αναφέρεται σε ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα (Eurosion, 2004a).

Η διαχείριση των ακτών προαπαιτεί, όλοι οι παραπάνω παράγοντες να είναι γνωστοί ώστε να μπορεί να γίνει μία εκτίμηση της φυσικής εξέλιξης της ακτογραμμής και μία εκτίμηση της ανταπόκρισης της ακτογραμμής σε τυχόν ανθρώπινη παρέμβαση.

Η παράκτια διάβρωση είναι μία φυσική διεργασία και αποτελεί έκφραση της παράκτιας δυναμικής, καθώς σε συνδυασμό με την ποτάμια δράση, δηλαδή τη στερεοπαροχή στις εκβολές του υδρολογικού συστήματος στη θάλασσα, συμβάλλει στην ανακατανομή του ισοζυγίου του ιζήματος κατά μήκος της ακτής (Τζανετάκου, 2010). Αξίζει να σημειωθεί ότι αν και η παράκτια διάβρωση δρούσε ανέκαθεν στο παράκτιο σύστημα συμβάλλοντας στη διαμόρφωση των διαφόρων παράκτιων τοπίων (κρημνώδεις ακτές, πλημμυρικά πεδία, παραλίες, δέλτα κλπ.), οι ανθρώπινες επεμβάσεις στην παράκτια ζώνη, ιδίως η αστικοποίηση και οι οικονομικές δραστηριότητες (βιομηχανίες, τουρισμός κλπ.), μετέτρεψαν τη διάβρωση των ακτών από ένα φυσικό φαινόμενο σε πρόβλημα με αυξανόμενη ένταση (Eurosion, 2004a).

Σημαντική ιδιαιτερότητα της παράκτιας διάβρωσης, η οποία της προσδίδει μία ιδιαίτερή θέση στα πλαίσια της ΟΔΠΖ, αποτελεί το γεγονός ότι αν και πρόκειται για φυσικό φαινόμενο, είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων, οι οποίοι, επιπλέον, έχουν διαφορετικά χρονικά και χωρικά χαρακτηριστικά εμφάνισης, ενώ μπορεί να είναι συνεχείς ή στιγμιαίοι, αντιστρέψιμοι ή μη-αντιστρέψιμοι. Επίσης, τα αίτια που προκαλούν την παράκτια διάβρωση ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή. Επισημαίνεται ότι όσον αφορά στην κλίμακα της περιοχής μελέτης, το φαινόμενο της διάβρωσης θα πρέπει να εξετάζεται

στα πλαίσια μεμονωμένης περιοχής, δηλαδή σε ένα παράκτιο τμήμα με συγκεκριμένα γεωμορφολογικά ή ακόμη και ανθρωπογενούς προέλευσης όρια, το οποίο αποτελεί ένα κλειστό σύστημα με την παράκτια δυναμική συμπεριφορά εντός αυτού να μην επηρεάζει τις περιοχές εκτός των ορίων του (Τζανετάκου, 2010).

Η διάβρωση των ακτών είναι συνήθως αποτέλεσμα συνδυασμού παραγόντων, τόσο φυσικών όσο και ανθρωπογενών, που λειτουργούν σε διαφορετικές κλίμακες. Οι πιο σημαντικοί φυσικοί παράγοντες είναι οι άνεμοι και οι καταιγίδες, τα ρεύματα κοντά στην ακτή, η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η κλίση του εδάφους. Οι ανθρωπογενείς παράγοντες της παράκτιας διάβρωσης περιλαμβάνουν όλες τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται στο παράκτιο περιβάλλον καθώς και τα τεχνικά έργα που εκτελούνται στην περιοχή αυτή. (Τζανετάκου, 2010)

Η παράκτια διάβρωση επιδρά στο περιβάλλον σε τρεις διαφορετικούς τύπους επιπτώσεων (ή κινδύνους) (Eurosion, 2004a):

1. απώλεια γης με οικονομική, κοινωνική ή οικολογική αξία
2. καταστροφή της φυσικής άμυνας της θάλασσας (συνήθως ένα σύστημα αμμοθινών) ως αποτέλεσμα ενός μεμονωμένου πλημμυρικού γεγονότος.
3. υπονόμευση των τεχνητών έργων προστασίας των ακτών, που ενδεχομένως, οδηγεί σε κίνδυνο πλημμυρών.

Η διαδικασία της διάβρωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μορφή, την ένταση και τη διάταξη των κυμάτων. Ειδικότερα, η ταχύτητα της διαβρωτικής διεργασίας στις ακτές που προκαλείται από τη δράση των θαλάσσιων κυμάτων επηρεάζεται από μια σειρά παραγόντων, όπως (Σιάφακας, 2003):

1. την ένταση και το ύψος των κυμάτων,
2. το είδος και η συνεκτικότητα των πετρωμάτων της ακτής,
3. τα τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής,
4. την κλίση και το βάθος του πυθμένα,
5. την παλιρροιακή διακύμανση,
6. την παρουσία τεχνικών έργων προστασίας

Οι παραπάνω παράγοντες αποτελούν και τα βασικά κριτήρια του δείκτη παράκτιας τρωτότητας ο

οποίος εξετάζεται στη συνέχεια.

Επιπλέον, η ένταση της διαβρωτικής διεργασίας επηρεάζεται σημαντικά από την εποχή δράσης της. Οι καταιγίδες και οι θύελλες που εμφανίζονται τη χειμερινή περίοδο προκαλούν διάβρωση με ταχύτερους ρυθμούς λόγω των ισχυρών κυμάτων και θαλάσσιων ρευμάτων που δημιουργούν. Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο τα θαλάσσια ρεύματα και οι κυματισμοί είναι ήπιοι με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να συνδράμουν στην απόθεση άμμου στην ακτή και όχι στην εμφάνιση διαβρωτικών διεργασιών (Σιάφακας, 2003)

Τα αποτελέσματα της διάβρωσης σε βραχώδεις ακτές είναι η δημιουργία απότομων γκρεμών και θαλάσσιων σπηλαίων, ενώ στις αμμώδεις ακτές υπάρχει σημαντική μείωση του πλάτους της ακτής με ταυτόχρονη δημιουργία μιας αβαθούς ζώνης με μικρή κλίση. Η αβαθής αυτή ζώνη ονομάζεται ζώνη διαβρώσεως και το υλικό που απομακρύνεται από αυτή αποτίθεται στην υποθαλάσσια περιοχή σχηματίζοντας μια κυματογενή αναβαθμίδα (Σιάφακας, 2003).

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι ο βαθμός και ρυθμός διάβρωσης επηρεάζεται σημαντικά και από χαρακτηριστικά μίας ακτής,όπως τη γεωλογία και μορφολογία της . Κρίνεται, λοιπόν, αναγκαίο να δοθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά σχετικά με τα ιζήματα των ακτών τα οποία ρυθμίζουν τους μηχανισμούς διάβρωσης που επεξηγούνται στη συνέχεια. Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων των ακτών κατέχουν σημαντικό ρόλο στην υιοθέτηση συγκεκριμένων μέτρων αντιμετώπισης. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ιζημάτων είναι το μέγεθος των κόκκων τους. Χαρακτηριστικά, ο Καρύμπαλης (2010) αναφέρει ότι ένας κόκκος με διπλάσιο μέγεθος διαμέτρου από έναν άλλο έχει οκταπλάσια μάζα σε σχέση με αυτόν με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται σημαντικά η δυναμική και η κινητική τους κατάσταση. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται η ονοματολογία των κόκκων ανάλογα με το μέγεθος τους.

Διάμετρος κόκκου	Ονομασία
>2χιλ.	Χαλίκια
2 χιλ. – 0,0625 χιλ.	Άμμος
0,0625 χιλ. – 0,0020 χιλ.	Ιλύς
<0,0020 χιλ.	Άργιλος

Πίνακας 1.1: Ονοματολογία κόκκων ιζημάτων, (Πηγή: Καρύμπαλης, 2010)

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό των κόκκων των ιζημάτων είναι το σχήμα και η μορφή τους. Οι κόκκοι εξετάζονται για την σφαιρικότητα και τη στρογγυλότητα τους οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάσουν κατά ένα βαθμό την κινητικότητα τους. Το σχήμα ενός κόκκου καθορίζεται από το αρχικό σχήμα του ορυκτού από το οποίο προέκυψε, ενώ η μορφή του αφορά σε μια δυναμική διαδικασία που επηρεάζεται από το συνολικό κύκλο ζωής του κόκκου. Σύμφωνα με τον Καρύμπαλη (2010) οι επίπεδοι κόκκοι αποτίθενται με πιο αργούς ρυθμούς σε σχέση με τους σφαιρικούς, αφού η κινητική τους ικανότητα είναι μικρότερη. Αντίθετα, ο βαθμός στρογγυλότητας των κόκκων υποδηλώνει εν μέρει την ευπάθεια τους στη χημική αποσάθρωση. Έτσι, οι κόκκοι με μικρό βαθμό στρογγυλότητας προέρχονται από χημικά ανθεκτικά ορυκτά και χαρακτηρίζονται από τη μικρή μεταφορική τους ικανότητα, η οποία συνδέεται με τη δυνατότητα απόθεσης.

Τα χαρακτηριστικά των κόκκων κατέχουν σημαντικό ρόλο όπως αναφέρθηκε στη διαδικασία της απόθεσης και το βαθμό της διάβρωσης αφού αυτά είναι που επηρεάζουν το ισοζύγιο των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης. Το ισοζύγιο των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης καθορίζεται από τη δράση δύο διεργασιών, την εισαγωγή ιζήματος στην ακτή και τη μεταφορά ιζήματος στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η επικράτηση της πρώτης διεργασίας έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση πρόσχωσης στην ακτή, ενώ η επικράτηση της δεύτερης οδηγεί σε διάβρωση. Στην περίπτωση που το ισοζύγιο είναι σταθερό έχει σαν αποτέλεσμα τη σταθερότητα της ακτογραμμής (Καρύμπαλης, 2010).

Η εισαγωγή ιζήματος στην ακτή μπορεί να προκύψει από (Καρύμπαλης, 2010):

1. Παράκτια μεταφορά,
2. Ποτάμια στερεοπαροχή,
3. Διάβρωση παράκτιων κρημνών,
4. Μεταφορά ιζήματος από τη θάλασσα,
5. Μεταφορά ιζήματος μέσω της αιολικής δράσης και
6. Τεχνητό εμπλουτισμό.

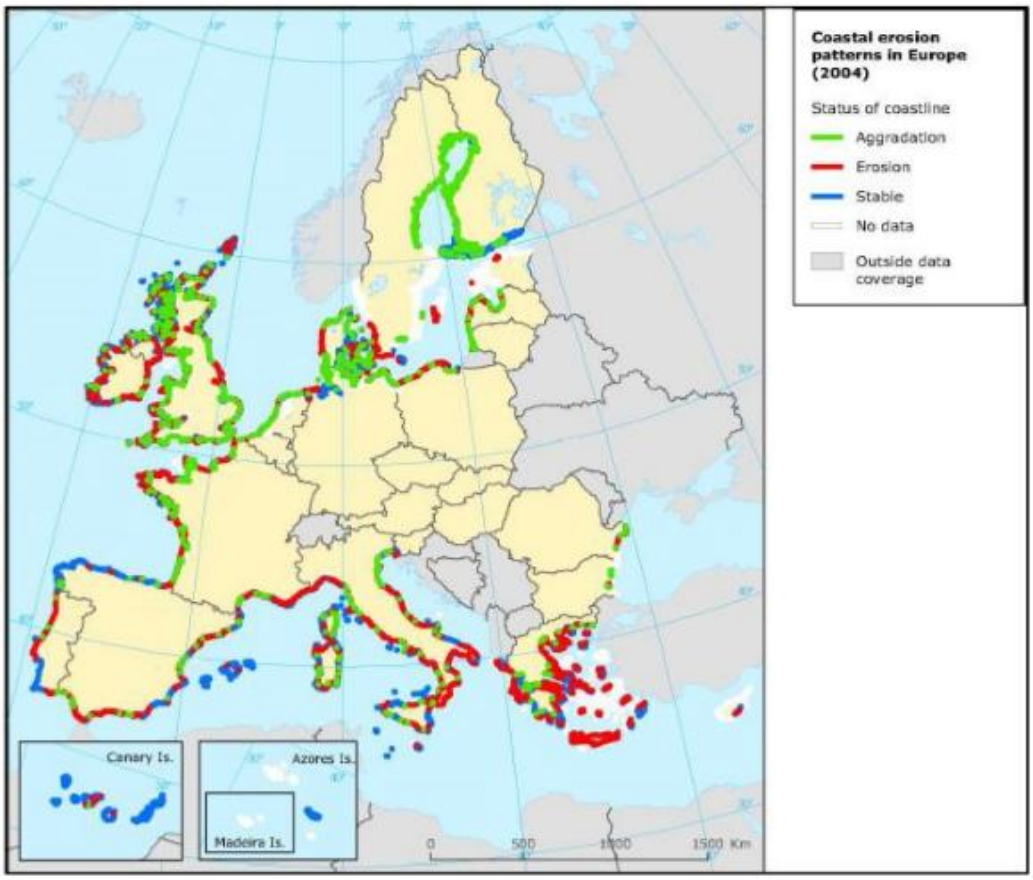
Αντίθετα για την μεταφορά ή απομάκρυνση ιζήματος προς το θαλάσσιο περιβάλλον δρουν μηχανισμοί όπως (Καρύμπαλης, 2010):

1. Παράκτια μεταφορά,
2. Παγίδευση ιζήματος σε υποθαλάσσια κανάλια,
3. Παμμοληψία και
4. Μεταφορά ιζήματος μέσω της αιολικής δράσης

Διαπιστώνεται τελικά ότι η διάβρωση των ακτών, η μη αναστρέψιμη δηλαδή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, είναι μια φυσική διεργασία που μπορεί να αποτελέσει απειλή με πολλές αρνητικές κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις για αρκετές παράκτιες περιοχές (Καρύμπαλης, 2010).

1.3.2 Διάβρωση ευρωπαϊκών ακτών

Οι ευρωπαϊκές ακτές είναι εκτεθειμένες στην παράκτια διάβρωση με περίπου 20.000 χλμ να έχουν υποστεί σημαντικές επιπτώσεις. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί περίπου στο ένα πέμπτο των ακτών της διευρυμένης ΕΕ ενώ παρατηρείται στις περισσότερες από αυτές τι περιοχές υποχώρηση της ακτογραμμής κατά 0,5 έως 2 μέτρα ετησίως και σε μερικές ακραίες περιπτώσεις, κατά 15 μέτρα (Eurosion, 2004b). Σύμφωνα με έκθεση του προγράμματος Eurosion της Ευρωπαϊκής Επιτροπής διαπιστώνεται ότι οι ακτές της Μεσογείου αλλά και ακτές εντός κλειστών θαλασσών επηρεάζονται περισσότερο από τους μηχανισμούς της διάβρωσης με αποτέλεσμα σημαντικά τους τμήματα να αντιμετωπίζουν ήδη προβλήματα διάβρωσης. Στο χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 1.2) αναπαριστώνται οι διαπιστώσεις αυτές της έκθεσης. Με κόκκινο εμφανίζονται οι ακτές που παρουσιάζουν ζητήματα διάβρωσης, με μπλε σημειώνονται οι ακτές με σταθερή στερεοπαροχή, ενώ με πράσινο οι ακτές στις οποίες εντοπίζεται πρόσχωση.



Εικόνα 1.3: Χάρτης παράκτιας διάβρωσης Ευρώπης, (Πηγή: Eurosion, 2004b)

Η διάβρωση όμως των ακτών, σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο που αναφέρθηκε σε προηγούμενες ενότητες είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον τύπο και τη μορφή των ακτών της κάθε περιοχής. Στο πίνακα που ακολουθεί δίνονται στοιχεία σχετικά με τον τύπο της ακτής που επικρατεί σε κάθε κράτος μέλος της Ε.Ε., από τα οποία διαπιστώνεται ότι οι χώρες που βρίσκονται υπό την απειλή της διάβρωσης, σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη, είναι αυτές με το μεγαλύτερο ποσοστό αμμωδών παραλίων. Ωστόσο, το γεγονός αυτό δεν αποδεικνύει ταυτόχρονα ότι περιοχές με μικρότερα ποσοστά αντιμετωπίζουν διάβρωση σε μικρότερο βαθμό, καθώς η διάβρωση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Για το λόγο αυτό, έχει προστεθεί στον παρακάτω πίνακα η τελευταία στήλη στην οποία διακρίνεται το ποσοστό της διαβρωμένης ακτογραμμής για στοιχεία του 2001. Στα ποσοστά αυτά, πρέπει, όμως, να σημειωθεί ότι δεν συμπεριλαμβάνονται οι ακτές που έχουν διαβρωθεί παρά την ύπαρξη έργων προστασίας. Εάν υπολογίσει κανείς τα ποσοστά για τη συγκεκριμένη περίπτωση προκύπτει ότι η ακτογραμμή της Ε.Ε. έχει στην πραγματικότητα διαβρωθεί κατά ποσοστό 19,6% και όχι 14,9%. (Eurosion, 2004b).

Πίνακας 1.2: Χαρακτηριστικά ακτών χωρών Ε.Ε.,(Πηγή: Eurosion, 2004c)

Χώρα	Συνολικό μήκος ακτο-γραμμής (χλμ)	Κρημνώδεις ακτές (%ακτο-γραμμής)	Ημι-βραχώδεις ακτές	Παραλίες	Ελώδεις ακτές	Τεχνητές ακτές	Άλλο	Διαβρωμένη ακτή 2001	
								(χλμ)	%
Βέλγιο	98	0	0	66	0	34	0	25	25,5
Κύπρος	66	9	0	67	0	20	4	25	37,9
Δανία	4605	1	8	65	13	12	1	607	13,2
Εσθονία	2548	0	6	90	4	1	0	51	2
Φιλανδία	14018	57	0	38	4	1	0	5	0
Γαλλία	8245	25	15	31	13	15	1	2055	24,9
Γερμανία	3524	0	5	64	13	18	0	452	12,8
Ελλάδα	13780	39	11	47	0	4	0	3945	28,6
Ιρλανδία	4578	56	1	39	1	3	1	912	19,9
Ιταλία	7468	15	28	50	0	8	0	1704	22,8
Λετονία	534	0	0	95	2	3	1	175	32,8
Λιθουανία	263	0	3	65	19	12	0	64	24,3
Μάλτα	173	78	10	5	0	7	1	7	4
Πολωνία	634	0	0	83	14	3	0	349	55
Πορτογαλία	1187	29	22	44	0	5	1	338	28,5
Σλοβενία	46	0	53	30	0	18	0	14	30,4
Ισπανία	6584	18	43	28	2	10	0	757	11,5
Σουηδία	13567	56	0	38	5	1	0	327	2,4
Ολλανδία	1276	0	0	35	4	60	1	134	10,5
Ηνωμένο Βασίλειο	17381	42	18	25	9	5	1	3009	17,3
Σύνολο	**100575**	**35,4%**	**11,7%**	**40,7%**	**5,3%**	**6,4%**	**0,5%**	**14955**	**14,9%**

Σύμφωνα με έκθεση του ίδιου προγράμματος που αφορά στη διάβρωση των ελληνικών νησιωτικών ακτών διαπιστώνεται ότι η Κρήτη αντιμετωπίζει στο σύνολο της σχεδόν το φαινόμενο αυτό, ενώ σημαντικά ποσοστά σημειώνονται και στα υπόλοιπα νησιά της χώρας. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται στοιχεία, εκτός από το σύνολο της διαβρωμένης ακτής, για την έκταση των απειλούμενων παράκτιων οικοσυστημάτων, από τα οποία διαπιστώνεται ότι η αναλογία των απειλούμενων εκτάσεων σε σχέση με τη διαβρωμένη ακτογραμμή διαφέρει ανά νησιωτική περιοχή. Χαρακτηριστικά, η απειλούμενη έκταση στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου είναι ιδιαίτερα μεγάλη σε σχέση τόσο με το μήκος της διαβρωμένης ακτογραμμής όσο και με τις υπόλοιπες περιοχές. Ωστόσο, η ιδιαίτερα αυτή μεγάλη έκταση και δυσαναλογία σε σχέση με τις υπόλοιπες οφείλεται κυρίως στο μέγεθος των νησιών. Στο Νότιο Αιγαίο τα νησιά είναι ως επί των πλείστων μικρά με την παράκτια ζώνη τους να περιλαμβάνει μεγάλο τμήμα τους, αν όχι ολόκληρο, με αποτέλεσμα την επιρροή σημαντικών εκτάσεων υψηλής οικολογικής αξίας. (Eurosion, 2004b).

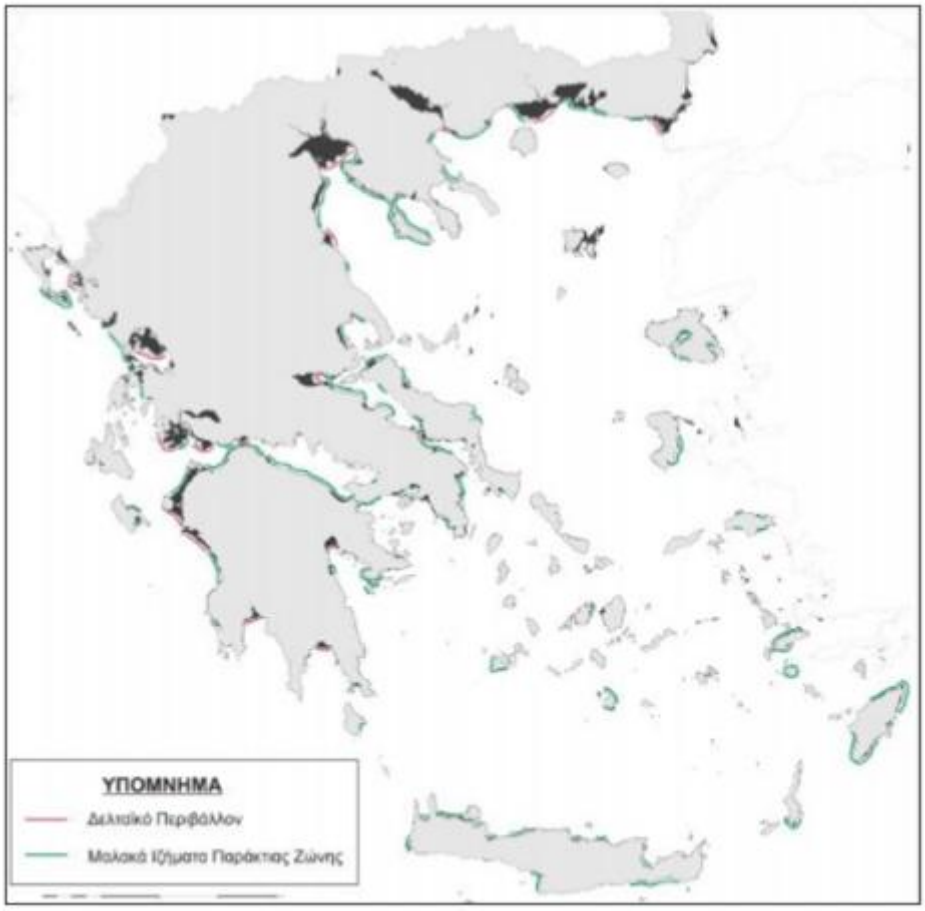
Νησιωτική Περιοχή	Ακτογραμμή (Μήκος (km))	Έκταση (km^2)	Ακτογραμμή υπό διάβρωση (Μήκος (km)	Έκταση απειλούμενων παράκτιων οικοσυστημάτων (km^2)
Νήσοι. Β. Αιγαίου	1311	3854	231 (17.6%)	349
Νήσοι. Ν. Αιγαίου	3423	5329	503 (14.7%)	929
Νήσοι Ιονίου	1056	2304	260 (24.6%)	356
Κρήτη	1148	8365	756 (65.8%)	355
Σύνολο	6938	19852	1750 (25.2%)	1989

Πίνακας 1.3: Διάβρωση ελληνικών νησιωτικών ακτών, (Πηγή: Eurosion, 2004c)

1.3.3 Η μεταβολή των ακτογραμμών στην Ελλάδα

Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης τις τελευταίες δεκαετίες, σε συνδυασμό με τις προβλέψεις, που κυμαίνονται από 0,2 έως και 2 μέτρα ανόδου της στάθμης μέχρι το 2100, απεικονίζεται ενδεικτικά στο χάρτη της Ελλάδος ,όπου με κόκκινο χρώμα φαίνονται εκείνες οι παράκτιες περιοχές που θα πληγούν από μια υποθετική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά 1 μέτρο. Οι παράκτιες περιοχές της Ελλάδας κατηγοριοποιήθηκαν σε 3 κύριες ζώνες:

1. Δελταϊκές (Κόκκινο χρώμα): Παράκτιες περιοχές απόθεσης με χαλαρά ιζήματα, μικρού υψομέτρου και μεγάλης τρωτότητας στην ΑΣΘ.
2. Νεογενών και Τεταρτογενών «μαλακών» ιζημάτων (Πράσινο χρώμα): Παράκτιες περιοχές με, συνήθως, μικρό υψόμετρο στις οποίες αναμένονται μέτριες επιπτώσεις. Χαρακτηρίζονται ως περιοχές μέτριας τρωτότητας.
3. Βραχώδεις (Χωρίς χρωματική διαγράμμιση): Αφορούν κυρίως αλπικά πετρώματα χαμηλής τρωτότητας στη διάβρωση και στην κατάκλιση και εκτείνονται στις υπόλοιπες ακτογραμμές.



Εικόνα 1.4: Χάρτης υποδιαίρεσης των παράκτιων ζωνών σε αυτές που χαρακτηρίζονται ως μέτριας τρωτότητας (πράσινο χρώμα) στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και συνίστανται από μαλακά ιζήματα Νεογενούς-Τεταρτογενούς ηλικίας συνήθως χαμηλού υψομέτρου και σε αυτές που χαρακτηρίζονται ως υψηλής τρωτότητας και αποτελούν δελταϊκές αποθέσεις χαμηλού υψομέτρου (ερυθρό χρώμα). Οι υπόλοιπες παράκτιες ζώνες χαρακτηρίζονται ως περιοχές χαμηλής τρωτότητας και αποτελούν συνήθως βραχώδεις και υψηλού υψομέτρου παράκτιες περιοχές. Πάνω στο χερσαίο χώρο οι μαύρες περιοχές σημειώνουν τα υψόμετρα κάτω των 20 μέτρων, όπου κατά κανόνα απαντούν χαλαρές ιζηματογενείς αποθέσεις. (Πηγή: Παπανικολάου κ.α., 2011)

Η ασφαλής εκτίμηση της επικινδυνότητας μιας παράκτιας περιοχής από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας δεν καθορίζεται μόνο από τον ρυθμό και το εύρος ανόδου της στάθμης αλλά και (Παπανικολάου κ.α 2011) :

1. Τη σχέση της τεκτονικής ανύψωσης με την ευστατική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, που σε αρκετές περιοχές του ελλαδικού χώρου μπορεί να αντισταθμίζει ή και να υπερβαίνει τοπικά την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

2. Τη στερεοπαροχή κλαστικών υλικών στις παράκτιες περιοχές, η οποία οφείλεται στις γεωλογικές και κλιματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής αλλά και σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις όπως για παράδειγμα η κατασκευή φραγμάτων, οι αμμοληψίες, οι πυρκαγιές κ.α.

Το συνολικό μήκος της ακτογραμμής στον ελληνικό χώρο είναι 16.200 χλμ. Από τον υπολογισμό του μήκους των τριών παράκτιων ζωνών ,που αναφέρθηκε πριν, προκύπτει ότι τα 960 χλμ. (6% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν σε παράκτιες δελταϊκές περιοχές υψηλής τρωτότητας, τα 2.400 χλμ. (15% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν στα Νεογενή μαλακά ιζήματα μέτριας τρωτότητας και τα υπόλοιπα 12.810 χλμ (79% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν σε παράκτιες περιοχές χαμηλής τρωτότητας. (Ζερεφός κ.α., 2011)

Εκτός από τις γεωμορφολογικές και γεωδυναμικές μεταβολές που παρουσιάστηκαν παραπάνω, η μελλοντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα επιφέρει και οικονομικές επιπτώσεις στη χώρα μας. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι συνολικές ζημίες για τις χρήσεις γης οικιστική, τουριστική, υγροτοπική, δασική και γεωργική για μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά 0.5 και 1μ., αλλά και το συνολικό κόστος των επιπτώσεων από την ΑΣΘ ,στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας το 2100, ανά χρήση γης .

Χρήσεις γης	**Μέση τιμή συντελεστή κόστους**		**Σύνολο ακτογραμμής**
	ΑΣΘ 0,5μ	**ΑΣΘ 1μ.**	
Οικιστική κ Τουριστική	€144.891 χιλ./ km	€262.851 χιλ./km	2.400 km
Υγροτοπική	€138 χιλ./ km^2	€138 χιλ./km^2	1.000 km^2
Δασική	€0,04 χιλ./km^2	€0,13 χιλ./km^2	4.000 km^2
Γεωργική	€222 χιλ./km^2	€514 χιλ./km^2	35.511,5 km^2

Πίνακας 1.4: Μέσες τιμές δεικτών κόστους και σύνολο ακτογραμμής ανά χρήση γης (Ζερεφός κ.α., 2011)

Χρήσεις Γης	**Συνολικό κόστος 2100**	
	ΑΣΘ 0,5μ.	**ΑΣΘ 1μ.**
Οικιστική κ Τουριστική	347.738.400	630.842.400
Υγροτοπική	138.000	247.000
Δασική	160	520
Γεωργική	7.883.553	18.252.911
Σύνολο	355.760.113	649.342.831

Πίνακας 1.5 Συνολικό κόστος επιπτώσεων ΑΣΘ το 2100 ανά κατηγορία χρήσης γης σε χιλιάδες ευρώ. (Ζερεφός κ.α., 2011)

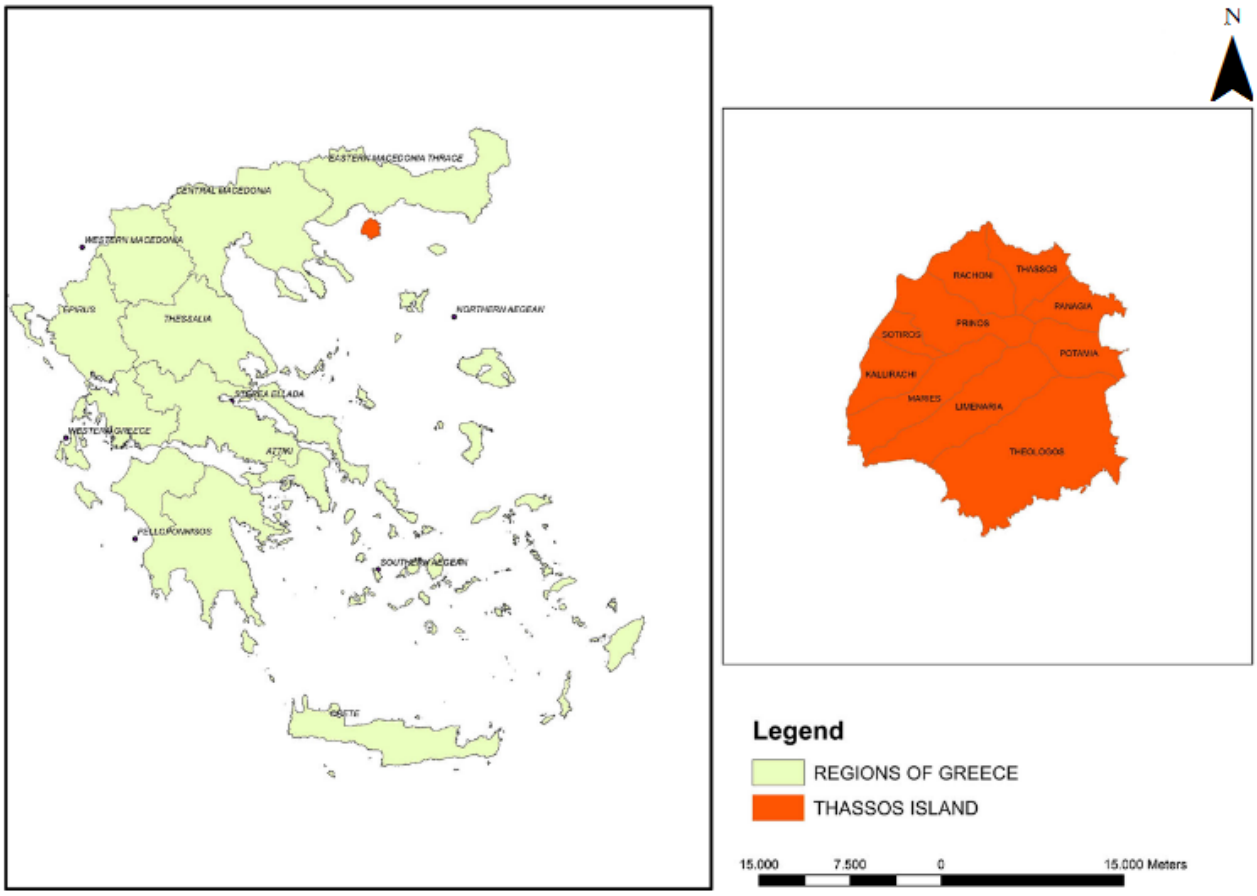
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Γεωγραφική θέση- Έκταση Νήσου Θάσου

Η Θάσος αποτελεί νησί του Βορείου Αιγαίου. Η γεωμορφολογία της είναι έντονη, όπως αυτό αντικατοπτρίζεται από τη μεγάλη έκταση των ορεινών περιοχών. Η κορυφή με το μεγαλύτερο υψόμετρο είναι το Ψαριό ή Υψάριον (1.203 μέτρα). Παρόλο τον ορεινό χαρακτήρα του νησιού, η προσβασιμότητα σε γενικές γραμμές θεωρείται πολύ ικανοποιητική εξαιτίας και της πληθώρας δασικών οδών. Τα ελαιόδεντρα αποτελούν έναν από τους κυρίαρχους τύπους ειδών δένδρων στην περιοχή. Επίσης, με βάση ιστορικά δεδομένα, η Θάσος είναι γνωστή για το πλούσιο υπέδαφός της σε σημαντικά ορυκτά, όπως ο σίδηρος, ο χρυσός και το μάρμαρο .

Το νησί χαρακτηρίζεται από την πληθώρα και την ποικιλία των ακτών της, όπως ενδεικτικά αναφέρονται η Χρυσή Αμμουδιά στη Σκάλα Παναγιάς, η Χρυσή Ακτή στη Σκάλα Ποταμιάς, τα Κοίνυρα, ο Παράδεισος, η Θημωνιά, η Αλυκή, η Ψιλή Άμμος, το Αστρίς, η Ακτή του Ποτού, το Πευκάρι, η Ακτή Λιμεναριών μέχρι την Τρυπητή, ο Ατσαπάς στην Σκάλα Μαριών, η Ακτή Καλλιράχης, η Ακτή Σωτήρας, η Ακτή Αλσυλλίου (Δασύλιο) στην Σκάλα Πρίνου, η Σκάλα Ραχωνίου, ο Παχύς, το Παπαλιμάνι, η Γλυφάδα και στην πόλη του Λιμένα η Ακτή Αγίου Βασιλείου, η παραλία (συνοικισμού) στην ανατολική πλευρά της πόλης, το Νυστέρι και το Γλυκάδι (2-3 χιλιόμετρα από τον Λιμένα). Εξαιρετικού ενδιαφέροντος είναι επίσης οι πηγές που υπάρχουν στην Παναγία της Θάσου (Σακελλαρίου Σ.,2016).

Όπως προαναφέρθηκε, η Θάσος βρίσκεται στην βόρεια Ελλάδα και διοικητικά εντάσσεται στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και σε τοπικό επίπεδο στο νομό Καβάλας.

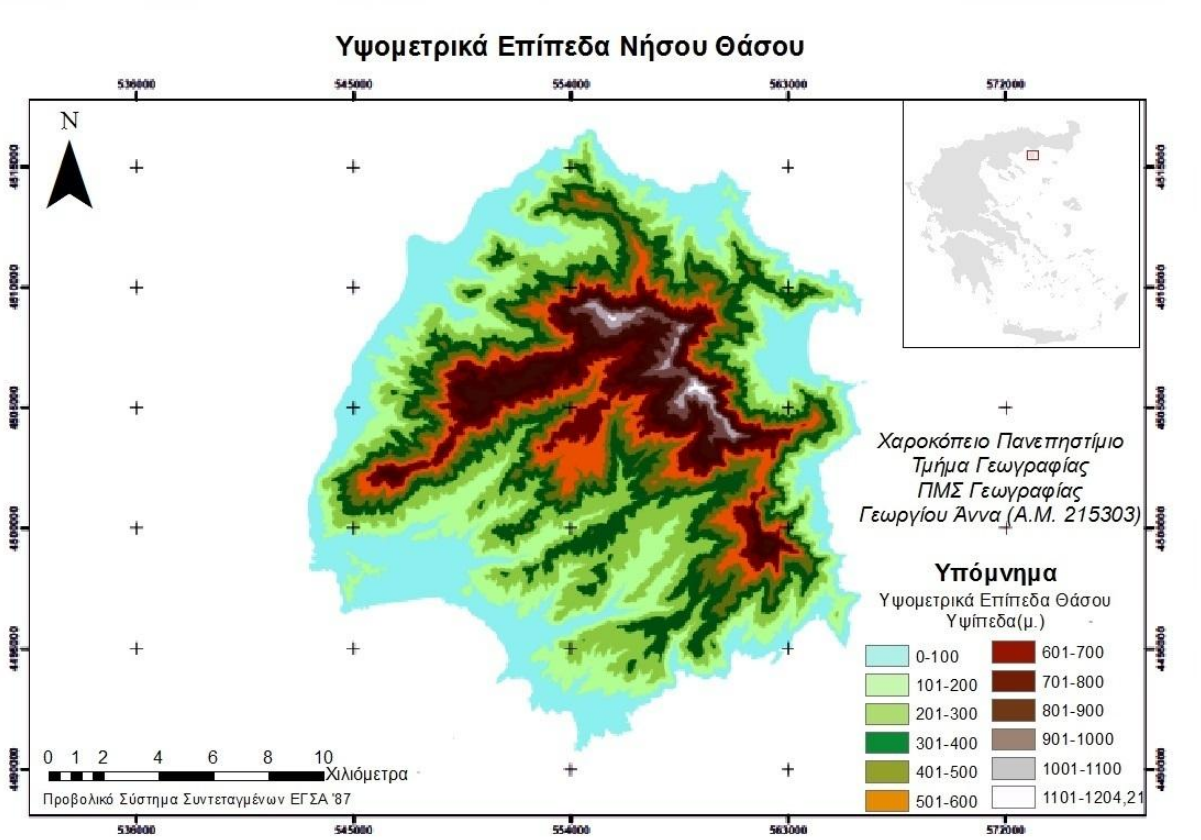


Εικόνα 1.5:Γεωγραφική Θέση Νήσου Θάσου(Πηγή:Ταμπέκης,2015)

2.2 Γεωμορφολογία νήσου Θάσου

2.2.1 Τοπογραφία

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από σημαντικό ποσοστό ορεινών περιοχών, αφού το μέγιστο υψόμετρο υπερβαίνει τα 1.200 μέτρα. Η πρώτη υψομετρική ζώνη των 300 μέτρων καταλαμβάνει το 57% περίπου της συνολικής έκτασης του νησιού. Το ενδιάμεσο υψομετρικό επίπεδο (από 301-700) καταλαμβάνει το 35% της συνόλου του νησιού, ενώ η μεγαλύτερη υψομετρική ζώνη (άνω των 700 μέτρων) αντιστοιχεί στο 8% περίπου της περιοχής μελέτης. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει τον έντονο ορεινό χαρακτήρα του νησιού, αφού ένα ποσοστό κοντά στο ήμισυ της περιοχής αναφοράς (42%) βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 300 μέτρων.



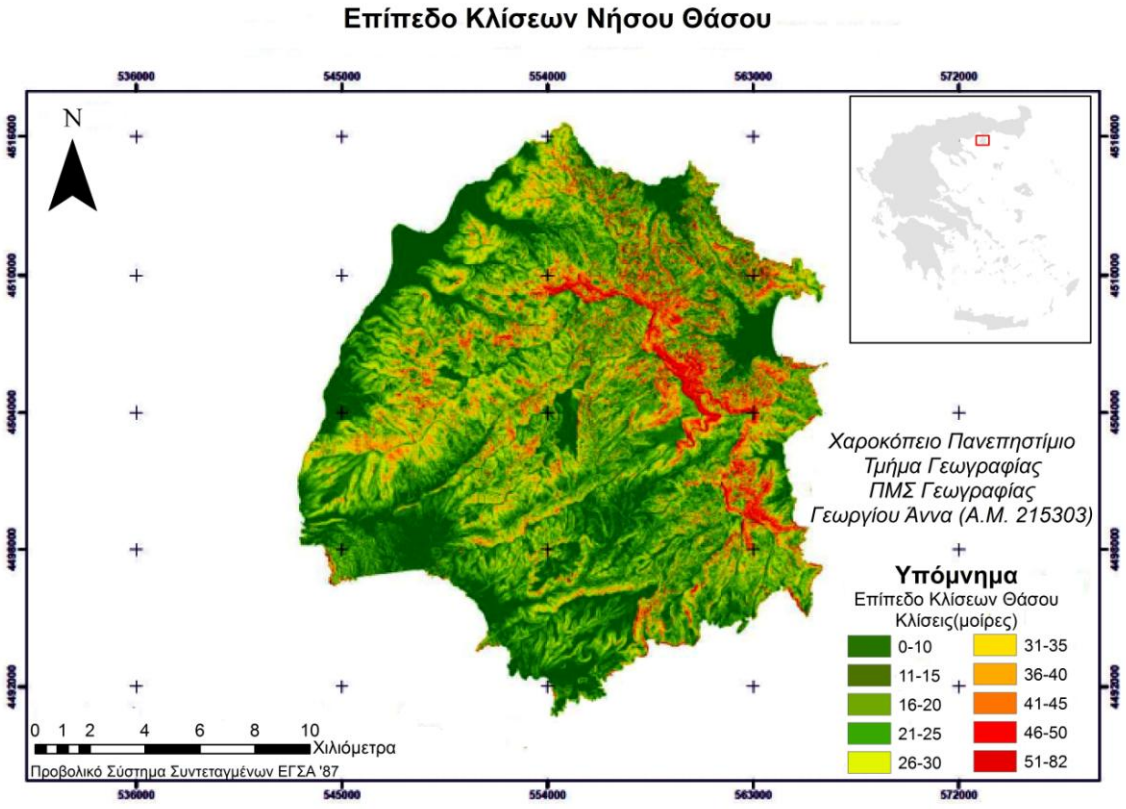
Χάρτης 1.1: Υψομετρικές ζώνες στη Θάσο(Ιδία επεξεργασία)

2.2.2 Κλίση Αναγλύφου

Με βάση τον πίνακα 1.4 συμπεραίνουμε ότι το 50% της συνολικής έκτασης του νησιού χαρακτηρίζεται από κλίσεις έως 20 μοιρών, το 30% της περιοχής από 20 έως 30 μοίρες, ενώ οι εκτάσεις που χαρακτηρίζονται με τις μεγαλύτερες κλίσεις (άνω των 30 μοιρών) ανέρχονται σε 20%. Οπότε παρατηρούμε ότι τα εδάφη με τη μικρότερη κλίση ανέρχονται σε 20% μόνο του νησιού, ενώ για τις υπόλοιπες κατηγορίες κλίσεων υφίσταται ένας διαφοροποιημένος αριθμός συμμετοχής, με τις πιο ακραίες τιμές (άνω των 35 μοιρών) να καταλαμβάνουν ένα ποσοστό της τάξεως του 10% περίπου.

Κλίση Εδάφους (σε μοίρες)	Έκταση (τ.μ.)	Έκταση (ha)	% του συνόλου
0-10	78.994.212	7.899,42	20,59
11-15	52.751.129	5.275,11	13,75
16-20	60.630.235	6.063,02	15,80
21-25	63.116.699	6.311,67	16,45
26-30	55.950.434	5.595,04	14,58
31-35	37.242.772	3.724,28	9,71
36-40	18.929.307	1.892,93	4,93
41-45	8.623.864	862,39	2,25
46-50	4.018.220	401,82	1,05
51-82	3.365.273	336,53	0,88
Σύνολο	**383.622.146**	**38.362,21**	**100**

Πίνακας 1.4:Κατανομή της έκτασης ανά επίπεδο κλίσεων του εδάφους στη Θάσο(Πηγή: Σακελλαρίου)



Χάρτης 1.2:Επίπεδα κλίσεων εδάφους(Ιδία επεξεργασία)

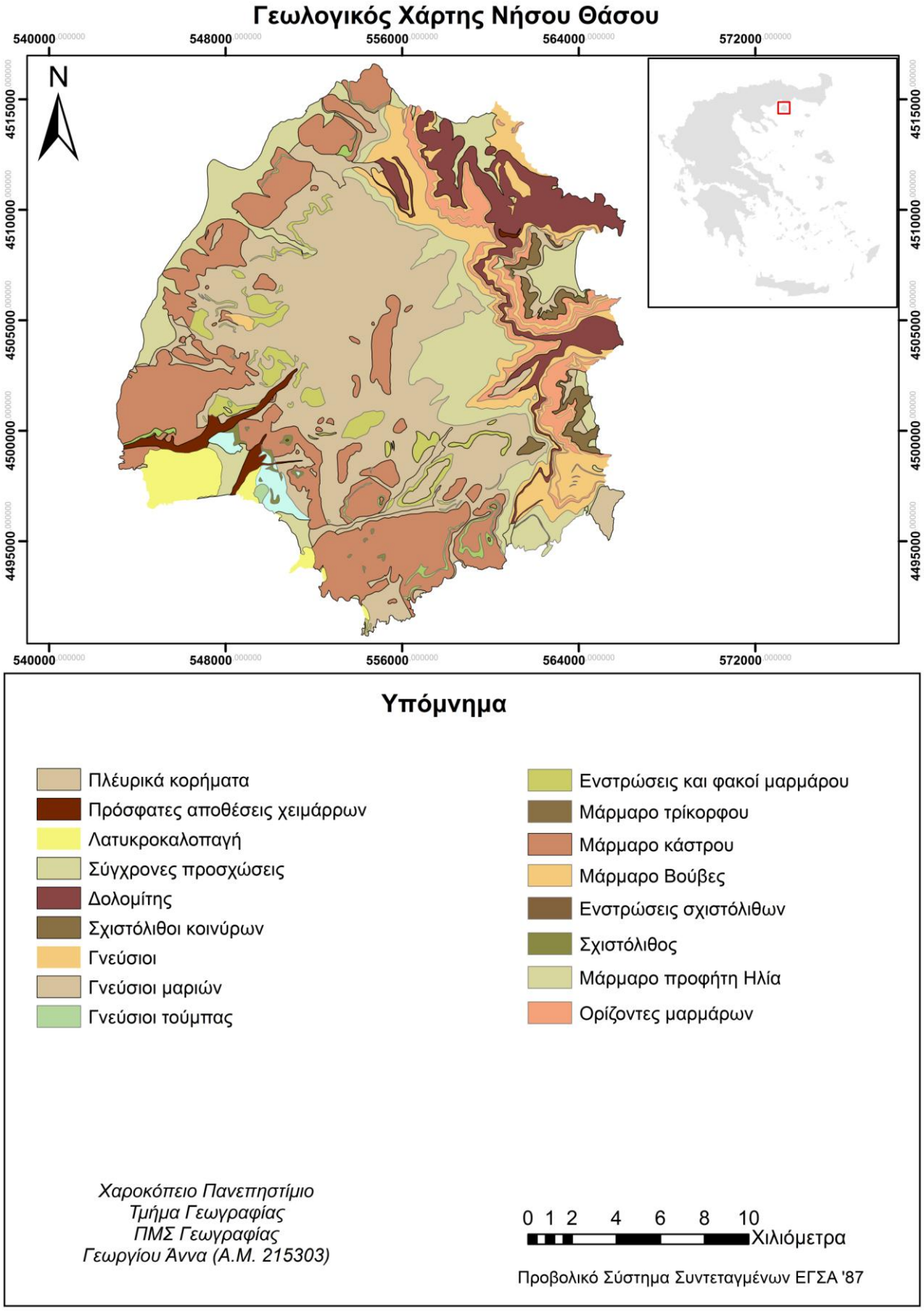
2.2.3 Η Γεωλογική δομή Νήσου Θάσου

Γεωλογικά η Θάσος,ανήκει στο κρυσταλλοπαγές συγκρότημα της Ροδόπης, στο οποίο επικρατούν τα κρυσταλλοσχιστώδη και εκρηξιγενή πετρώματα της Προπαλαιοζωικής περιόδου και σχηματισμοί του Μεσοζωικού αιώνα, όπως οι μεταμορφωμένοι ασβεστόλιθοι και κατά τόπους νεώτερα στρώματα απόθεσης της Νεογενούς, Τριτογενούς και Τεταρτογενούς περιόδο. Συγκεκριμένα στη Θάσο και ειδικότερα στην ορεινότερη περιοχή που καλύπτει κυρίως η δασική βλάστηση, επικρατούν οι συμπαγείς ημιμεταμορφωμένοι ασβεστόλιθοι και ακολουθούν οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι καθώς και οι από μάρμαρο. Ακολουθούν εμφανιζόμενα κατά μικρούς ή ευρύτερους τόπους τα σχιστολιθικά πετρώματα, τα μαρμαρυγιακά, τα χλωριτικά, τα κεραστολιθικά και σπανιότερα δε και ο γρανίτης (Σακελλαρίου Σ.,2016).

Χαμηλότερα και στις ηπιότερης κλίσης περιοχές τα νεώτερα στρώματα αποθέσεων είτε από λίμνες, είτε από ρηχές θάλασσες, προσφάτων γεωλογικών εποχών, από μάργες άμμου και κροκαλοπαγών όλων των υπερκειμένων πετρωμάτων. Το έδαφος αυτόχθων, το περισσότερο είναι προϊόν αποσάθρωσης των ανωτέρων πετρολογικών διαπλάσεων. Το βάθος του εδάφους κυμαίνεται ευρέως και εξαρτάται από το βασικό υπόστρωμα της τοπογραφικής διαμόρφωσης και του βαθμού φυτοκάλυψης. Γενικώς επικρατούν τα αβαθή και σκελετικά εδάφη, εξ αιτίας των κλίσεων που υπάρχουν και της κατά καιρούς απογύμνωσης των εδαφών από πυρκαγιές και στη συνέχεια απόπλυση και παράσυρση των υλικών του εδάφους προς τα κάτω (Σακελλαρίου Σ.,2016).

Σπάνια παρατηρούνται στη δασοσκεπή έκταση βαθιά εδάφη, τα οποία μπορούν να ανέλθουν στο ποσοστό 10% και αυτά κυρίως σε μικροκοιλώματα και μικρής κλίσης εδάφη, όπου δεν διαταράχθηκε η δασική βλάστηση. (Μαυρομάτης, 1980) Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα μέση ύψη που επικρατούν στις συστάδες. Η μηχανική σύσταση του εδάφους, εξαρτώμενη όπως είναι από τον βαθμό αποσάθρωσης των πετρωμάτων και συνισταμένης δράσης των συντελεστών της εδαφογέννεσης, χαρακτηρίζονται σαν αδρομερής Το έδαφος χαρακτηρίζεται το περισσότερο σαν αμμοαργιλώδες και κατά θέσεις δε μόνο σαν αργιλλοαμμώδες. Ο μικρός βαθμός εδαφογέννεσης, λόγω των δυσμενών κλιματικών συνθηκών δικαιολογεί την επικρατούσα μηχανική σύσταση των εδαφών και την ύπαρξη άφθονου υλικού. Επί ασβεστογενούς υποθέματος παρουσία χημικών ουσιών επικρατεί η σύνθετη συσσωματώδης υφή, η οποία προσδίνει χαλαρά δομή κατάλληλη για την ανάπτυξη της βλάστησης(Σακελλαρίου Σ.,2016).

Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις και με απουσία του ασβεστόλιθου και των χημικών ουσιών, η δημιουργούμενη υφή προσεγγίζουσα την συσσωμάτωση, δίνει μέτρια χαλαρά οσμή. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες προσρόφησης και υποκατάστασης ιόντων, είναι ικανοποιητικές σε εδάφη καλής συσσωματώδους υφής, επηρεάζονται όμως δυσμενώς από την έλλειψη εδαφικής υγρασίας κατά τη θερινή περίοδο. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά παρουσιάζουν οι περιοχές με επιφανειακές μεταλλοφόρες γαιοστρώσεις, συνέπεια αδρανοποίησης των κατιόντων τους, λόγω ύπαρξης περίσσειας σιδήρου και ψευδαργύρου. Οι συστάδες αυτών των εδαφών παρουσιάζουν μικρή ανάπτυξη. Δεν διαπιστώθηκαν ενδείξεις όξινων ή αλκαλικών εδαφών από την ύπαρξη κυρίως του ασβεστόλιθου που δρα ρυθμιστικά, μόνο η εμφάνιση της ερείκης δηλώνει όξυνση του εδάφους σε μερικές θέσεις. Γενικά τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται κατά Olika ενδοδυναμόμορφα, σκελετικά και ξηρών κλιμάτων. Η υφή τους είναι ομοιογενής και παρουσιάζουν μόνο A – C ορίζοντες(Σακελλαρίου Σ.,2016).



Χάρτης 1.3:Γεωλογικοί σχηματισμοί Νήσου Θάσου(Ιδία επεξεργασία)

2.3 Κλιματολογικές Συνθήκες Νήσου Θάσου

Σε γενικές γραμμές, το κλίμα της Θάσου χαρακτηρίζεται ως εύκρατο με δροσερό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα . Παρόλα αυτά, για μια πιο λεπτομερή και σαφέστερη εικόνα για τα κλιματολογικά – μετεωρολογικά δεδομένα στην περιοχή της Θάσου, προχωρούμε στην καταγραφή και ανάλυση ορισμένων βασικών μετεωρολογικών δεικτών. Όλα τα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα προήλθαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) και πιο συγκεκριμένα από τον μετεωρολογικό σταθμό της Χρυσούπολης Καβάλας, του οποίου το γεωγραφικό μήκος είναι 24,37 και το γεωγραφικό πλάτος 40,59, ενώ είναι εγκατεστημένος σε υψόμετρο 5 μέτρων από τη στάθμη της θάλασσας. Δυστυχώς, το χρονικό διάστημα μελέτης δεν καλύπτει τη σημερινή περίοδο, αλλά μόνο το διάστημα 1990 – 2004, καθώς δεν υπήρχαν νεότερα δεδομένα από την αρμόδια υπηρεσία, εντούτοις, η δεκαπενταετία αυτή αποδίδει μια πολύ ικανοποιητική εικόνα των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης (Σακελλαρίου Σ.,2016).

2.3.1 Θερμοκρασία

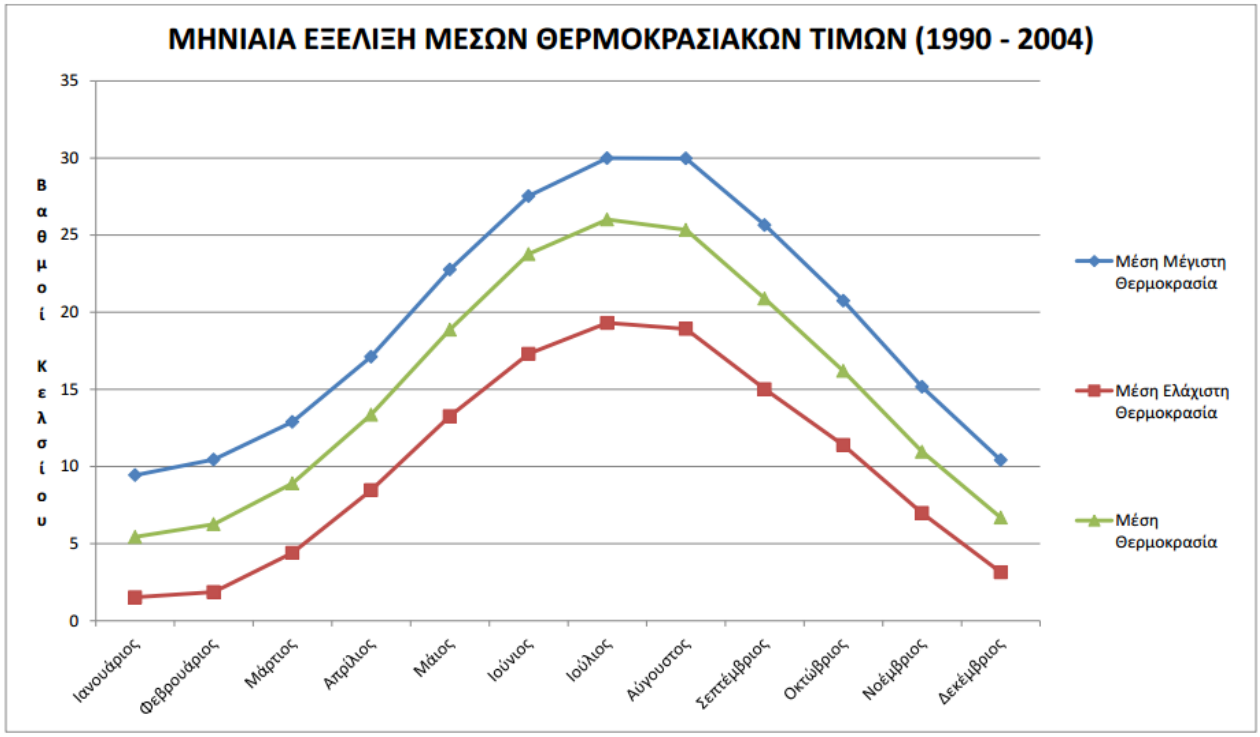
Ο πίνακας 1.5 συγκεντρώνει τις κυριότερες θερμοκρασιακές μεταβλητές, όπως τη μέση μέγιστη θερμοκρασία, τη μεγαλύτερη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία, τη μικρότερη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία, τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία, τη μικρότερη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία, τη μεγαλύτερη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία, τη μέση θερμοκρασία, τη μεγαλύτερη μέση ημερήσια θερμοκρασία και τη μικρότερη μέση ημερήσια θερμοκρασία ανά μήνα για όλο το χρονικό διάστημα μελέτης (1990-2004).

Από τον πίνακα αυτόν παρατηρούμε ότι οι θερμότεροι μήνες είναι οι καλοκαιρινοί μήνες (από Ιούνιο έως Αύγουστο), όπου η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 24 έως 26 βαθμούς, ενώ στους χειμερινούς μήνες (από Δεκέμβριο έως Φεβρουάριο), η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 έως 7 βαθμούς Κελσίου. Ως προς τις μεγαλύτερες μέγιστες θερμοκρασίες που έχουν καταγραφεί στην περιοχή μελέτης είναι και πάλι τους καλοκαιρινούς μήνες από 32 έως 34 βαθμούς, ενώ οι χαμηλότερες ελάχιστες τιμές που έχουν καταγραφεί κυμαίνονται από -3,5 έως -4,6 βαθμούς Κελσίου τους χειμερινούς μήνες .

Στο διάγραμμα 1.3 αποτυπώνεται η εξέλιξη των μέσων θερμοκρασιών σε ετήσια βάση για το εν λόγω χρονικό διάστημα αναφοράς, πορεία που ακολουθούν και όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές, όπου παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση των θερμοκρασιακών τιμών καθώς βαίνουμε προς τους καλοκαιρινούς μήνες και αντίστροφη φορά για τους χειμερινούς μήνες.

Μεταβλητές / Μήνα	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία (oC)	9,4	10,5	12,9	17,1	22,8	27,5	30,0	30,0	25,7	20,8	15,2	10,4
Μεγαλύτερη Μέγιστη Ημερήσια Θερμοκρασία (oC)	15,4	16,7	18,3	22,8	27,9	32,4	34,0	33,8	30,0	26,4	21,5	16,7
Μικρότερη Μέγιστη Ημερήσια Θερμοκρασία (oC)	3,3	4,1	7,2	11,7	17,2	22,9	25,2	26,3	21,3	13,5	8,9	3,7
Μέση Ελάχιστη Θερμοκρασία (oC)	1,5	1,9	4,4	8,5	13,3	17,3	19,3	18,9	15,0	11,4	7,0	3,1
Μικρότερη Ελάχιστη Ημερήσια Θερμοκρασία (oC)	-4,6	-4,0	-1,1	2,2	8,1	12,4	15,0	15,0	10,2	4,4	0,2	-3,5
Μεγαλύτερη Ελάχιστη Ημερήσια Θερμοκρασία (oC)	7,2	8,6	10,3	13,6	17,5	21,0	23,0	22,4	19,4	17,2	13,9	10,1
Μέση Θερμοκρασία (oC)	5,4	6,3	8,9	13,4	18,9	23,8	26,0	25,3	20,9	16,2	11,0	6,7
Μεγαλύτερη Μέση Ημερήσια Θερμοκρασία (oC)	10,7	12,1	13,9	18,2	23,3	27,7	29,3	28,4	24,6	21,1	16,9	13,3
Μικρότερη Μέση Ημερήσια Θερμοκρασία (oC)	0,0	0,9	3,9	7,8	14,1	19,6	21,4	21,6	16,8	9,9	5,2	0,6

Πίνακας 1.5. Εξέλιξη θερμοκρασιακών δεικτών στη Θάσο για το χρονικό διάστημα 1990-2004 (Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2014)



Διάγραμμα 1.3 Μηνιαία εξέλιξη μέσων θερμοκρασιακών δεικτών στη Θάσο για το χρονικό διάστημα 1990-2004 (Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 2014)

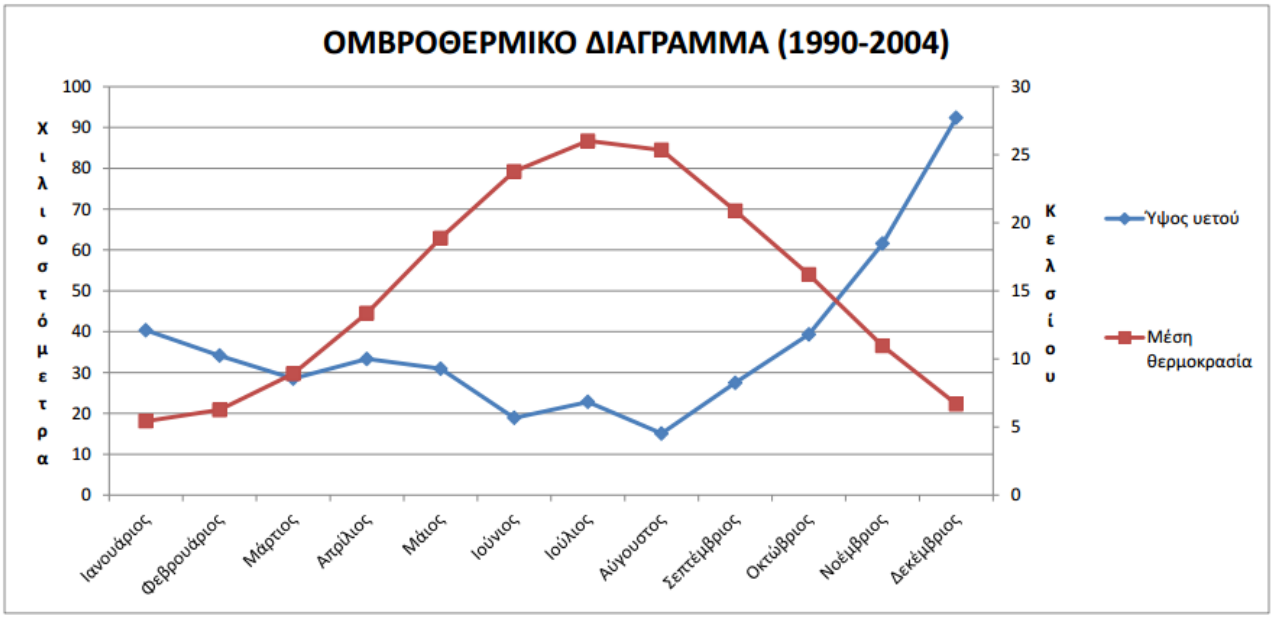
2.3.2 Ύψος υετού

Στον πίνακα 1.6 αποτυπώνονται τα ύψη υετού σε χιλιοστόμετρα για όλη την περίοδο αναφοράς και ανά μήνα. Όπως παρατηρούμε και από τον εν λόγω πίνακα, ο βαθμός διακύμανσης του δείκτη αυτού είναι πολύ μεγάλος. Έτσι, με βάση τη μέση τιμή του δείκτη συμπεραίνουμε εύκολα ότι οι μήνες Ιούνιος και Αύγουστος αποτελούν τους μήνες με τα χαμηλότερα ύψη υετού (18,9 και 15,1 χιλιοστόμετρα αντίστοιχα), ενώ αντίθετα, οι μήνες Νοέμβριος και Δεκέμβριος είναι οι μήνες με τα μεγαλύτερα ύψη υετού (61,6 και 92,3 χιλιοστόμετρα αντίστοιχα). Τέλος, παρουσιάζεται και το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής μελέτης που αποτυπώνει τη συσχέτιση μεταξύ της εξέλιξης της θερμοκρασίας και του ύψους υετού (μέσες τιμές). Όπως φαίνεται με σαφήνεια και από το διάγραμμα 1.4, με την αύξηση της θερμοκρασίας μειώνονται τα επίπεδα υετού και αντιστρόφως, όσο η θερμοκρασία βαίνει μειούμενη αυξάνονται και τα αντίστοιχα ύψη υετού.

Ύψος υετού / Μήνα	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
1990	0	17,5	0,8	54,1	22	12,8	29,3	9	37,2	49,1	25,8	124,5
1991	5,8	37,2	15,7	18,1	40,4	37	14,3	7,8	9,8	28	36,2	17,3
1992	1,6	5,5	24,5	34,4	16,6	19,7	16,8	4	0	21,4	69,3	73
1993	8	18,3	11,8	26,1	33,6	33,5	17,5	4,8	8,2	8,7	90,7	25,6
1994	61,8	39	10,2	30,8	22	22,6	23,8	3,8	0	17,6	42,9	125,8
1995	56,7	13,3	44,9	36,1	12,8	2,3	32,1	14,7	65,9	0,9	46,3	109,6
1996	43,5	69	46,7	37,7	42,6	9,3	2,3	28,1	35,2	12,2	153,4	89,5
1997	30,2	14,8	47,6	61,7	16,4	10,3	5,5	58,5	6	71,6	30,2	173,9
1998	55,1	111,7	31,5	1,7	59,3	14,7	27,7	0	55	98,5	102,1	50,9
1999	61	92,2	62,6	11,3	30,9	22	14,6	14,7	26,9	20,6	54,3	65,1
2000	25,2	32,5	30,8	36,7	20,3	3,8	6,2	2,9	11	33,5	59,1	18,8
2001	62,8	12	7,9	56,3	38,8	36,9	1,5	25	43,3	0	44,4	43,8
2002	57,8	9,6	49,2	13,7	10,4	13,7	111,8	26,7	81,5	166,9	69,3	202,2
2003	41,1	25,3	19,2	39,4	32,6	9,4	38,3	1,2	22,9	49,1	39,3	123,4
2004	94,6	14,3	24	41,7	65,4	35,4	0,6	24,9	9,3	11,8	60,1	141,7
Μέση τιμή	**40,3**	**34,1**	**28,5**	**33,3**	**30,9**	**18,9**	**22,8**	**15,1**	**27,5**	**39,3**	**61,6**	**92,3**

Πίνακας 1.6 Μηνιαία εξέλιξη ύψους υετού στη Θάσο για το χρονικό διάστημα 1990-2004

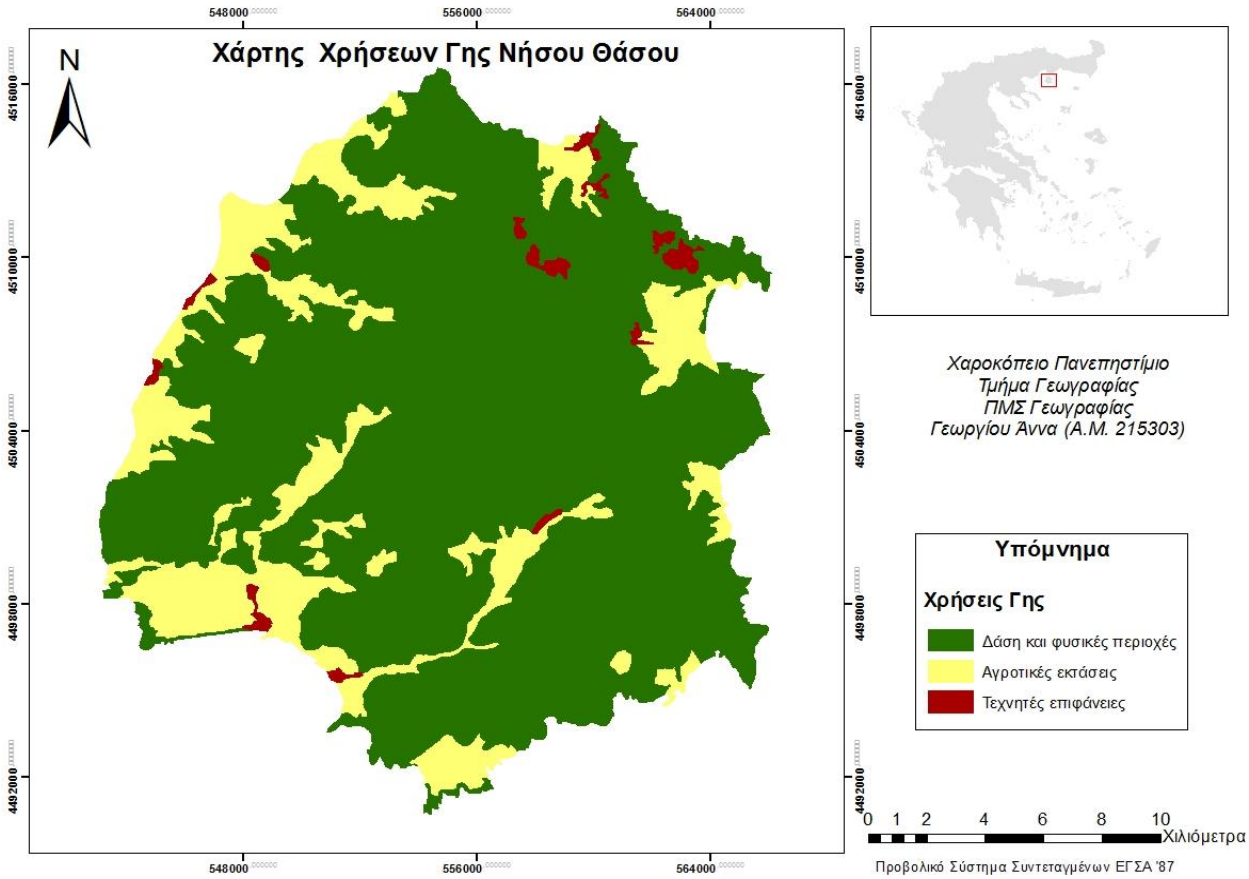
(Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 2014)



Διάγραμμα 1.4 Μηνιαία συσχέτιση μέσης θερμοκρασίας και ύψος υετού στη Θάσο για το χρονικό διάστημα 1990-2004 (Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 2014)

2.4 Χρήσεις Γης Νήσου Θάσου

Τα τοπία που συναντούμε σε όλο σχεδόν το νησί χαρακτηρίζονται από εκτεταμένα πευκοδάση, ελαιώνες και μακία βλάστηση, που διακόπτονται από υγρές ρεματιές με πλατάνια και μικρές καλλιεργημένες εκτάσεις. Ειδικότερα στη νότια πλευρά κυριαρχούν οι γυμνές απότομες βραχώδεις ακρογιαλιές με τους αραιούς θαμνότοπους και τους ελαιώνες. Οι θαμνότοποι στα χαμηλότερα υψόμετρα με αείφυλλα, σκληρόφυλλα, πλατύφυλλα είδη παρατηρούνται σε μεγάλη έκταση στο νησί.



Χάρτης : Χρήσεις Γης Νήσου Θάσου(Ιδία επεξεργασία)

2.5 Κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα

Η τελευταία ενότητα της περιγραφής και ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης εξετάζει σε γενικές γραμμές την κοινωνικοοικονομική διάρθρωσή της σε συσχέτιση και με τα υπερκείμενα γεωγραφικά επίπεδα. Ο πίνακας 1.7 αποτυπώνει τη διάρθρωση της απασχόλησης στα επιμέρους χωρικά επίπεδα (τοπικό, περιφερειακό και εθνικό) για το έτος 2001, όπου υπάρχουν διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία. Όπως παρατηρούμε από τον ακόλουθο πίνακα, το 21% περίπου του ενεργού δυναμικού του νομού Καβάλας απασχολείται στον πρωτογενή τομέα, ενώ το αντίστοιχο περιφερειακό ποσοστό ανέρχεται στο 30%. Αντιθέτως, σε εθνικό επίπεδο, το ποσοστό αυτό προσεγγίζει μόλις το 15%. Έτσι, το 18,75% των απασχολουμένων του νομού δραστηριοποιείται στην γεωργία, κτηνοτροφία, θήρα και δασοκομία(Σακελλαρίου Σ.,2016).

Ο δευτερογενής τομέας συγκεντρώνει ποσοστό συμμετοχής της τάξεως του 23% στο νομό Καβάλας, ενώ σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, το αντίστοιχο ποσοστό κυμαίνεται από 20-22%. Το γεγονός αυτό συσχετίζεται με τη χωροθέτηση των βιομηχανιών κυρίως στον αγροτικό χώρο και λιγότερο σε οργανωμένους υποδοχείς, όπως οι Βιομηχανικές / Βιοτεχνικές Περιοχές και Πάρκα που

συχνά βρίσκονται σε επαφή ή πλησίον αγροτικών και δασικών περιοχών.Τέλος, ο τριτογενής τομέας της οικονομίας σε τοπικό επίπεδο συγκεντρώνει ποσοστό της τάξεως του 53%, ενώ τα ποσοστά σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο ανέρχονται σε 46% και 59% αντίστοιχα(Σακελλαρίου Σ.,2016).

Γεωγραφικό επίπεδο / Αριθμός Απασχολουμένων	Σύνολο	Ομάδες κλάδων οικονομικής δραστηριότητας								
		Γεωργία, κτηνο-τροφία, θήρα και δασοκομία	Αλιεία	Ορυχεία - λατομεία	Μεταποιη-τικές βιομηχανίες	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, νερού	Κατασκευές	Χονδρικό και λιανικό εμπόριο, επισκευή αυτοκινήτων ,οχημάτων και ειδών προσωπικής και οικιακής χρήσης	Ξενοδοχεία και εστιατόρια	Μετα-φορές, αποθή-κευση, επικοι-νωνίες
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	4.102.091	573.713	17.953	11.346	492.911	37.236	350.696	605.452	234.325	267.847
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ & ΘΡΑΚΗ	214.998	61.902	1.060	1.284	26.114	1.275	16.592	24.724	10.166	8.773
ΝΟΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ	49.466	9.275	491	702	7.013	270	4.062	7.311	3.112	2.731
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	%	13,99	0,44	0,28	12,02	0,91	8,55	14,76	5,71	6,53
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ & ΘΡΑΚΗ	%	28,79	0,49	0,60	12,15	0,59	7,72	11,50	4,73	4,08
ΝΟΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ	%	18,75	0,99	1,42	14,18	0,55	8,21	14,78	6,29	5,52
Γεωγραφικό επίπεδο / Αριθμός Απασχολουμένων	Σύνολο	Ενδιάμεσοι χρηματο-πιστωτικοί οργανισμοί	Διαχείριση ακίνητης περιουσίας,εκμισθώσεις	Δημόσια δίοικηση υποχρεωτική ασφάλιση	Εκπαίδευση	Υγεία και κοινωνική μέριμνα	Δραστηριότητες παραχής υπηρεσιών	Ιδιωτικά νοικοκυριά που απασχολούν οικιακό προσωπικό	Ετερόδικοι οργανισμοί και όργανα	Δε δήλωσαν κλάδο οικονομι-κής δραστηρι
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	4.102.091	105.915	238.339	320.876	249.694	184.710	135.868	57.727	1.081	216.402
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ & ΘΡΑΚΗ	214.998	2.896	7.254	18.844	11.720	8.151	5.157	735	14	8.337
ΝΟΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ	49.466	951	2.249	3.006	2.939	2.091	1.503	294	0	1.466
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	%	2,58	5,81	7,82	6,09	4,50	3,31	1,41	0,03	5,28
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ & ΘΡΑΚΗ	%	1,35	3,37	8,76	5,45	3,79	2,40	0,34	0,01	3,88
ΝΟΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ	%	1,92	4,55	6,08	5,94	4,23	3,04	0,59	0,00	2,96

Πίνακας 1.7 Διάρθρωση απασχόλησης στο νομό Καβάλας και τα υπερκείμενα χωρικά επίπεδα (Περιφερειακό και Εθνικό επίπεδο), 2001 (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2001)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

3.1 Μεθοδολογίες Εκτίμησης της Παράκτιας Επικινδυνότητας

Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες μεθοδολογίες για την εκτίμηση της επικινδυνότητας και τρωτότητας των παράκτιων περιοχών σε μια ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης τόσο σε κλίμακα κρατών, όσο και σε τοπικό επίπεδο. Σκοπός των μεθοδολογιών αυτών είναι η αναγνώριση και η εκτίμηση των οικολογικών, φυσικογεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες επιδρούν στην επικινδυνότητα, η ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των αρνητικών αποτελεσμάτων με τελικό σκοπό τη λήψη κατάλληλων μέτρων προστασίας. Η συχνότερα εφαρμοζόμενη μεθοδολογία είναι η ονομαζόμενη Συνήθης η οποία προτάθηκε το 1991 και αποτελεί μια ημι-ποσοτική μέθοδο αξιολόγησης των ακτών σε εθνική και παγκόσμια κλίμακα. Χρησιμοποιεί νομισματικές αξιολογήσεις για την εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας ενός έθνους στη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης εξετάζοντας διάφορα σενάρια κόστους-οφέλους ώστε να προκύψει η βέλτιστη πρόταση λήψης μέτρων ώστε να μετριαστούν οι μελλοντικές αρνητικές επιπτώσεις (Mimura, 1999).

Οι πρόσφατες εκτιμήσεις για την παγκόσμια άνοδο της μέσης στάθμης της θάλασσας σαν αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής έχουν προκαλέσει το ενδιαφέρον των γεω-επιστημόνων που ασχολούνται με την παράκτια ζώνη για τη διερεύνηση του τρόπου απόκρισης των διαφόρων τύπων ακτών στην άνοδο αυτή. Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες πρόβλεψης της εξέλιξης των παράκτιων περιοχών υπό την επίδραση της αναμενόμενης ανόδου της στάθμης. Κάθε μεθοδολογία έχει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της και η εφαρμογή κάποιων από αυτές μπορεί να κρίνεται απαγορευτική για συγκεκριμένες περιπτώσεις παράκτιων περιοχών. Οι δημοφιλέστερες μεταξύ των μεθοδολογιών αυτών βασίζονται:

1. Στη συλλογή και αξιολόγηση ιστορικών δεδομένων (κυρίως αυτών που αφορούν τη διαχρονική μετατόπιση της ακτογραμμής),

2. Στην εφαρμογή στατικών μοντέλων κατάκλισης ή άλλων μοντέλων όπως ο κανόνας του Bruun (Bruun's Rule) (Bruun, 1962) που βρίσκει εφαρμογή αποκλειστικά σε αμμώδεις αιγιαλούς,

3. Στην εφαρμογή μοντέλων προσομοίωσης των υδροδυναμικών συνθηκών και της δυναμικής

των παράκτιων ιζημάτων με την παραμετροποίηση των φυσικών διεργασιών που δρουστον παράκτιο χώρο (Thieler & Hammar-Klose, 1999).

Η πρόγνωση της απόκρισης των παράκτιων συστημάτων σε μια ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης δεν είναι πάντα δυνατό να καταλήγει σε ποσοτικά αποτελέσματα. Μπορεί όμως να ποσοτικοποιηθεί η σχετική επικινδυνότητα των διαφορετικών παράκτιων περιβαλλόντων ως προς μια τέτοια άνοδο. Αυτό μπορεί να γίνει λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα που σχετίζονται με τις σημαντικές παραμέτρους που συμμετέχουν στην εξέλιξη και διαμόρφωση των ακτών σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Μερικές από τις παραμέτρους αυτές είναι η παράκτια γεωμορφολογία, η κλίση της παράκτιας ζώνης, η μετατόπιση (προέλαση ή υποχώρηση) της ακτογραμμής, ο ρυθμός μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης σε μεγάλες χρονικές περιόδους καθώς και άλλοι παράγοντες όπως οι παλίρροιες και ο κυματισμός. Τα φυσικά αυτά χαρακτηριστικά των παράκτιων συστημάτων έχουν χρησιμοποιηθεί σε αρκετές μελέτες ανάλυσης και ποσοτικής εκτίμησης της επικινδυνότητας με σκοπό την ταξινόμηση των επιμέρους τμημάτων της ακτογραμμής ως προς την επικινδυνότητά τους στη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Στα πλαίσια των μελετών αυτών αναπτύχθηκαν δείκτες, μαθηματικές δηλαδή εκφράσεις που λαμβάνουν υπόψη διάφορες συχνά διαφορετικές μεταξύ τους παραμέτρους για την ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας. Υπάρχουν δείκτες που δεν εμπλέκουν μόνο παραμέτρους που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον και τα ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά του παράκτιου χώρου αλλά συνεκτιμούν και την τρωτότητα συμπεριλαμβάνοντας παραμέτρους που αφορούν το κοινωνικο-οικονομικό καθεστώς, τις υποδομές καθώς και δημογραφικά δεδομένα. Στον Πίνακα 1.8 παρατίθενται οι κυριότεροι δείκτες, οι περιοχές της γης που εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά, οι παράμετροι που χρησιμοποιούν και οι ερευνητές που τους πρότειναν. Όλοι σχεδόν οι δείκτες αυτοί σκοπό έχουν την κατηγοριοποίηση της ακτογραμμής σε κατηγορίες χαμηλής ενδιάμεσης και υψηλής επικινδυνότητας / τρωτότητας για κάθε μια παράμετρο ώστε η συνεκτίμησή τους να οδηγήσει στην τελική βαθμονόμηση της ακτής σε κατηγορίες επικινδυνότητας / τρωτότητας. (Καρύμπαλης Ε.,2008 κ.α.).

Δείκτης	Περιοχή πρώτης εφαρμογής	Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη	Αναφορά
Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας – Coastal Vulnerability Index (CVI)	ΗΠΑ	Ανάγλυφο, κατακόρυφες κινήσεις της ξηράς, λιθολογία, παράκτιες γεωμορφές, μετατόπιση ακτογραμμής, κυματική ενέργεια, εύρος παλίρροιας	Gornitz και Kanciruk (1989), Gornitz (1991), Gornitz κ.ά. (1991)
Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας – Coastal Vulnerability Index (CVI)	ΗΠΑ	Ρυθμοί ιστορικής διάβρωσης υποχώρησης της ακτογραμμής, γεωμορφολογία, ρυθμοί σχετικής ανόδου της στάθμης, παράκτια κλίση, ύψος κύματος, εύρος παλίρροιας	Thieler (2000) και πολλές εκθέσεις της USGS
Δείκτης Κοινωνικής Τρωτότητας Social Vulnerability Index (SoVI)	ΗΠΑ	Ανάλυση κύριων κοινωνικών δεδομένων που προέρχονται από απογραφή	Boruff κ.ά. (2005)
Βαθμολογία Παράκτιας Κοινωνικής Τρωτότητας – Coastal Social Vulnerability Score (CSoVI)	ΗΠΑ	Συνδυασμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας και του Δείκτη Κοινωνικής Τρωτότητας	Boruff κ.ά. (2005)
Δείκτης Ευαισθησίας – Sensitivity Index (SI)	Καναδάς	Ανάγλυφο, τάση μεταβολής της στάθμης, γεωλογία, παράκτιες γεωμορφές, μετατόπιση ακτογραμμής, κυματική ενέργεια, εύρος παλίρροιας	Shaw κ.ά. (1998)
Δείκτης κινδύνου διάβρωσης (Erosin Hazard Index)	Καναδάς	Παρόμοιος με τον Δείκτη Επικινδυνότητας, λαμβάνοντας επιπλέον την έκθεση των ακτών, το επίπεδο ανύψωσης της στάθμης λόγω μετεωρολογικών αιτιών και την κλίση	Forbes κ.ά. (2003)
Πίνακας Κινδύνου (Risk matrix)	Νότιος Αφρική	Γεωγραφική θέση, υποδομές (οικονομική αξία), φυσικός κίνδυνος	Hughes και Brundrit (1992)
Δείκτης Βιώσιμης Ικανότητας (Sustainable Capacity Index)	Νότιος Ειρηνικός	Τρωτότητα και προσαρμοστικότητα του φυσικού περιβάλλοντος, του πολιτισμού, των θεσμών, των υποδομών, της οικονομίας και του ανθρώπου.	Kay και Hay (1993), Yamada κ.ά. (1995)
Δείκτης Ευαισθησίας των ακτών (Sensitivity Index)	Ιρλανδία	Κλίση παράκτιου μετώπου, παράκτιες γεωμορφές, παράκτιες κατασκευές, προσβασιμότητα και χρήσεις γης.	Carter (1990)
Δείκτης Τρωτότητας (Vulnerability Index)	Μ. Βρετανία	Συχνότητα εκδήλωσης διαταραχών στην ακτή, χρόνος αποκατάστασης.	Pethick και Crooks (2000)

Πίνακας 1.8 Οι περισσότερο συχνά χρησιμοποιούμενοι δείκτες εκτίμησης της επικινδυνότητας ή τρωτότητας των ακτών στη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (Πηγή: Abuodha & Woodroffe, 2006).

Η εφαρμογή των δεικτών αυτών σε εθνική κλίμακα βοηθά τον προκαταρκτικό εντοπισμό των επικίνδυνων και/ή τρωτών περιοχών. Το πρώτο αυτό βήμα προσδιορισμού των παράκτιων περιοχών που αναμένεται να αντιμετωπίσουν μεγαλύτερο πρόβλημα έχει ιδιαίτερη σημασία για τη χάραξη σχεδίων αντιμετώπισης του κινδύνου της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Τα πρώτα αποτελέσματα της κατηγοριοποίησης των ακτών σε διάφορες κατηγορίες επικινδυνότητας/ τρωτότητας αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους διαχειριστές του παράκτιου χώρου και αυτούς που καλούνται να ασκήσουν πολιτικές προστασίας της παράκτιας ζώνης από τους φυσικούς κινδύνους. Μετά την αρχική εκτίμηση των πλέον επιδεκτικών/τρωτών ακτών απαιτείται η εστίαση σε συγκεκριμένες περιοχές ιδιαίτερου κοινωνικο-οικονομικού και περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος για τη λεπτομερέστερη (σε μεγαλύτερη κλίμακα) μελέτη τους (Καρύμπαλης, 2008 κ.α.).

3.2 Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας(Coastal Vulnerability Index – CVI)

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI) αποτελεί ένα δυναμικό, απλό, αντικειμενικό και εύχρηστο μαθηματικό εργαλείο προσδιορισμού της παράκτιας επικινδυνότητας σε σχέση με τις μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει την ευαισθησία της παράκτιας ζώνης στις μεταβολές με τη φυσική της δυνατότητα να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στην ουσία, πρόκειται για έναν δείκτη που σκιαγραφεί με ποιοτικό τρόπο την ευαισθησία ενός συστήματος σε μια ενδεχόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Δουκάκης, 2005).

Επομένως ο υπολογισμός της τρωτότητας των ελληνικών ακτών, σε περίπτωση που επέλθει άνοδος της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας, πραγματοποιείται με χρήση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI). Εν γένει, ο δείκτης υπολογίζεται από έξι (6) βασικές μεταβλητές που επηρεάζουν με ουσιαστικό τρόπο την εξέλιξη της παράκτιας ζώνης. Με σκοπό τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων εθνικής κλίμακας για την παράκτια επικινδυνότητα, οι Gornitz και White (1992) κατηγοριοποίησαν τις έξι (6) αυτές βασικές μεταβλητές βάσει αριθμητικών ή ποιοτικών διαφοροποιήσεων. Την παραπάνω κατηγοριοποίηση ακολούθησε πολύ αργότερα μια νέα κατηγοριοποίηση που συντάχθηκε από τους Pendleton et al. (2004). Η νέα αυτή κατηγοριοποίηση προτείνει διαφορετικά εύρη τιμών των μεταβλητών που αντιστοιχούν στις σχετικές τιμές για την επικινδυνότητα (Σαρταμπάκου, 2013)

Ο μαθηματικός τύπος που έχει επικρατήσει στις μελέτες προσδιορισμού της επικινδυνότητας παράκτιων περιοχών, υπαγορεύει τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας ως την τετραγωνική ρίζα του γινομένου των κατηγοριοποιημένων μεταβλητών παράκτιας επικινδυνότητας, διαιρούμενου με το πλήθος των μεταβλητών αυτών (Σαρταμπάκου, 2013).

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

1. παράγοντας που αφορά τη γεωλογία και παράκτιες γεωμορφές,
2. παράγοντας που αφορά την παράκτια κλίση,
3. παράγοντας που αφορά το ρυθμό μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης,
4. παράγοντας που αφορά την ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής,
5. παράγοντας που αφορά το μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων, και τέλος
6. παράγοντας που αφορά το μέσο εύρος παλίρροιας

Για κάθε μεταβλητή του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας αποδίδεται μια τιμή σχετικής επικινδυνότητας, βασισμένη στο πιθανό μέγεθος συνεισφοράς της εκάστοτε μεταβλητής στην εμβαλότητα των ακτών όσο ανέρχεται η στάθμη της θάλασσας. Συγκεκριμένα, η κάθε μια από τις βασικές μεταβλητές, για μια συγκεκριμένη παράκτια περιοχή, δύναται να λάβει μια τιμή στην κλίμακα από το ένα (1) έως το πέντε (5) με σειρά αυξανόμενης επικινδυνότητας: πολύ μικρή επικινδυνότητα, μικρή επικινδυνότητα, μέτρια, υψηλή και πολύ υψηλή επικινδυνότητα. Ενώ όλες οι μεταβλητές είναι ποσοτικές και λαμβάνουν αριθμητικές τιμές, μοναδική εξαίρεση αποτελεί ο παράγοντας «Γεωλογία και Παράκτιες Γεωμορφές». Πρόκειται για μια ποιοτική μεταβλητή, η οποία κατηγοριοποιείται με βάση ποιοτικά κριτήρια ως προς τη σχετική αντίσταση στη διάβρωση της εκάστοτε παράκτιας γεωμορφής (Σαρταμπάκου, 2013).

Πίνακας 1.9: Κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Gornitz και White (1992). (Πηγή: Ιστότοπος USGS)

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ/ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ (1)	ΧΑΜΗΛΗ (2)	ΜΕΣΗ (3)	ΥΨΗΛΗ (4)	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ (5)
ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ	ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ, ΑΠΟΤΟΜΕΣ ΑΚΤΕΣ, ΦΙΟΡΔ	ΗΠΙΟΙ ΒΡΑΧΟΙ, ΚΟΙΛΕΣ ΑΚΤΕΣ	ΧΑΜΗΛΟΙ ΒΡΑΧΟΙ, ΠΑΓΕΤΩΝΕΣ, ΠΡΟΣΧΩΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΔΙΑΔΕΣ	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΑΚΤΕΣ, ΕΚΒΟΛΕΣ ΠΟΤΑΜΩΝ, ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ	ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΛΙΕΣ, ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΥΦΑΛΟΙ, ΑΜΜΩΔΕΙΣ ΠΑΡΑΛΙΕΣ, ΕΛΗ, ΛΑΣΠΩΔΗ ΑΒΑΘΗ, ΠΟΤΑΜΙΑ ΔΕΛΤΑ, ΘΑΜΝΩΔΕΙΣ ΑΚΤΕΣ
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ (m/ έτος)	> (2.0)	(1.0) - (2.0)	(-1.0) - (+1.0)	(-2.0) - (-1.0)	< (-2.0)
ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΛΙΣΗ (%)	> 1.9	1.3 - 1.9	0.9 - 1.3	0.6 - 0.9	< 0.6
ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ (mm/ έτος)	< (-1.21)	(-1.21) - (0.1)	(0.1) - (1.24)	(1.24) - (1.36)	> 1.36
ΜΕΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (m)	< 1.1	1.1 - 2.0	2.0 - 2.25	2.25 - 2.60	> 2.60
ΜΕΣΟ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟ ΕΥΡΟΣ (m)	> 6.0	4.1 - 6.0	2.0 - 4.0	1.0 - 1.9	< 1.0

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ/ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ (1)	ΧΑΜΗΛΗ (2)	ΜΕΣΗ (3)	ΥΨΗΛΗ (4)	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ (5)
ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ	ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΑΚΤΕΣ, ΥΨΗΛΟΙ ΚΡΗΜΝΟΙ	ΜΕΣΟΥ ΥΨΟΥΣ ΚΡΗΜΝΟΙ	ΧΑΜΗΛΟΙ ΚΡΗΜΝΟΙ, ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΕΣ ΠΕΔΙΑΔΕΣ	ΑΚΤΕΣ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ, ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ	ΝΗΣΙΩΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ, ΔΕΛΤΑ, ΑΜΜΩΔΕΙΣ ΑΚΤΕΣ
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ (m/ έτος)	> (2.0)	(1.0) - (2.0)	(-1.0) - (+1.0)	(-2.0) - (-1.0)	< (-2.0)
ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΛΙΣΗ (%)	> 1.2	1.2 - 0.9	0.9 - 0.6	0.6 - 0.3	< 0.3
ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ (mm/ έτος)	< 1.8	1.8 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.4	> 3.4
ΜΕΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (m)	< 0.55	0.55 - 0.85	0.85 - 1.05	1.05 - 1.25	> 1.25
ΜΕΣΟ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟ ΕΥΡΟΣ (m)	> 6.0	4.0 - 6.0	2.0 - 4.0	1.0 - 2.0	< 1.0

Πίνακας 1.10: Κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Pendleton et al (2004). (Πηγή: Alexandrakis et al, 2009)

Η κατηγοριοποίηση των παραπάνω μεταβλητών επιτρέπει τη συσχέτισή τους αποκλειστικά με ποσοτικό τρόπο στον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, ξεπερνώντας έτσι το εμπόδιο των διαφορετικών μονάδων μέτρησης στα δεδομένα ή ακόμα και της σύνδεσης αριθμητικών με ποιοτικά δεδομένα. (Καρύμπαλης, 2008 κ.α.).

3.3 Κριτική του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI)

Με δεδομένες τις τιμές των έξι (6) βασικών μεταβλητών στη σχετική κλίμακα από το (1) έως και το πέντε (5), μπορεί να προκύψει για ορισμένο τμήμα μιας ακτογραμμής ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI), με χρήση ενός εκ των έξι (6) μέχρι στιγμής διαθέσιμων μαθηματικών τύπων.

Ωστόσο, κανένας από τους διαθέσιμους μαθηματικούς τύπους δεν διαφοροποιεί την επιρροή της καθεμίας μεταβλητής στον υπολογισμό του δείκτη. Είναι προφανές πως δεν είναι δυνατόν να έχει την ίδια επίδραση η παράκτια κλίση με το μέσο σημαντικό ύψος κύματος ή η γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης με το εύρος της παλίρροιας. Στην υπάρχουσα μεθοδολογία υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, όλες οι μεταβλητές χρησιμοποιούνται ισοβαρώς στον προσδιορισμό της τελικής τιμής του δείκτη, γεγονός που δημιουργεί σφάλματα στον προσδιορισμό του τελικού χαρακτηρισμού επικινδυνότητας που αποδίδεται στην υπό μελέτη παράκτια ζώνη και άρα κλονίζεται η αξιοπιστία του δείκτη, όχι μόνο σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο (Σαρταμπάκου, 2013).

Το μοντέλο του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI) αποτελεί ένα μαθηματικό μοντέλο που παρήχθη για την ανάδειξη των παράκτιων εκείνων περιοχών που δύναται να διατρέξουν άμεσο κίνδυνο κατακλυσμού σε ένα ενδεχόμενο σενάριο παγκόσμιας ανόδου της στάθμης των υδάτων. Στόχος των δημιουργών του μοντέλου ήταν αυτό να αποτελέσει μια αντικειμενική πηγή χαρακτηρισμού σχετικά με την επικινδυνότητα, και ταυτόχρονα ένα ισχυρό εργαλείο για την αναγνώριση των επιρρεπών ακτογραμμών, ώστε να ληφθούν εγκαίρως τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης. Ωστόσο, το μοντέλο στη σημερινή του μορφή δεν είναι σε θέση να αποτελέσει ένα αξιόπιστο μέσο για τον ακριβή χαρακτηρισμό της επικινδυνότητας ακτογραμμών. Το γεγονός οφείλεται στην έλλειψη ειδικών τιμών βαρύτητας στις επιμέρους μεταβλητές που συνθέτουν το μαθηματικό μοντέλο του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Σαρταμπάκου, 2013).

Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την ανάγκη εύρεσης και περιγραφής ενός μαθηματικού συλλογισμού για την απόδοση των κατάλληλων τιμών βαρύτητας στις μεταβλητές. Απαραίτητο προπαρασκευαστικό στάδιο αποτελεί μια κατά το δυνατόν αντικειμενική ιεράρχηση των παραμέτρων, η οποία στη συνέχεια θα λειτουργήσει ως μέτρο σύγκρισης της ιεραρχίας που θα διαμορφωθεί από την εφαρμογή του μαθηματικού συλλογισμού. Έπειτα από εκτενή βιβλιογραφική έρευνα σε εργασίες που έχουν μέχρι στιγμής εκπονηθεί για τη μελέτη της παράκτιας επικινδυνότητας, διαπιστώθηκε πως τα κριτήρια ιεράρχησης των μεταβλητών στηρίζονται σε θεωρήσεις των συγγραφέων για τον βαθμό συμμετοχής της κάθε παραμέτρου στην επικινδυνότητα μιας συγκεκριμένης παράκτιας περιοχής, και ως εκ τούτου η επιλογή της σειράς κατάταξης είναι υποκειμενική (Σαρταμπάκου, 2013).

Ο εν λόγω δείκτης έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια σε ειδικές μελέτες παράκτιας επικινδυνότητας που έχουν διεξαχθεί στις παράλιες ζώνες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικης, προκειμένου να προσδιοριστούν με σαφήνεια οι περιοχές εκείνες που βρίσκονται σε πιθανό κίνδυνο από το εγγύτερο θαλάσσιο περιβάλλον. Ωστόσο, στην πλειοψηφία των μελετών αυτών ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας διατηρεί την αρχική του μορφή, σύμφωνα με την οποία έχουν χρησιμοποιηθεί ίδιες τιμές βαρύτητας για όλους εκείνους τους παράγοντες που εισάγονται ως μεταβλητές στον υπολογισμό του δείκτη και λαμβάνονται υπόψη, διότι επιδρούν καταλυτικά σε θέματα παράκτιας επικινδυνότητας. Μια τέτοια υπόθεση σαφέστατα δεν είναι λογική, καθότι σε μια γενική περίπτωση υπολογισμού ενός δείκτη είναι σύνηθες φαινόμενο κάποια ή κάποιες από τις επιλεγμένες συνιστώσες να σχετίζονται ισχυρότερα με το χαρακτηριστικό που αποσκοπεί να αξιολογήσει ο δείκτης αυτός. Ταυτόχρονα, η υπόθεση ισοβαρούς επίδρασης των συνιστωσών δύναται να οδηγήσει σε λάθος εκτιμήσεις και τελικά, σε σφάλματα που ίσως κοστίσουν ανθρώπινες ζωές (Σαρταμπάκου, 2013).

Ανάλογα με τα ιδιαίτερα παράκτια χαρακτηριστικά κάθε χώρας και επιπρόσθετα το θαλάσσιο καθεστώς στο οποίο υποβάλλεται αλλά και την ανάγκη για άμεσο και ακριβή χαρακτηρισμό των ακτογραμμών ως προς την επικινδυνότητά τους, είναι δυνατόν να διεξαχθούν ειδικές μελέτες για την προσαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας στα δεδομένα της χώρας αυτής. Εντός των ελληνικών συνόρων, η πληθώρα ειδικών μελετών που έχουν διεξαχθεί επί του θέματος της απόδοσης ειδικών τιμών βαρύτητας στις βασικές μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας και ταυτόχρονα ο εμπλουτισμός του μαθηματικού μοντέλου με την ανάδειξη επιπρόσθετων μεταβλητών για χρήση σε παγκόσμιο επίπεδο, καταδεικνύουν σαφώς το αυξημένοκαι αμείωτο ενδιαφέρον για τη συμβολή στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από

ενδεχόμενη κατάκλυση. Ωστόσο, με βάση την υπάρχουσα μεθοδολογία, δεν υπάρχει μια σαφής μαθηματική εξήγηση για την απόδοση του κατάλληλου βάρους στην κάθε μεταβλητή. Οι περισσότερες μελέτες στηρίζονται σε έναν εμπειρικό και κατά βάση αυθαίρετο συλλογισμό, με αποτέλεσμα η τιμή βάρους που αποδίδεται σε κάθε παράμετρο να είναι σε μεγάλο βαθμό αμφισβητήσιμη (Δουκάκης, 2005).

Συνοπτικά η εγγενής πολυπλοκότητα των μορφών και των λειτουργιών των παράκτιων ζωνών καθιστά ιδιαιτέρως δυσχερή την ανάπτυξη ενός αντικειμενικού και παραμετρικοποιημένου μοντέλου παράκτιας τρωτότητας με γενική ισχύ. Η παράκτια τρωτότητα, τα τελευταία χρόνια ειδικότερα, αποτελεί ένα προνομιακό, νέο επιστημονικό πεδίο έρευνας με ενδιαφέρον και προοπτικές. Οι έως τώρα προσπάθειες χαρακτηρίζονται από αποσπασματικότητα και υποκειμενικότητα σε συνδυασμό με την ανεπάρκεια πλήρων χρονοσειρών δεδομένων για καθοριστικές παραμέτρους παράκτιας τρωτότητας. Επιπλέον, παρατηρείται ένα αξιοσημείωτο κενό στη μοντελοποίηση και μαθηματικοποίηση της έννοιας που θα βοηθούσε στη γενικευμένη εφαρμογή της για τη διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος, την επισήμανση κινδύνων και τη χάραξη στρατηγικής (Δουκάκης, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1 Συλλογή Δεδομένων

Για την συγκεκριμένη μελέτη επικινδυνότητας σε διάβρωση από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, στην νήσο Θάσο, συλλέχθησαν τα εξής δεδομένα:

1) Για την εκτίμηση της παράκτιας γεωμορφλογίας, ψηφιοποιήθηκαν σε λογισμικό ArcGIS 10.4.1, οι παράκτιοι γεωλογικοί σχηματισμοί από γεωλογικά φύλλα του Ι.Γ.Μ.Ε (Κλίμακας 1:50000).

2) Για την εκτίμηση της παράκιας κλίσης, αξιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής μελέτης (Γ.Υ.Σ), μέσω των οποίων παράχθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (ΨΜΑ) με ανάλυση 30 * 30 m. Έπειτα κάνοντας χρήση του ΨΜΑ παράχθηκε το θεματικό επίπεδο των κλίσεων και μετέπειτα ψηφιοποιήθηκαν οι παράκτιες κλίσεις αναγλύφου.

3) Για την ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής, συγκρίθηκαν μία αεροφωτογραφία του 1989 της νήσου Θάσου με την ορθοφωτογραφία ολης τη Ελλάδας που παρέχεται μέσω της ηλεκτρονικής υπηρεσίας "Εθνικού Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης Α.Ε." (ΕΚΧΑ Α.Ε.). Οι ορθοφωτογραφίες αυτές προέκυψαν από φωτοληψίες της περιόδου 2007-2009. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής, σύμφωνα με τον τύπο: μέσος ρυθμός = κάθετη απόσταση / (2009- 1989).

4)Η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του ευστατισμού με την ισοστασία και/ή τον τεκτονισμό.Η περιοχή μελέτης επηρεάζεται από ενεργά τεκτονικά ρήγματα και συνεπώς η σχετική μεταβολη της θαλάσσιας στάθμης επηρεάζεται και από τους 2 προαναφερθέντες παράγοντες. Έτσι λοιπόν ελήφθησαν υπόψη βιβλιογραφικά δεδομένα για την εκτίμηση της πρόσφατης ευστατικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στην περιοχή της Θάσου (IPCC 2013) καθώς και για την εκτίμηση του παράγοντα του τεκτονισμού (Journal of Maps 2013). Σύμφωνα με τις ευστατικές καμπύλες του Intergovernmental Panel on Climate Change και την τεκτονική ανύψωση της Θάσου η περιοχή μελέτης παρουσιάζει σταθερό μέσο ρυθμό ανόδου ίσο περίπου με 0,8 mm/yr.

5)Για το παλιρροϊακό εύρος, ελήφθησαν υπόψη διαθέσιμα στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας ΠΝ (ΥΥΠΝ). Σύμφωνα με τις παλιρροϊακές καμπύλες της ΥΥΠΝ, το μέσο παλιρροϊακό εύρος για την περιοχή της Θάσου, θεωρήθηκε το ίδιο κατά μήκος όλης της ακτογραμμής και εντάσσεται στα 0,2 – 0,4 m.

6)Για το μέσο σημαντικό ύψος κύματος, αντλήθηκαν δεδομένα από τον Άντλαντα Ανέμων και Κυματισμού των Ελληνικών Θαλασσών, ο οποίος έχει εκδοθεί από το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) και βασίζεται σε μετρήσεις που αφορούν την περίοδο 1999-2007 (οι μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του προγράμματος POSEIDON). Σύμφωνα με τις καμπύλες μέσου ύψους κύματος του ΕΛΚΕΘΕ, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος στην περιοχή μελέτης δεν ξεπερνάει τα 0,4 m.

Έπειτα επιχειρήθηκε να εκτιμηθεί η φυσική τρωτότητα της περιοχής και για τον σκοπό αυτό συλλέχθησαν τα εξής δεδομένα:

7)Για την χαρτογράφηση των χρήσεων γης της ακτογραμμής, αντλήθηκαν δεδομένα από τα Δημόσια Ανοιχτά Δεδομένα (Open Data 2000). Η χαρτογράφηση των χρήσεων γης κρίθηκε αναγκαία αφού εκφράζει τις κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες κατά μήκος της ακτογραμμής του νησιού.

Το σύνολο των προαναφερθέντων μεταβλητών αποτυπώθηκαν σε γραμμικά διανυσματικά επίπεδα, προκειμένου να είναι εφικτή η εξαγωγή ποσοτικών (μήκος ακτογραμμής) και ποιοτικών (τρωτότητα, επικινδυνότητα κ.α.) πληροφοριών.

ΘΕΜΑΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	**ΠΗΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**
Γεωλογικοί Σχηματισμοί	Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε)
Ισοϋψείς Καμπύλες	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ)
Ακτογραμμή 1989	Earthexplorer.usgs.gov
Ακτογραμμή 2009	Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφησης (ΕΚΧΑ Α.Ε.)
Ευστατική άνοδος	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
Τεκτονική ανύψωση	Journal of Maps (Karymbalis et al.)
Παλιρροϊακό Εύρος	Υδρογραφική Υπηρεσία ΠΝ (ΥΥΠΝ)
Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος	Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)
Χρήσεις Γης	Δημόσια Ανοιχτά Δεδομένα (Geodata)

Πίνακας 1.11: Πηγή δεδομένων των θεματικών επιπέδων (Ιδία Επεξεργασία)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΌΤΗΤΑΣ & ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

5.1 Υπολογισμός δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας CVI

Ένα από τα βασικά προβλήματα των παράκτιων περιοχών είναι ο η επικινδυνότητα λόγω της πιθανής αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Το εύρος και η ένταση της παράκτιας διάβρωσης αναμένεται να ενταθεί λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Η διάβρωση δεν είναι εύκολο να υπολογιστεί εξαιτίας της αλληλεπίδρασης διαφόρων παραγόντων όπως το ιζηματολογικό ισοζύγιο και η παράκτια υδροδυναμική σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους. (Gornitz et al., 1994)

Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος αναπτύχθηκε από το USGS (United States Geological Survey) μία μέθοδος υπολογισμού της επικινδυνότητας στη διάβρωση των ακτών, που μπορεί να θεωρηθούν περισσότερο ευάλωτες σε μία μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Η μεθοδολογία αυτή είναι γνωστή ως Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index) (Gornitz et al.,1994, Thieler & Hammar-Klose, 1999). Ο CVI εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στις ακτές των Η.Π.Α και του Καναδά και βασίζεται σε υπαίθριες παρατηρήσεις, σε τοπογραφικές και γεωπεριβαλλοντικές πληροφορίες σε συνδυασμό με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας αποτελεί ένα δυναμικό, απλό και εύχρηστο μαθηματικό εργαλείο προσδιορισμού της επικινδυνότητας, των παράκτιων περιοχών , σε διάβρωση σε πιθανή μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Στον υπολογισμό του CVI συμπεριλαμβάνονται γεωμορφολογικές και ωκεανογραφικές παράμετροι όπως είναι: 1) η παράκτια λιθολογία, 2) οι παράκτιες κλίσεις, 3) ο ρυθμός της σχετικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας, 4) οι οριζόντιες αλλαγές της θέσης της ακτογραμμής, 5) το μέσο σημαντικό ύψος των εισερχόμενων κυμάτων και 6) το μέσο εύρος της παλίρροιας. Η μέθοδος παρέχει ένα ποσοτικό μέτρο της φυσικής επικινδυνότητας των ακτών λόγω της μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, και αποτελεί ένα αντικειμενικό μοντέλο για την αξιολόγηση αλλά και τον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό για τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης(Αλεξανδράκης κ.α., 2009). Ο δείκτης παράκτιας επικινδυνότητας που ,εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία, υπολογίστηκε ως η τετραγωνική ρίζα του γινομένου των 6 μεταβλητών, που αναφέρθηκαν παραπάνω, διαιρουμένου με το πλήθος των μεταβλητών αυτών:

$$C.V.I. = \sqrt{[(a*b*c*d*e*f)/6]}$$

Οι παραπάνω μεταβλητές μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες: 1) τις γεωλογικές μεταβλητές και 2) τις θαλάσσιες μεταβλητές. Στην κατηγορία των γεωλογικών μεταβλητών ανήκουν η γεωλογία, η παράκτια κλίση και οι μεταβολές τις ακτογραμμής ενώ στην κατηγορία των θαλάσσιων μεταβλητών ανήκουν η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος και το μέσο εύρος παλίρροιας.

Για κάθε μία παράμετρο η ακτή κατηγοριοποιείται σε πέντε κατηγορίες επικινδυνότητας από «Πολύ χαμηλή (1)» έως «Πολύ υψηλή (5)». Τα όρια βαθμονόμησης της ακτής που χρησιμοποιήθηκαν, προτάθηκαν από τους Pendleton et al., (2004). Για τις παραμέτρους (3), (5) και (6) χρησιμοποιήθηκαν τα όρια που προτάθηκαν από τους Karympalis et al. (2012), για τις Ελληνικές ακτές (Πίνακας 5.1).

Επικινδυνότητα					
Παράμετρος	**Πολύ Χαμηλή (1)**	**Χαμηλή (2)**	**Μέτρια (3)**	**Υψηλή (4)**	**Πολύ Υψηλή (5)**
Γεωμορφολογία	Ακτές που καταλαμβάνονται από ασβεστόλιθους και δολομίτες.	Ακτές που καταλαμβάνονται από υπερβασικά πετρώματα	Ακτές που καταλαμβάνονται από συνεκτικά κροκαλοπαγή	Ακτές που καταλαμβάνονται από τη φυλλιτική σειρά	Παράκτιες αλλουβιακές πεδιάδες και αιγιαλοί χαλαρών υλικών
Παράκτια κλίση	>12%	12-9%	9-6%	6-3%	<3%
Διάβρωση | Προέλαση ακτογραμμής	>(+1,5) m/yr	(+1,5)-(+0,5) m/yr	(+0,5)- (-0,5) m/yr	(-0,5)-(-1,5)m/yr	<(-1,5)m/yr
Σχετική άνοδος θαλάσσιας στάθμης	<1,8mm/yr	1,8-2,5mm/yr	2,5-3,0mm/yr	3,0-3,4mm/yr	>3,4mm/yr
Μέσο παλιρροιακό εύρος	<0,2m	0,2-0,4m	0,4-0,6m	0,6-0,8m	>0,8m
Μέσο σημαντικό ύψος κύματος	<0,3m	0,3-0,6m	0,6-0,9m	0,9-1,2m	>1,2m

Πίνακας 5.1: Ταξινόμηση των έξι παραμέτρων του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Πηγή:Pendleton et al., 2004, Karymbalis et al., 2012)

5.1.1 Γεωμορφολογία

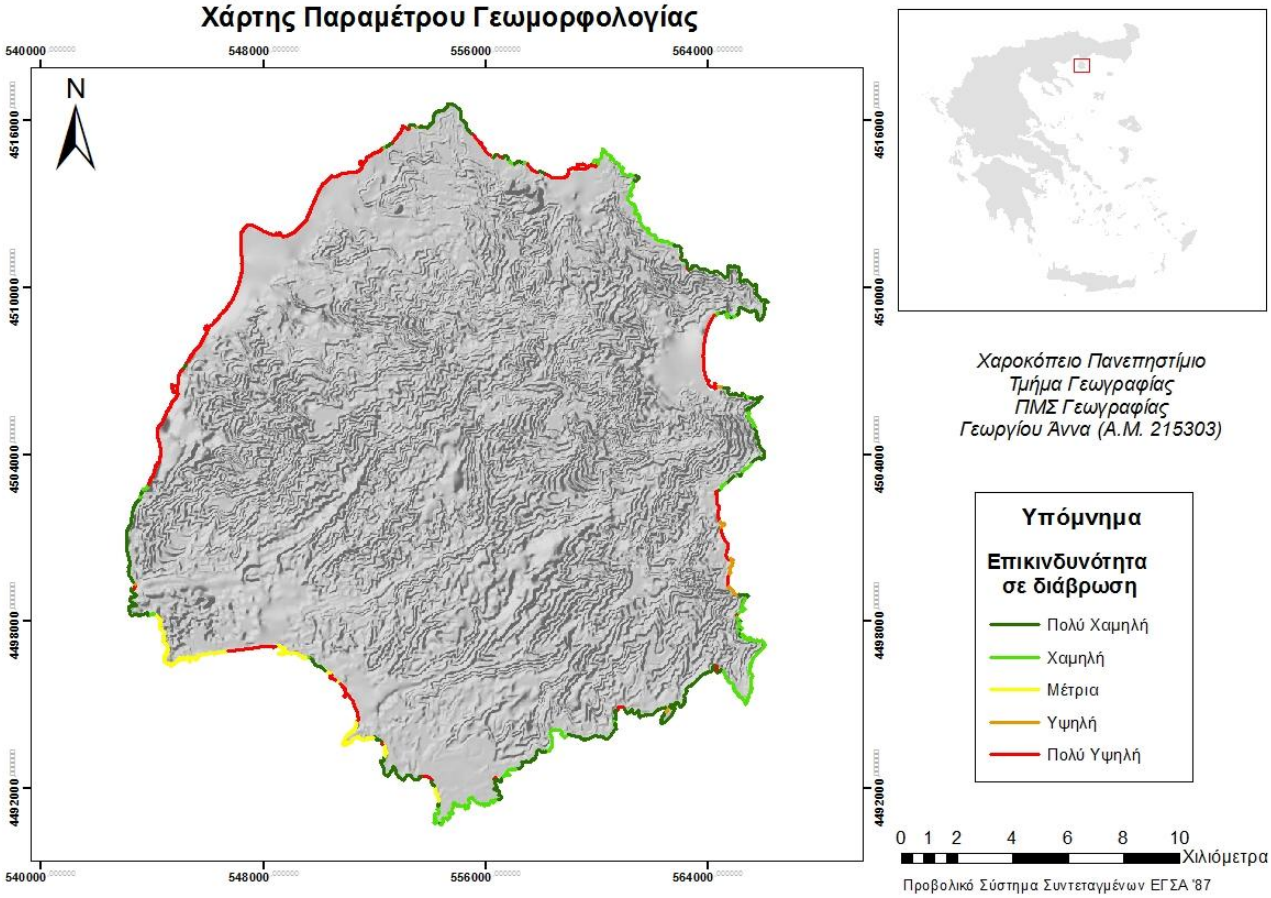
Η παράμετρος της γεωμορφολογίας στο Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας εκφράζει την απόκριση διαφόρων τύπων ακτών στη δράση του κύματος. Η μη αριθμητική μεταβλητή της μορφολογίας ταξινομείται με ποιοτικά κριτήρια, ως προς τη σχετική αντίσταση στη διάβρωση της συγκεκριμένης παράκτιας γεωμορφής (Μαυροματίδη, 2015).

Σημειώνεται ότι το μέγεθος στο οποίο η γεωμορφολογία μιας παράκτιας περιοχής επηρεάζει τον Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, συνδέεται άμεσα με την κλίση της περιοχής αυτής, η οποία βρίσκεται υπό συνεχή διαμόρφωση από ποικίλλες φυσικές διαδικασίες. Οι περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες είναι αποκλειστικά θαλάσσιας προέλευσης, όπως για παράδειγμα η πρόσκρουση των κυμάτων ή ο συνδυασμός της δράσης της θάλασσας με τα έντονα ατμοσφαιρικά φαινόμενα που χαρακτηρίζουν τις παραθαλάσσιες περιοχές. Τα απότομα πρανή που συναντώνται σε μια βραχώδη ακτή είναι συνδυασμός θαλάσσιας δράσης και προϋπάρχουσας μορφολογίας, που οφείλεται στις ανοδικές κινήσεις των ακτών κατά μήκος ενεργών ρηγμάτων. Αντίστοιχα, οι προσχωματικές επίπεδες παράκτιες περιοχές με έντονη κλίση υποδηλώνουν ότι η παροχή υλικών απόθεσης στο τμήμα αυτό της ακτογραμμής πριν από κάποιο χρονικό διάστημα ήταν έντονη και σταδιακά ελαχιστοποιήθηκε. Στη ζώνη κυματωγής με τη δράση των κυμάτων ήταν δυνατή κάποτε η απόσπαση και η μεταφορά ιζημάτων όπως ιλύς και άμμος. Μετά όμως από μια σημαντική περίοδο κυματικής ηρεμίας ο όγκος των αποθέσεων έγινε μεγάλος και έτσι το θαλάσσιο μέτωπο της ακτής απέκτησε μεγαλύτερη κλίση. Συμπερασματικά, τα ύψη και οι κλίσεις των παράκτιων ζωνών εξαρτώνται από την ευρύτερη τοπογραφία της περιοχής, τη λιθολογική δομή και το κλίμα που επικρατεί στην ευρύτερη περιοχή (Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004).

Με βάση την παράμετρο της γεωμορφολογίας οι ακτές κατατάσσονται σε κατηγορίες με κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία αφορούν τη μορφολογία, την κοκκομερία και τη σύσταση των πετρωμάτων τους. Στην ουσία με τη κατάταξη αυτή γίνεται μια άμεση διάκριση ανάμεσα σε περιοχές μικρής επικινδυνότητας όπως κάθετες βραχώδεις ακτές και μεγάλης επικινδυνότητας όπως μία αμμώδης παραλία.

Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί, μέρος των οποίων διαθέτει παρόμοια χαρακτηριστικά και άρα συμπεριφέρεται με παρόμοιο τρόπο στο φαινόμενο της διάβρωσης. Τόσο από τον χάρτη της γεωμορφολογίας της περιοχής μελέτης στον οποίο απεικονίζεται η κατηγοριοποίηση της ακτογραμμής ανάλογα με τις γεωμορφές που αναπτύσσονται , καθώς και από το διάγραμμα με το μήκος της κάθε ομάδας επικινδυνότητας διαπιστώνεται ότι το

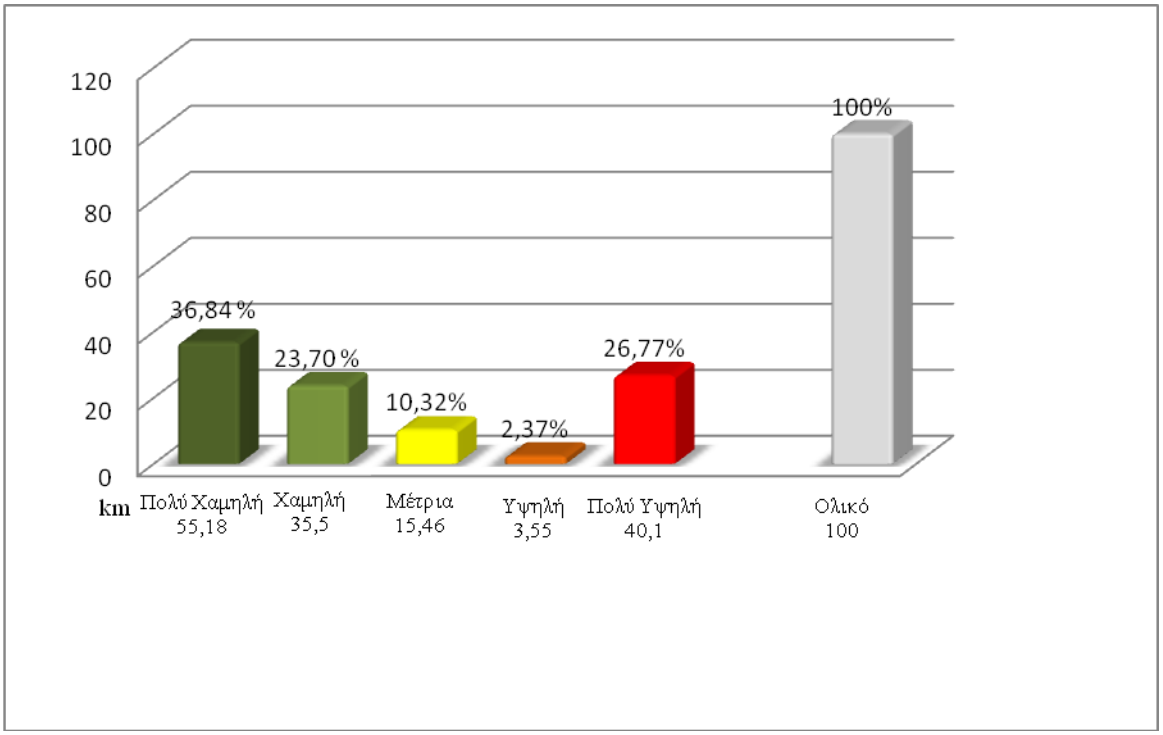
μεγαλύτερο μέρος της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται ως πολύ χαμηλής επικινδυνότητας δεδομένου ότι καταλαμβάνεται από βραχώδεις ακτές.



Χάρτης 5.1: Παράμετρος Γεωμορφολογίας (Ιδία επεξεργασία)

Γεωμορφολογία	Μάρμαρα Δολομίτες	Γνεύσιοι	Λατυκροκαλοπαγή	Σχιστόλιθοι	Πρόσφατες Αποθέσεις Χειμάρων, Σύχρονες Προσχώσεις	Σύνολο
Μήκος(%)	36,84	23,7	10,32	2,37	26,77	100
Μήκος(km)	55,18	35,5	15,46	3,55	40,1	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή(1)	Χαμηλή(2)	Μέτρια(3)	Υψηλή(4)	Πολύ Υψηλή(5)	

Πίνακας 5.2: Βαθμονόμηση της παραμέτρου της Γεωμορφολογίας (Ιδία επεξεργασία)



Διάγραμμα 5.1: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της παραμέτρου της Γεωμορφολογίας (Ιδία επεξεργασία)

5.1.2 Παράκτια Κλίση

Η γνώση της παράκτιας κλίσης επιτρέπει την εκτίμηση του σχετικού κινδύνου κατάκλισης της περιοχής, αλλά και της ενδεχόμενης υποχώρησης της ακτογραμμής, αφού περιοχές με μικρή κλίση είναι οι πλέον επιρρεπείς στο φαινόμενο της διάβρωσης (Thieler & Hammar-Klose, 1999).

Ήπιες κλίσεις σε μια ακτή υποδηλώνουν ότι μια μικρή κατακόρυφη άνοδος της στάθμης της θάλασσας δύναται να προκαλέσει σημαντική μετατόπιση των υδάτων προς την ξηρά. Στον αντίποδα, απότομες κλίσεις αποτελούν ένα φυσικό εμπόδιο απέναντι στο θαλάσσιο περιβάλλον και τον έντονο κατά τόπους και χρόνο, κυματισμό. Άμεσο συμπέρασμα αυτού είναι πως όσο μεγαλύτερη η κλίση μιας παράκτιας περιοχής, τόσο πιο δύσκολο είναι η περιοχή αυτή να κινδυνεύσει από την άνοδο της στάθμης των υδάτων, πάντα λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμορφολογία της περιοχής και εν τέλει την ένταση του κυματισμού (Σαρταμπάκου, 2013).

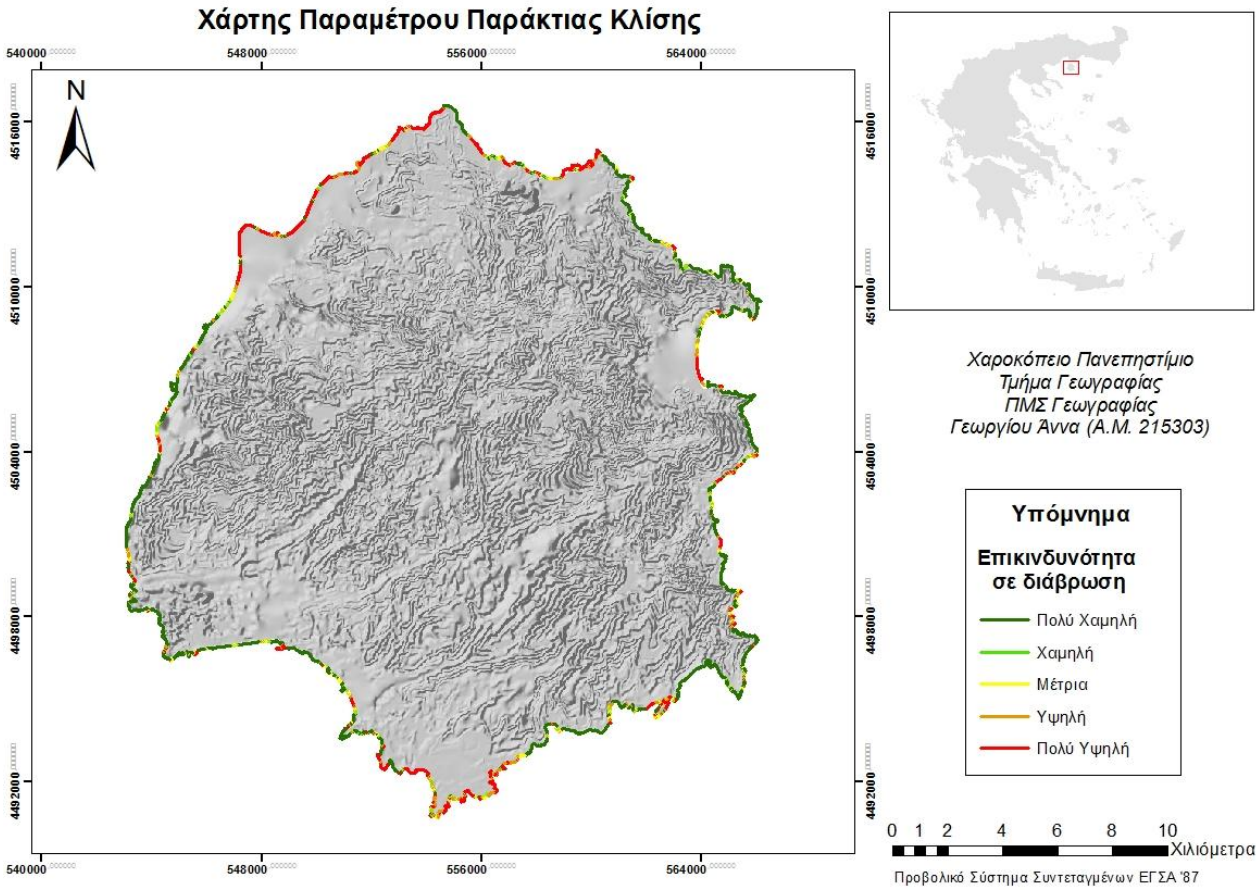
Επιπρόσθετα ο παράγοντας αυτός έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς σε περιοχές με χαμηλή κλίση ευνοείται η ανάπτυξη ανθρώπινων υποδομών με έντονες κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες (οικισμοί, υπηρεσίες τουρισμός) δίνοντας έστι και μια άλλη κοινωνική διάσταση στην

επικινδυνότητα.

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 τοις εκστό (%). Στη συγκεκριμένη εργασία η κλίση μετρήθηκε σε ποσοστό επί τοις εκατό (%)(Βαλλάτου,2017).

Μεταξύ των μεταβλητών του δείκτη, η παράκτια κλίση αποτελεί την κύρια παράμετρο που εκφράζει τον πλημμυρικό κίνδυνο από ενδεχόμενη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης καθώς όλες οι υπόλοιπες παράμετροι συνδέονται με τον κίνδυνο διάβρωσης της ακτογραμμής. Περιοχές με παράκτιες κλίσεις χαμηλότερες του 3% χαρακτηρίζονται ως πολύ υψηλής επικινδυνότητας ενώ περιοχές με κλίσεις μεγαλύτερες του 12% είναι χαμηλής επικινδυνότητας.

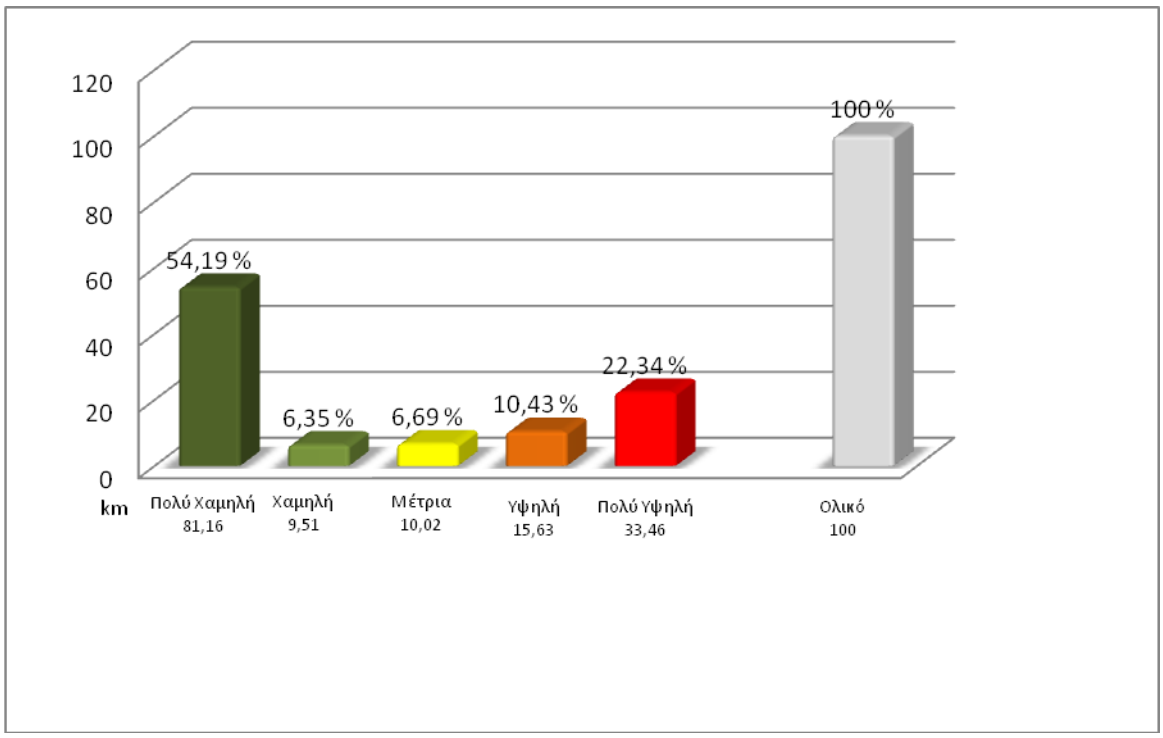
Τόσο από τον χάρτη παράκτιων κλίσεων εδάφους της περιοχής μελέτης , καθώς και από το διάγραμμα με το μήκος της κάθε ομάδας επικινδυνότητας διαπιστώνεται ότι η ακτογραμμή μοιράζεται ανάμεσα στις πέντε κατηγορίες επικινδυνότητας με την κατηγορία πολύ χαμηλής επικινδυνότητας να υπερτερεί και την πολύ υψηλής επικινδυνότητας να ακολουθεί.



Χάρτης 5.2: Παράμετρος Παράκτιας Κλίσης (Ιδία επεξεργασία)

Παράκτια Κλίση	>12%	12-9%	9-6%	6-3%	<3%	Σύνολο
Μήκος(%)	54,19	6,35	6,69	10,43	22,34	100
Μήκος(km)	81,16	9,51	10,02	15,63	33,46	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή(1)	Χαμηλή(2)	Μέτρια(3)	Υψηλή(4)	Πολύ Υψηλή(5)	

Πίνακας 5.3: Βαθμονόμηση της παραμέτρου της Παράκτιας Κλίσης (Ιδία επεξεργασία)



Διάγραμμα 5.2: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της παραμέτρου της Παράκτιας Κλίσης (Ιδία επεξεργασία)

5.1.3 Ιστορική Μετατόπιση της Ακτογραμμής

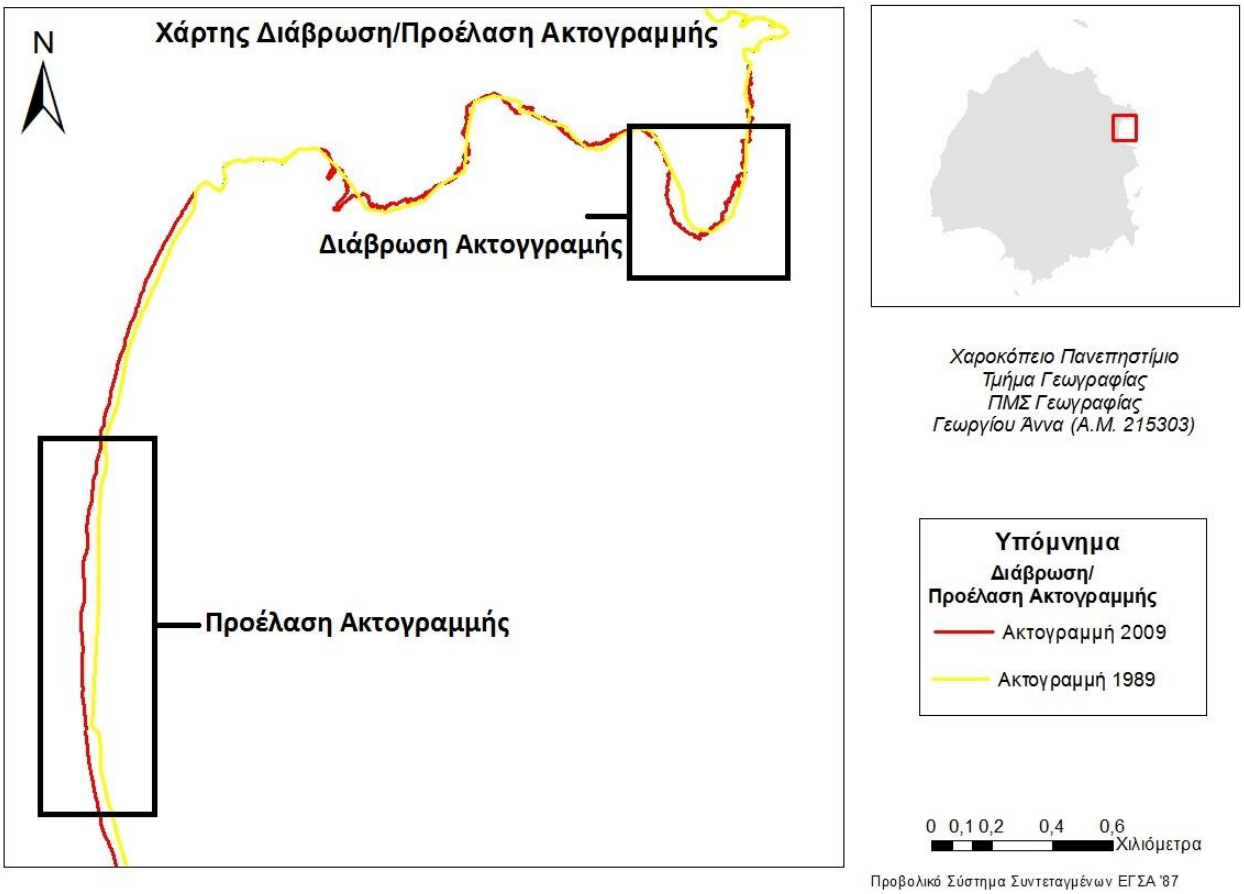
Η συγκεκριμένη μεταβλητή αναφέρεται στη διαχρονική μεταβολή του ορίου μεταξύ ξηράς και θάλασσας, που αποδίδεται στις διαδικασίες της διάβρωσης και της πρόσχωσης (Σαρταμπάκου, 2013).

Το σημερινό σχήμα των ακτογραμμών είναι αποτέλεσμα διεργασιών που έγιναν κατά το γεωλογικό παρελθόν και οφείλεται σε κινήσεις της ξηράς και της θάλασσας. Οι μεταβολές αυτές πραγματοποιήθηκαν με την επίδραση ενδογενών δυνάμεων, όπως είναι οι ανυψώσεις και ταπεινώσεις περιοχών, δημιουργία ρηγμάτων, ηφαιστειακή δράση, κ.α., καθώς επίσης και με την επίδραση εξωγενών παραγόντων, όπως είναι η δημιουργία παγετώνων, η διάβρωση και η απόθεση. Οι διαδικασίες της διάβρωσης και της απόθεσης σχηματίζουν τις πιο εντυπωσιακές ακτές. Η διάβρωση είναι αρμόδια για τη διαμόρφωση των λόφων και των κοιλάδων στην ξηρά, των λιμνών και των ακτών στο παράκτιο περιβάλλον. Η διάβρωση είναι μια απολύτως φυσική διαδικασία και ένα μέσο κίνησης υλικού και ιζημάτων. Η διαδικασία της διάβρωσης σταματάει όταν το ίζημα εγκατασταθεί σε μια επιφάνεια. Η διαδικασία αυτή καλείται απόθεση ή αλλιώς πρόσχωση (Ξύξη, 2004).

Στα πλαίσια υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας εξετάζεται η οπισθοχώρηση ή πρόσχωση μιας ακτογραμμής λόγω διάβρωσης και πρόσχωσης, ως βασικός παράγοντας της επικινδυνότητας που παρουσιάζει η εν λόγω ακτογραμμή σε μια πιθανή άνοδο της στάθμης των υδάτων. Συνήθως εξετάζεται η ιστορική μετακίνηση που έχει παρέλθει σε χρονική έκταση δεκαετιών, όσο επιτρέπουν τα διαθέσιμα δεδομένα για τη λήψη της συγκεκριμένης πληροφορίας. Στη συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση της τωρινής κατάστασης της υπό μελέτης ακτογραμμής με τη μορφή που είχε σε παλιότερα έτη, ώστε να προκύψουν οι ρυθμοί ιστορικής μεταβολής. Το συγκεκριμένο δεδομένο χρησιμοποιείται τελικά για να προβλεφθούν με ικανοποιητική ακρίβεια οι τάσεις μετακίνησης του ορίου μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Η ιστορική μετακίνηση μιας ακτογραμμής εκφράζεται σε m/έτος (Σιάφακας, 2003).

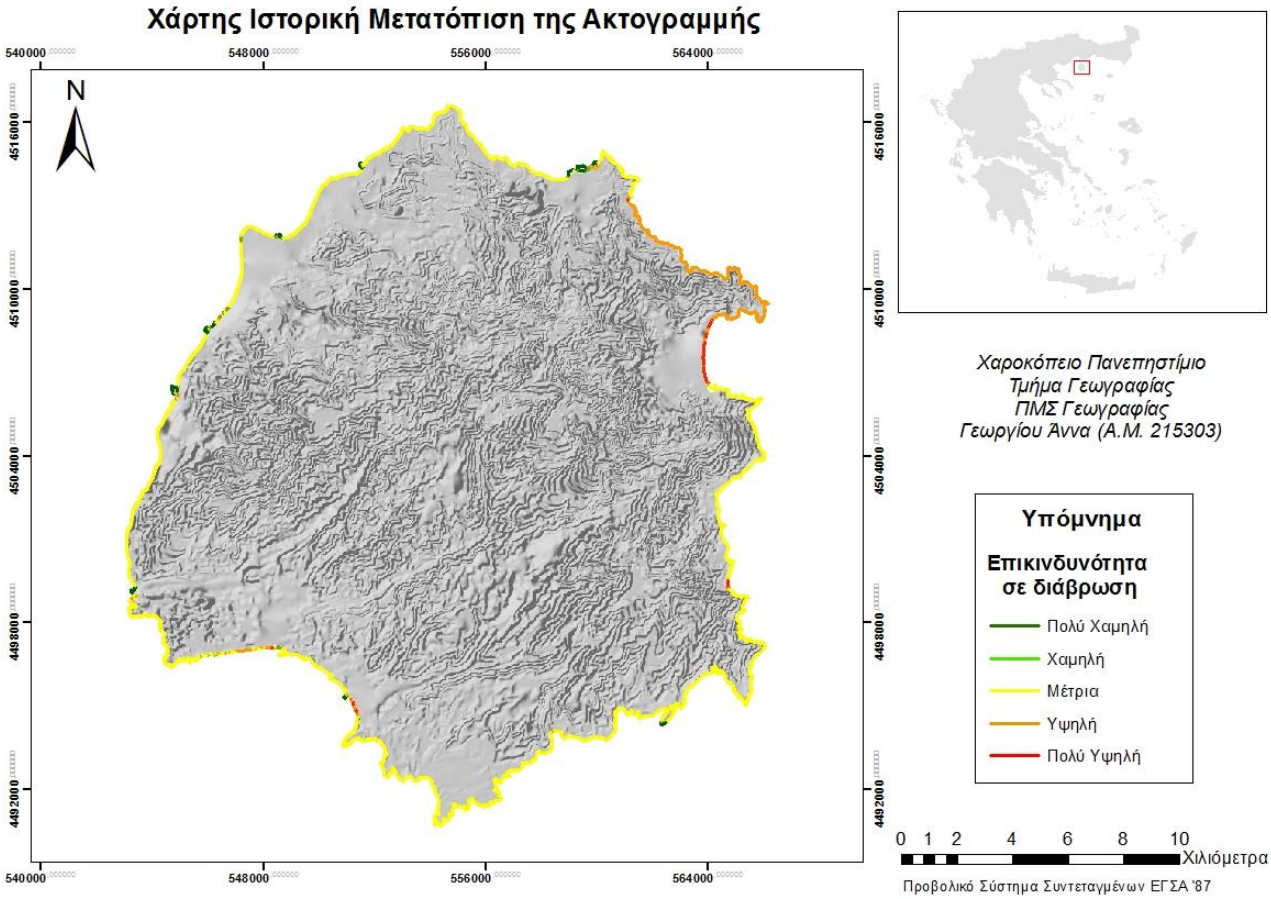
Για έναν πρώτο προσδιορισμό και εντοπισμό ταν μεταβολών της ακτογραμμής, της Θάσου χρησιμοποιήθηκαν και αξιοποιήθηκαν οι ορθοφωτογραφίες του κτηματολογίου απ' όπου και χαράχθηκε η πρόσφατη ακτογραμμή του νησιού. Η πρόσβαση έγινε μέσα WMS (Web Map Service) εξυπηρετητή (σύνδεσμος :http://gís.ktimauet gghvmashvmsopen/ω msservee.aspx?). Οι ορθοφωτογραφίες αφορούν στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας, με εξαίρεση ορισμένες παραμεθόριες περιοχές, καθώς και ορισμένες διαβαθμισμένες εγκαταστάσεις, για τις οποίες ισχύουν περιορισμοί και απαγορεύσεις από τις αρμόδιες αρχές και υπηρεσίες της χώρας. Η χωρική ανάλυση ταν εικόνων είναι 20m για τις αστικές περιοχές και 50cm για τις υπόλοιπες, περιοχές της χώρας. Οι ορθοφωτογραφίες αυτές προέκυψαν από φωτοληψίες της περιόδου 2007-2009. Η ακτογραμμή αυτή συγκρίθηκε με την ακτογραμμή που προέκυψε από την ψηφιοποίηση της αεροφωτογραφίας του 1989 (Μέσος Ρυθμός Μεταβολής= κάθετη απόσταση μεταξύ των ακτογραμμών των δύο ετών/(2009-1989)). Η παράκτια χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε πιστοποίησε και επιτόπου τη διάβρωση ή μη της ακτογραμμής.

Στην συνέχεια παρατίθεται χάρτης ο οποίος εστιάζει σε συγκεκριμένες περιοχές προκειμένου να γίνει αντιληπτή η διάβρωση ή η προέλαση της ακτογραμμής μέσα στην πάροδο των χρόνων (Χάρτης 5.3). Περιοχές που προελαύνουν είναι λιγότερο επιρρεπείς σε σχέση με εκείνες που υποχωρούν οι οποίες θεωρούνται ως μεγάλης επικινδυνότητας.



Χάρτης 5.3: Διάβρωση/ Πρέλαση Ακτογραμμής (Ιδία επεξεργασία)

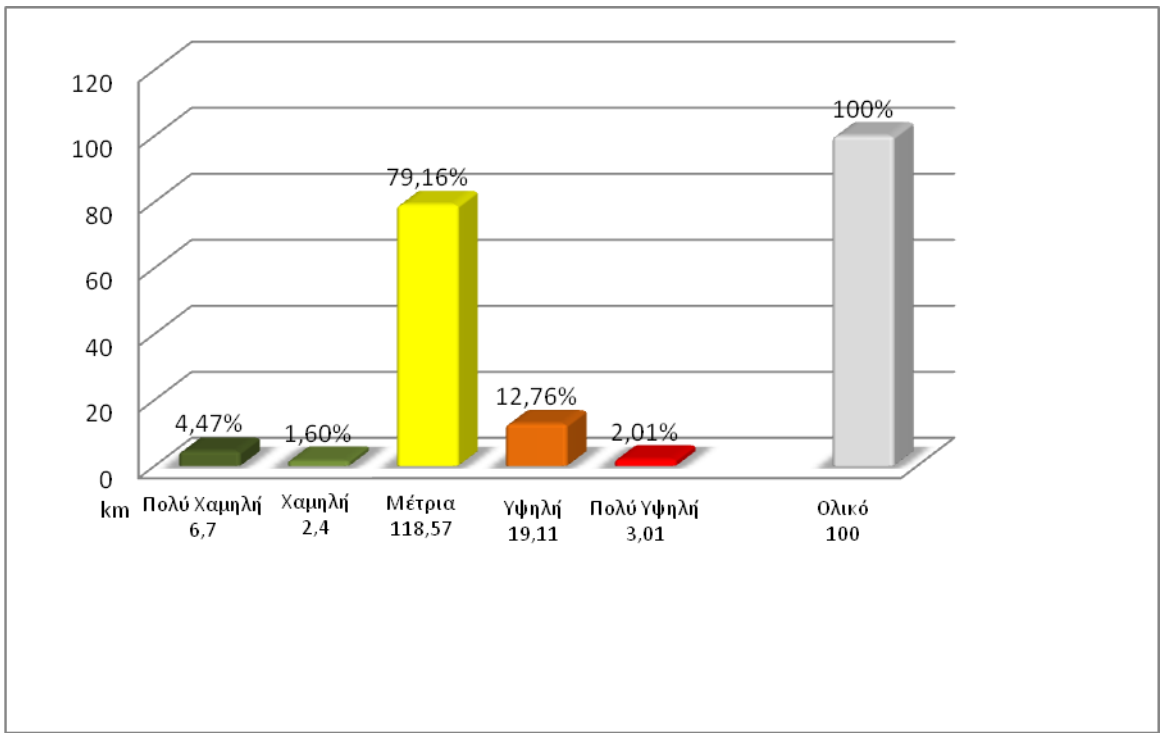
Διαπιστώνεται ότι η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται κυρίως από μέτρια επικινδυνότητα σε διάβρωση σε σχέση με τον παράγοντα της οριζόντιας μεταβολής της ακτογραμμής.



Χάρτης 5.4: Παράμετρος Ιστορικής Μετατόπισης της Ακτογραμμής (Ιδία επεξεργασία)

Μετατόπιση Ακτογραμμής	>2,0m/yr	1,0-2,0m/yr	-1,0-1,0m/yr	-2,0- -1,0m/yr	<-2,0m/yr	Σύνολο
Μήκος(%)	4,47	1,6	79,16	12,76	2,01	100
Μήκος(km)	6,7	2,4	118,57	19,11	3,01	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή(1)	Χαμηλή(2)	Μέτρια(3)	Υψηλή(4)	Πολύ Υψηλή(5)	

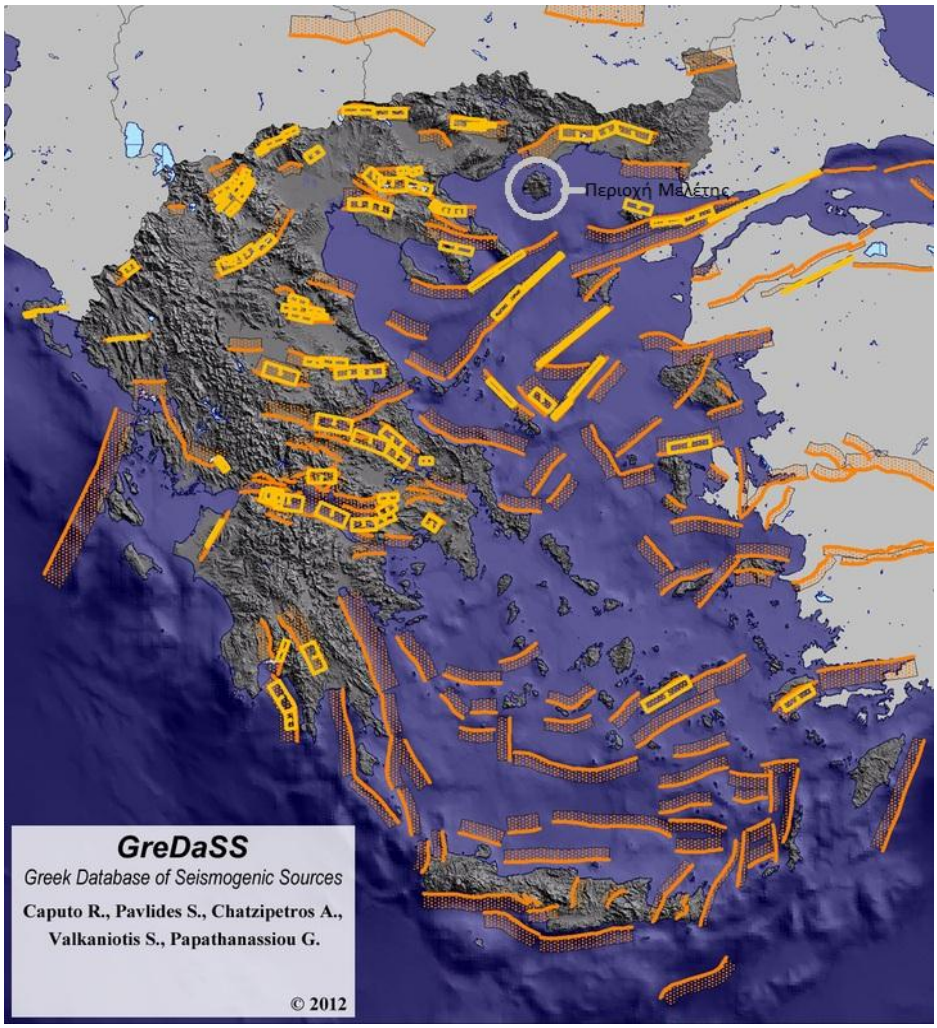
Πίνακας 5.4: Βαθμονόμηση της παραμέτρου της Ιστορικής Μετατόπισης της Ακτογραμμής (Ιδία επεξεργασία)



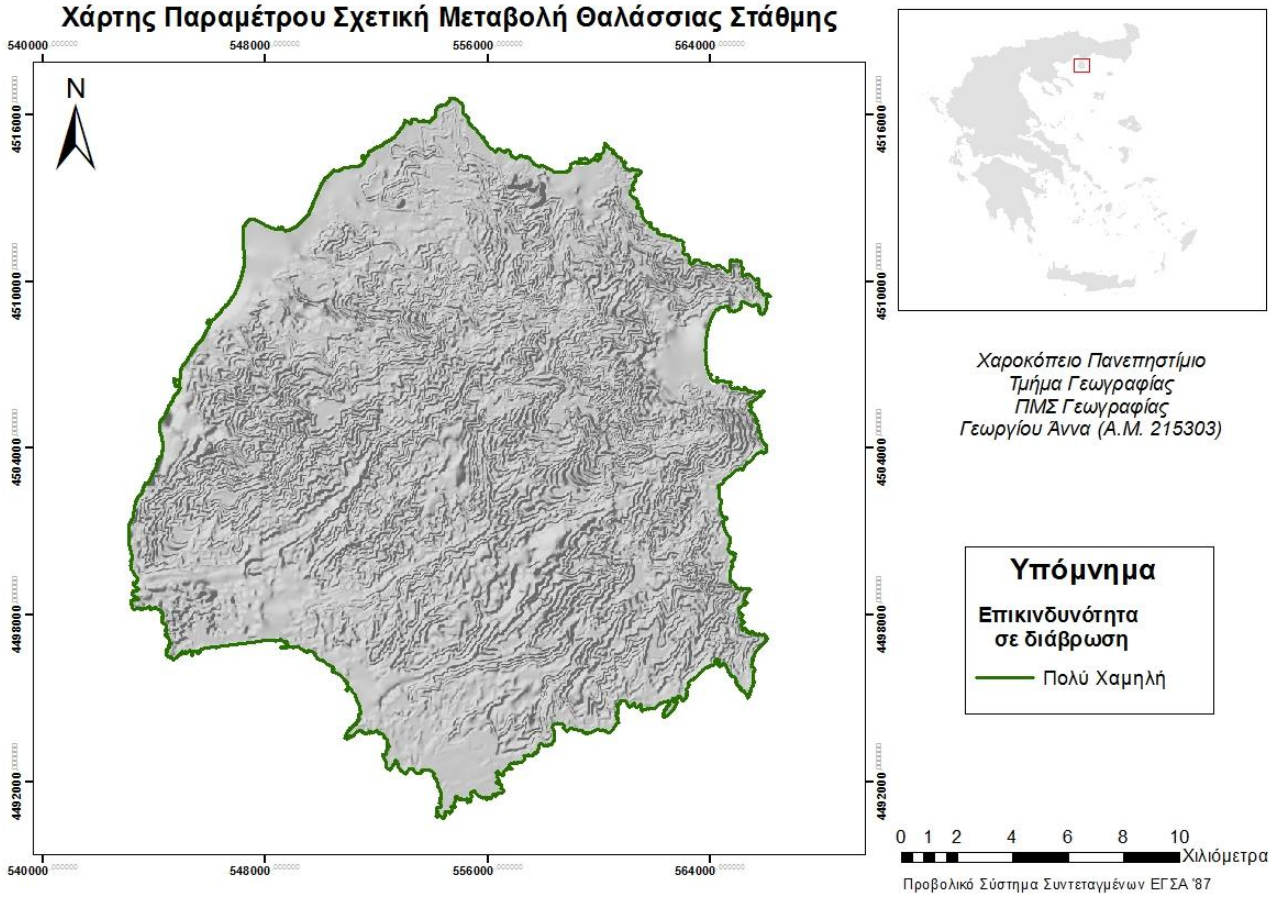
Διάγραμμα 5.3: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της παραμέτρου της Ιστορικής Μετατόπισης της Ακτογραμμής (Ιδία επεξεργασία)

5.1.4 Σχετική Μεταβολή της Στάθμης της Θάλασσας

Δεδομένα για τη σχετική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης αποτελούν ο ρυθμός της μεταβολής της στάθμης σε τοπικό επίπεδο κατά τη διάρκεια των ιστορικών χρόνων και συνήθως προέρχονται από μετρήσεις παλιρροιογράφων που αφορούν μακρές χρονικές περιόδους. Ο ρυθμός ανόδου είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του ευστατισμού με την ισοστασία ή/και τον τεκτονισμό. Δεδομένου ότι η περιοχή μελέτης δεν επηρεάζεται από ενεργά νεοτεκτονικά ρήγματα (Sboras et al., 2012) θεωρήθηκε ότι η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης εξαρτάται αποκλειστικά από τον παράγοντα του ευστατισμού . Οπότε για την εκτίμηση της παραμέτρου αυτής ελήφθησαν υπόψη βιβλιογραφικά δεδομένα για τον ρυθμό της πρόσφατης ευστατικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στην περιοχή του Αιγαίου (Kambouroglou et al., 1988, VanAndel, 1990, Lambeck 1996, Vouvalidis et al., 2005). Σύμφωνα με τις ευστατικές καμπύλες των παραπάνω η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου τα τελευταία 2000 έτη παρουσιάζει ένα σταθερό μέσο ρυθμό ανόδου ίσο περίπου με 1mm/yr και αξιολογήθηκε ως παράγων πολύ χαμηλής επικινδυνότητας (τιμή 1) για όλη την περιοχή μελέτης.



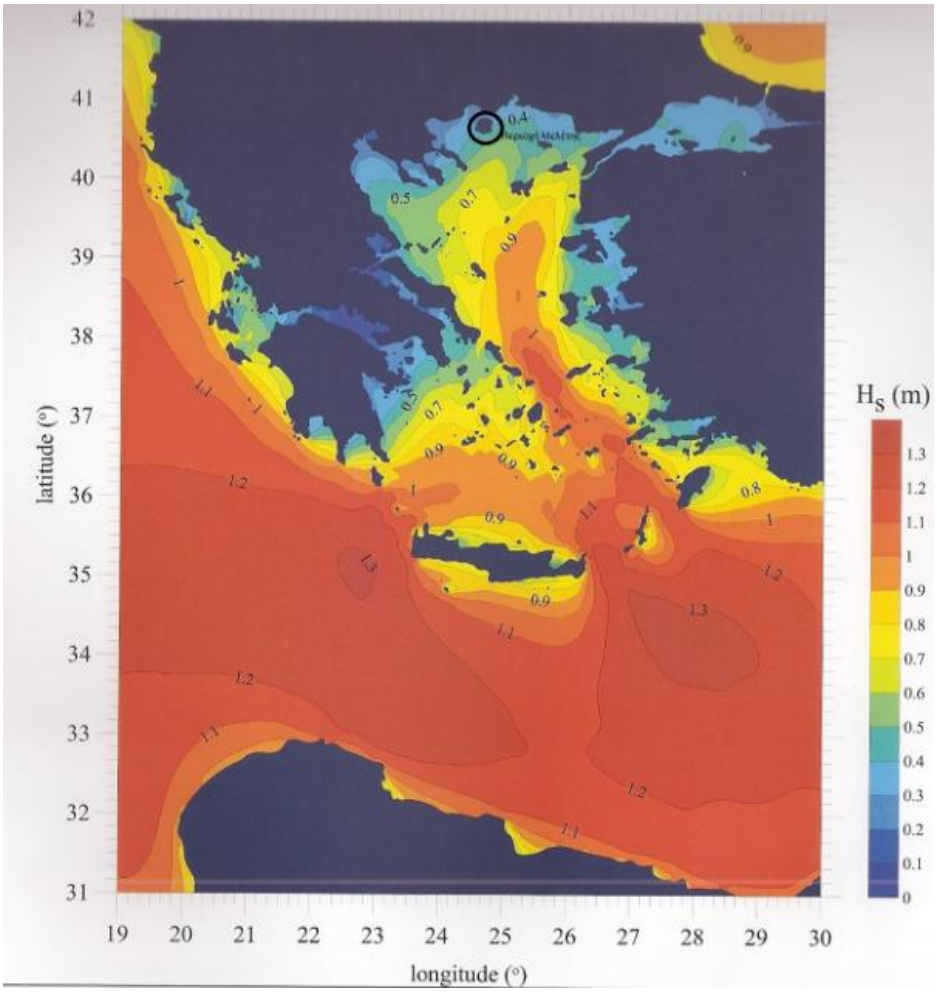
Εικόνα 5.1:Χάρτης σεισμογενών περιοχών στον ελληνικό χώρο (Πηγή: Sboras S., 2012)



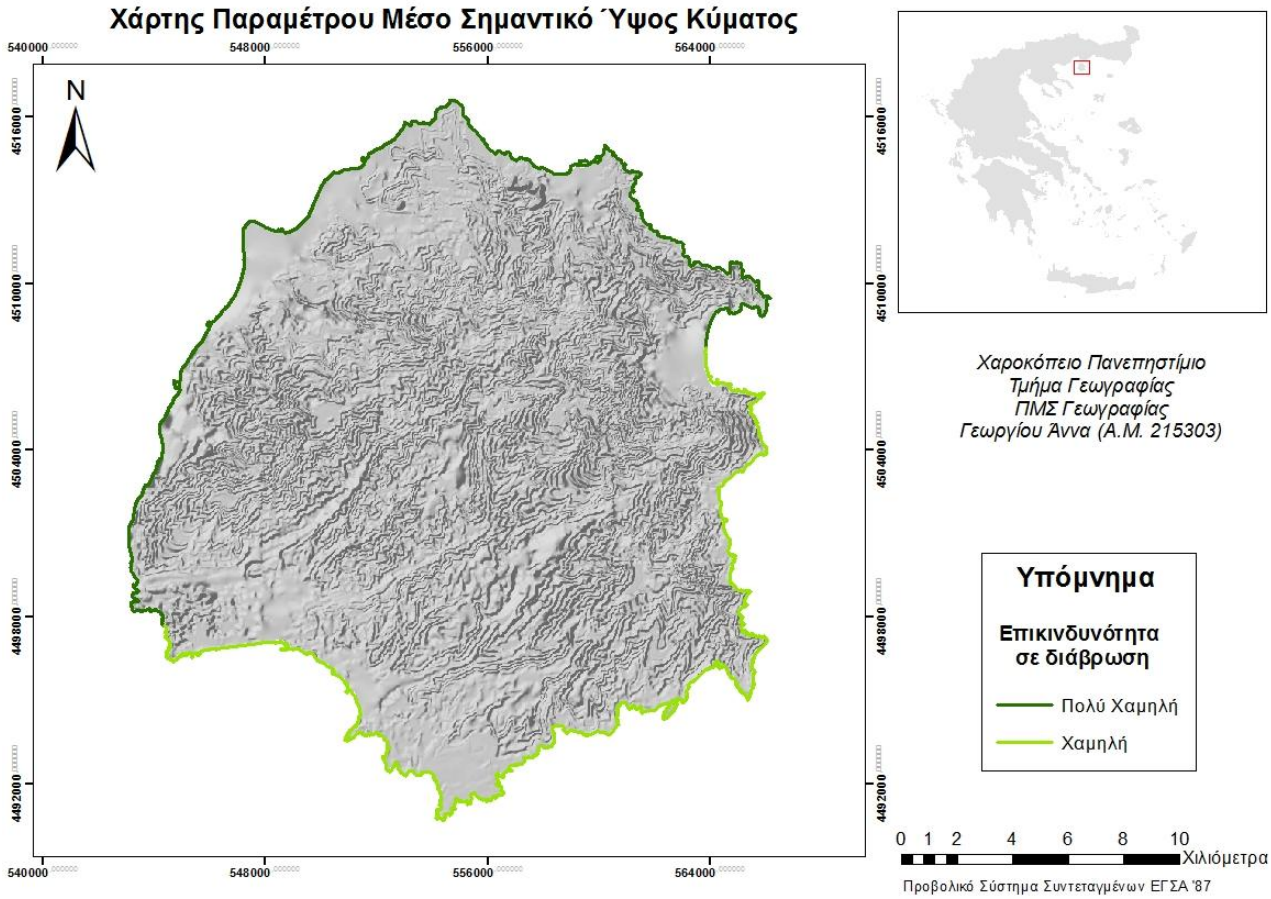
Σχετική Άνοδος Θαλάσσιας Στάθμης	<1,8mm/yr	1,8-2,5mm/yr	2,5-3,0mm/yr	3,0-4,0mm/yr	>3,4mm/yr	Σύνολο
Μήκος(%)	100	-	-	-	-	100
Μήκος(km)	149,78	-	-	-	-	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή(1)	Χαμηλή(2)	Μέτρια(3)	Υψηλή(4)	Πολύ Υψηλή(5)	

5.1.5 Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος

Στις μελέτες παράκτιας επικινδυνότητας λαμβάνονται υπόψη τα κύματα μεγαλύτερου ύψους που είναι τα πλέον επικίνδυνα και ευκολότερο να μετρηθούν. Το μέσο σημαντικό ύψος κύματος χρησιμοποιείται ως δείκτης της ενέργειας των κυμάτων που προκαλεί τη μεταφορά και την απόθεση ιζημάτων στις ακτές. Σύμφωνα με τον Άτλαντα Ανέμων και Κυματισμού των Ελληνικών Θαλασσών (Soukisian et al., 2007) του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών, τα ύψη κύματος που εμφανίζονται στην περιοχή κυμαίνονται είναι από 0,2 έως 0,4m. Συνεπώς αποδόθηκαν στην ακτογραμμή, οι τιμές 1 (Πολύ χαμηλής επικινδυνότητας), 2 (Χαμηλής επικινδυνότητας).



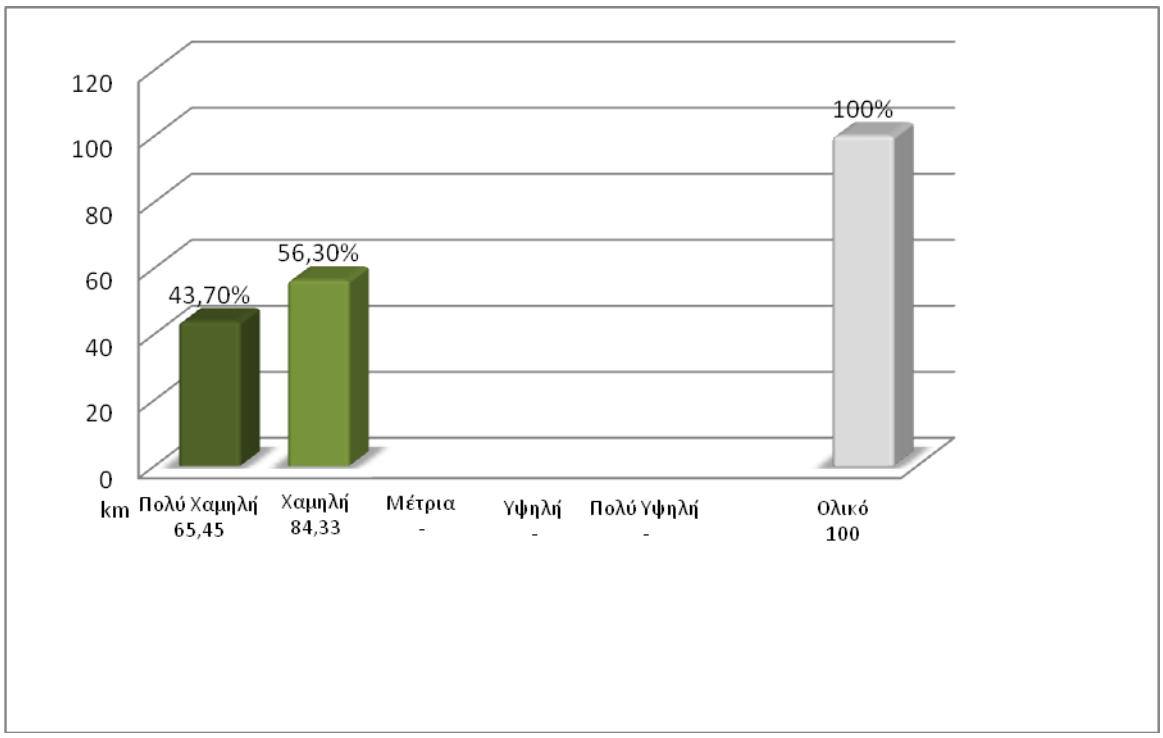
Εικόνα: Χωρική κατανομή μέσου σημαντικού ύψους κύματος(Πηγή: Soukisian et al., 2007)



Χάρτης 5.6: Παράμετρος Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος (Ιδία επεξεργασία)

Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος	<0,3m	0,3-0,6m	0,6-0,9m	0,9-1,2m	>1,2m	Σύνολο
Μήκος(%)	43,7	56,3	-	-	-	100
Μήκος(km)	65,45	84,33	-	-	-	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή(1)	Χαμηλή(2)	Μέτρια(3)	Υψηλή(4)	Πολύ Υψηλή(5)	

Πίνακας 5.6: Βαθμονόμηση της παραμέτρου του Μέσου Σημαντικού Ύψους Κύματος (Ιδία επεξεργασία)



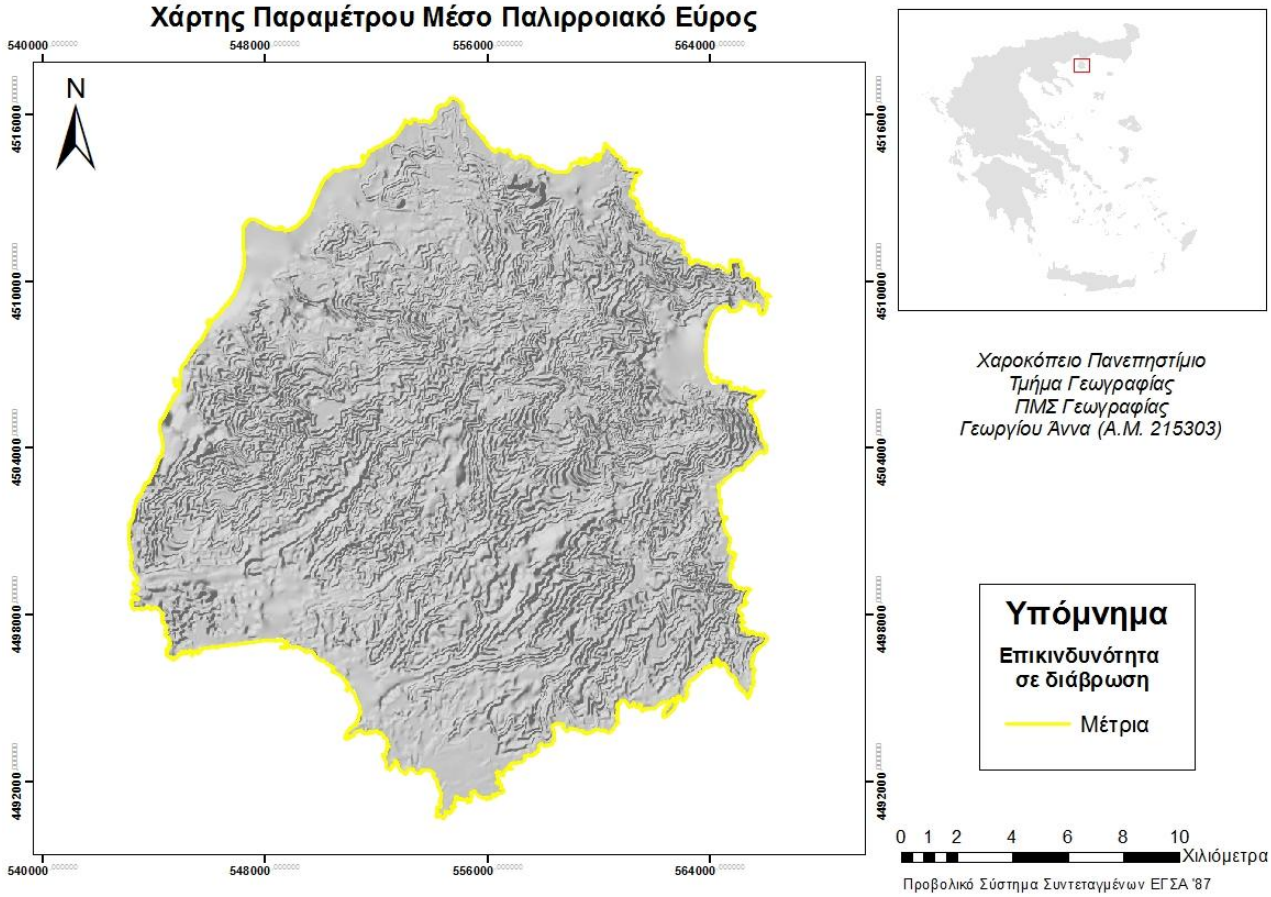
Διάγραμμα 5.4: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της παραμέτρου του Μέσου Σημαντικού Ύψους Κύματος (Ιδία επεξεργασία)

5.1.6 Μέσο Παλιρροιακό Εύρος

Με τον όρο παλίρροια ορίζεται το φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο η στάθμη της θάλασσας ανυψώνεται και υποχωρεί δύο φορές την ημέρα. Η ανύψωση καλείται πλημμυρίδα ενώ η υποχώρηση καλείται άμπωτις. Η διαφορά των επιπέδων πλημμυρίδας και άμπωτις καλείται παλιρροιακό εύρος. Το φαινόμενο της παλίρροιας οφείλει την ύπαρξη του σε εξωγενείς επιδράσεις όπως είναι η συνδυασμένη έλξη πλανητών στην επιφάνεια της Γης και σε ενδογενείς επιδράσεις όπως είναι η επίδραση κλιματικών φαινομένων και τεκτονικών κινήσεων στην επιφάνεια της Γης (Σαρταμπάκου, 2013).

Με τον όρο παλίρροια ορίζεται το φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο η στάθμη της θάλασσας ανυψώνεται και υποχωρεί δύο φορές την ημέρα. Η ανύψωση καλείται πλημμυρίδα και η ανώτατη στάθμη του θαλάσσιου νερού κατά την πλημμυρίδα καλείται πλήμμη. Αντίστοιχα, η υποχώρηση καλείται άμπωτις και η κατώτατη στάθμη του θαλάσσιου νερού κατά την αμπώτιδα καλείται ρηχία. Αφού το φαινόμενο ολοκληρωθεί, επαναλαμβάνεται από την αρχή. Η διαφορά των επιπέδων πλημμυρίδας και αμπώτιδας καλείται εύρος της παλίρροιας. Το φαινόμενο της παλίρροιας οφείλει την ύπαρξή του σε εξωγενείς επιδράσεις, και συγκεκριμένα στη συνδυασμένη έλξη πλανητών στην επιφάνεια της Γης, καθώς επίσης και σε ενδογενείς επιδράσεις, δηλαδή στην επίδραση κλιματικών φαινομένων και γεωτεκτονικών κινήσεων που διαδραματίζονται στην επιφάνεια της Γης (Γαλανού, 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας για τον Ελλαδικό χώρο, το μέσο παλιρροϊακό εύρος για την περιοχή της Θάσου, θεωρήθηκε το ίδιο κατά μήκος όλης της ακτογραμμής και ότι αυτό εντάσσεται στην κατηγορία μέτριας επικινδυνότητας (Χάρτης 5.7).



Χάρτης 5.7: Παράμετρος Μέσο Παλιρροϊακό Εύρος (Ιδία επεξεργασία)

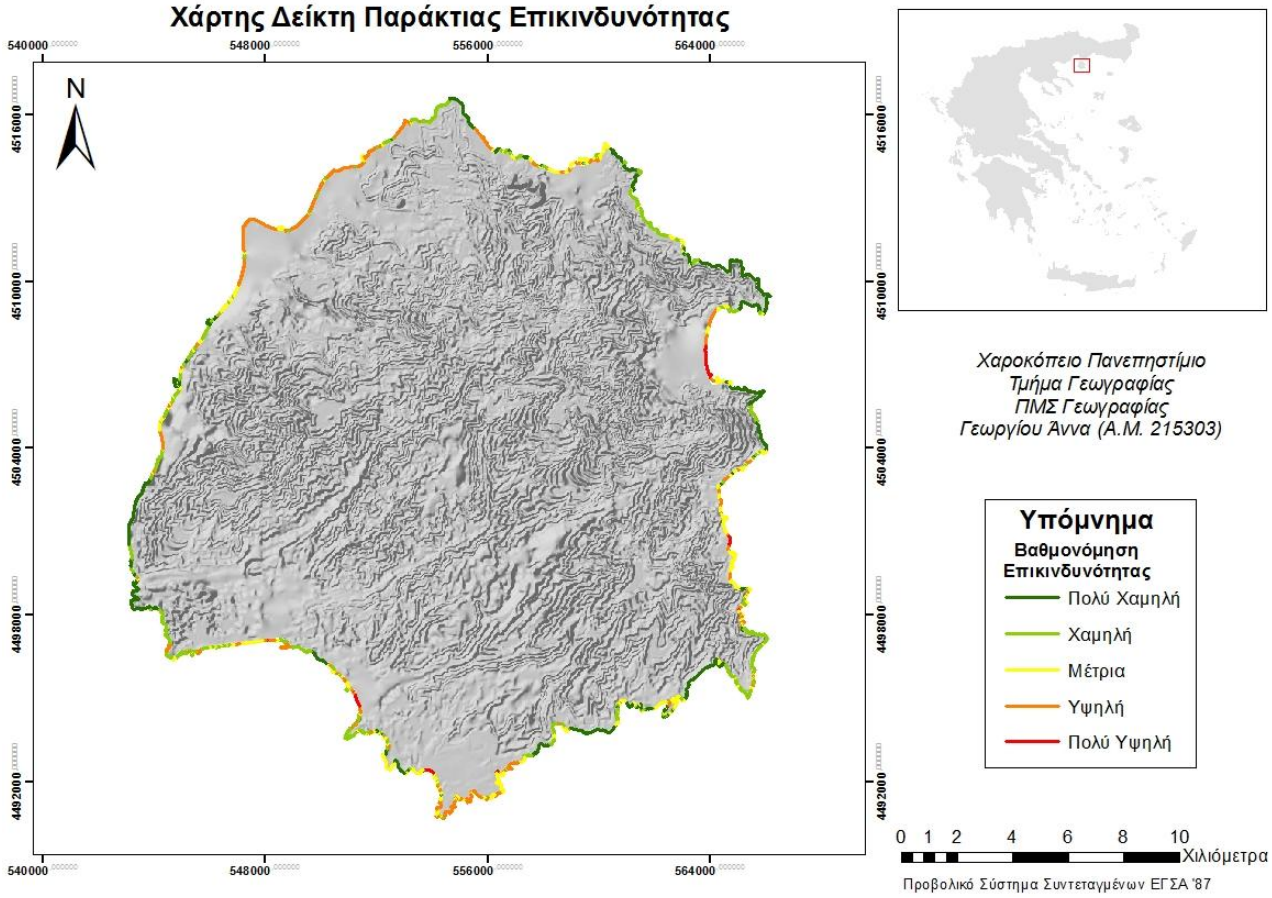
Μέσο Παλιρροιακό Εύρος	<0,2m	0,2-0,4m	0,4-0,6m	0,6-0,8m	>0,8m	Σύνολο
Μήκος(%)	-	-	100	-	-	100
Μήκος(km)	-	-	149,78	-	-	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή(1)	Χαμηλή(2)	Μέτρια(3)	Υψηλή(4)	Πολύ Υψηλή(5)	

Πίνακας 5.7: Βαθμονόμηση της παραμέτρου του Μέσου Παλιρροϊακού Εύρους (Ιδία επεξεργασία)

5.1.7 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας

Μετά τον υπολογισμό των επιμέρους μεταβλητών, ακολούθησε ο υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας με τη βοήθεια του ArcGis. Τα αποτελέσματα κατηγοριοποιήθηκαν σε πέντε(5) κλάσεις με τη μέθοδο των φυσικών διαστημάτων (Natural Breaks Jenks), η οποία αναγνωρίζει τις απότομες μεταβολές μεταξύ των τιμών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όταν οι τιμές δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες (Graeme, 2002).

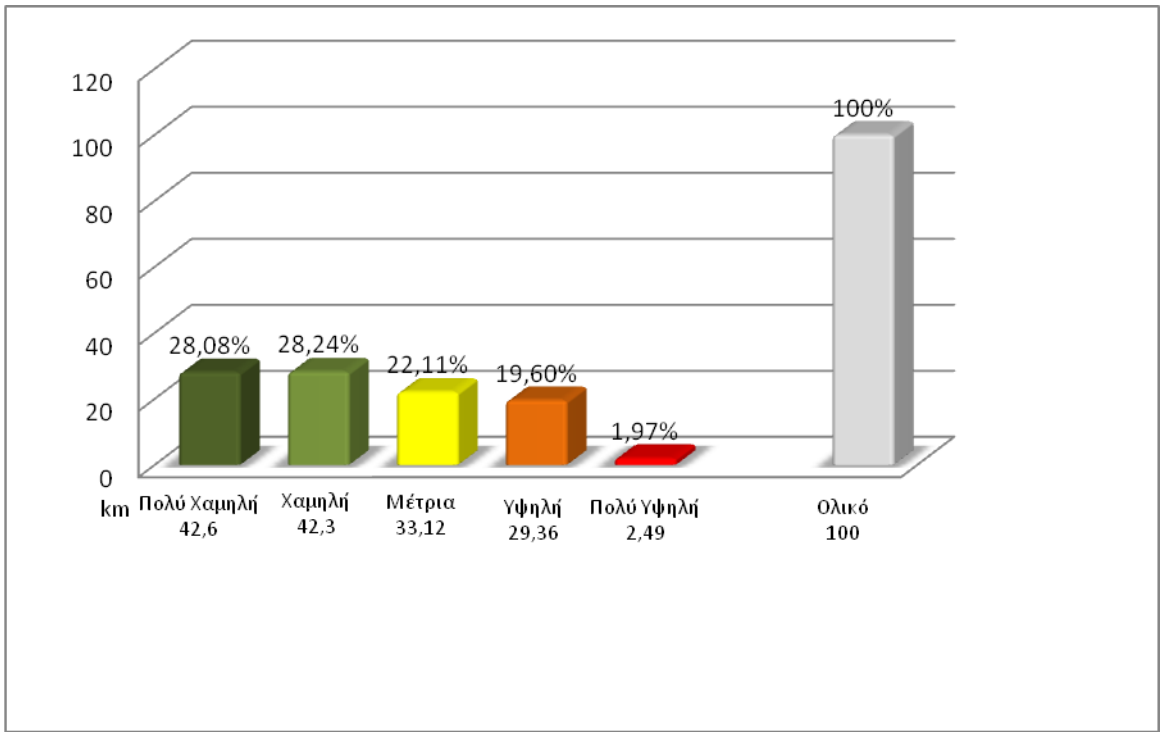
Συνολικά θα λέγαμε ότι η επικινδυνότητα σε διάβρωση κατανέμεται σχετικά ομοιόμορφα μεταξύ των 5 κατηγοριών επικινδυνότητας με την πολύ χαμηλή και χαμηλή επικινδυνότητα να υπερτερούν. Τα τμήματα υψηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας εντοπίζονται κυρίως στις αμμώδεις παραλίες του νησιού . Εκεί δηλαδή που συναντάμε κυρίως μικρές κλίσεις και μαλακούς σχηματισμούς επιρρεείς στη διάβρωση(αμμώδεις παραλίες).



Χάρτης 5.8: Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (Ιδία επεξεργασία)

Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας	1	2	3	4	5	Σύνολο
Μήκος(%)	28,08	28,24	22,11	19,6	1,97	100
Μήκος(km)	42,06	42,3	33,12	29,36	2,49	149,78
Επικινδυνότητα	Πολύ Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ Υψηλή	

Πίνακας 5.8: Βαθμονόμηση της παραμέτρου του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Ιδία επεξεργασία)



Διάγραμμα 5.5: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της παραμέτρου του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Ιδία επεξεργασία)

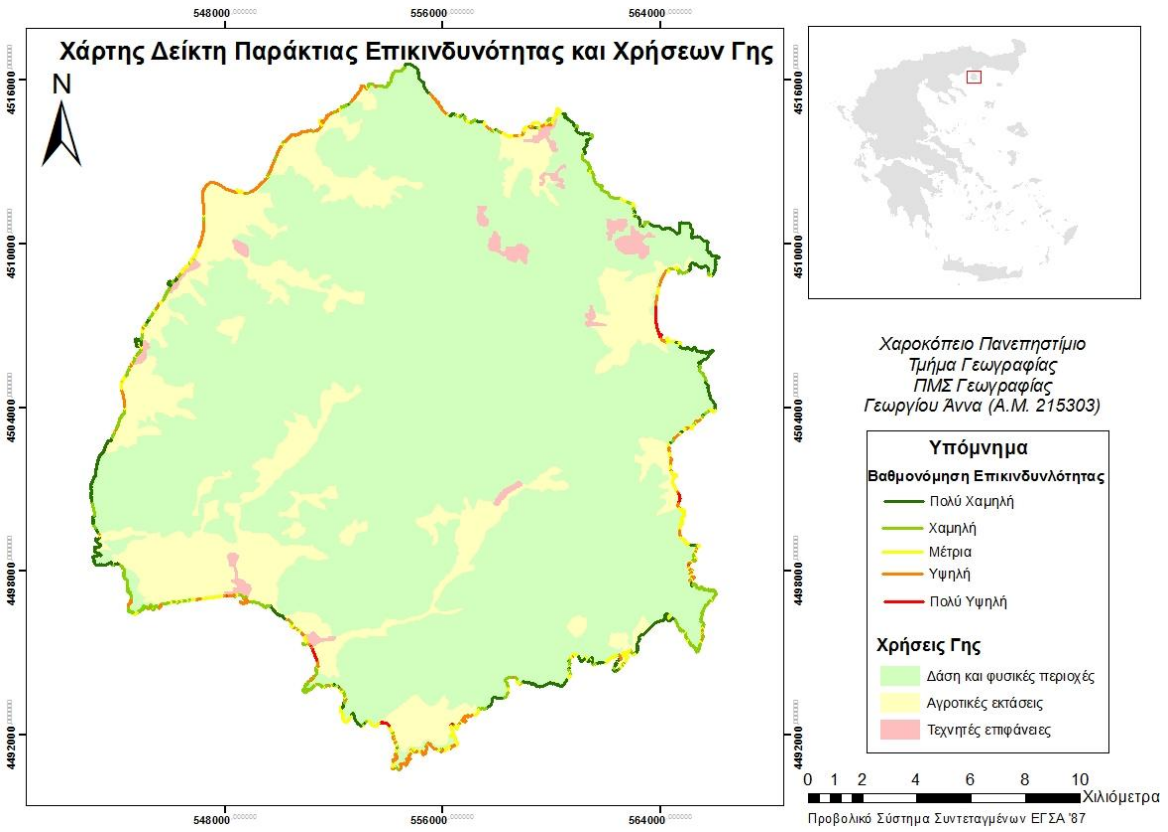
5.2 Υπολογισμός Παράκτιας Τρωτότητας

Ο σχεδιασμός των χρήσεων γης είναι απαραίτητος σε κοινωνίες που ακόμα μεγαλώνουν και κατέχουν μη αναπτυγμένες περιοχές. Η επιτυχία των τεχνικών διαχείρισης εξαρτάται επίσης από τη διαθεσιμότητα πληροφοριών για τον καθορισμό των επικίνδυνων ζωνών. Ο ακριβής καθορισμός των ζωνών αυτών διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο όσον αφορά την αποδοχή από το κοινό των κανονισμών χρήσεων γης και κατά συνέπεια κανονισμοί που αφορούν φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες. Ο σχεδιασμός των χρήσεων γης είναι το κλειδί για την αποφυγή πολλών φυσικών καταστροφικών φαινομένων. Η προσέγγιση αυτή θα τύχει ακόμα μεγαλύτερης σημασίας στο μέλλον σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής νέας τεχνολογίας για τη χαρτογράφηση των ζωνών κινδύνου η οποία με τη σειρά της αποτελεί το κλειδί για την ορθολογικότερη διαχείριση της γης.(Μαγκλάρα, 2011)

Όπως αναφέρθηκε για την εκτίμηση του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν τα φυσικο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης. Προκειμένου να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις της παράκτιας επικινδυνότητας στις χρήσεις γης, εκτιμήθηκαν τα μήκη των χρήσεων γης κατά μήκος της ακτογραμμής και συσχετίστηκαν με τις περιοχές της υψηλής επικινδυνότητας. Χρησιμοποιήθηκε το Corine 2000 (open data) και έγιναν 2 περεταίρω ομαδοποιήσεις έτσι ώστε να καταλήξουμε σε μία πιο γενικευμένη κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης, η οποία ευνοεί την συσχέτιση τους με την παράκτια επικινδυνότητα.

Πίνακας 5..9: Ομαδοποίηση των Χρήσωνς Γης (Πηγή: Corine 2000)

311	Δάση πλατυφύλλων	Δάση	Δάση και φυσικές περιοχές
312	Κωνοφόρα δάση	Δάση	Δάση και φυσικές περιοχές
324	Παραδοσιακοί ξυλώδεις θάμνοι	Θάμνοι και χορτολίβαδα	Δάση και φυσικές περιοχές
323	Σκληρόφυλλη βλάστηση	Θάμνοι και χορτολίβαδα	Δάση και φυσικές περιοχές
321	Φυσικά χορτολίβαα	Θάμνοι και χορτολίβαδα	Δάση και φυσικές περιοχές
332	Γυμνά βράχια	Ανοιχτές περιοχές με λίγη ή καθόλου βλάστηση	Δάση και φυσικές περιοχές
333	Εκτάσεις με σποραδική βλάστηση	Ανοιχτές περιοχές με λίγη ή καθόλου βλάστηση	Δάση και φυσικές περιοχές
331	Παραλίες, αμμοθίνες	Ανοιχτές περιοχές με λίγη ή καθόλου βλάστηση	Δάση και φυσικές περιοχές
243	Αγροτικές εκτάσεις με σηματικό ποσοστό κάλυψης από φυσική βλάστηση	Ετερογενείς αγροτικές εκτάσεις	Αγροτικές εκτάσεις
242	Πολύπλοκα σχέδια καλλιέργειας	Ετερογενείς αγροτικές εκτάσεις	Αγροτικές εκτάσεις
221	Αμπελώνες	Μόνιμες καλλιέργειες	Αγροτικές εκτάσεις
223	Ελαιώνες	Μόνιμες καλλιέργειες	Αγροτικές εκτάσεις
231	Βοσκοτόπια	Βοσκοτόπια	Αγροτικές εκτάσεις
211	Μη αρδευόμενες οργώσιμες εκτάσεις	Οργώσιμες εκτάσεις	Αγροτικές εκτάσεις
124	Αεροδρόμια	Βιομηχανικές, εμπορικές και μεταφορικές μονάδες	Τεχνητές επιφάνειες
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες	Βιομηχανικές, εμπορικές και μεταφορικές μονάδες	Τεχνητές επιφάνειες
123	Λιμάνια	Βιομηχανικές, εμπορικές και μεταφορικές μονάδες	Τεχνητές επιφάνειες
112	Ασυνεχής αστικές κατασκευές	Αστικές κατασκευές	Τεχνητές επιφάνειες
142	Χώροι αναψυχής και αθλητισμού	Τεχνητές μη αγροτικές εκτάσεις με βλάστηση	Τεχνητές επιφάνειες
131	Χώροι εξόρυξης μεταλλευμάτων	Μεταλλεία, σκουπιδότοποι και εργοτάξια	Τεχνητές επιφάνειες



Χάρτης 5.10: Παράκτια Επικινδυνότητα και Χρήσεις Γης (Ιδία επεξεργασία)

	Επικινδυνότητα									
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
Αγροτικες εκτάσεις	15,82	10,56	10,88	7,27	11,15	7,44	16,13	10,77	2,88	1,93
Δάση και Φυσικές Περιοχές	37,72	25,18	32,06	21,40	20,31	13,56	13,83	9,23	1,86	1,24
Τεχνιτές Επιφάνειες	2,10	1,40	2,93	1,96	2,96	1,97	1,21	0,81	171,84	114,73
Χρήσεις Γης	Πολύ Χαμηλή(1)		Χαμηλή(2)		Μέτρια(3)		Υψηλή(4)		Πολύ Υψηλή(5)	

Παρατηρούμε ότι οι περιοχές με υψηλή και πολύ υψηλή επικινδυνότητα εντοπίζονται σε αγροτικές εκτάσεις και τεχνητές επιφάνειες. Διαπιστώνουμε ότι ένα σημαντικό κομμάτι της ακτογραμμής εμφανίζει υψηλή τρωτότητα. Επιπλέον ένα σημαντικό ποσοστό των αγροτικών εκτάσεων παρουσιάζει υψηλή και πολύ υψηλή τρωτότητα γεγονός, αφού εντοπίζονται στους αντίστοιχους βαθμούς επικινδυνότητας, γεγονός που αποκαλύπτει πως η μελλοντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα πλήξει σοβαρά την γεωργική παραγωγή του νησιού.

Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι ο εντοπισμός των τρωτών έναντι της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης τμημάτων της ακτογραμμής στην περιοχή της Θάσου. Ο εντοπισμός αυτός αποτελεί ένα πρώτο στάδιο χάραξης πολιτικών διαχείρισης της παράκτιας ζώνης με σκοπό τη μελλοντική προστασία των ακτών που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής λόγω του σημαντικού κοινωνικοοικονομικού τους ρόλου. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας μπορεί να αναδείξει τις ιδιαίτερότητες των επιμέρους τμημάτων της ακτογραμμής του νησιού με σκοπό να ληφθούν υπόψη κατά την παράκτια διαχείριση. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας είναι απλώς μια ένδειξη ενδεχόμενης επικινδυνότητας βασισμένη στα ιδιαίτερα φυσικά γεωλογικά και μορφολογικά – περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε ακτής.

Στην περίπτωση της Θάσου όπως φαίνεται και στο χάρτη υπάρχουν περιοχές μεγάλης επικινδυνότητας. Τα τμήματα αυτά γεωγραφικά εντοπίζονται κυρίως στα βόρεια και βορειοδυτικά του νησιού, αλλά και ένα μεγάλο μέρος της χρυσής ακτής στα νότια. Τα κοινά χαρακτηριστικά των επικίνδυνων ζωνών είναι η γεωμορφολογία τους (σχεδόν το σύνολο αποτελεί αμμώδεις παραλίες) και η μικρή τους μορφολογική κλίση.

Η εφαρμογή του δείκτη έδειξε ότι οι σημαντικότερες παράμετροι που καθορίζουν και διαμορφώνουν τις τιμές του και την κατηγοριοποίηση του νησιού σε περιοχές υψηλής και χαμηλής τρωτότητας είναι η γεωμορφολογία και η παράκτια κλίση.

Όπως αναφέρθηκε για την εκτίμηση του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν τα φυσικο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης. Σε μια προσπάθεια εκτίμησης των επιπτώσεων από την άνοδο της στάθμης θάλασσας στο ανθρωπογενές περιβάλλον εκτιμήθηκαν τα μήκη των χρήσεων γης κατά μήκος της ακτογραμμής του νησιού και συσχετίστηκαν με τις περιοχές υψηλής τρωτότητας όπως εντοπίστηκαν από τον υπολογισμό του δείκτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, είναι μια από τι σοβαρότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, την οποία καλούνται να αντιμετωπίσουν κυρίως οι παράκτιες περιοχές. Επιτακτική κρίνεται η ανάγκη της υλοποίησης της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης του Παράκτιου Χώρου ως η βέλτιστη μέθοδος για την εφαρμογή μιας συντονισμένης πολιτικής προσαρμογής προς την κατεύθυνση της πρόληψης, προστασίας και αντιμετώπισης των αναμενόμενων προβλημάτων στο σύνολο της ακτογραμμής.

Στην περίπτωση της Ελλάδας το 28,6% του συνόλου της ακτογραμμής υπολογίζεται ότι υπόκειται σε διαβρωτικές εργασίες (Coastal Practice Network Newsletter No2, 2004) γεγονός που κατατάσσει τη χώρα τέταρτη στη σχετική λίστα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τις ακτές που διαβρώνονται. Αυτός ο υψηλός ρυθμός διάβρωσης οφείλεται μερικώς στους σχετικά ισχυρούς κυματισμούς που αναπτύσσονται στις ελληνικές θάλασσες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους καθώς και στην αμμώδη φύση των ακτών. Άλλη αιτία είναι οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις κατά μήκος των ακτογραμμής τουριστικά κυρίως αξιοποιημένων περιοχών και η κατασκευή μεγάλου αριθμού φραγμάτων στις κοίτες των ποταμών που καταλήγουν στις ακτές περιορίζοντας σημαντικά την τροφοδοσία τους με ίζημα.

Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες μεθοδολογίες για την εκτίμηση της επικινδυνότητας και τρωτότητας των παράκτιων περιοχών σε μια ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης τόσο σε κλίμακα κρατών, όσο και σε τοπικό επίπεδο. Σκοπός των μεθοδολογιών αυτών είναι η αναγνώριση και η εκτίμηση των οικολογικών, φυσικογεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες επιδρούν στην επικινδυνότητα, η ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των αρνητικών αποτελεσμάτων με τελικό σκοπό τη λήψη κατάλληλων μέτρων προστασίας. (Mimura, 1999)

Η εφαρμογή των δεικτών αυτών σε εθνική κλίμακα βοηθά τον προκαταρκτικό εντοπισμό των επικίνδυνων και/ή τρωτών περιοχών. Το πρώτο αυτό βήμα προσδιορισμού των παράκτιων περιοχών που αναμένεται να αντιμετωπίσουν μεγαλύτερο πρόβλημα έχει ιδιαίτερη σημασία για τη χάραξη σχεδίων αντιμετώπισης του κινδύνου της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Τα πρώτα αποτελέσματα της κατηγοριοποίησης των ακτών σε διάφορες κατηγορίες επικινδυνότητας / τρωτότητας

αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους διαχειριστές του παράκτιου χώρου και αυτούς που καλούνται να ασκήσουν πολιτικές προστασίας της παράκτιας ζώνης από τους φυσικούς κινδύνους. Μετά την αρχική εκτίμηση των πλέον επιδεκτικών / τρωτών ακτών απαιτείται η εστίαση σε συγκεκριμένες περιοχές ιδιαίτερου κοινωνικο-οικονομικού και περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος για τη λεπτομερέστερη (σε μεγαλύτερη κλίμακα) μελέτη τους (Καρύμπαλης κ.α..).

Συγκεκριμένα ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index – CVI), που εφαρμόστηκε σε αυτή την μελέτη, αποτελεί ένα δυναμικό, απλό, αντικειμενικό και εύχρηστο μαθηματικό εργαλείο προσδιορισμού της παράκτιας επικινδυνότητας σε σχέση με τις μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει την ευαισθησία της παράκτιας ζώνης στις μεταβολές με τη φυσική της δυνατότητα να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στην ουσία, πρόκειται για έναν δείκτη που σκιαγραφεί με ποιοτικό τρόπο την ευαισθησία ενός συστήματος σε μια ενδεχόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Δουκάκης, 2005).

Με τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας , στην περιοχή της Θάσου , επιχειρείται η ανάδειξη των παράκτιων εκτάσεων που απειλούνται από την ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Οι παράγοντες που συνεκτιμήθηκαν για την εκτίμηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας και την εξαγωγή των συμπερασμάτων είναι (1) γεωμορφολογία, (2) παράκτια κλίση, (3) σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, (4) ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής, (5) μέσο σημαντικό ύψος κύματος και (6) μέσο παλιρροϊακό εύρος. Για κάθε μία από τις έξι παράμετρους του δείκτη, η ακτή κατηγοριοποιήθηκε σε πέντε κατηγορίες επικινδυνότητας, (1) πολύ χαμηλή εώς (5) πολύ υψηλή. Για την εξαγωγή των ακριβών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα νέα όρια επικινδυνότητας, ανά παράμετρο που έχουν προταθεί για τις ελληνικές ακτές. Στην συγκεκριμένη μελέτη, οι παράμετροι που έπαιξαν τον ουσιαστικότερο ρόλο στη διαφοροποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, ήταν η παράκτια κλίση και η γεωμορφολογία της περιοχής. Οι υπόλοιποι παράγοντες δεν επηρέασαν σημαντικά τον Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.

Η εφαρμογή του δείκτη στο νησί της Θάσου έδειξε ότι η επικινδυνότητα σε διάβρωση κατανέμεται σχετικά ομοιόμορφα μεταξύ των πέντε κατηγοριών επικινδυνότητας. Συγκεκριμένα το 36,84% της ακτογραμμής παρουσιάζει από ‘‘μέτρια’’ εώς ‘‘πολύ υψηλή’’ επικινδυνότητα, κάτι το οποίο καθιστά υπαρκτό και σημαντικό τον κίνδυνο της παράκτιας διάβρωσης στο νησί.

Οι σημαντικότερες παράμετροι που επηρεάζουν και διαμορφώνουν τις τιμές τους είναι η γεωμορφολογία και η παράκτια κλίση. Συγκεκριμένα οι περιοχές με μεγάλη κλίση εμφανίζουν γενικά από πολύ χαμηλή έως και μέτρια επικινδυνότητα. Όπως επίσης και οι περιοχές που καταλαμβάνονται από βραχώδεις ακτές. Αντίθετα ο κυματισμός, η παλίρροια και ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης δεν διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαφοροποίηση του δείκτη στα επιμέρους τμήματα της ακτογραμμής.

Ο παράκτιος χώρος έχει ζωτική σημασία για την χώρα γι' αυτό κρίνεται σκόπιμη η υιοθέτηση μιας τέτοιου είδους μεθοδολογίας, με την προσθήκη ακόμα περισσότερων παραμέτρων για τη δημιουργία κατάλληλων δεικτών, με σκοπό την εφαρμογή τους για την αναγνώριση των παράκτιων περιοχών που είναι ευάλωτες στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών προσαρμογής.

Επιπλέον το μοντέλο στη σημερινή του μορφή δεν είναι σε θέση να αποτελέσει ένα αξιόπιστο μέσο για τον ακριβή χαρακτηρισμό της επικινδυνότητας ακτογραμμών. Το γεγονός αυτό δεν οφείλεται μόνο στην ενδεχόμενη αναγκαία προσθήκη ακόμα περισσότερων παραμέτρων αλλά και στην έλλειψη ειδικών τιμών βαρύτητας στις επιμέρους μεταβλητές που συνθέτουν το μαθηματικό μοντέλο του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης). Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την ανάγκη εύρεσης και περιγραφής ενός μαθηματικού συλλογισμού για την απόδοση των κατάλληλων τιμών βαρύτητας στις μεταβλητές.

Επιπροσθέτως αναγκαία θα ήταν η εφαρμογή του δείκτη κοινωνικής τρωτότητας (δημογραφία, δίκτυα, οικονομία κτλ) για την εκτίμηση του μεγέθους του κοινωνικο – οικονομικού κόστους.

Πρόκληση αποτελεί η παράκτια διαχείριση να στοχεύει μέσω της ολοκληρωμένης διαχείρισης στην αειφόρο ανάπτυξη για τις μελλοντικές γενιές (Bower & Turner, 1998). Η παράκτια διαχείριση πρέπει να συνδυάζει τη διατήρηση στο υψηλότερο δυνατό επίπεδο της περιβαλλοντικής ακεραιότητας, τη λειτουργία και προσαρμοστικότητα, μειώνοντας το επίπεδο της επικινδυνότητας των παράκτιων συστημάτων και ως εκ τούτου των τοπικών πληθυσμών, στα καταστροφικά φυσικά γεγονότα. Συνεπώς ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση για την ελαχιστοποίηση της παράκτιας επικινδυνότητας είναι κρίσιμο στοιχείο στο πλαίσιο της ορθής παράκτιας διαχείρισης (Towneud, 1990).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Αλεξανδράκης Γ., Καρδιτσά Α., Πούλος Σ., Γκιώνης Γ., Καμπάνης Ν. ,(2009),"Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης". Εισήγηση, 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Πρακτικά, Τόμος Ι, Πάτρα.

Βαλλάτου Μ., (2017), «Υπολογισμός της παράκτιας επικινδυνότητας της νήσου Κεφαλονιάς μέσω της χρήσης Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών» Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή, Μ.Π.Σ., Χαροκόπει Πανεπιστήμιο

Βελεγράκης, Α.Φ. (2008). "Σημειώσεις παράκτιας γεωλογίας", Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Σχολή Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

Βέργος Σ., (1988), "Σημειώσεις Μαθημάτων Δασοκομικής Καρδίτσα", Τμήμα Δασοπονίας, ΤΕΙ Λάρισας.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ)

Γαλανού Αι. (2012). «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Χρονική Εξέλιξη – Σύγκριση».Μεταπτυχιακή Εργασία, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Δημόσια Ανοιχτά Δεδομένα (Geodata)

Δουκάκης Ε., (2005), "Κλιματικές, γεωδυναμικές, γεωλογικές και φυσικές μεταβλητές προσδιορισμού της παράκτιας επικινδυνότητας". Εισήγηση, Τρίτο Πανελλήνιο Συνέδριο με θέμα «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», Αθήνα.

Δουκάκης Ε., (2007), "Φυσικές καταστροφές και Παράκτια ζωνη", Αθήνα.

Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφησης (ΕΚΧΑ Α.Ε.)

Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)

Καρύμπαλης Θ.Ε. (2010), Παράκτια Γεωμορφολογία, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2010.

Καρύμπαλης Θ.Ε., Γάκη-Παπαναστασίου Κ., Μαρουκιάν Χ., Βαλκάνου Κ.,(2008) "Αίτια μεταβολής στάθμης θάλασσας – Μεθοδολογίες εκτίμησης της επικινδυνότητας των ελληνικών ακτών στη μελλοντική της άνοδο", Εκδόσεις Σταμούλη.

Κοκκώσης Χ., (2006), "Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών".

Κοτίνη και Ζαμπάκα Σ., (1983), "Συμβολή στη μελέτη του κλίματος της Ελλάδας", Ακαδημία Αθηνών, Κέντρον Έρευνας Φυσικής της Ατμοσ. Και Κλιμ., αρ. 8.

Μαγκλάρα Μ., (2011), "Εκτίμηση της έκθεσης των ακτών της Ελαφονήσου στους παράκτιους φυσικούς κινδύνους", Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή, Μ.Π.Σ., Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Μαντόγλου, Α., (2001), "Διαχείριση παράκτιων ζωνών", Σ.Α.Τ.Μ.,ΕΜΠ., Αθήνα.

Μαστροδήμου Ι., (2010), "Σχέδιο Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Προβλημάτων της Παράκτιας Ζώνης Νότιας Αττικής (από Ελληνικό μέχρι Βούλα)", διπλωματική εργασία στο τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ.

Μαυροματίδη Α., (2015), "Εκτίμηση της επιδεκτικότητας στους φυσικούς κινδύνους και πολεοδομική εξέλιξη της παράκτιας ζώνης του Ν.Πιερίας- παραλία Κατερίνης", Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή, Μ.Π.Σ., Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Μιχαηλόγλου Α., (2011), "Χωρικές και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Παράκτιας διάβρωσης: Η περίπτωση του Νομού Δωδεκανήσου", Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή.

Μπανέλα Μ., (2015), "Ανάπτυξη εργαλειοθήκης σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. για τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας", Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή, Μ.Π.Σ., Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Μποβέρου Α., "Εκτίμηση επικινδυνότητας παράκτιας περιοχής Αγίου Κωνσταντίνου- Αρκίτσας (Ν. Φθιώτιδας) στους παράκτιους κινδύνους", Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή, Μ.Π.Σ., Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Ξύξη Μ. (2004). «Μελέτη της Παράκτιας Εμβαλότητας από τις Κλιματικές Αλλαγές». Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Παναγιωτίδης, Π., Χατζημπίρος, Κ. (2004). "Παράκτια οικοσυστήματα & ανθρωπογενείς πιέσεις στις ακτές - παραδείγματα από την Ελλάδα", Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διατμηματικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών: Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Αθήνα.

Παναγιωτίδης Π. και Χατζιμπίρος Κ., (2008), Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιας ζώνης: αξιολόγηση της εφαρμογής του Ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου, από τα πρακτικά του «Τέταρτου Πανελλήνιου Συνέδριου στη Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», Μυτιλήνη 2008, 394-404.

Παπανικολάου Μ., Παπανικολάου Δ., Βασιλάκης Ε., (2011), "Μεταβολές της Στάθμης της θάλασσας και επιπτώσεις στις ακτές".

Σαρταμπάκου Α., (2013), "Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας - Διερεύνηση της αξιολόγησης των παραμέτρων κινδύνου του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας",Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή.

Σκαρβέλης Σ., (2005), "Οικονομικές επιπτώσεις της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης λόγω κλιματικής αλλαγής", Μεταπτυχιακή Ερευνητική Διατριβή.

Σακελλαρίου Σ., (2016), ''Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Χωρικού Συστήματος Λήψης Αποφάσεων για την Πρόληψη και Αντιμετώπιση Φυσικών Καταστροφών. Η Περίπτωση των Δασικών Πυρκαγιών στη Θάσο'', Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Εργαστήριο Γεωγραφικών Ερευνών και

Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού

Σιάφακας Β., (2003), "Επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις παράκτιες ζώνες. Παράκτια επικινδυνότητα σε περιοχές της Κω", Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., ΣΑΤΜ–Τομέας Τοπογραφίας, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

Abuodha PA, Woodroffe CD, (2006), "Assessing vulnerability of coasts to climate change: A review of approaches and their application to the Australian coast", In : Woodroffe CD, Bruce E, Puotinen M, Furness RA (eds), GIS for the Coastal Zone: A selection of Papers from CoastGIS 2006, Australian National Centre for Ocean Resources and Security University of Wollongong, Wollongong, Australia.

Alexandrakis G., Karditsa A., Poulos S., Ghionis G., Kampanis N.A.. (2009). "Assessmentof the vulnerability of the coastal zone to a potential rise of sea level 9th Greek Symposium in Oceanography and fisheries", vol. I, 327-332 pp.

Allen JC, Komar PD, (2006), "Climate controls on US west coast erosion processes", Journal of Coastal Research 22 : 511-529.

Bossard, M., Feranec J. and Otahel, J., (2000), " CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000", Technical report No 40. Copenhagen (EEA).

Bower BT., Turner RK., (1998), "Characterising and analysing benefits from integrated coastal management." Ocean Coast Manage 38:41-46.

Bruun P, (1962), "Sea-level rise as a cause of shore erosion", Journal of Waterways and harbor Division 88.

Cazenave A, Nerem RS, (2004), "Present day sea-level change: observations and causes", Reviews of Geophysics 42, 3.

Chen JL, Wilson CR, Tapley BD, (2006), "Satellite gravity measurements confirm accelerated

melting of Greenland ice sheet", Science 313 : 1958-1960.

Chen JL, Wilson CR, Tapley BD, Blankenship DD, Young D, (2008), "Antarctic regional ice loss rates from GRACE", Earth and Planetary Science Letters 266 : 140-148.

Eurosion, (2004a), "Living with coastal erosion in Europe, sediment and space for sustainability", results from the Eurosion study.

Eurosion,(2004b), "Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability PART I - Major findings and Policy Recommendations of the EUROSION Project".

Eurosion, (2004c), "Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability PART II – Maps and statistics 13".

Fabbri, K. (1998). "A methodology for supporting decision making in integrated coastal zone management", Ocean & Coastal Management, 39, 51 – 62.

Fenoglio-Marc L, (2001), "Analysis and representation of regional sea-level variability from altimetry and atmospheric-oceanic data", Geophysical Journal International 145 : 1-18.

FitzGerald DM, Fenster MF, Argow BA, Buynevich IV, (2008), "Coastal impacts due to sea-level rise", Annual Review of Earth and Planetary Sciences 36 : 601-647.

Gaki-Papanastassiou1 K., Karymbalis2 E.,Poulos1 S.E., Seni1 A. & Zouva C., "Coastal vulnerability assessment to sea level rise bαsed on geomorphological and oceanographical parameters:the case of Argolikos Gulf, Peloponnese".

Gornitz VM, White TW, Cushman RM, (1991), "Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise", Coastal Zone'91, In : Proceedings of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management, American Society of Civil Engineers : 1345-1359.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (2007), "Climate Change 2007: The Physical

Science Basis", In : Solomon S, Qin D, Manning M (eds), Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (2013), Summary of policy makers, In climate change 2013: The physical science basis

Karymbalis E., Chalkias C., Chalkias G., Grigoropoulou E., Manthos G., "Assessment of the Sensitivity of the Southern Coast of the Gulf of Corinth (Peloponnese, Greece) to Sea-level Rise".

Karymbalis E., Chalkias C., Ferentinou M., Chalkias G., Magklara M. , (2013), "Assessment of the Sensitivity of Salamina (Saronic Gulf) and Elafonissos (Lakonic Gulf) islands to Sea-level Rise".

Leuliette EW, Nerem RS, Mitchum GT, (2004), "Calibration of TOPEX/Poseidon and Jason altimeter data to construct a continuous record of mean sea-level change", Marine Geodesy 27(1&2) : 79-94.

Marcos M, Tsimplis MN, (2008), "Coastal sea-level trends in Southern Europe. Geophysical Journal International 175".

Mimura N, (1999), "Vulnerability of island countries in the south Pacific to sea-level rise and climate change", Climate Research 12.

Pendleton EA, Thieler ER, Williams SJ, (2004), "Coastal vulnerability assessment of Cape Hattaras National Seashore (CAHA) to sea-level rise", USGS Open File Report 1064. Accessed on 15 Dec 2011.

Shi, C., Hutchinson, S.M., Yu, L., Xu, S. (2001). "Towards a sustainable coast: an integrated coastal zone management framework for Shanghai, People's Republic of China", Ocean & Coastal Management, 44: 411 – 427.

Pendleton EA, Thieler ER, Williams SJ, (2010), "Importance of coastal change variables in determining vulnerability to sea- /lake –level change". Journal of. Coastal Research 26 : 176-183.

Rignot E, Bamber JL, van der Broeke MR, Davis C, Li Y, van de Berg W, van Meijgaard E, (2008), "Recent Antarctic ice mass loss from radar interferometry and regional climate modeling", Nature

Geoscience 1 : 106-110.

Rosenzweig C, Koroly D, Vicarelli M, Neofotis P, Wu Q, Casassa G, Menzel A, Root TL, Estrella N, Seguin B, Tryjanowski P, Liu C, Rawlins S, Imeson A, (2008), "Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change", Nature 453 : 353-357.

Shi, C., Hutchinson, S.M., Yu, L., Xu, S., (2001), "Towards a sustainable coast: an integrated coastal zone management framework for Shanghai, People's Republic of China", Ocean & Coastal Management, 44: 411 – 427.

Stroeve J, Holland MM, Meier W, Scambos T, Serreze M, (2007), "Arctic sea ice decline : faster than forecast", Geophysical Research Letters 34.

Strohecker K, (2008), "World sea-levels to rise 1,5 m by 2100: scientists, an environmental news network and Reuters publications", available online at : http//www.enn.com/wildlife/article/34702.

Thieler ER, Hammar-Klose ES, (1999), "National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise", U.S. Atlantic Coast, U.S. Geological Survey, Open-File Report.

Townend I.H., (1990), "The application of GIS to coastal zone management.", Proceedings of EGIS'90- First European Conference on Geographical Information Systems, 1096-1107.

Tsimplis MN, Baker TF, (2000), "Sea-level drop in the Mediterranean Sea: an indicator of deep water salinity and temperature changes", Geophysical Research Letters 27, 12.

Tsimplis MN, Josey S, (2001), "Forcing the Mediterranean Sea by atmospheric oscillations over the North Atlantic", Geophysical Research Letters.

Underhill J., (2009), "Late Cenozoic deformation of the Hellenide foreland", Western Greece Geological Society of America Bulletin

Wu S, Yarnal B, Fisher A, (2002), "Vulnerability of coastal communities to sea-level rise: a case study of Cape May County", New Jersey, USA, Climate Research 22 : 255-270.