



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΜΣ: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ
ΧΩΡΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

**Διερεύνηση της Παράκτιας Επικινδυνότητας στον Ελλαδικό χώρο -
Μελέτη Περίπτωσης η νήσος Σύρος.**

Πτυχιακή εργασία

ΑΥΓΕΡΙΚΟΣ-ΣΑΜΩΝΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ-ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

A.M: 215301

gp215301@hua.gr

Επιβλέπων Καθηγητής: Ευθύμιος Καρύμπαλης



Αθήνα, 2017



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**ΠΜΣ: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ
ΧΩΡΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ευθύμιος Καρύμπαλης

**Αναπληρωτής Καθηγητής-Ποτάμια και Παράκτια
Γεωμορφολογία**

Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Χρίστος Χαλκιάς

**Αναπληρωτής Καθηγητής στα Συστήματα Γεωγραφικών
Πληροφοριών και την Εφαρμοσμένη Γεωγραφία**

Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Σταμάτης Καλογήρου

Επίκουρος Καθηγητής Εφαρμοσμένης Χωρικής Ανάλυσης

Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Ο ΑΥΓΕΡΙΚΟΣ-ΣΑΜΩΝΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ-ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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



ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
1.ΕΙΔΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ.....	10
1.1. ΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΤΑ ΝΗΣΙΑ.....	10
1.2. ΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΜΟ	14
2. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ.....	16
2.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	16
2.1.1. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΖΩΝΕΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ	18
2.1.2. ΙΖΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΚΥΨΕΛΕΣ	22
2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΚΤΩΝ.....	24
2.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ	28
2.4. ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	29
2.5.ΣΧΕΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ.....	33
2.6. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ.....	37
2.6.1. ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ	40
2.6.2. ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	42
2.6.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	44
2.6.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ – ΑΝΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	45
2.6.5. Η ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΩΝ	48
2.7. ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ.....	52

2.7.1. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	53
2.7.2. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ	57
2.8. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ GIS ΣΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	63
3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	66
3.1. Ο ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (COSTAL VULNERABILITY INDEX, CVI) 71	
3.1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	71
3.1.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	75
3.2. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	77
3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΘΟΔΟΥ	79
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	81
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	81
4.2. ΙΣΤΟΡΙΑ	82
4.3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ	83
4.4. ΕΔΑΦΟΣ.....	84
4.4.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	84
4.4.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟ	89
4.4.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	92
4.5. ΚΛΙΜΑ.....	93
4.6. ΧΛΩΡΙΔΑ-ΠΑΝΙΔΑ	94
4.7. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ	96
4.8. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ.....	99
4.9. ΑΚΤΕΣ.....	101
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	103
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	104
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	104
5.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	118
5.2. ΧΑΡΤΕΣ.....	119
ΧΑΡΤΕΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΥΡΟΥ	119
ΧΑΡΤΕΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΣΥΡΟΥ.....	132
ΧΑΡΤΕΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΥΡΟΥ	140
.....	145

ΧΑΡΤΕΣ ΝΟΤΙΑΣ ΣΥΡΟΥ	170
5.3.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	183
6. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	196
6.1. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ	198
6.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ	204
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	205
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	205
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	209
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	217
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΙΚΟΝΕΣ	220
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	229

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι παράκτιες ζώνες περιλαμβάνονται στα πλέον δυναμικά και εξελισσόμενα συστήματα του πλανήτη μας με τεράστια οικολογική και οικονομική αξία, γεγονός που επιβάλλει την προστασία τους από φυσικές και ανθρωπογενείς πιέσεις. Οι Επιστήμονες, οι Μελετητές και οι Μηχανικοί με τα διαθέσιμα επιστημονικά εργαλεία και την κατάρτισή τους μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην εκτίμηση και διαχρονική παρακολούθηση της παράκτιας επικινδυνότητας στο πλαίσιο πολιτικών σχεδιασμών ολοκληρωμένης και βιώσιμης διαχείρισης των παράκτιων ζωνών.^[1]

Οι παράκτιες περιοχές θα πρέπει να προστατευθούν αποτελεσματικά ώστε να συμβάλουν σημαντικά στην αναπτυξιακή προσπάθεια της χώρας, λόγω του πλούτου τους σε φυσικούς πόρους και της ιδιαίτερης γεωγραφικής τους θέσης. Έτσι, θα μπορέσουμε να έχουμε μια αυτοδύναμη ανάπτυξη και ανασυγκρότηση του εθνικού χώρου, που θα βασίζεται στην κινητοποίηση των φυσικών και ανθρώπινων διαθεσίμων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.^[2]

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της παράκτιας επικινδυνότητας στον Ελλαδικό χώρο . Ωστόσο στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας η έρευνα εστιάζεται στη νήσο Σύρο. Συγκεκριμένα υπολογίζεται η παράκτια επικινδυνότητα της νήσου Σύρου μέσω της χρήσης Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Για την επιλογή του συ θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, ο οποίος με βοήθησε στην επιλογή του θέματος και με καθοδήγησε στην πορεία για την ολοκλήρωσή του.

Υγκεκριμένου θέματος συνέβαλε αρχικά η πρώτη επαφή που είχα με περιβαλλοντικές μελέτες κατά την διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών μου και της πρακτικής μου άσκησης καθώς και η επιλογή σχετικών μαθημάτων του Μεταπτυχιακού προγράμματος Σπουδών της Γεωπληροφορικής στο τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου και συγκεκριμένα το μάθημα «Φυσικοί Κίνδυνοι στην Παράκτια Ζώνη».

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, ο οποίος με βοήθησε στην επιλογή του θέματος και με καθοδήγησε στην πορεία για την ολοκλήρωσή του.

^[1]Δουκάκης Ε.(1998), ‘‘Ωκεανογραφία’’, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα. ^[2]Ρόκος, Δ. (1982), Αρχές – Στόχοι – Μέτρα για την Προστασία και Διαχείριση των Ελληνικών Ακτών. Εργαστήριο Κτηματολογίου και Αναδασμού, ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ακόλουθη διπλωματική εργασία με τίτλο : Διερεύνηση της Παράκτιας Επικινδυνότητας στον Ελλαδικό χώρο – Μελέτη περίπτωσης η νήσος Σύρος απαρτίζεται συνολικά από επτά κεφάλαια. Σκοπός της παρούσας, διπλωματικής εργασίας, είναι η διερεύνηση της παράκτιας επικινδυνότητας στον Ελλαδικό χώρο και εν συνεχεία η εκτίμηση της επικινδυνότητας της νήσου Σύρου με την χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα Ειδικά πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου ανάπτυξης που σχετίζονται με την Παράκτια Επικινδυνότητα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται αρχικά βασικές έννοιες σχετικά με την παράκτια ζώνη. Γίνεται εκτενής αναφορά: στην παράκτια διάβρωση, στους παράγοντες που προκαλούν παράκτια διάβρωση, στην κλιματική αλλαγή – Άνοδος θαλάσσιας στάθμης, στη διαχρονική εξέλιξη των ακτογραμμών και στο ρόλο των Γ.Π.Σ στις μελέτες παράκτιας επικινδυνότητας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι κατηγορίες μεθόδων υπολογισμού παράκτιας επικινδυνότητας με έμφαση στον δείκτη παράκτια επικινδυνότητας CVI.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος της νήσου Σύρου. Παρατίθενται στοιχεία για την περιγραφή του φυσικού περιβάλλοντος, τη γεωλογία, το κλίμα, τη χλωρίδα, την πανίδα, τα νερά, τα δημογραφικά στοιχεία και τις υφιστάμενες χρήσεις γης.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελεί το υπολογιστικό μέρος της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα για τον υπολογισμό του CVI χρειάστηκε να εκτιμηθούν έξι παράγοντες, για την παράκτια ζώνη της περιοχής μελέτης οι οποίοι επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGis 10 Με το ίδιο λογισμικό δημιουργήθηκαν και οι τελικοί χάρτες. Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφονται τα μέτρα προστασίας των παράκτιων περιοχών και ορισμένα παραδείγματα προστατευτικών έργων των ακτών.

ABSTRACT

The following diploma thesis entitled: Investigation of Coastal Risk in Greece - Case study Syros Island and is composed of a total of seven chapters. The purpose of this thesis is to investigate the coastal hazard in Greece and then to assess the coastal risk of Syros Island using Geographical Information Systems.

The first chapter presents the Special Frameworks for Spatial Planning and Sustainable Development related to Coastal Risk. The second chapter initially mentions basic concepts of the coastal zone. Extensive reference is made to coastal erosion, factors causing coastal erosion, climate change - sea level rise, intertemporal coastal development and the role of Geographic Information Systems in coastal hazard studies.

In the third chapter are analyzed the categories of coastal habitat calculation methods with an emphasis on the CVI coastal risk index.

The fourth chapter describes the present situation of the Syros island environment. Provide information on the description of the natural environment, geology, climate, flora, fauna, water, demographics and existing land uses.

The fifth chapter is the computational part of the thesis. More specifically, for the computation of CVI, six factors have been estimated for the coastal zone of the study area, which were processed with the help of the ArcGis 10 software. With the same software, the final maps were also created.

The sixth chapter describes coastal protection measures and some examples of coastal protection works.

1.ΕΙΔΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

1.1. ΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΤΑ ΝΗΣΙΑ

Στις 28 Αυγούστου 2009 δόθηκε στη δημοσιότητα από το Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. το κείμενο του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου ανάπτυξης για τον Παράκτιο χώρο και τα Νησιά, το οποίο μαζί με την στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού έχει τεθεί σε δημόσια διαβούλευση.

Σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ « το κείμενο του Ειδικού Πλαισίου για τον Παράκτιο χώρο και τα Νησιά είναι πλήρως εναρμονισμένο με το Εθνικό Χωροταξικό Σχέδιο και με τα άλλα Ειδικά Πλαίσια που έχουν θεσμοθετηθεί. Λήφθηκαν υπόψη άλλες σχετικές Κοινοτικές και Μεσογειακές δεσμεύσεις, πέραν του Μεσογειακού Πρωτοκόλλου και συναφείς επιστημονικές μελέτες όπως η Κοινοτική Σύσταση, η Εθνική Έκθεση για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών της χώρας και Κοινοτικές Οδηγίες» (ΥΠΕΧΩΔΕ 2006)

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στο κείμενο του πλαισίου, « σκοπός του παρόντος Ειδικού Πλαισίου είναι η θέσπιση κατευθύνσεων χωροταξικής οργάνωσης του παράκτιου χώρου, συμπεριλαμβανομένων και των νησιών, για την ολοκληρωμένη, ισόρροπη και βιώσιμη διαχείριση και ανάπτυξη του, στο χρονικό ορίζοντα εφαρμογής του που είναι η δεκαπενταετία 2009-2014».

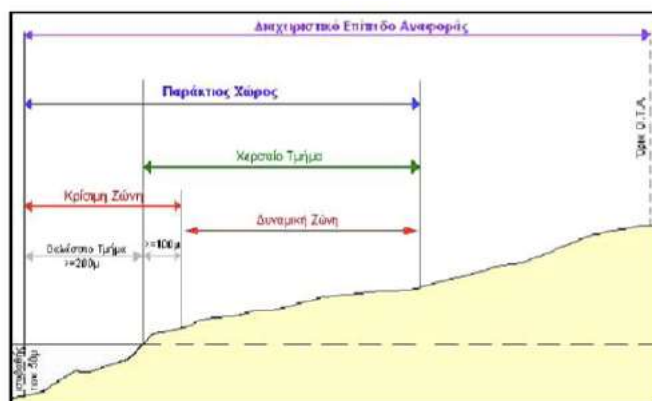
Είναι πολύ σημαντικό ότι εδώ για πρώτη φορά ορίζεται ο παράκτιος χώρος ως ο μεταβλητός γεωμορφολογικός χώρος εκατέρωθεν της ακτογραμμής, δηλαδή με χερσαίο αλλά και με θαλάσσιο τμήμα. Προσδιορίζεται επίσης η έννοια της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παράκτιου Χώρου, όπως προωθείται σήμερα από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP).

Στο Παράρτημα II ορίζεται το πεδίο εφαρμογής του Εθνικού Πλαισίου:

- Όσον αφορά το χερσαίο τμήμα του παράκτιου χώρου, καταρχήν μέχρι και τα ακραία προς την ενδοχώρα διοικητικά όρια των αντίστοιχων παράκτιων ΟΤΑ της ηπειρωτικής χώρας και της Κρήτης, άλλως μέχρι υψόμετρο των 600 μέτρων, αν η εν λόγω ισοϋψής βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων των οικείων ΟΤΑ καθώς και στο σύνολο της έκτασης των νησιών (ανεξαρτήτως υψομέτρου).
- Όσον αφορά στο θαλάσσιο τμήμα, μέχρι το όριο των χωρικών υδάτων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αρχές και οι προϋποθέσεις εφαρμογής Ολοκληρωμένης Διαχείρισης του Παράκτιου Χώρου και των Νησιών. Θεσπίζονται για πρώτη φορά στην Ελλάδα και είναι συνεπείς προς τις σχετικές Κοινοτικές και Μεσογειακές δεσμεύσεις της χώρας. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι Διαχειριστικές Κατευθύνσεις ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας οι οποίες αποτελούν νέα στοιχεία στη χωροταξική νομοθεσία στην Ελλάδα.

Από τα σημαντικότερα στοιχεία του Πλαισίου, είναι πως ορίζονται οι Ζώνες Διαχείρισης του Παράκτιου Χώρου και των Νησιών. Στο Ειδικό Πλαίσιο προβλέπεται η διαφοροποίηση σε τρεις ζώνες που καθεμία τους διαθέτει χερσαίο και θαλάσσιο τμήμα και που προσδιορίζονται κατ'αρχήν ανάλογα με την απόσταση τους από την ακτογραμμή. Οι ζώνες αυτές είναι η εξής :

Κρίσιμη Ζώνη : Πρόκειται για το πλέον ευαίσθητο περιβαλλοντικά κομμάτι του παράκτιου χώρου, το μέτωπο στο μεταίχμιο μεταξύ ξηράς και θάλασσας που παράλληλα δέχεται σημαντικές πιέσεις από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Το θαλάσσιο τμήμα εκτείνεται από την ακτογραμμή μέχρι την ισοβαθή των 10 μέτρων οπωσδήποτε όμως με πλάτος μεγαλύτερο των 100 μέτρων από την ακτογραμμή.



Ενδεικτικό σχήμα προσδιορισμού του παράκτιου χώρου^[3]

Το χερσαίο τμήμα από την ακτογραμμή που εκτείνεται προς την ξηρά σε ζώνη πλάτους 100 μέτρων από την καθορισμένη γραμμή του αιγιαλού (ή το χειμέριο κύμα, όπου αυτή δεν είναι καθορισμένη)

Δυναμική Ζώνη : Το θαλάσσιο τμήμα ξεκινά από το όριο της Κρίσιμης Ζώνης και εκτείνεται μέχρι την ισοβαθία των 50 μέτρων . Σε κάθε περίπτωση, το ακραίο προς την θάλασσα όριο της δεν μπορεί να απέχει λιγότερο από 200 μέτρα από την ακτογραμμή. Το χερσαίο τμήμα ξεκινά από το ακραίο προς την ξηρά όριο της Κρίσιμης Ζώνης και εκτείνεται κατ' ελάχιστον σε ζώνη πλάτους 200 μέτρων από την καθορισμένη γραμμή του αιγιαλού (ή το χειμέριο κύμα, όπου αυτή δεν είναι καθορισμένη).

Υπόλοιπη Παράκτια Ζώνη : Το θαλάσσιο τμήμα της εκτείνεται από το εξώτερο προς τη θάλασσα όριο της Δυναμικής Ζώνης μέχρι το όριο των χωρικών υδάτων. Το χερσαίο τμήμα της εκτείνεται μέχρι και τα ακραία προς την ενδοχώρα διοικητικά όρια των αντίστοιχων παράκτιων Ο.Τ.Α.

^[3] Αγαδάκος Σ., 2009 : « Διερεύνηση των Αναπτυξιακών Χαρακτηριστικών στην Παράκτια ζώνη – Εφαρμογή στη περιοχή του Πειραιά , Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ»

Το εύρος αυτής της ζώνης θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο προσδιορισμού κατά περίπτωση με βάση τεκμηριωμένα επιστημονικά στοιχεία.

Στη συνέχεια του Πλαισίου, παρουσιάζονται οι Κατευθύνσεις Χωροταξικής Οργάνωσης ανά ζώνη διαχείρισης, γίνεται δηλαδή αναλυτική αναφορά στο ποιές δραστηριότητες επιτρέπονται σε κάθε ζώνη και ποιές όχι, στα πλαίσια της προσέγγισης της βιώσιμης ανάπτυξης και της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης.

Ακόμη δίνονται ειδικές κατευθύνσεις για να νησιά και τις παράκτιες οικιστικές περιοχές και προσδιορίζονται οι Διαχειριστικές Χωρικές Ενότητες και οι Επιτροπές Διαχείρισης. Η εξειδίκευση των κατευθύνσεων για την ολοκληρωμένη διαχείριση Παράκτιου Χώρου δεν μπορεί παρά να γίνει σε επίπεδο Περιφέρειας και όπου χρειαστεί και τοπικά, ανά παράκτιο οικοσύστημα που θα αποτελέσει διαχειριστική ενότητα, πέραν των στενών διοικητικών ορίων.

Τέλος παρουσιάζεται ένα Πρόγραμμα δράσης στο οποίο προτείνονται 11 δράσεις για την επόμενη 15ετία (2009-2024) που μπορούν να ενταχθούν στην 4^η Προγραμματική Περίοδο στο Επιχειρησιακό πρόγραμμα « Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη - ΕΠΠΕΡΑΑ » - Ε.Σ.Π.Α. 2007-2013. Οι δράσεις αυτές αποτελούν κατά κύριο λόγο μελέτες, που τα αποτελέσματά τους θα βοηθήσουν σε σημαντικό βαθμό την εφαρμογή του Πλαισίου αλλά και διαχειριστικές δράσεις ανά Διαχειριστική Ενότητα, καθώς και σύστημα παρακολούθησης της εφαρμογής σε εθνικό επίπεδο.

Το Ειδικό Πλαίσιο για τον Παράκτιο Χώρο και τα Νησιά αποτελεί την πρώτη ουσιαστική προσπάθεια ένταξης του παράκτιου χώρου στα πλαίσια του χωροταξικού σχεδιασμού της χώρας (μετά από μία πρώτη αποτυχημένη προσπάθεια το 2002).

Όπως και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό, αποτελεί επίσης αντικείμενο συζητήσεων και διαφωνιών με κυριότερο σημείο κριτικής να αποτελεί το γεγονός ότι διατηρεί ως ελάχιστη απόσταση από τον αιγιαλό για την οικοδόμηση κτιρίων τα 50 μέτρα, τη στιγμή που το Συμβούλιο της Επικρατείας,

κρίνοντας προεδρικά διατάγματα για τη θέσπιση Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ) ζητά σαφώς την αύξηση της ελάχιστης απόστασης στα 100 μέτρα.

1.2. ΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΜΟ

Το «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό», όπως πρόσφατα τροποποιήθηκε ^[4], δίνει κατευθύνσεις και ορίζει κανόνες και κριτήρια για τη χωρική διάρθρωση, οργάνωση και ανάπτυξη του τουρισμού στον ελληνικό χώρο. Στόχος είναι η αειφόρος και ισόρροπη ανάπτυξη του τουρισμού, με έμφαση στην προστασία και ανάδειξη του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος και του τοπίου. Παράλληλα, επιδιώκεται η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας του τουριστικού προϊόντος (όπως άμβλυνση εποχικότητας, αναβάθμιση υφιστάμενων μονάδων, διεύρυνση φάσματος προσφερόμενων υπηρεσιών και προϊόντων, δημιουργία δικτύων που θα αξιοποιούν το σύνολο των πόρων), η προσέλκυση επενδύσεων, η ενσωμάτωση στο σχεδιασμό αναπτυξιακών παρεμβάσεων και προγραμμάτων και η διαμόρφωση πλαισίου κατευθύνσεων για τον υποκείμενο χωρικό σχεδιασμό.

Με βάση το παραπάνω ειδικό πλαίσιο για τον τουρισμό, ο εθνικός χώρος χωρίζεται σε κατηγορίες ανάλογα με την ένταση και το είδος της τουριστικής δραστηριότητας, τη γεωμορφολογία της περιοχής και την ευαισθησία των πόρων κάθε περιοχής. Έτσι, έχουμε:

1. Τις ανεπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες τουριστικά περιοχές
2. Τις περιοχές ενδεικνύμενες για την ανάπτυξη ειδικών – εναλλακτικών μορφών τουρισμού
3. Τις μητροπολιτικές περιοχές
4. Τις παράκτιες περιοχές και νησιά
5. Τις ορεινές περιοχές
6. Τις πεδινές και ημιορεινές περιοχές
7. Τις περιοχές του Εθνικού Συστήματος Προστατευόμενων Περιοχών
8. Τους προστατευόμενους και εγκαταλελειμμένους οικισμούς
9. Τους αρχαιολογικούς χώρους, μνημεία και ιστορικούς τόπους

^[4] <http://www.ypeka.gr/> - ΦΕΚ 3155Β' /12-12-2013

Η περιοχή μελέτης εμπίπτει στην 4^η κατηγορία, για την οποία καταγράφονται ενέργειες και δράσεις που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την εξυπηρέτηση του τουρισμού:

Παράκτιες περιοχές και νησιά

Για τα ακατοίκητα νησιά και τις βραχονησίδες με έκταση μέχρι 300 στρέμματα (από 500 με το προϋφιστάμενο καθεστώς) δεν επιτρέπεται καμία τουριστική επένδυση. Το ίδιο συμβαίνει και για βραχονησίδες και ακατοίκητα νησιά (ανεξαρτήτως έκτασης) που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 10νμ από τα θαλάσσια σύνορα.

Για τα ακατοίκητα νησιά και τις βραχονησίδες με έκταση πάνω από 300 στρέμματα που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 10 ναυτικά μίλια από τα θαλάσσια σύνορα, επιτρέπεται αποκλειστικά η δημιουργία οργανωμένων υποδοχέων τουριστικών δραστηριοτήτων πρότυπου χαρακτήρα, που συνδέονται υποχρεωτικά με τη δημιουργία και προβολή πρότυπων εγκαταστάσεων και δράσεων οικολογικού και πολιτιστικού χαρακτήρα με ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογιών και σύνθετων τουριστικών καταλυμάτων ήπιας ανάπτυξης. Προϋπόθεση για τέτοιες τουριστικές αναπτύξεις είναι η συμβατότητα με τυχόν υφιστάμενα ειδικά καθεστώτα (αρχαιολογικοί χώροι, μνημεία, ιστορικοί τόποι, περιοχές του Εθνικού Συστήματος Προστατευόμενων Περιοχών, δάση και δασικές εκτάσεις) και να βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 10 ναυτικών μιλίων του νησιού από παράκτιες περιοχές του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας ή από νησιά που διαθέτουν ακτοπλοϊκή πρόσβαση

Στην (ενιαία, πλέον) κατηγορία των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων νησιών προστίθενται τα νησιά Αλόνησος, Κύθνος, Αμοργός, Αστυπάλαια, Ίος, Κέα, Μήλος, Σαμοθράκη, Τήνος και Φολέγανδρος, ενώ μεταφέρονται στην κατηγορία των μικρών ή με προβλήματα ανάπτυξης νησιών η Κίμωλος και η Ανάφη. Δηλαδή στην κατηγορία των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων νησιών ανήκουν πλέον τα εξής νησιά: Αίγινα, Αλόνησος, Αμοργός, Άνδρος, Αντίπαρος, Αστυπάλαια, Ζάκυνθος, Θάσος, Θήρα, Ιθάκη, Ικαρία, Ίος, Κάλυμνος, Κάρπαθος, Κάσος, Κέα, Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Κύθηρα, Κύθνος, Κως, Λέρος, Λευκάδα, Λέσβος, Λήμνος, Μήλος, Μύκονος, Νάξος, Πάρος, Πάτμος,

Πόρος, Ρόδος, Σαμοθράκη, Σάμος, Σέριφος, Σίφνος, Σκιάθος, Σκόπελος, Σκύρος, Σπέτσες, Σύμη, Σύρος, Τήνος, Ύδρα, Φολέγανδρος, Χίος. Σε αυτή την κατηγορία επιτρέπονται πλέον μόνο νέες μονάδες τεσσάρων και πέντε αστέρων, οργανωμένοι υποδοχείς και σύνθετα τουριστικά καταλύματα σύμφωνα με τις προβλέψεις που ισχύουν γενικότερα για τις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες περιοχές.

Στην κατηγορία «σχετικά μικρά νησιά με προβλήματα ανάπτυξης» ανήκουν όλα τα υπόλοιπα κατοικημένα νησιά της χώρας (εκτός Κρήτης και Εύβοιας που στο Ειδικό Χωροταξικό Σχέδιο για τον Τουρισμό αντιμετωπίζονται ως ηπειρωτικός χώρος). Στα μικρά νησιά αυτής της κατηγορίας, η αρτιότητα για τις εκτός σχεδίου περιοχές ορίζεται στα 15 στρέμματα και επιτρέπονται 8, 9 και 10 κλίνες ανά στρέμμα σε πέντε, τεσσάρων και τριών αστέρων μονάδες αντίστοιχα. Για νέα ξενοδοχεία (εντός σχεδίου ή οικισμού) επιτρέπεται μόνο η ανέγερση μονάδων τριών, τεσσάρων και πέντε αστέρων και μέχρι 100 κλίνες συνολικά. Όλες οι ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις θα εντάσσονται στα μορφολογικά πρότυπα των υφιστάμενων οικισμών.

2. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

2.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Αιγιαλός: ‘είναι η ζώνη της ξηράς, που βρέχεται από τη θάλασσα από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων’.^[5]

Παραλία: ‘είναι η ζώνη ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται δε σε πλάτος μέχρι και πενήντα (50) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς την εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με της θάλασσας και αντίστροφα’^[6].

^{[5],[6]}Ν. 2971/19-12-01 (ΦΕΚ Α 285) : Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις

Παράκτιος Χώρος (ή, παράκτια περιοχή): ‘Ο γεωμορφολογικός χώρος εκατέρωθεν της ακτογραμμής, όπου εκδηλώνεται διαδραστικά η σχέση μεταξύ του θαλάσσιου και του

χερσαίου τμήματος, μέσω των σύνθετων οικολογικών συστημάτων που περιλαμβάνουν βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες. Πρόκειται για μεταβατική ζώνη μεταβλητού πλάτους που αποτελεί ταυτόχρονα, ζωτικό χώρο ανθρώπινων κοινωνιών και κοινωνικο-οικονομικών δραστηριοτήτων'.^[7]

Θαλάσσιο τμήμα του παράκτιου χώρου: 'Η ζώνη που εκτείνεται από την ακτογραμμή προς τη θάλασσα και μπορεί να φτάσει έως και το όριο των χωρικών υδάτων. Πρόκειται για ζώνη όπου ασκούνται ανθρώπινες δραστηριότητες και χρήσεις θαλάσσης και βυθού, για ζωτικό χώρο ειδών θαλάσσιας πανίδας και χλωρίδας, αλλά και για χώρο που γίνεται κάποιες φορές αποδέκτης ρύπανσης'.^[8]

Χερσαίο τμήμα του παράκτιου χώρου: 'Η ζώνη που εκτείνεται από την ακτογραμμή προς την ενδοχώρα έως τον αμιγώς ηπειρωτικό χώρο. Το τμήμα αυτό μεταβάλλεται δυναμικά με το χρόνο και η έκτασή του καθορίζεται και/ή επηρεάζεται από τα ιδιαίτερα οικολογικά και ανθρωπογενή χαρακτηριστικά της περιοχής (διαβρώσεις, προσχώσεις, τεχνικά έργα κ.α.)'.^[9]

Παράκτιοι ΟΤΑ: 'οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης, που έχουν παράκτιο μέτωπο'.^[10]

Κλιματική Αλλαγή: 'ως κλιματική αλλαγή ορίζεται η αλλαγή στην κατάσταση του κλίματος, η οποία μπορεί να προσδιορισθεί με τη χρήση στατιστικών μεθόδων από τις αλλαγές στις μέσες τιμές ή/και την μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του, οι οποίες υφίστανται και μπορούν να παρατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως για δεκαετίες ή και περισσότερο. Αναφέρεται σε οποιαδήποτε αλλαγή του κλίματος κατά την πάροδο του χρόνου, ανεξάρτητα εάν οφείλονται σε φυσικές αλλαγές ή από τα αποτελέσματα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων'.^[11]

^{[7],[8],[9],[10]} <http://www.pedmede.gr/>

^[11] <http://www.ypeka.gr/>

2.1.1. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΖΩΝΕΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ

Παράκτια ρεύματα. Παράκτια είναι τα ρεύματα που δημιουργούνται κατά την προσέγγιση των κυμάτων στην ακτή, μετακινώντας ταυτόχρονα ιζήματα από και προς την ακτή, ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες που κάθε φορά επικρατούν (ύψος, πλάτος, διεύθυνση κυματισμού).

Κοντά στην ακτή ξεχωρίζουμε δύο κύριους τύπους ρευμάτων :

- α. **Τα ρεύματα διαφυγής** (rip currents) που γενικά μετακινούν τα ιζήματα από την ακτή προς την ανοικτή θάλασσα και
- β. **Τα παράλληλα προς την ακτή ρεύματα** (longshore currents) που μετακινούν ιζήματα κατά μήκος της ακτής.

Η μεταφορά μάζας νερού προς την ακτή από τη δράση των κυμάτων, αντισταθμίζεται από μια αντίστροφη κίνηση του νερού με κατεύθυνση προς την εσωτερική θάλασσα. Τα ομαλά κύματα μέσου ύψους προκαλούν μετακίνηση της άμμου προς την ακτή επάνω από τον πυθμένα της θάλασσας, ενώ η προς την ανοικτή θάλασσα κίνηση, παρασύρει τα ιζήματα σε αιώρηση και μάλιστα σε μέσα βάθη.

Το αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών είναι η μεταφορά και η απόθεση του ιζηματος στην ακτή. Τα μεγάλα και βίαια κύματα προκαλούν μεταφορά ιζημάτων του πυθμένα μακριά από την ακτή, την οποία και διαβρώνουν.^[12]

^[12] Μονιούδη, Ι., 2011. Ολοκληρωμένη εκτίμηση της διάβρωσης των ακτών λόγω της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.



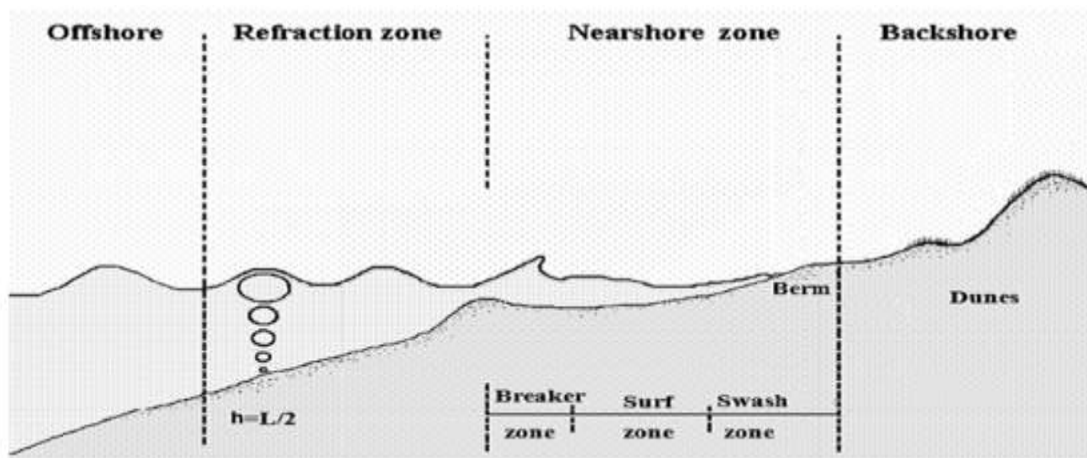
Σχηματική αναπαράσταση παράκτιας κυκλοφορίας – Αριστερά: ρεύματα διαφυγής (rip currents) – Δεξιά: ρεύματα παράλληλα προς την ακτή (longshore currents)^[13]

Ζώνες κυματικής δράσης. Κατά την διάδοση των κυματισμών προς την παραλία δημιουργούνται κυματικές ενεργειακές ζώνες (Σχήμα παρακάτω)^[14] παράλληλα στην ακτογραμμή, οι οποίες χαρακτηρίζονται από διαφορετική υδροδυναμική, ιζηματοδυναμική μορφολογία και ιζηματολογία.

Τυπικό προφίλ παραλίας, που διαμορφώνεται από την κυματική ενέργεια και που δείχνει την παρουσία ενός ύφαλου αναβαθμού στην ζώνη θραύσης. (offshore: ανοικτή θάλασσα, refraction zone: ζώνη διάθλασης, nearshore zone: ζώνη κοντά στην ακτή, backshore: εσωτερική παραλία, breaker, surf and swash zone: ζώνη θραύσης, απόσβεσης και αναρρίχησης, berm: χερσαίος αναβαθμός, dunes: θίνες)^[15]

^[13] <http://www.comet.ucar.edu/> - The Comet Program, 2015

^{[14],[15]} Μονιούδη, Ι., 2011. Ολοκληρωμένη εκτίμηση της διάβρωσης των ακτών λόγω της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.



Κυματικές ενεργειακές ζώνες

Η ζώνη διάθλασης (refraction zone). Σε αυτήν τη ζώνη, το βάθος της υδάτινης στήλης h είναι μικρότερο από το ήμισυ του μήκους κύματος ($h \leq L/2$) και μεγαλύτερο από το $\sim 80\%$ του κυματικού ύψους (γραμμή / ζώνη κυματικής θραύσης - breaker zone).

Η ζώνη θραύσης (breaker zone). Στο τμήμα αυτό της παραλιακής διατομής οι κυματισμοί καθίστανται ασταθείς και τελικά θραύονται. Στις περιπτώσεις μονοχρωματικών κυματισμών, η ζώνη θραύσης εκφυλίζεται σε γραμμή θραύσης. Σε ευρείες και χαμηλού ανάγλυφου (μικρής κλίσης) παραλίες, είναι δυνατόν να εμφανίζονται διαδοχικές ζώνες θραύσης στις οποίες οι θραυσμένοι κυματισμοί επανασηματίζονται και επαναθραύονται. Οι κυματικές παράμετροι αλλάζουν σημαντικά μετά την θραύση, ιδιαίτερα η ταχύτητα φάσης και το κυματικό ύψος, που μειώνονται ταχύτατα.

Η ζώνη απόσβεσης / κυματογής (surf zone). Στη ζώνη αυτή, που βρίσκεται μεταξύ της ζώνης θραύσης και του μετώπου της ακτής, αποσβένεται σημαντικότερο μέρος της ενέργειας του κύματος. Σημαντικό μέρος της ενέργειας καταναλώνεται για τη δημιουργία των παράκτιων, κυματογενών ρευμάτων και την μετακίνηση των παραλιακών ιζημάτων.

Η ζώνη διαβροχής / αναρρίχησης (swash zone). Αποτελεί το τμήμα της χερσαίας παραλίας το οποίο διαδοχικά καλύπτεται και αποκαλύπτεται από τους κυματισμούς και όπου λαμβάνει χώρα η τελική απόσβεση της κυματικής ενέργειας. Η ζώνη διαβροχής διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο σε όλες σχεδόν τις παράκτιες διεργασίες, χαρακτηρίζεται από έντονη στερεομεταφορά όπου οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παράκτιων ρευμάτων και των παράκτιων ιζημάτων προσδιορίζουν τη διάβρωση ή πρόσχωση της ακτής. Η θραύση των κυμάτων τροποποιεί επίσης τις δυνάμεις που επιδρούν στις παράκτιες κατασκευές.^[16]

Εσωτερική παραλία (Backshore). Αποτελεί το χερσαίο τμήμα της παραλίας, το οποίο εκτείνεται από το πάνω όριο της ζώνης διαβροχής μέχρι κάποια φυσιογραφική αλλαγή, όπως ένας παράκτιος κρημνός ή ένα πεδίο θινών (dunes) ή μέχρι το σημείο όπου υπάρχει μόνιμη βλάστηση.^[17] Στη ζώνη αυτή (συνήθως) απουσιάζει η κυματική ενέργεια και τον δυναμικό ρόλο παίζει ο άνεμος. Στην περιοχή αυτή των έντονων αιολικών διεργασιών παρατηρείται μείωση του μεγέθους των ιζημάτων.^[18]

^[16]Elfrink, B., Baldock, T., 2002. Hydrodynamics and sediment transport in the swash zone: A review and perspectives. *Coast. Eng.* 45, 149–167. doi:10.1016/S0378-3839(02)00032-7

^[17]Komar, P.D., 1977. Beach Processes and Sedimentation. *J. Geol.* 86, 155–155.

^[18]Inman, D.L., 1953. Areal and seasonal variations in beach and nearshore sediments at La Jolla, California. DTIC Document.

2.1.2. ΙΖΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΚΥΨΕΛΕΣ

Η δυναμική μιας παράκτιας περιοχής καθορίζεται κυρίως από δυο μηχανισμούς:

- α)** το μηχανισμό τροφοδοσίας των ακτών της περιοχής με φερτές ύλες
- β)** το μηχανισμό διευθέτησης των υλών αυτών στις ακτές.

Ο μηχανισμός τροφοδοσίας εξαρτάται από το γεωλογικό υπόστρωμα της ευρύτερης περιοχής, από τη γεωμορφολογία, από το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και από τη φυτοκάλυψή της, ενώ ο μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών εξαρτάται κυρίως από το ανεμολογικό και κυματικό καθεστώς της περιοχής (οι παλίρροιες στις ακτές του ελληνικού χώρου δεν παίζουν αξιοσημείωτο ρόλο στην παράκτια δυναμική). Η εποχικότητα των μετεωρολογικών φαινομένων κατευθύνει τη δυναμική της παράκτιας μεταφοράς των υλικών και τις εποχικές μεταβολές της ακτογραμμής.^[19]

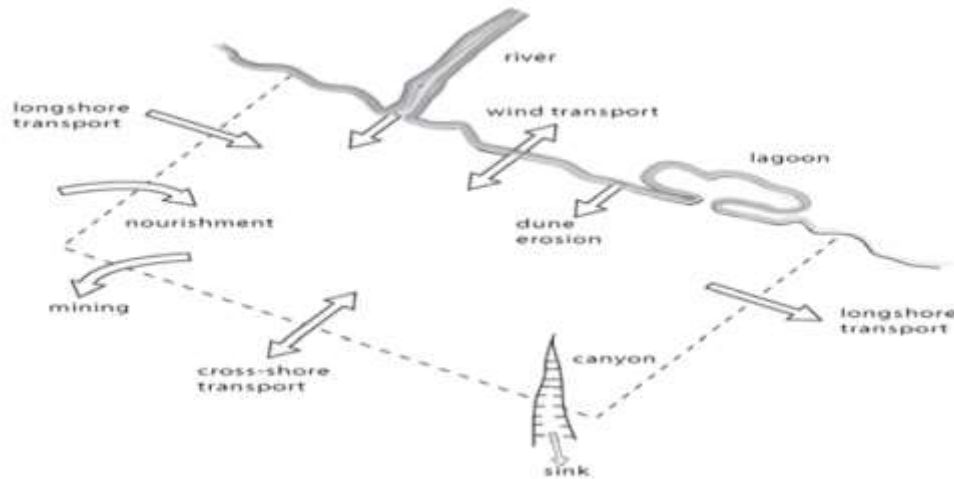
Οι παράγοντες που επιδρούν στην ιζηματογένεση των ακτών είναι κυρίως:

- α)** η διάβρωση γεωλογικών σχηματισμών της ενδοχώρας και η μεταφορά τους από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ποτάμιες οδούς, πλημμύρες κλπ,
- β)** η αποσάθρωση των υπαρχόντων γεωλογικών σχηματισμών της ακτογραμμής (οι ακτές που χαρακτηρίζονται από εκτεθειμένα πετρώματα και ισχυρή δραστηριότητα κυμάτων είναι σημαντικοί προμηθευτές του ιζήματος των παραλιών)
- γ)** αποσαθρωμένοι βιολογικοί παράγοντες, όπως κομμάτια και θρύψαλα κελυφών θαλασσίων οργανισμών, κοράλλια κλπ.

Ως ιζηματικό κύτταρο (littoral cell) ή παράκτιο κύτταρο (coastal cell) ορίζεται μια γεωγραφικά καθορισμένη περιοχή της ακτής, όπου το ισοζύγιο φερτών υλών είναι μηδενικό και έχει αυτοτελή κύκλο ιζηματογένεσης^[20] (U.S. Army Corps of Engineers, 2011). Σε κάθε τέτοιο τμήμα είναι δυνατό να υπάρχουν παγίδες αλλά και πηγές ιζημάτων όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα:

^[19]Κομπιάδου, Κ., Χατήρης, Γ.Α., Ανδρουλιδάκης, Γ., Σιούλας, Α., Κρεστενίτης, Γ., Αναγνώστου, Χ., Ίσσαρης, Ι., 2009. Διερεύνηση της διάβρωσης στο Ακρωτήριο Ρόδου και μέτρα αντιμετώπισης. Presented at the 9th Symposium on Oceanography&Fisheries, Patras.

^[20]U.S. Army Corps of Engineers, 2011. Coastal Engineering Manual, CEM EM 1110-2-1100, Handbook. Washington, D.C.



Παράκτιο κύτταρο και στερεομεταφορά^[21]

Στην πράξη, τα ιζηματικά κελιά ορίζονται συνήθως από τους κόλπους και τα ακρωτήρια: ένας κόλπος, από ένα ακρωτήριο έως το επόμενο, αποτελεί ένα ιζηματικό κελί. Ανάλογα με το μήκος της μελετώμενης ακτογραμμής και την ύπαρξη τεχνικών έργων (λιμάνια, πρόβολοι κτλ.) τα ιζηματικά κελιά μπορούν να χωριστούν είτε σε υπο-κελιά και να οριστούν μικρότερα από έναν κόλπο είτε μπορούν να οριστούν μικρότερες παράκτιες περιοχές σε κάθε ιζηματικό κελί^[22]. Οι κυριότερες παγίδες φερτών υλών είναι τα παλιρροιακά στόμια, όπου οι προς την ακτή στερεοπαροχές κατά την πλημμύρα είναι μεγαλύτερες από αυτές προς την ανοιχτή θάλασσα κατά την άμπωτη. Ιζήματα παγιδεύονται επίσης στα υφαλοπρανή και στα υποβρύχια φαράγγια. Εξίσου σημαντικές παγίδες αποτελούν και τα παράκτια τεχνικά έργα αλλά και οι αμμοληψίες.

Κυριότερες πηγές φερτών υλών είναι τα υδατορέματα, τα οποία μεταφέρουν υλικά που προέρχονται από τη διάβρωση χερσαίων εκτάσεων γης. Τα πλέον χονδρόκοκκα ιζήματα παραμένουν στις ακτές, ενώ τα υπόλοιπα καθιζάνουν σε μεγαλύτερα βάθη. Η διάβρωση γαιωδών όγκων σε ακτές αποτελεί μια δεύτερη πηγή ιζήματος.

^[21]Conscience, 2007. Concepts and Science for Coastal Erosion Management. European Commission.

^[22]COASTGAP - MED, 2014. Πολιτικές παράκτιας διακυβέρνησης και προσαρμογής στην Μεσόγειο - Coastal Governance and Adaptation Policies in the Mediterranean (Τεχνική Εισήγηση).

Τέλος η μεταφορά κόκκων από τους ανέμους, η βιογενής απόθεση από κελύφη νεκρών θαλάσσιων οργανισμών και η τεχνητή τροφοδοσία ακτών, είναι ιζήματος.

Η μελέτη των διεργασιών που συμβαίνουν σε ένα παράκτιο κελί είναι πολύ σημαντική ώστε να γίνει σωστή χωροθέτηση των έργων προστασίας της ακτής, σε μια συγκεκριμένη περιοχή και να αποφευχθεί πιθανή αστοχία. Πρέπει να εντοπισθούν οι παγίδες και οι πηγές των ιζημάτων, να εξεταστεί η επίδραση των υδροδυναμικών συνθηκών και να γίνει εκτίμηση της στερεομεταφοράς και του ισοζυγίου των φερτών^[23] (Kamphuis, 2001). Για να γίνει ποσοτική ανάλυση του ισοζυγίου φερτών υλών, κατά τη διάρκεια του έτους κατά μήκος μιας ακτής, χωρίζεται η ακτή σε τμήματα και υπολογίζεται το αλγεβρικό άθροισμα των στερεοπαροχών προς τα δεξιά και προς τα αριστερά. Στα τμήματα όπου εμφανίζεται έλλειμμα αναμένεται διάβρωση της ακτογραμμής, ενώ στα τμήματα με περίσσειμα πρόσχωση.

2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΚΤΩΝ

Κάθε ακτή έχει το δικό της χαρακτήρα, με συνέπεια να υπάρχουν μεγάλες διαφοροποιήσεις τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και σε αρκετά μικρές αποστάσεις. Αυτή η πολυπλοκότητα έχει προκαλέσει και διαφορετικούς τρόπους ταξινόμησης των ακτών.

Έτσι οι ακτές ταξινομούνται κυρίως με βάση τον μηχανισμό σχηματισμού τους, τον τύπο των πετρωμάτων (υποστρώματος) και την τεκτονική δομή τους^[24]. Περαιτέρω υποδιαιρέσεις κάθε ομάδας γίνονται με βάση τον παράγοντα που έχει τη μεγαλύτερη σχετική επίδραση, αν και είναι λίγες οι περιπτώσεις των ακτών που οφείλουν τη διαμόρφωση τους αποκλειστικά σε ένα μόνο παράγοντα.

Ο Shepard παρήγαγε μια περισσότερο περιεκτική ταξινόμηση, όπου οι ακτές χωρίζονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Πρωτογενείς είναι εκείνες που έχουν διαμορφωθεί κυρίως από χερσαίους παράγοντες και υποδιαιρούνται σε:

^[23]Kamphuis, J.W., 2001. Designing with Models. American Society of Civil Engineers, pp. 19–32. doi:10.1061/40549(276)2

^[24]Bird, E., 2008. Coastal geomorphology: an introduction, 2. ed. ed, Geostudies. John Wiley, Chichester. And Thurman, H.V., 1983. Essentials of oceanography.

α) ακτές χερσογενούς διάβρωσης (κατακλυσθείσες ποτάμιες κοιλάδες, ακτές που προέρχονται από παγετώδη διάβρωση και κατακλυσθείσες περιοχές καρστικής διάβρωσης, ακτές που προέκυψαν λόγω κατολίσθησης, ηφαιστειακές ακτές και τεκτονικές ακτές) και β) ακτές χερσογενούς απόθεσης (ακτές των ποταμίων αποθέσεων, ακτές τύπου Δέλτα, ακτές αλλουβιακών πεδιάδων, ακτές παγετωδών αποθέσεων και αιολικών αποθέσεων). Δευτερογενείς είναι εκείνες στις οποίες η δράση των κυμάτων και άλλων παράκτιων διεργασιών είναι το κυρίαρχο στοιχείο ελέγχου της φόρμας της ακτής, προέρχονται από πρωτογενείς, οι οποίες διαμορφώθηκαν εκ των υστέρων από θαλάσσιους παράγοντες και υποδιαιρούνται σε: α) ακτές διάβρωσης λόγω των κυμάτων (π.χ. κρημνοί ευθυγραμμισμένοι από τα κύματα, των οποίων το βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι γειτονεύουν με πυθμένα που έχει μικρή κλίση) β) απόθεσης (από ιζηματογενείς δομές) (φραγμούς, αμμολωρίδες, «μπάγκους», βραχίονες και τόξα) (εμπόδια, αλυκές, κλπ), και γ) ακτές που «χτίζονται» από οργανισμούς (κοραλλιογενείς ακτές, ακτές μαγκρόβια)^[25]. Το πλεονέκτημα της κατάταξης Shepard είναι ότι είναι πιο λεπτομερής από τις άλλες, επιτρέποντας έτσι να ενσωματωθούν περισσότερες ακτές^[26].

Ο Fairbridge (2004), θεωρεί ότι για την απλούστερη περιγραφή μιας δεδομένης ακτής απαιτούνται το λιγότερο τρεις όροι, με έμφαση στους ακόλουθους: (1) υλικό (σκληρό/μαλακό, διαλυτό ή όχι); (2) διεργασίες (διαβρωτικές/εποικοδομητικές, φυσικές, χημικές, βιολογικές και γεωλογικές), και (3) ιστορικοί παράγοντες (χρονική κλίμακα: ευστατισμός, τεκτονική, ιζηματογένεση κλπ).^[27]

Περαιτέρω, και ανάλογα με την εξυπηρέτηση του αντικείμενου της έρευνας, χρησιμοποιούνται και άλλες υπό-ταξινομήσεις. Έτσι, σύμφωνα με τον τύπο των πετρωμάτων τους οι ακτές διακρίνονται κυρίως σε βραχώδεις και αμμώδεις, ενώ εμφανίζονται και ενδιάμεσες μορφές. Στις ενδιάμεσες αυτές μορφές ανήκουν και οι διαβρωσιγενείς ακτές οι οποίες προκύπτουν από τις καταστροφικές διαδικασίες θαλάσσιας προέλευσης που δρουν κυρίως σε θαλάσσιους κρημνούς με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός εντυπωσιακού τοπίου^[28].

^[25]Davidson-Arnott, R., 2010. Introduction to Coastal Processes & Geomorphology. Cambridge University Press, New York, USA.

^[26]USACE, 2006. Coastal Classification and Morphology, in: Coastal Engineering Manual (CEM), Part IV - Chapter 2.

^[27]Fairbridge, R.W., 2004. Classification of Coasts. J. Coast. Res. 20, 155–165. doi:10.2112/1551-5036(2004)20[155:COC]2.0.CO;2

^[28]Μιχαήλογλου, Α., 2011. Χωρικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παράκτιας διάβρωσης: Η περίπτωση του Ν.Δωδεκανήσου. ΠΜΣ Προστασία Περιβάλλοντος Και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Σε ένα άλλο μοντέλο ταξινόμησης οι ακτές κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την προέλευσή τους και τον τρόπο σχηματισμού τους σε βυθισμένες ακτές ή ακτές από ανάδυση. Η ταξινόμηση αυτή συνδέεται κυρίως με τις διακυμάνσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, το κλίμα και το ανάγλυφο της κάθε περιοχής.^[29]

Φυσιογραφικά διακρίνονται σε χαμηλές, υψηλές, ομοιόμορφες και διακεκομμένες, ενώ από την άποψη προσβολής τους από τους ανέμους διακρίνονται σε προσήνεμες και υπήνεμες. Χαρακτηριστικοί τύποι χαμηλών ακτών αποτελούν οι χερσονησίδες, οι λιμνοθάλασσες, τα τενάγη κλπ. Τέναγος θεωρείται η έκταση που καλύπτεται από ρηχά νερά κοντά σε αμμώδεις παραλίες, στις εκβολές ποταμών (παρουσιάζει δε χαρακτηριστικά βάλτου). Οι υψηλές ακτές, ανάλογα με τη γωνία κλίσης τους ως προς τη επιφάνεια της θάλασσας, διακρίνονται σε ομαλές (γωνία κλίσης μέχρι 15ο), υπόκρημνες (γωνία κλίσης 15ο-25ο), κρημνώδεις (γωνία κλίσης 25ο-45ο), απόκρημνες (γωνία κλίσης μέχρι 75ο) και κάθετες (γωνία κλίσης 90ο). Από μορφολογική άποψη διακρίνονται σε βραχώδεις, χαλικώδεις, αμμώδεις και λασπώδεις.^[30]

Η προσέγγιση του έργου «Eurosion: Living with coastal erosion in Europe»^[31] (Eurosion, 2004a) χρησιμοποιεί μια αναθεωρημένη μορφή παράκτιας τυπολογίας, στην οποία διακρίνονται τέσσερις βασικοί τύποι ακτών:

(α) βραχώδεις ακτές και/ή κρημνοί από σκληρό υλικό

(β) κρημνοί από κροκαλοπαγή και/ή μαλακούς βραχώδεις σχηματισμούς που συχνά εμπεριέχουν και μικρές (<200m) παραλίες κλειστής κυκλοφορίας (pocket beaches)

^[29]Καρύμπαλης, Ε., 2010. Παράκτια γεωμορφολογία, Ίων.

^[30]Ν. Τσιμενίδης, 2000. Θαλάσσια Βιολογία (Σημειώσεις). Πανεπιστήμιο Κρήτης.

^[31]<http://ec.europa.eu/ourcoast/download.cfm?fileID=1233>

(γ) παράλιες ζώνες είτε μικρού μήκους (200-1000m) που διαχωρίζονται από βραχώδη ακρωτήρια είτε εκτεταμένες παραλίες (>1km) ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης και ακτογραμμές παράκτιων σχηματισμών θαλάσσιας απόθεσης (π.χ. barriers, spits) συμπεριλαμβανομένων και των τεχνητά εμπλουτισμένων παραλιών και

(δ) δελταϊκές παραλίες (συνήθως αργιλικής σύστασης)^[32] (Αλεξανδράκης et al., 2009).

Πολύ πρόσφατα, ο Alcantara-Carrío^[33], έδωσε μία σύγχρονη ταξινόμηση, λαμβάνοντας υπόψη τον κυρίαρχο ρόλο των ανθρώπινων παρεμβάσεων. Υπό την επίδρασή τους, ορίζει τρία είδη ακτών:

1ον οι φυσικές έμμεσα-τροποποιημένες (natural indirectly-modified) ακτές,

2ον οι αγροτικές ή ενδιάμεσες (rural or intermediate) ακτές και

3ον οι ανθρωπογενώς αναπτυγμένες (human-developed) ακτές, οι οποίες μπορούν να υποδιαιβηθούν περαιτέρω σε:

α) ημι-αστικές (semi-urban) ακτές,

β) αστικές (urban) ακτές

γ) τεχνητές (man-made coasts) ακτές και

δ) λιμάνια (harbors).

^[32] Αλεξανδράκης, Γ., Καρδitsά, Α., Πούλος, Σ., Γκιώνης, Γ., Καμπάνης, Ν., 2009. Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης, : 9^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας. pp. 327–332.

^[33] Alcantara-Carrío, J., 2014. Geomorphological Coastal Classifications after Natural Processes and human Disturbance. Oceanogr. Open Access 02, 3–4. doi:10.4172/2332-2632.1000e108

2.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ

Η κατηγοριοποίηση των μορφών μεταβολής της ακτογραμμής, βασισμένη σε γεωμορφολογικούς κανόνες, μας παρέχει ένα καλά καθορισμένο πλαίσιο με τη βοήθεια του οποίου τα δεδομένα μεταβολής της ακτογραμμής μπορούν να ερμηνευθούν με περισσότερη ακρίβεια και μας εφοδιάζει με ένα πρακτικό εργαλείο διαχείρισης.^[34]

Σαν "τύπος" μεταβολής της ακτογραμμής ορίζεται ένα διακριτό πρότυπο (μοτίβο) μετακίνησης της ακτογραμμής που αναγνωρίζεται από μία ιδιαίτερη αλλαγή στο σχήμα, στον ρυθμό ή στην περιοδικότητα. Οι τύποι μεταβολής της ακτογραμμής μπορούν να εμφανισθούν ως δισδιάστατες (γραμμικές) ή τρισδιάστατες (κατά μήκος της ακτής) μεταβολές που εξελίσσονται σε διάφορες χρονικές και χωρικές κλίμακες.^[35] Οι τύποι μεταβολής της ακτογραμμής που έχουν εντοπιστεί έως σήμερα και προταθεί για την ταξινόμηση των μεταβολών της ακτογραμμής, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

^[34]Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252–266.

^[35]Galgano, F., Leatherman, S., 2005. Modes and Patterns of Shoreline Change, in: Schwartz, M. (Ed.), *Encyclopedia of Coastal Science, Encyclopedia of Earth Science Series*. Springer Netherlands, pp. 651–656.

Type	Ταξινόμηση (Classification)
1	Απλή γραμμική υποχώρηση
2	Εναλλασσόμενη διάβρωση-πρόσχωση
3	Προοδευτική διάβρωση κατά μήκος της ακτής
4	Διάβρωση εξαιτίας θύελλας (επεισοδιακή)
5	Διάβρωση όρμων
6	Κυκλική μεταβολή ακτογραμμής
7	Συμπεριφορά μεσο-παλιρροιακού ύφαλου
8	Εμφανής περιστροφή νησιού
9	Ελεγχόμενη Προ-Ολοκαινικά διαμόρφωση
10	Παροδική προοδευτική διάβρωση
11	Χαρακτηριστικά ακρωτηρίου
12	Επιμήκυνση αμμολωρίδας

Προτεινόμενη ταξινόμηση τύπων διάβρωσης ακτογραμμής με βάση τους τρόπους αλλαγής της.^[36]

2.4. ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Οι παράκτιες περιοχές αντιμετωπίζουν πλέον αυξανόμενες πιέσεις, ιδίως στους οικοτόπους, στους φυσικούς πόρους (γη, γλυκά/θαλάσσια ύδατα, ενέργεια, αλιεύματα κτλ) καθώς και μέσω της αυξανόμενης ζήτησης υποδομών (λιμένες / μαρίνες, μεταφορές, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, κτλ).^[37] (EEA, 2000).

^[36]Galvano, F., Leatherman, S., 2005. Modes and Patterns of Shoreline Change, in: Schwartz, M. (Ed.), Encyclopedia of Coastal Science, Encyclopedia of Earth Science Series. Springer Netherlands, pp. 651–656.

^[37]<https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2000>

Ήδη στην Εθνική Έκθεση για την διαχείριση των παράκτιων ζωνών στην Ελλάδα έχουν αναγνωρισθεί τέσσερις τύποι προβλημάτων που προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά και την ανθρώπινη κακοδιαχείριση, αδιαφορία και άγνοια στα παράκτια οικοσυστήματα^[38]:

- α) συγκέντρωση πληθυσμού και δραστηριοτήτων σε σχετικά περιορισμένο και ευαίσθητο χώρο,
- β) συχνές συγκρούσεις από ασύμβατες χρήσεις στον ίδιο ή γειτονικούς χώρους,
- γ) υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και
- δ) αδυναμία στη λήψη αποφάσεων, σε εφαρμογή των πολιτικών και σε συντονισμό των αρμόδιων αρχών.

Οι πιέσεις στις παράκτιες περιοχές μπορούν να ενταχθούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες^[39]:

(i) Πιέσεις στη δομή και τη λειτουργία των φυσικών οικοσυστημάτων, οι οποίες προέρχονται από ανθρωπογενή «οικοσυστήματα» και από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή αλλά και από το σύνολο της αναπτυξιακής διαδικασίας, είτε άμεσα είτε έμμεσα.

(ii) Πιέσεις στην ποιότητα και την ποσότητα των οικοσυστημάτων (έδαφος, υδάτινοι πόροι κ.α.), οι οποίες είναι το αποτέλεσμα της συγκέντρωσης ανθρώπων και των δραστηριοτήτων τους. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αυξημένη ζήτηση για «κατανάλωση» φυσικών πόρων αλλά και για απόθεση των καταλοίπων αυτών.

^[38]ΥΠΕΚΑ, 2006. Report of Greece on Coastal Zone Management. Ministry of the environment, physical planning and public works.

^[39]Δημοπούλου, Ε., Αβαγιανού, Θ., Ζεντέλης, Π., 2005. Συγκρότηση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για τη διαχείριση Παράκτιων Ζωνών. Presented at the 5^ο Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο ΕΜΠ «Παιδεία, Έρευνα, Τεχνολογία. Από το χθες στο αύριο», Μέτσοβο.

(iii) Πιέσεις που προέρχονται από τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε χώρο, όσον αφορά στα χερσαία οικοσυστήματα, γεγονός που αποτελεί συνέπεια της ανάπτυξης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

(iv) Πιέσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, εξαιτίας του μεγέθους και της κλίμακας των υποδομών που είναι αναγκαίες για την υποστήριξη του υφιστάμενου αναπτυξιακού σχεδιασμού.

Οι κυριότερες πιέσεις που δέχεται σήμερα το θαλάσσιο και χερσαίο παράκτιο Περιβάλλον^[40] είναι:

- Η βιομηχανική ανάπτυξη στην παράκτια ζώνη μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα των υγροτόπων με την εισαγωγή ρύπων, συμπεριλαμβανομένων των βαρέων μετάλλων και θρεπτικών ουσιών (κίνδυνος ευτροφισμού), και αλλάζοντας τις συνθήκες κυκλοφορίας και τη θερμοκρασία του νερού.
- Η κατασκευή αναχωμάτων ή φραγμάτων, για δέσμευση ποσοτήτων ύδατος για χρήση στη γεωργία μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των παράκτιων υγροτόπων μέσω της μείωσης των εισροών του γλυκού νερού και μέσω των αλλαγών στην κυκλοφορία του νερού.
- Η ανάπτυξη δραστηριοτήτων στην παράλια ζώνη και στους αμμόλοφους, μπορεί να αλλάξει τα πρότυπα της μεταφοράς φερτών υλών ή να τροποποιήσει τα υπάρχοντα.
- Οι δραστηριότητες θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας (που σε τροπικές περιοχές συχνά περιλαμβάνουν την καταστροφή μακρόβιων δασών, για να δημιουργήσουν τεχνητές λίμνες υδατοκαλλιέργειας), μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά τις πολύπλοκες λειτουργίες στα μακρόβια συστήματα τα οποία χρησιμεύουν ως ρυθμιστικά για τις παράκτιες καταιγίδες και τα ενδιαιτήματα γόνου ψαριών.

^[40]Cicin-Sain, B., Belfiore, S., 2005. Linking marine protected areas to integrated coastal and ocean management: A review of theory and practice. Ocean Coast. Manag. 48, 847–868. doi:10.1016/j.ocecoaman.2006.01.001

- Η ανάπτυξη των λιμένων (βυθοκορήσεις, απόρριψη βυθοκορημάτων) μπορεί π.χ. να υποβαθμίσει τους κοραλλιογενείς υφάλους και τα θαλάσσια λιβάδια μέσω της συσσώρευσης των ιζημάτων.
- Αλλά και χερσαίες δραστηριότητες όπως η υλοτομία, γεωργικές πρακτικές όπως η αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων (νιτρορύπανση) και πρακτικές κτηνοτροφικής παραγωγής όπως η ρύπανση των ρεμάτων από ζωικά απόβλητα, καταλήγουν στις εκβολές των ποταμών άρα τελικά στο παράκτιο, χερσαίο & θαλάσσιο, περιβάλλον.

Οι κύριες δραστηριότητες στην παράκτια ζώνη και οι σχετιζόμενες επιπτώσεις τους, αποτυπώνονται συγκεντρωτικά στον επόμενο πίνακα^[41]:

	Ανθρωπογενείς επεμβάσεις	Επιπτώσεις
Αεριοποίηση - Τσιμεντοποίηση - Μεταφορές	•Μεταβολή χρήσεων γης •Έντονη ανοικοδόμηση •Λιμενικές κατασκευές •Παράκτιες κατασκευές •Διαχείριση υδάτων •Διαχείριση αστικών λυμάτων και αποβλήτων •Κατασκευή οδικών έργων •Σιδηρόδρομοι •Θαλάσσιες μεταφορές	•Ρύπανση νερών •Μόλυνση νερών •Ευτροφισμός •Αισθητική υποβάθμιση περιβάλλοντος •Ηχορύπανση •Αέρια ρύπανση •Διάβρωση •Εξάντληση υπόγειων αποθεμάτων γλυκών νερών •Υφαλμύρωση υπόγειων υδροφορέων •Διατάραξη των παράκτιων και παράλιων ενδιαιτημάτων •Επίδραση στην βιοποικιλότητα
Αγροτικές Δραστηριότητες	•Βελτίωση εδαφών με χρήση λιπασμάτων •Χρήση φυτοφαρμάκων •Αντίληψη νερού •Διευθετήσεις ποταμών •Διάνοιξη τάφρων	•Ρύπανση υδάτων – εδάφους •Ευτροφισμός •Επίδραση στη βιοποικιλότητα •Διατάραξη των παράκτιων και παράλιων ενδιαιτημάτων •Ραγδαία μείωση των εισροών γλυκού νερού και φερτών υλικών στην παράκτια ζώνη •Μείωση του υδατικού αποθέματος •Υφαλμύρωση υπόγειων υδροφορέων
Αλιεία – Υδατο καλλιέργειες	•Λιμενικές κατασκευές •Εγκαταστάσεις υποδομής για τη συντήρηση και επεξεργασία των αλιευμάτων •Αλιευτικά εργαλεία •Εγκαταστάσεις στο υδατικό περιβάλλον •Ναυπηγεία	•Υπεραλίευση •Θνησιμότητα παραλιευμάτων •Ρύπανση •Ευτροφισμός •Αλλαγή της ποιότητας της υδάτινης στήλης και των υλικών του βυθού
Βιομηχανία	•Χρήσεις γης •Εξόρυξη φυσικών πόρων •Χρήση υδάτινων μαζών για ψύξη •Χρήση υδάτινων ροών για παραγωγή ενέργειας	•Ρύπανση νερών •Θερμική ρύπανση •Ηχορύπανση •Αέρια Ρύπανση •Διακοπή της φυσικής τροφοδοσίας του θαλάσσιου συστήματος με γλυκά νερά •Διατάραξη παράκτιων και παράλιων ενδιαιτημάτων •Επίδραση στη βιοποικιλότητα και την φυσιολογία των οργανισμών •Εξάντληση φυσικών πόρων •Διάβρωση

Σχέση μεταξύ ανθρώπινων δραστηριοτήτων και επιπτώσεων στην παράκτια ζώνη

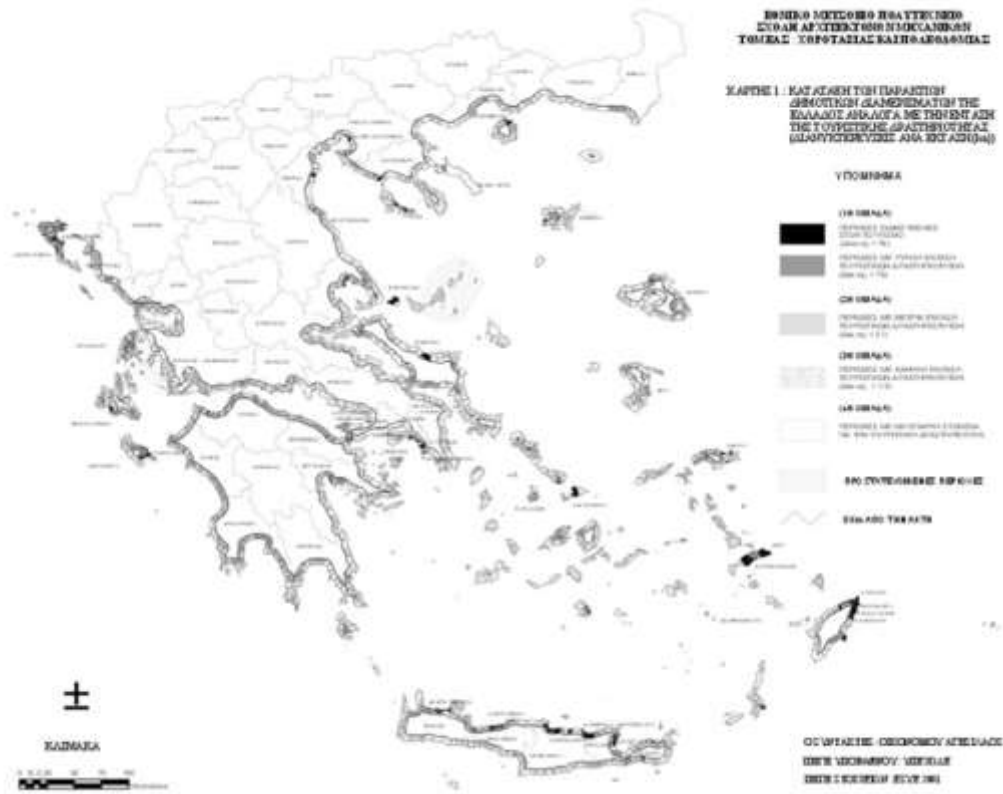
^[41]Κρεστενίτης, Γ.Ν., 2011. Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης - Το φυσικό και το ανθρώπινο σύστημα στην παράκτια ζώνη.

2.5.ΣΧΕΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Οι κατηγορίες χρήσεων γης της Ελλάδος γενικότερα, αλλά και του παράκτιου χώρου ειδικότερα, περιγράφονται από το πρόγραμμα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος^[42] (ΕΟΠ) για την κάλυψη γης που είναι γνωστό ως CORINE 2000 (CORINE LAND COVER 2000). Σύμφωνα με τα Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης των Περιφερειών της Ελλάδος η Παράκτια Ζώνη περιλαμβάνει γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές εκτάσεις, μονάδες μεταποίησης προϊόντων, αστικές περιοχές με οικισμούς μόνιμης κατοικίας και β' κατοικίας (όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη), αρχαιολογικούς χώρους, ιστορικούς τόπους και μνημεία, φυσικά τοπία και οικοσυστήματα οικολογικής σημασίας όπως υγροβιότοπους, λίμνες, λιμνοθάλασσες, δέλτα ποταμών.^[43]

^[42]https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/eea_el

^[43]Αγγελίδης, Μ., Οικονόμου, Α., 2005. Χρήσεις γης και επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο της Ελλάδας. Presented at the HELECO '05, TEE, Αθήνα.



Κατάταξη των παράκτιων ΔΔ της Ελλάδος ανάλογα με την ένταση της τουριστικής δραστηριότητας^[44]

Από το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού, το 33% κατοικεί σε παράκτιες περιοχές που απέχουν 1-2 χλμ από την ακτή. Οι 12 από τις 13 περιφέρειες της ελληνικής επικράτειας καταγράφονται ως παράκτιες περιοχές. Τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, Καβάλα, Βόλος) χωροθετούνται στην παράκτια ζώνη. Το 80% των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, το 90% του τουρισμού και των δραστηριοτήτων αναψυχής, το 35% της αγροτικής γης (συνήθως υψηλής παραγωγικότητας), η αλιεία και οι υδατοκαλλιέργειες, αλλά και ένα σημαντικό μέρος των υποδομών (λιμάνια, αεροδρόμια, δρόμοι, ηλεκτρικό και τηλεπικοινωνιακό δίκτυο κ.ά.) ασκούνται στην παράκτια ζώνη.^[45]

^[44] Αγγελίδης, Μ., Οικονόμου, Α., 2005. Χρήσεις γης και επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο της Ελλάδας. Presented at the HELECO '05, TEE, Αθήνα.

^[45]ΥΠΕΚΑ, 2006. Report of Greece on Coastal Zone Management. Ministry of the environment, physical planning and public works.

Οι αλλαγές χρήσεων γης αυξάνουν την τρωτότητα της παράκτιας ζώνης απέναντι σε φυσικούς κινδύνους. Όταν το σύνολο σχεδόν της ακτής βρισκόταν σε φυσική ή ημι-φυσική κατάσταση και η παράκτια ζώνη δεν ήταν πυκνοκατοικημένη, οι επιπτώσεις των βίαιων καιρικών φαινομένων ήταν πολύ λιγότερο καταστροφικές, αφού η ανθρώπινη επίδραση ήταν κυρίως παραδοσιακές γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες, ενώ οι οικισμοί κατείχαν μόνο ένα μικρό ποσοστό της ακτής. Σήμερα, βίαια φαινόμενα όπως πλημμύρες, τυφώνες, σεισμογενείς κυματισμοί (tsunamis) κλπ, προκαλούν τεράστιες καταστροφές στις περισσότερες παράκτιες ζώνες που φιλοξενούν πολλές δραστηριότητες και μεγάλους πληθυσμούς. Η ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή θα ενισχύσει σημαντικά αυτούς τους κινδύνους.^[46]

Πέραν των συγκεντρώσεων αστικού πληθυσμού, οι ανταγωνιστικές χρήσεις των γαιών κατά μήκος των ακτών που προέρχονται από την υποδομή του τουρισμού, της γεωργίας, της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, των μεταφορών, της ενέργειας και της βιομηχανίας, επιταχύνουν τη μεταβολή της μορφολογίας του παράκτιου συστήματος.^[47]

Η ταχεία (και συνήθως άναρχη) αστικοποίηση, ιδιαίτερα των παράκτιων ζωνών, με την παράλληλη τάση επέκτασης δευτέρων (παραθεριστικών) κατοικιών, την έλλειψη σχεδιασμού και απαραίτητης υποδομής κατά τη διαδικασία γεωργικής, βιομηχανικής και κυρίως τουριστικής ανάπτυξης, την ανεπάρκεια στο σύστημα διάθεσης και επεξεργασίας αντίστοιχων λυμάτων, και με φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους κ.ά. έχει οδηγήσει σε αδιέξοδα από άποψη φυσικού περιβάλλοντος ιδιαίτερα στις παρακείμενες σε κύρια αστικά κέντρα περιοχές. Η έλλειψη Κτηματολογίου και η κατάληψη και ιδιοποίηση γης του Δημοσίου επιτείνει τις συγκρούσεις χρήσεων γης και την περιβαλλοντική υποβάθμιση.^[48]

^[46]Χατζημπίρος, Κ., Παναγιωτίδης, Π., 2008. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης. Αξιολόγηση της εφαρμογής του Ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου. Presented at the 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», Μυτιλήνη.

^[47] <https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2000>

^[48] Σταματίου, Ε., 2003. Χωρικές δυσλειτουργίες και περιβαλλοντικές αλλοιώσεις στους παράκτιους νομούς της Ελλάδας - προβλήματα και προοπτικές. Σειρά Ερευνητικών Εργασιών 9, 489–512.

Πολλές παράκτιες ζώνες σήμερα υφίστανται έντονη περιβαλλοντική πίεση εξαιτίας των αυξημένων καταναλωτικών απαιτήσεων μεσαίων ή μικρομεσαίων κοινωνικών στρωμάτων που έχουν επωφεληθεί σημαντικά από την οικονομική ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών τις τελευταίες δεκαετίες. Εύκολα οδηγείται η τοπική κοινωνία στο συμπέρασμα ότι δεν χρειάζεται ειδικός σχεδιασμός για να διατηρηθεί η φυσική εξέλιξη των πραγμάτων. Από την άλλη μεριά, η ένταση της τουριστικής αιχμής κατά τους θερμότερους και συνήθως ξηρότερους μήνες του έτους, επιβαρύνει δυσανάλογα όχι μόνο το περιβάλλον, αλλά και τις κοινωνικές λειτουργίες. Κατά την χειμερινή περίοδο προκαλείται κοινωνική ερήμωση και διάθεση παραίτησης ή εγκατάλειψης. Έτσι, η αλόγιστη εκμετάλλευση υπονομεύει την συνεκτική λειτουργία τόσο των οικολογικών όσο και των κοινωνικών συστημάτων.^[49] (Χατζημπίρος and Παναγιωτίδης, 2008).

Στην Ελλάδα η περιβαλλοντική διάσταση δεν έχει, ακόμη, ενταχθεί επαρκώς στην κατάρτιση περιφερειακών και αναπτυξιακών προγραμμάτων και χωροταξικών σχεδίων^[50] (Μπεριάτος, 2013) εξαιτίας του σχεδιασμού, της στρατηγικής και της μεθοδολογίας που έχουν υιοθετήσει, μέχρι σήμερα οι εμπλεκόμενοι φορείς. Έτσι, ιδιαίτερα στα αστικά – και κυρίως στα παράκτια - κέντρα και στις ευρύτερες περιοχές τους, εντοπίζονται εξαιτίας της συγκέντρωσης χρήσεων γης, χρόνια χωρικά και περιβαλλοντικά προβλήματα οφειλόμενα, σε μεγάλο βαθμό, στην έλλειψή της.

^[49] Χατζημπίρος, Κ., Παναγιωτίδης, Π., 2008. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης. Αξιολόγηση της εφαρμογής του Ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου. Presented at the 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», Μυτιλήνη.

^[50] Μπεριάτος, Η., 2013. Χωροταξικός Σχεδιασμός και εδαφικές-διοικητικές δομές: Ζητήματα χωρικής διακυβέρνησης σε τοπική κλίμακα, in: Αγροτική οικονομία, ύπαιθρος χώρος, περιφερειακή και τοπική ανάπτυξη. Ελληνική Εταιρεία Περιφερειακής Επιστήμης, Πάτρα.

2.6. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Ως παράκτια διάβρωση ορίζεται η σταδιακή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής υπό την επήρεια της θάλασσας, του αέρα, του πάγου αλλά και της ανθρώπινης δραστηριότητας, σε ικανοποιητικό χρονικό ορίζοντα ώστε η μέτρηση να μην επηρεάζεται από τις επιδράσεις του καιρού, τις κυματικές καταιγίδες και την τοπική δυναμική των ιζημάτων. Καθορίζεται ως το αρνητικό ισοζύγιο μεταξύ της επίδρασης των διεργασιών απόθεσης - διάβρωσης και συνοδεύεται πάντα από απώλεια εδαφικής έκτασης.^[51]

Εμφανίζεται όταν και όπου η παραλία δεν μπορεί πλέον να ισορροπήσει την ενέργεια που παράγεται από τα κύματα και από τους υδάτινους όγκους που συσσωρεύονται σ' αυτήν. Μπορεί συνεπώς να θεωρηθεί ότι προκύπτει από την έλλειψη ισορροπίας μεταξύ, αφενός της εισροής ενέργειας και αφετέρου της αντίστασης της παράκτιας λωρίδας στην μετακίνηση των ιζημάτων της. Η ίδια η διαδικασία της διάβρωσης είναι εν τέλει ένας τρόπος ώστε να επανέλθει η ισορροπία μέσω της διάχυσης της ενέργειας.^[52]

Χαρακτηρίζεται ως «κρίσιμη» όταν προκαλεί σοβαρό πρόβλημα κάθε φορά που ο ρυθμός διάβρωσης, συνυπολογισμένος με οικονομικούς, βιομηχανικούς, ψυχαγωγικούς, αγροτικούς, ναυσιπλοϊκούς, πληθυσμιακούς, οικολογικούς & άλλους σχετικούς παράγοντες, σηματοδοτεί ότι η δράση για την εξυγίανση (την ανακοπή ή καθυστέρηση) της διάβρωσης είναι επιβεβλημένη.^[53]

^[51]EuroSION, 2004a. Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe, Brussels. Directorate General Environment. ed, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος - UNEP. European Commission.

^[52]Anthony, E.J., 2005. Beach erosion, in: Encyclopedia of Coastal Science, Encyclopedia of Earth Sciences Series. M. L. Schwartz (ed), Springer, pp. 140–144.

^[53]Ozhan, E., 2002. Coastal erosion management in the Mediterranean: an overview, in: Priority Action Programme: Regional Activity Centre (PAP/RAC). UNEP/MAP, Ankara/Split.

Μπορεί να διακριθεί κυρίως σε:

(i) μακροπρόθεσμη (long-term) διάβρωση, δηλαδή μη αναστρέψιμη μακροχρόνια οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, κυρίως λόγω ανόδου της μέσης (και σχετικής) θαλάσσιας στάθμης ή/και λόγω αρνητικών παράκτιων ιζηματικών ισοζυγίων^[54], αιτίες δηλαδή που προκαλούν είτε τη μετανάστευση των ακτογραμμών προς την ξηρά (beach transgression) ή τον κατακλυσμό τους (beach drowning) και

(ii) σε βραχυπρόθεσμη (short-term) διάβρωση, η οποία οφείλεται κυρίως σε ακραία φαινόμενα (μετεωρολογικές παλίρροιες (storm surges) και θυελλώδεις κυματισμούς), τα οποία μπορεί να μην έχουν σαν αναγκαίο αποτέλεσμα μόνιμες οπισθοχωρήσεις της ακτογραμμής αλλά μπορούν να προκαλέσουν μεγάλης κλίμακας καταστροφές.^[55]

Εναλλακτικά και κατά περίπτωση, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί είτε ως οξεία (acute) είτε ως χρόνια^[56] (chronic). Οξεία διάβρωση συμβαίνει συνεπεία ενός μοναδικού - επεισοδιακού γεγονότος ενώ η χρόνια διάβρωση είναι ένα συνεχές εξελισσόμενο φαινόμενο.

Για καθαρά διαχειριστικούς λόγους μπορεί να διακριθεί και σε:

- i) διάβρωση από φυσικά αίτια και
- ii) διάβρωση από επίδραση ανθρώπινων παρεμβάσεων.

^[54]Nicholls, R.J., and R.S.J. Tol, 2006: Impacts and responses to sea-level rise: a global analysis of the SRES scenarios over the twenty-first century. Philos. T. Roy. Soc. A, **364**, 1073-1095.

^[55]Μονιούδη, Ι., 2011. Ολοκληρωμένη εκτίμηση της διάβρωσης των ακτών λόγω της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

^[56]Anthony, E.J., 2005. Beach erosion, in: Encyclopedia of Coastal Science, Encyclopedia of Earth Sciences Series. M. L. Schwartz (ed), Springer, pp. 140–144.

Ο βαθμός διάβρωσης των ακτών δεν είναι παντού ο ίδιος αλλά εξαρτάται από πολλούς τοπικούς παράγοντες, όπως:

- την τοπογραφία της ακτής (ακτή σε κόλπο ή στην ανοιχτή θάλασσα)
- τη γεωλογία της ακτής (αμμώδης ή βραχώδης, τεκτονικές κινήσεις ακτών)
- την μορφολογία της ακτής (ήπια ή απότομη κλίση)
- τις επικρατούσες κλιματικές και κυματικές συνθήκες (επιμήκη ρεύματα, άνεμοι, σύνηθες ύψος κυμάτων)
- την συχνότητα και ένταση των ακραίων καιρικών και κυματικών φαινομένων
- τα αποθέματα των ιζημάτων στην περιοχή (ακτή κοντά σε ποτάμι ή όχι)

Μεγάλη σημασία στην όλη διαδικασία της διάβρωσης και την μεταφορά των ιζημάτων προς μεγαλύτερα βάθη, έχει και η κλίση του παράκτιου πυθμένα. Μια μικρή κλίση μπορεί να επιβραδύνει την εγκάρσια μετακίνηση υλικού, διαχωρίζοντας έτσι την άνοδο της στάθμης της θάλασσας από την διάβρωση των ακτών, σαν φαινόμενα. Μία ευσταθής κεκλιμένη παράκτια ζώνη, στην οποία αποβάλλεται το μεγαλύτερο μέρος της κυματικής ενέργειας, μπορεί να θεωρηθεί και ως η καλύτερη και φυσικότερη προστασία μιας ακτής. Αντίθετα, μια μεγάλη, απότομη κλίση επιφέρει συχνά την επιτάχυνση του φαινομένου της διάβρωσης αλλά και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.^[57]

Ο υπολογισμός των ρυθμών διάβρωσης (erosion rates) αποτελεί σημαντική συνιστώσα στην κατανόηση των αιτίων που οδηγούν στην εξέλιξη των ακτογραμμών και είναι εξίσου σημαντική για την ορθή διαχείριση του φυσικού και ανθρώπινου παράκτιου περιβάλλοντος και ειδικότερα για την επίλυση διαχειριστικών θεμάτων.^[58]

Ο μηχανισμός «διάβρωση - μεταφορά - απόθεση» αποτελεί αέναο φαινόμενο στον πλανήτη αλλά γίνεται πρόβλημα όταν δεν υπάρχει χώρος για να φιλοξενήσει μια αλλαγή, π.χ. μια ιδιαίτερα αστικοποιημένη παράκτια ζώνη θα αντιμετωπίσει σίγουρα δυσκολίες με τη διάβρωση των ακτών. Το ερώτημα είναι πόσος χώρος χρειάζεται και ποιες ανθρώπινες χρήσεις είναι συμβατές με μια δυναμική ακτογραμμή.

^[57]Πετρέλης, Ν., 2012. Διερεύνηση των μοντέλων εκτίμησης της μετακίνησης της ακτογραμμής (Διδακτορική Διατριβή). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα.

^[58]Moore, L.J., 2000. Shoreline Mapping Techniques. J. Coast. Res. 16, 111–124.

2.6.1. ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Οι φυσικοί παράγοντες που προκαλούν μεταβολές (διάβρωση/πρόσχωση) στην παράκτια ζώνη και οι χρονικές τους κλίμακες συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα.

Αίτιο	Επίπτωση	Χρονική κλίμακα	Σχόλια
Παροχή ιζήματος (πηγές και καταβόθρες)	Πρόσχωση/ Διάβρωση	Δεκαετίες έως χιλιετία	Φυσική παροχή από την ενδοχώρα ή το μέτωπο της παραλίας μπορεί να συνεισφέρουν στην ισορροπία της ακτογραμμής ή την πρόσχωση
Ανοδος της στάθμης της θάλασσας	Διάβρωση	Αιώνες έως χιλιετίες	Σχετική άνοδος της μέσης θαλάσσιας στάθμης (RSLR)
Θυέλλα και φουσκοθαλασσιά	Διάβρωση	Ωρες έως ημέρες	Πολύ κρίσιμη για το μέγεθος της διάβρωσης
Κυματισμοί μεγάλου ύψους και καμπυλότητας	Διάβρωση	Ωρες έως μήνες (εποχή)	Μεμονωμένες καταγίδες ή εποχιακές συνθήκες
Κυματισμοί μικρής περιόδου	Διάβρωση	Ωρες έως μήνες	Μεμονωμένες καταγίδες ή εποχιακές συνθήκες
Κύματα μικρής καμπυλότητας	Πρόσχωση	Ωρες έως μήνες	Καλοκαιρινές συνθήκες
Επιμική παράκτια ρεύματα (Longshore currents)	Πρόσχωση, καμία μεταβολή ή διάβρωση	Ωρες έως χιλιετία	Ασυνέχειες (ανοδική /καθοδική μετακίνηση) και κομβικά σημεία
Ρεύματα επιστροφής (Rip currents) και αντιστάθμισης	Διάβρωση	Ωρες έως μήνες	Στενή προς τα ανοικτά ροή, ρεύματα κοντά στο βυθό μπορούν να μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες ιζήματος κατά τη διάρκεια των παράκτιων καταγίδων
Ροή επαναφοράς (undertow)	Διάβρωση	Ωρες έως ημέρες	Ροή προς τα ανοικτά, ρεύματα κοντά στον βυθό μπορούν να μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες ιζήματος κατά τη διάρκεια των παράκτιων καταγίδων
Παρουσία παράκτιων εγκολλώσεων	Καθαρή διάβρωση, υψηλή αστάθεια	Έτη έως αιώνες	Κολπίσκοι παρακείμενοι σε ακτογραμμές τείνουν να είναι ασταθείς εξαιτίας διακυμάνσεων ή μετακινήσεων της θέσης του κολπίσκου, η καθαρή επιδράση των κολπίσκων είναι διαβρωτική για το απόθεμα της άμμου κατά την παλιρροιακή άμπωτη
Πλημμυρικά φαινόμενα μετεωρολογικές παλίρροιες	Διαβρωτική	Ωρες έως ημέρες	Υψηλές παλίρροιες και κύματα προκαλούν μεταφορά άμμου πάνω από παραλιακούς υφάλους
Θυελλώδεις άνεμοι	Διαβρωτική	Ωρες έως αιώνες	Αιολική μεταφορά άμμου στην ενδοχώρα από την παραλία
Καθίζηση/ Ιζηματική συμπίεση	Διάβρωση	Έτη έως χιλιετία	Φυσική ή ανθρωπογενής απόσυρση των υπογείων νερών
Τεκτονικά γεγονότα	Διάβρωση/ Πρόσχωση	Στιγμιαία, αιώνες έως χιλιετία	Σεισμοί, Ανύψωση ή καθίζηση των τεκτονικών πλακών.

Οι παράγοντες που προκαλούν μεταβολές (διάβρωση/ πρόσχωση) στην παράκτια μορφολογία και οι χρονικές τους κλίμακες^[59]

^[59] Ozhan, E., 2002. Coastal erosion management in the Mediterranean: an overview, in: Priority Action Programme: Regional Activity Centre (PAP/RAC). UNEP/MAP, Ankara/Split.

Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που προκαλούν παράκτια διάβρωση, σχεδόν πάντοτε συγχρόνως με τις φυσικές αιτίες, είναι κυρίως οι εξής:

- Τα διαχειριστικά έργα των παράκτιων λεκανών απορροής (υδροηλεκτρικά φράγματα ισχύος, αρδευτικά φράγματα, φράγματα ύδρευσης) καθώς και οι τεχνικές παρεμβάσεις στις πηγές των ποταμών και στα δέλτα, μπορούν να μειώσουν δραματικά τις ποτάμιες απορροές φερτών και συνεπώς την παράκτια ιζηματοπαροχή.^[60]
- Έντονη κατασκευή παράκτιων αμυντικών έργων (π.χ. κυματοθραύστες, προβλήτες) άστοχων στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αλλά και επιχωματώσεις και αναχώματα.^[61]
- Η εξαγωγή ιζημάτων (αμμοληψίες) από τις ποτάμιες κοίτες, παραλίες και την εσωτερική υφαλοκρηπίδα που μπορεί να αλλάξει σημαντικά το παράκτιο ιζηματικό ισοζύγιο.^[62]
- Η έντονη αστική ανάπτυξη πολύ κοντά στην ακτογραμμή ειδικά με κατασκευές μέσα στην ενεργό ζώνη του κύματος, οι οποίες εμποδίζουν τις φυσικές διεργασίες της κυματικής ενέργειας, προκαλώντας διαβρώσεις και γενική διαταραχή της δυναμικής συμπεριφοράς μεγάλων τμημάτων της ακτής (Loizidou and Iacovou, 1999) καθώς και η κατασκευή παράκτιων δρόμων και λιμενικών έργων που μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά την παράκτια ιζηματομεταφορά και έτσι να προκαλέσει συστηματικές διαβρώσεις.^[63]
- Η υπεράντληση των παρακτίων υδροφόρων οριζόντων (που προκαλεί και φαινόμενα υφαλμύρωσης) ή/και κοιτασμάτων φυσικού αερίου που μπορεί να αυξήσει δραματικά την σχετική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης
- Και πρόσφατα, η δημιουργία ισχυρών κυματισμών μεγάλης καμπυλότητας από ταχύπλοα επιβατηγά πλοία που πλέουν κοντά στις ακτές^[64] οι οποίοι μπορούν να δημιουργήσουν έντονες παραλιακές διαβρώσεις.

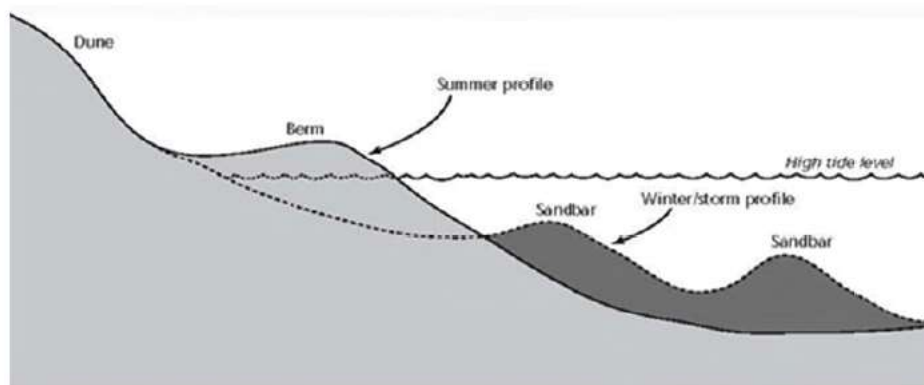
^[60] Poulos, S., Chronis, G., 2001. Coastline changes in relation to longshore sediment transport and human impact, along the shoreline of Kato Achaia (NW Peloponnese, Greece). *Mediterr. Mar. Sci.* 2/1, 5–13.

- ^[61] Mertzanis, A., Marabini, F., Angeli, M., Galvani, A., Gasparetto, P., Portoni, F., Mertzanis, K., 2012. Coastal erosion phenomena and the coastal zone management: The cases of the marche region (N.E. Italy) and Western Peloponnisos (W. Greece), in: International Conference “Protection and Restoration of the Environment XI.” Presented at the Protection and restoration of coastal zone and open sea waters, Thessaloniki, Greece, pp. 835–842.
- ^[62] Kapsimalis, V., Poulos, S.E., Karageorgis, A.P., Pavlakis, P., Collins, M., 2005. Recent evolution of a Mediterranean deltaic coastal zone: human impacts on the Inner Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea. J. Geol. Soc. 162, 897–908. doi:10.1144/0016-764904-018
- ^[63] Marchand, M., 2010. Concepts and Science for Coastal Erosion Management. Concise report for policy makers, in: International Conference on Coastal Conservation & Management in the Atlantic & Mediterranean. Cascais, Portugal.
- ^[64] Soomere, T., 2005. Fast Ferry Traffic as a Qualitatively New Forcing Factor of Environmental Processes in Non-Tidal Sea Areas: A Case Study in Tallinn Bay, Baltic Sea. Environ. Fluid Mech. 5, 293–323. doi:10.1007/s10652-005-5226-1

2.6.2. ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

Κατά τους χειμερινούς μήνες, οι κυματικές καταιγίδες (storm surges) ανυψώνουν γρήγορα τα επίπεδα της θαλάσσιας στάθμης (επεισοδιακή κάλυψη χερσαίας παράκτιας ζώνης) και ενισχύουν την ενέργεια των παράκτιων ρευμάτων, τα οποία είναι υπεύθυνα για την στερεομεταφορά του ιζήματος (άμμος, ψηφίδες, χάλικες) υπεράκτια και έτσι επέρχεται η απώλεια των εδαφών. Η απώλεια αυτή εξαρτάται τόσο από την ένταση, την διάρκεια, την κατεύθυνση και την ταχύτητα μετακίνησης της καταιγίδας, όσο και από την απόσταση της ακτής από το κέντρο της καταιγίδας. Επίσης εξαρτάται και από τα ύψη των κυμάτων και την γωνία προσέγγισης αυτών στην ακτή αλλά και από το στάδιο της παλίρροιας στις παράκτιες περιοχές κατά τη στιγμή της καταιγίδας. Για τον ελληνικό χώρο οι κυματικές καταιγίδες παρουσιάζονται με ύψη από 1-3 m αλλά πολύ πιο συχνά σήμερα από ότι στο παρελθόν.^[65]

^[65] Δουκάκης, Ε., 2006. Εκτίμηση των επιπτώσεων της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης και των κυματικών καταιγίδων στην Ελληνική παράκτια ζώνη. Presented at the 8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Θεσσαλονίκη, pp. 171–174.



Εποχιακές μεταβολές στο προφίλ (profile) της παράκτιας ζώνης - (winter profile: χειμερινό προφίλ, summer profile: καλοκαιρινό προφίλ, dune: αμμοθίνες, berm: αναβαθμός, sandbar: ανάχωμα άμμου)^[66]

Αντίθετα, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, που επικρατούν πιο ήπιες καιρικές συνθήκες, κύματα μικρότερης έντασης άρα σχετικά μικρής ενέργειας, κινούνται αργά, δυνάμενα να «μεταφέρουν» ιζήματα προς την ακτή, μεταβάλλοντας τη διατομή της και εν τέλει η ακτή να βρεθεί σε ισοζύγιο (equilibrium) ή αντισταθμίζεται (όπου δεν υπάρχει ανθρωπογενής παρέμβαση) από τις λοιπές διαδικασίες απόθεσης ιζήματος.

Η γνώση της εποχιακής διακύμανσης της ακτογραμμής έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τα τελευταία χρόνια, λόγω της χρήσης των τεχνικών τηλεπισκόπησης.

^[66] Νικολακόπουλος, Κ.Γ., Περισοράτης, Κ., Τσόμπος, Π.Ι., Μητρόπουλος, Δ., Γεωργίου, Χ., 2008. Καθορισμός του παλαιού αιγιαλού με γεωλογικά κριτήρια: 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων ζωνών». Μυτιλήνη, pp. 13–28.

2.6.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι τεκτονικές διεργασίες σε μια παράκτια περιοχή αναγκάζουν την ακτογραμμή να μετακινείται προς το μέρος της θάλασσας ή της χέρσου, αναλόγως με το αν η περιοχή αναδύεται ή βυθίζεται αντιστοίχως.

Τα γεωτεκτονικά χαρακτηριστικά, δηλαδή η δράση των ρηγμάτων και οι ευστατικές κινήσεις του φλοιού της γης, προξενούν ανοδικές ή καθοδικές κινήσεις της ξηράς, με συνέπεια την αντίστοιχη μεταβολή της θέσης και της διαμόρφωσης της ακτογραμμής. Οι κινήσεις που οφείλονται στον ευστατισμό είναι συνήθως συνεχείς και με μικρές ταχύτητες ανύψωσης ή καταβύθισης. Οι κινήσεις που οφείλονται σε τεκτονικά αίτια λόγω της ενεργοποίησης ρηγμάτων από τη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής προκαλούν απότομες ανυψώσεις ή καταβυθίσεις της ξηράς με τις συνεπακόλουθες μεταβολές της ακτογραμμής.

Η ανύψωση και η βύθιση τμημάτων του στερεού φλοιού της γης μπορεί να συμβαίνει ταυτόχρονα σε διαφορετικά μέρη της ίδιας παράκτιας περιοχής. Οι ακτές οι οποίες ανυψώνονται τεκτονικά χαρακτηρίζονται από βραχώδεις, απότομες ακτογραμμές και ακρωτήρια που διακόπτονται από στενούς και ακανόνιστου σχήματος κόλπους. Όσο πιο σκληρή και βραχώδης είναι η σύνθεση του εδάφους τόσο πιο ακανόνιστο είναι το σχήμα της ακτογραμμής. Στα μαλακότερα εδάφη, οι κλίσεις είναι πιο ομαλές.^[67]

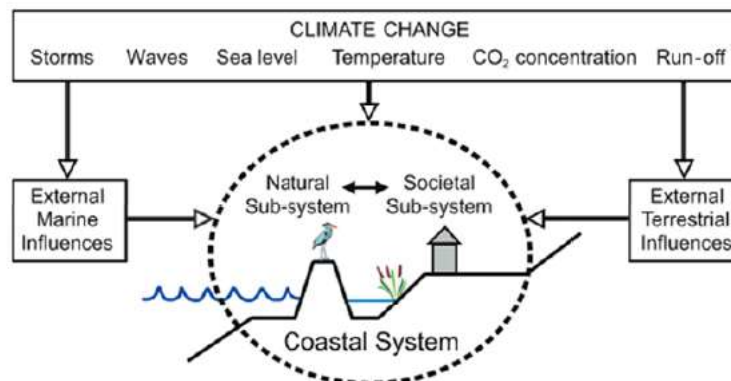
^[67] Δουκάκης, Ε., 2007α. Μέθοδοι προσδιορισμού του ρυθμού μεταβολής των ακτογραμμών (Σημειώσεις). ΕΜΠ, Διατμηματικό - Διεπιστημονικό ΠΜΣ “Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων.”

Όπου υπάρχει βύθιση της ακτής, τα ιζήματα τείνουν να επαναφέρουν την ακτογραμμή στην αρχική της θέση. Οι παράκτιες ζώνες σε αυτή την περίπτωση χαρακτηρίζονται από μικρές κλίσεις, πλατιές αμμώδεις παραλίες και μεγάλης επιφάνειας περιοχές χαμηλού υψομέτρου στο τμήμα της ξηράς όπου υπάρχουν σχετικά πρόσφατα (γεωλογικής κλίμακας) ιζήματα. Τυπικοί σχηματισμοί σε τεκτονικά βυθιζόμενες παράκτιες περιοχές είναι μικρά αμμώδη νησιά κοντά στην ακτογραμμή και ακριβώς πίσω και κατά μήκος αυτής πολύ συχνά σχηματίζονται σωροί άμμου (αμμοθίνες) αλλά και περιοχές της στεριάς οι οποίες καλύπτονται από τα νερά των παλιρροιών. Φαίνεται να υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ της ποσότητας του υλικού που διαβρώνεται λόγω της καθίζησης της ακτής και αυτής που επικάθεται μέχρι κάποιο βάθος για να καλύψει τη διαφορά που δημιουργείται από την τεκτονική βύθιση.^[68]

2.6.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ – ΑΝΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Η κλιματική αλλαγή (π.χ. μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου) επιφέρει διαταραχές στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον με σημαντικές επιπτώσεις οι οποίες είναι: ξηρασίες, πλημμύρες, μεταβολές στη διάβρωση του εδάφους και διεργασίες περήμωσης, καταιγίδες, διάβρωση των ακτών, θερμοκρασία των θαλάσσιων υδάτων και αλατότητα σε συνδυασμό με αύξηση της στάθμης της θάλασσας και μείωση της βιοποικιλότητας. Η μείωση των οικοτόπων που προκαλείται λόγω των ανθρωπογενών πιέσεων, της ανάπτυξης των παράκτιων εκτάσεων και του παράκτιου ευτροφισμού έχει άμεσες επιπτώσεις στην παραγωγικότητα αλλά και στις περιοχές εκκόλαψης και οδηγεί σε μείωση της βιοποικιλότητας και σε μεταβολές στα οικοσυστήματα.

^[68] Δουκάκης, Ε., 2007α. Μέθοδοι προσδιορισμού του ρυθμού μεταβολής των ακτογραμμών (Σημειώσεις). ΕΜΠ, Διατμηματικό - Διεπιστημονικό ΠΜΣ “Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων.”



Κλιματική αλλαγή και παράκτιο σύστημα: σχηματική αναπαράσταση των σημαντικότερων παραγόντων της κλιματικής αλλαγής (συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών θαλάσσιων & χερσαίων επιρροών) (καταιγίδες: storms, κύματα: waves, θαλάσσια στάθμη: sea level, θερμοκρασία: temperature, συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα: CO₂ concentration, απορροές: run-off) της κλιματικής αλλαγής (climate change), καθώς και οι εξωτερικές θαλάσσιες (external marine influences) και χερσογενείς επιδράσεις (external terrestrial influences) στο παράκτιο σύστημα (coastal system) (φυσικό: natural και κοινωνικό: societal υποσύστημα: sub-system).^[69] (Nicholls et al., 2007)

Η άνοδος της μέσης στάθμης της θάλασσας, αποτελεί μία από τις σοβαρότερες συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου και των ευρύτερων κλιματικών αλλαγών.

Οι φυσικές της επιπτώσεις είναι: 1) Αύξηση της συχνότητας κατάκλυσης και πλημμύρων από καταιγίδες 2) Επιταχυνόμενη παράκτια διάβρωση 3) Υφαλμύρωση παράκτιων υδροφορέων 4) Εισχώρηση θαλάσσιων υδάτων σε εκβολές ποταμών και ποτάμια συστήματα 7) Υποβάθμιση ή και εξαφάνιση παράκτιων υγροβιότοπων.

^[69]Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V., Codignotto, J., Hay, J., McLean, R., Ragoonaden, S., Woodroffe, C.D., 2007. Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Presented at the Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 315–356.

Οι κοινωνικοοικονομικές της επιπτώσεις είναι: 1) Αυξανόμενος κίνδυνος πλημμύρων και ανθρώπινων απωλειών 2) Καταστροφή ή ζημιές σε παράκτιους οικισμούς, προστατευτικά έργα και άλλες υποδομές 3) Υποβάθμιση ανανεώσιμων φυσικών πόρων 4) Δυσχέρειες στον τουρισμό και τις μεταφορές 5) Κίνδυνος για παράκτια ιστορικά και πολιτιστικά μνημεία.^[70]

Αν και πολλοί παράγοντες συνεισφέρουν στην πρόσχωση της ακτογραμμής, εντούτοις η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θεωρείται ο βασικός παράγοντας που αντιπροσωπεύει την πανταχού παρούσα παράκτια υποχώρηση^[71]. Ακόμη και η ελάχιστη άνοδος της στάθμης μπορεί να προκαλέσει δραματικές οριζόντιες επιπτώσεις στη θέση της ακτογραμμής, ειδικά σε χαμηλής κλίσης ακτές. Για ανοικτές αμμώδεις ακτές (ocean-facing sandy beaches) ένα εκατοστό ανόδου της στάθμης της θάλασσας, μπορεί να προκαλέσει οριζόντια υποχώρηση από ένα μέτρο και περισσότερο^[72]. Επιπλέον, μια αύξηση 10 εκατοστών στη μέση στάθμη της θάλασσας, μπορεί να συμβάλλει σε αύξηση της ταχύτητας εξάπλωσης της παλίρροιας καθώς και σε πιθανή αύξηση του παλιρροιακού πρίσματος της τάξεως του 22% ^[73].

^[70] Δουκάκης, Ε., 2007b. Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη. Presented at the Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού Τοπογράφου Μηχανικού | Ημερίδα, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ – Κέντρο Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων και Προληπτικού Σχεδιασμού, Αθήνα.

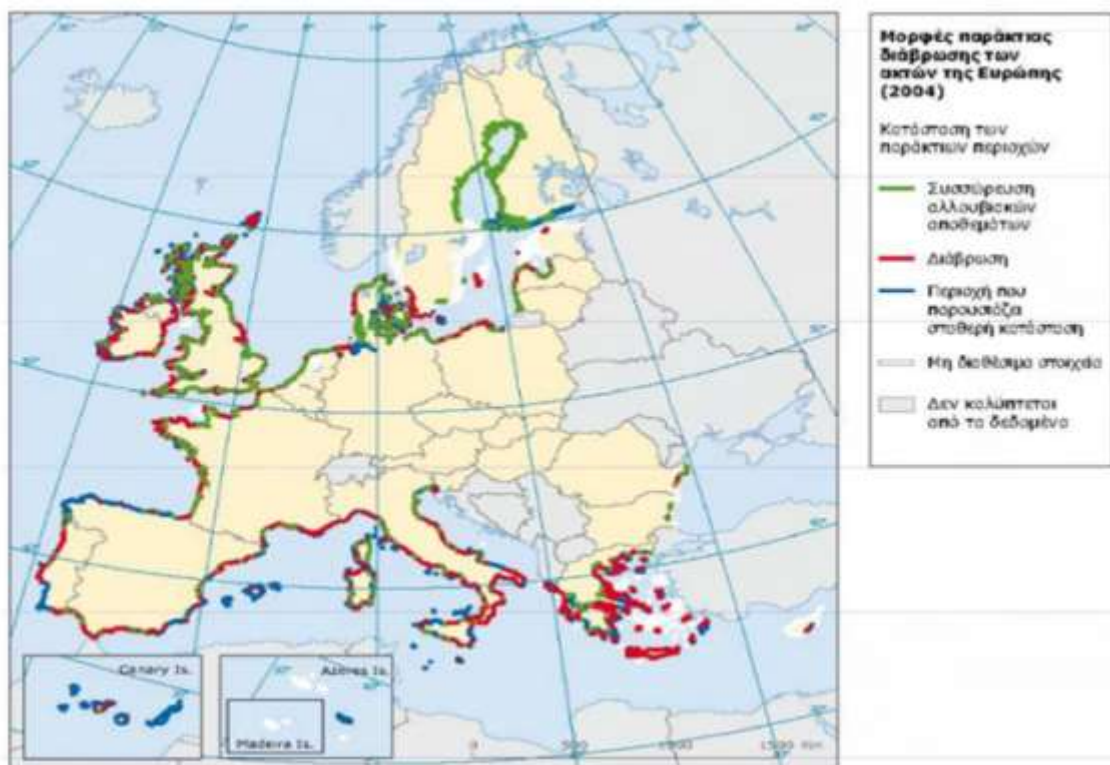
^[71] Leatherman, S.P., 2001. Chapter 8 Social and economic costs of sea level rise, in: International Geophysics. Elsevier, pp. 181–223.

^[72] Camfield, F.E., Morang, A., 1996. Defining and interpreting shoreline change. Ocean Coast. Manag. 32, 129–151.

^[73] Silva, J.F. da, Duck, R.W., 2001. Historical changes of bottom topography and tidal amplitude in the Ria de Aveiro, Portugal — trends for future evolution. Clim. Res. 18, 17–24. doi:10.3354/cr018017

2.6.5. Η ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΩΝ

Μελέτες έδειξαν ότι στην Ευρώπη το 1/5 των ακτών της υποχωρούν με ρυθμούς που ανέρχονται μεταξύ 0,5 και 2 m/έτος ενώ σε ακραίες περιπτώσεις ο ρυθμός τους αγγίζει τα 15 m/έτος. Σύμφωνα με τη μελέτη EUROSION4 πάνω από 15 τετραγωνικά χιλιόμετρα το χρόνο χάνονται ή επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό ^[74]. Τα αποτελέσματα της διάβρωσης των ακτών διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Η Ελλάδα είναι η 4η σε κατάταξη χώρα της Ε.Ε. με τα υψηλότερα επίπεδα διάβρωσης (28,6%) μετά την Λετονία (32.8%), την Κύπρο (37.8%) και την Πολωνία (55%) (CoPraNet, 2004). Χαρακτηριστικό επίσης είναι και το γεγονός ότι η διάβρωση των ακτών που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην Ευρώπη, έχει ξεπεράσει τη διάβρωση των ακτών που καθοδηγείται από τους φυσικούς παράγοντες. ^[75]



Παράκτια μοτίβα διάβρωσης στην Ευρώπη ^[76]

^[74]EuroSION, 2004b. Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. Part I - Major findings and Policy Recommendations of the EUROSION project, Brussels. Directorate General Environment. ed, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος - UNEP. European Commission.

^[75]EuroSION, 2004a. Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe, Brussels. Directorate General Environment. ed, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος - UNEP. European Commission.

^[76]<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/coastal-erosion-patterns-in-europe-1>

Οι σημαντικότερες αιτίες για την αυξημένη διάβρωση στην Ελλάδα, είναι οι ιδιαίτερα ισχυροί άνεμοι και οι θυελλογενείς κυματισμοί (ιδίως στο Αιγαίο Πέλαγος), η τρωτότητα που προκαλείται στις ακτές από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (π.χ. φράγματα που μειώνουν τη στερεοπαροχή^[77], αλλά και το γεωμορφολογικό υπόστρωμα της Ελληνικής ακτογραμμής: τα 2.400 χλμ (15% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν σε νεογενή μαλακά ιζήματα, ενώ 960 χλμ (6% της συνολικής ακτογραμμής) αντιστοιχούν σε παράκτιες δελταϊκές περιοχές. Η διάβρωση αναμένεται να ενταθεί στο προσεχές μέλλον λόγω: (α) της προβλεπόμενης ανόδου της μέσης θαλάσσιας στάθμης (β) της επιδείνωσης των ακραίων κυματικών φαινομένων και (γ) της περαιτέρω μείωσης των ποτάμιων ιζηματοπαροχών εξαιτίας αλλαγών στη βροχόπτωση και της κατασκευής ποτάμιων διαχειριστικών έργων.^[78]

^[77]Llasat, M.C., Llasat-Botija, M., Prat, M. a., Porcu, F., Price, C., Mugnai, a., Lagouvardos, K., Kotroni, V., Katsanos, D., Michaelides, S., Yair, Y., Savvidou, K., Nicolaides, K., 2010. High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary database. Adv. Geosci. 23, 47–55. doi:10.5194/adgeo-23-47-2010

^[78]Επιτροπή Μελέτης των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, 2011. Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Τράπεζα Της Ελλάδος.

Στα πλαίσια παράκτιας μελέτης που έγινε για έναν μεγάλο αριθμό παράκτιων περιοχών της Ελλάδας, προέκυψαν μια σειρά χρήσιμων συμπερασμάτων για τις διαβρωτικές/προσχωτικές τάσεις που αναπτύσσονται στις ελληνικές ακτές. Οι περιοχές μελέτης περιλάμβαναν πλήθος νησιών (Κω, Ρόδο, Λήμνο, Κρήτη, Λέσβο, Κέρκυρα, Σάμο), παράκτιες περιοχές της Πελοποννήσου (Νομό Ηλείας, Βαρθολομιό, Νότιο Κορινθιακό κόλπο, την ευρύτερη περιοχή του Ναυπλίου, την λιμνοθάλασσα Κοτύχι στο νομό Ηλείας, την Κορώνη στη Μεσσηνία, το Δερβένι στο νότιο Κορινθιακό κόλπο, το Περιγιάλι Κορινθίας, το Κιάτο, το Μετόχι Αχαΐας, το Κατάκολο Πύργου, την Κυπαρισσία/Στροφάδες στη Μεσσηνία, τις εκβολές του Αλφειού ποταμού, την λίμνη Μουριά στον Πύργο κ.α.) και παράκτιες περιοχές της κεντρικής και βορείου Ελλάδος (τις παράκτιες περιοχές της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης, την Κεραμωτή στο νομό Καβάλας, τα δέλτα των ποταμών Νέστου και Αχελώου, τις Αλυκές Κίτρους στην Πιερία, το Μεσολόγγι, το Πόρτο Λάγος, την Αλεξανδρούπολη, τμήμα της ακτογραμμής της Κατερίνης στην Πιερία, τα Άβδηρα στην Ξάνθη κ.α.) ^[79].

Στην ανωτέρω μελέτη υπολογίστηκε ένας τελικός προβλεπόμενος (μελλοντικός) ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής για κάθε μία από τις παράκτιες περιοχές και υπολογίστηκαν τα εδάφη που θα διαβρωθούν ή θα προσχωθούν μέχρι τα έτη 2050 και 2100, έτσι ώστε να γίνει μια εκτίμηση των απωλειών γης εξαιτίας της ανόδου της μ.σ.θ., της διάβρωσης του εδάφους και της πιθανής δράσης κυματικών καταγίδων, σε όσες περιοχές παρουσιάζουν αυξημένη τρωτότητα (είτε λόγω χαμηλής κλίσης του εδάφους, είτε λόγω υψηλών ρυθμών διάβρωσης). Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τον υπολογισμό των ρυθμών μεταβολής της ακτογραμμής και των εδαφών που θα διαβρωθούν, για όλες τις προαναφερθείσες παράκτιες περιοχές της μελέτης έχουν ως εξής:

^[79] Δουκάκης, Ε., 2007b. Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη. Presented at the Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού Τοπογράφου Μηχανικού | Ημερίδα, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ – Κέντρο Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων και Προληπτικού Σχεδιασμού, Αθήνα.

- Σε 38 παράκτιες περιοχές της χώρας μας, προσμετρώντας την ιστορική οπισθοχώρηση σε συνδυασμό με τα σενάρια κλιματικών αλλαγών για άνοδο της μ.σ.θ. κατά 1m έως το 2100, υπολογίστηκε ένας μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής (ως μελλοντική πρόβλεψη) της τάξης των -1,76 m/y (έντονη διαβρωτική τάση).
- Σε 30 παράκτιες περιοχές της χώρας μας, ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής, προσμετρώντας αποκλειστικά την ιστορική οπισθοχώρηση της ακτογραμμής σε κάθε εφαρμογή, υπολογίστηκε σε -0,14 m/y (μικρή διαβρωτική τάση).

Από τα παραπάνω προκύπτει πως για έναν μεγάλο αριθμό παράκτιων περιοχών στην Ελλάδα, υπολογίζεται ένας μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής λίγο μεγαλύτερος από το -1,0 m/y, κάτι που σε γενικές γραμμές σημαίνει ότι οι συγκεκριμένες ακτές παρουσιάζουν τάσεις έντονης διάβρωσης που θα έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια εδαφών, εγκαταστάσεων και περιουσιών που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή, για ένα χρονικό ορίζοντα πρόβλεψης των 50 (2050) ή των 100 χρόνων (2100) από την εκπόνηση της εν λόγω μελέτης^[80] αποτελώντας σημαντική απειλή για τις παράκτιες οικονομίες όπου η αγορά τουριστικών υπηρεσιών αποτελεί βασικό παράγοντα για την οικονομική ανάπτυξη.

Συχνά στην ιστορία της Ελλάδος, η κατασκευή τεχνικών έργων σε παράκτιες περιοχές ή η ανάπτυξη άλλων παρόμοιων δραστηριοτήτων, διατάραξε τις φυσικές ισορροπίες και επιτάχυνε τις διαδικασίες διάβρωσης και υποχώρησης της ακτογραμμής (Πετρέλης, 2012). Έχει επιβεβαιωθεί πλέον ότι η ευρεία χρήση σκυροδέματος, αν και είχε καταρχήν στόχο την σταθεροποίηση της ακτής, εντούτοις έφερε αρνητικά αποτελέσματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα τμήματα της ακτής που ήταν υπό «σκληρές» μεθόδους «προστασίας» μετά από όχι μεγάλα χρονικά διαστήματα κατέληξαν σε χειρότερη κατάσταση. Η αναποτελεσματικότητα αυτής της αμιγώς τεχνικής προσέγγισης άρχισε να είναι ιδιαίτερα προφανής, όταν το κόστος των εργασιών επισκευής άρχισε να υπερβαίνει το κόστος των μονάδων προστασίας των ακτών.

^[80] Δουκάκης, Ε., 2007b. Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη. Presented at the Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού Τοπογράφου Μηχανικού | Ημερίδα, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ – Κέντρο Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων και Προληπτικού Σχεδιασμού, Αθήνα.

Είναι συνεπώς φανερό, ότι ο σχεδιασμός και η εκτέλεση ενός τεχνικού έργου στην ακτογραμμή απαιτεί συνεργασία μηχανικών και ωκεανογράφων ώστε να μεγιστοποιείται η αποτελεσματικότητα του έργου και να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.^[81]

2.7. ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ

Η ανάλυση της μεταβλητότητας της ακτής και οι τάσεις διάβρωσης-προσαύξησης της ακτογραμμής είναι θεμελιώδεις για ένα ευρύ φάσμα επιστημόνων, οι οποίοι εμπλέκονται με τους παράκτιους χώρους^[82]. Σύμφωνα με την Ομοσπονδιακή Επιτροπή Γεωγραφικών Δεδομένων (FGDC) των Ηνωμένων Εθνών, οι ακτογραμμές είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της περιβαλλοντικής κληρονομιάς στην επιφάνεια της γης. Αποτελεί επίσης και ένα από τα πιο μοναδικά χαρακτηριστικά της^[83]. Η χαρτογράφηση των ακτογραμμών και η παρακολούθηση των μεταβολών τους αποκτούν κρίσιμη σημασία για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, τη διαχείριση των παράκτιων πόρων, την προστασία του παράκτιου περιβάλλοντος, τη βιώσιμη ανάπτυξη και το σχεδιασμό των παράκτιων ζωνών^[84].

^[81] Παναγιωτίδης, Π., Χατζημπίρος, Κ., 2004. Παράκτια οικοσυστήματα και ανθρωπογενείς πιέσεις στις ακτές - Παραδείγματα από την Ελλάδα. ΕΛΚΕΘΕ.

^[82] Boak, E.H., Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. J. Coast. Res. 21, 688–703. doi:10.2112/03-0071.1

^[83] Li, R., Di, K., Ma, R., 2001. A Comparative Study of Shoreline Mapping Techniques. Presented at the 4th International Symposium on Computer Mapping and GIS for Coastal Zone Management, Halifax, Nova Scotia, Canada.

^[84] Li, R., Ma, R., Di, K., 2002. Digital tide-coordinated shoreline. Mar. Geod. 25, 27–36.

Η κατανόηση της δυναμικής των σταδιακών αλλαγών στην παράκτια γεωμορφολογία απαιτεί την παρακολούθηση και την ιστορική ανασύνθεση, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία από τεχνικές και αναλυτικές διαδικασίες. Η ικανότητά μας να κατανοήσουμε και κυρίως να προβλέψουμε αυτή τη μεταβλητότητα είναι ακόμη περιορισμένη, ενίοτε δε οδηγούμαστε σε παρερμηνεία των πληροφοριών για την παράκτια ζώνη, με αποτέλεσμα την λανθασμένη λήψη αποφάσεων σχετικά με τον ορθό σχεδιασμό και την υλοποίηση δράσεων, με απρόβλεπτα και αρνητικά αποτελέσματα.

Η ιστορική εξέλιξη της ακτογραμμής συνδέεται άρρηκτα με την εξέλιξη των ποτάμιων λεκανών απορροής και την ικανότητά τους να παραδίδουν τα ιζήματα στην ακτογραμμή^[85], παράγοντας που πρέπει να συνεκτιμάται για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων στις εκτιμήσεις των μεταβολών των ακτογραμμών.

2.7.1. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

Ένας εξιδανικευμένος ορισμός της ακτογραμμής είναι ότι αυτή συμπίπτει με την φυσική διασύνδεση της γης και του νερού^[86]. Παρά την φαινομενική απλότητα, ο ορισμός αυτός, για να ισχύει στην πράξη, είναι μια πρόκληση αφού η θέση της μεταβάλλεται συνεχώς μέσα στο χρόνο, κυρίως λόγω της κάθετης και οριζόντιας προς την ακτή, κίνησης των ιζημάτων (στερεομεταφορά) αλλά και ειδικότερα λόγω της δυναμικής φύσης της στάθμης της θάλασσας κατά το παράκτιο όριο (π.χ. κύματα, παλίρροιες, υπόγεια ύδατα, κύματα καταιγίδας, κλπ). Ως εκ τούτου, η ακτογραμμή πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά κατά την χρονική έννοια, και η χρονική κλίμακα που τελικά επιλέγεται, να εξαρτάται από το γενικό πλαίσιο της έρευνας.

^[85]Carter, R.W.G., Woodroffe, C.D., 1994. Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge University Press.

^[86]Dolan, R., Hayden, B.P., May, P., May, S., 1980. The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs. Shore Beach 48, 22–29.

Η στιγμιαία ακτογραμμή είναι η θέση της διεπαφής ξηράς-υδάτων σε μία χρονική στιγμή.^[87] Όπως έχει σημειωθεί από αρκετούς συγγραφείς^[88] η πιο σημαντική και ενδεχομένως εσφαλμένη υπόθεση σε πολλές έρευνες σχετικά με την ακτογραμμή είναι ότι η στιγμιαία ακτογραμμή αντιπροσωπεύει "κανονικές" ή "μέσου όρου" συνθήκες.

Μια ακτογραμμή μπορεί επίσης να μελετηθεί σε ένα ελαφρώς μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, όπως έναν παλιρροϊκό κύκλο, όπου η οριζόντια / κατακόρυφη θέση της μπορεί να ποικίλει οπουδήποτε, μεταξύ μερικών εκατοστών και δεκάδων μέτρων (ή περισσότερο), ανάλογα με την κλίση της παραλίας, το παλιρροϊκό εύρος και τις επικρατούσες κυματικές και ανεμολογικές συνθήκες.^[89]

Για ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, π.χ. 50-100 χρόνια, η θέση της ακτογραμμής μπορεί να ποικίλει από εκατοντάδες μέτρα ή περισσότερο (Komar and Enfield, 1987). Η ακτογραμμή είναι ένα φαινόμενο εξαρτώμενο από το χρόνο που μπορεί να εμφανίζει σημαντική βραχυπρόθεσμη μεταβλητότητα^[90], οπότε η χρήση μίας μόνο ακτογραμμής είναι ανεπαρκής για να μελετήσει τα βραχυπρόθεσμα μορφοδυναμικά γεγονότα. Για μεγάλες χρονικές περιόδους, πιθανόν από μία και μόνο συγκεκριμένη ακτογραμμή να μπορούν να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα.^[91]

Η μεταβολή της ακτογραμμής σε χωρο-χρονική κλίμακα, από φυσικά και ανθρωπογενή αίτια, παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

^[87]Boak, E.H., Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. J. Coast. Res. 21, 688–703. doi:10.2112/03-0071.1

^[88]Smith, G.L., Zarillo, G.A., 1990. Calculating Long-Term Shoreline Recession Rates Using Aerial Photographic and Beach Profiling Techniques. J. Coast. Res. 6, pp. 111–120.

^[89]Boak, E.H., Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. J. Coast. Res. 21, 688–703. doi:10.2112/03-0071.1

^[90]Morton, R.A., 1991. Accurate shoreline mapping: past, present, and future, in: A Specialty Conference on Quantitative Approaches to Coastal Sediment Processes. Seattle, Washington, United States, pp. 997–1010.

^[91]Oertel, G.F., 2005. Coasts, coastlines, shores, and shorelines, in: Encyclopedia of Coastal Science. pp. 323–327.

Χρονική - Χωρική Κλίμακα	Φυσικά αίτια	Ανθρωπογενή Αίτια
<u>Αιώνες ή Χίλιετηρίδες</u> > των 100km	▶ Διαθεσιμότητα σε ιζήματα ▶ Σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας ▶ Κατακόρυφες κινήσεις του πυθμένα ▶ Γεωλογικό υπόβαθρο ▶ Γεωλογικής κλίμακας κλιματικές αλλαγές ▶ Παλαιομορφολογία	▶ Κλιματικές αλλαγές προκαλούμενες από ανθρώπινες δραστηριότητες ▶ Μεταβολή στην απορροή μεγάλων ποταμών (φράγματα κλπ) ▶ Μεγάλες παράκτιες κατασκευές ▶ Αναμορφώσεις της παράκτιας ζώνης σε μεγάλη κλίμακα ▶ (Μη) Διαχείριση παράκτιων ζωνών με σειρά από τεχνικά έργα
<u>Δεκάδες χρόνια έως μερικούς αιώνες</u> από 10 έως 100km	▶ Σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας ▶ Τοπικές κλιματικές μεταβολές ▶ Ακραία καιρικά φαινόμενα	▶ Μεταβολή στην απορροή μεγάλων ποταμών (φράγματα κλπ) ▶ Παράκτια τεχνικά έργα ▶ Αναμορφώσεις της παράκτιας ζώνης ▶ Παράκτια (μη) διαχείριση ▶ Υπερεκμετάλλευση φυσικών πόρων
<u>1 έως 10 χρόνια</u> από 1 έως 5km	▶ Κλιματικές μεταβολές κυμάτων ▶ Ακραία καιρικά φαινόμενα	▶ Κατασκευές στη ζώνη κυματαγωγής ▶ Ανατροφοδότηση παραλιών με άμμο
<u>Ωρες έως 1 έτος</u> από 10m έως 1km	▶ Κυματικές καταγίδες, παλίρροιες ▶ Εποχιακές κλιματικές αλλαγές	▶ Κατασκευές στη ζώνη κυματαγωγής ▶ Ανατροφοδότηση παραλιών με άμμο

Μεταβολή της ακτογραμμής σε χωρο-χρονική κλίμακα από φυσικά και ανθρωπογενή αίτια^[92]

^[92]Stive, M.J., Aarninkhof, S.G., Hamm, L., Hanson, H., Larson, M., Wijnberg, K.M., Nicholls, R.J., Capobianco, M., 2002. Variability of shore and shoreline evolution. Coast. Eng. 47, 211–235. doi:10.1016/S0378-3839(02)00126-6

Οι μεταβολές της ακτογραμμής που οφείλονται σε φυσικές πιέσεις (natural forcings) είναι πρόδηλες σε όλες τις κλίμακες του χρόνου. Οι μεταβολές που οφείλονται σε ανθρωπογενείς πιέσεις (human forcings) τυπικά εμφανίζονται μετά από δεκαετίες ή και εκατονταετίες. Σε πολλές περιπτώσεις, η βραχυπρόθεσμη μεταβολή της ακτογραμμής (εκφρασμένη σε μέτρα/ημέρα) μπορεί να είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από ότι η μακροπρόθεσμη τάση αλλαγής της γραμμής (long-term change of the coastline).

Παράγοντες όπως γεωμορφολογία, παράκτια κλίση, οπισθοχώρηση/πρόσχωση ακτογραμμής παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα συναρτήσει της χωρικής κλίμακας και γι' αυτό έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στην τελική τιμή παράκτιας επικινδυνότητας. Ιδιαίτερα, η γεωμορφολογία και η παράκτια κλίση είναι χαρακτηριστικές για κάθε ακτή ή τμήμα της και θεωρούνται ως οι κυρίαρχοι παράγοντες προσδιορισμού της παράκτιας επικινδυνότητας λόγω ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Ακόμα, η οπισθοχώρηση / πρόσχωση ακτογραμμής παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα σε μικρές χωρικές κλίμακες (~3km).^[93]

Σχεδόν όλες οι φυσικές αλλαγές συνδέονται με βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες περιοδικές επιπτώσεις, αρκετές από τις οποίες δεν είναι σαφώς καθορισμένες. Οι ανθρωπογενείς παράγοντες είναι «ανωμαλίες» που προστίθενται στις φυσικές αλλαγές, και δίνουν αθροιστικά αποτελέσματα.^[94]

^[93]Hammar-Klose, E.S., Thieler, E.R., 2001. Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise, A Preliminary Database for the U.S. Atlantic, Pacific, and Gulf of Mexico Coasts, U.S. Geological Survey Digital Data Series 68.

^[94]Camfield, F.E., Morang, A., 1996. Defining and interpreting shoreline change. Ocean Coast. Manag. 32, 129–151.

2.7.2. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ

Η πιο σημαντική παράμετρος για τον σωστό υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής ακτογραμμών είναι ο προσδιορισμός της θέσης κάθε ακτογραμμής να είναι όσο το δυνατόν ακριβέστερος. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη διαδικασία αυτή είναι πολυάριθμες αλλά σε κάθε περίπτωση η συλλογή καλής ποιότητας δεδομένων από ένα ευρύ φάσμα πηγών παίζει τον πρωταρχικό ρόλο για την περαιτέρω διαδικασία.

Οι πιο συνηθισμένες πηγές για την άντληση δεδομένων προκειμένου για μελέτες που αφορούν ιστορικές ακτογραμμές είναι: α) αεροφωτογραφίες β) χάρτες γ) ναυτικά διαγράμματα ή φύλλα τοπογραφικών χαρτών (T-sheets) και δ) διαγράμματα παράκτιων εκτάσεων.^[95] Κατά τα τελευταία χρόνια με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και ειδικότερα των μεθόδων φωτογραμμετρίας (photogrammetry) και τηλεπισκόπησης (remote sensing), άλλαξε ριζικά ο τύπος και ο όγκος των δεδομένων που διατίθενται για την παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης και την αντιμετώπιση των προβλημάτων διαχείρισης της. Έτσι για τις σύγχρονες ακτογραμμές μπορούν να χρησιμοποιούνται πλέον και: α) τοπογραφικές μετρήσεις με DGPS (Differential Global Positioning System - Διαφορικό Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης) β) πολυφασματικές και υπερφασματικές εικόνες (multispectral and hyperspectral satellite images) γ) δεδομένα τεχνολογίας εναέριας φωτοανίχνευσης και εντοπισμού (Light Detection And Ranging - LIDAR) δ) δεδομένα από μικροκυματικούς αισθητήρες (microwave sensors) ε) εικόνες από διαδικτυακές κάμερες (web cameras π.χ. Argus snapshot photograph, κ.α.^[96]

^[95] Δουκάκης, Ε., 2007α. Μέθοδοι προσδιορισμού του ρυθμού μεταβολής των ακτογραμμών (Σημειώσεις). ΕΜΠ, Διατμηματικό - Διεπιστημονικό ΠΜΣ “Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων.”

^[96] Turki, I., Medina, R., Gonzalez, M., Coco, G., 2013. Natural variability of shoreline position: Observations at three pocket beaches. Mar. Geol. 338, 76–89. doi:10.1016/j.margeo.2012.10.007

Δεδομένα από αρχειακές πηγές δίνουν πληροφορίες για τη θέση της ακτογραμμής στο παρελθόν, ενώ από σύγχρονες πηγές δείχνουν την παρούσα θέση της. Συνδυάζοντας τα στοιχεία και από τις δύο πηγές έχουμε την μοναδική ευκαιρία να εντοπίσουμε πως η ακτογραμμή εξελίχθηκε κατά την πάροδο των ετών. Έτσι συλλέγεται η βασική πληροφορία για την ανάλυση της συμπεριφοράς της ακτογραμμής, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, αλλά και για το πως άλλοι παράγοντες επηρεάζουν την μορφολογική αλλαγή της, καθώς και για την εκτίμηση πρόβλεψης της μελλοντικής της θέσης από τα στοιχεία του ρυθμού μεταβολής της, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές μοντελοποίησης.^[97]

Οι Eliot and Clarke επισήμαναν ότι απαιτούνται τουλάχιστον 10 χρόνια συνεχών καταγραφών για να προσδιοριστούν οι αληθινές τάσεις αλλαγής της ακτογραμμής για βραχυπρόθεσμη μεταβλητότητα^[98]. Μια πιο ακραία σύσταση από τους Galgano and Leatherman (1991) αναφέρει ότι δεδομένα κάτω των 50 ετών είναι ανεπαρκή για να «αποκρυπτογραφήσουν» τις βραχυπρόθεσμες αλλαγές από τη μακροπρόθεσμη τάση^[99]. Σε νεώτερη έρευνα οι Galgano και Douglas (2000) κατέδειξαν την αναγκαιότητα να χρησιμοποιούνται δεδομένα άνω των 80 ετών, ώστε να προσδιοριστεί η τάση της αλλαγής της ακτογραμμής, ερμηνεύοντας ότι σε χρονικό πλαίσιο λιγότερο των 80 ετών, με απλές μεθόδους υπολογισμού, μπορεί να παραχθεί λάθος «σήμα» (π.χ. συσσώρευση έναντι διάβρωσης). Επιπλέον έδειξαν ότι η ενσωμάτωση της μετα-θύελλας και τα δεδομένα της θέσης της ακτογραμμής το χειμώνα, παραβιάζουν τις παραδοχές του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης, όταν αναμιγνύεται με τα δεδομένα της θέσης της ακτογραμμής το καλοκαίρι.^[100]

^[97] Appeaning-Addo, K., Lamptey, E., 2013. Innovative Technique of Predicting Shoreline Change in Developing Countries: Case of Accra Erosion and Causal Factors, in: Finkl, C.W. (Ed.), Coastal Hazards. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 367–402.

^[98] Eliot, I., Clarke, D., 1989. Temporal and spatial bias in the estimation of shoreline rate-of-change statistics from beach survey information. Coast. Manag. 17, 129–156. doi:10.1080/08920758909362081

^[99] Galgano, F.A., Leatherman, S.P., 1991. Shoreline change analysis: A case study, in: Proceedings of Coastal Sediments '91. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 1043–1053.

^[100]Galgano, F.A., Douglas, B.C., 2000. Shoreline Position Prediction: Methods and Errors. Environ. Geosci. 7, 23–31.

Η επιλογή μεθόδου ψηφιοποίησης της ακτογραμμής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως την χρονική απόσταση των πρωτογενών δεδομένων, το επίπεδο ακριβείας που απαιτείται, τον τύπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων, την μέθοδο συλλογής εδαφικών σημείων ελέγχου, τις δυνατότητες χρηματοδότησης της έρευνας ή/και του εξοπλισμού καθώς και από την μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί ο ιστορικός ρυθμός μεταβολής της.^[101]

Η πιο συνηθισμένη τεχνική ανίχνευσης ιστορικής ακτογραμμής στηριζόμενη σε εμφανώς διακριτά χαρακτηριστικά, είναι η οπτική ερμηνεία (visual interpretation) από ιστορικές & σύγχρονες αεροφωτογραφίες^[102] σε συνδυασμό με σύγχρονες τεχνικές φωτογραμμετρίας και τηλεανίχνευσης (photogrammetry and remote sensing). Οι αεροφωτογραφίες κατακόρυφης λήψης (vertical aerial photographs) αποτελούν πολύτιμα εργαλεία για την ανακατασκευή (reconstruction) της ακτογραμμής για μακροπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες χρονικές κλίμακες^[103] και παρέχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης στοιχείων για την παράκτια μορφολογία και τις μεταβολές χρήσης/κάλυψης γης της παράκτιας ζώνης.^[104]

Αεροφωτογραφίες έχουν χρησιμοποιηθεί ήδη από το 1927 στις ΗΠΑ, για να εξαχθούν από αυτές γεωχωρικές πληροφορίες για την παράκτια ζώνη, δημιουργώντας ένα σημαντικό σύνολο ψηφιακών δεδομένων για χρήση σε μελέτες ιστορικών ακτογραμμών. Επειδή όμως οι αεροφωτογραφίες δεν έχουν την προβολή χάρτη, πρέπει να «ορθοδιορθωθούν» (orthorectification), οπότε και έχει καθιερωθεί η ορολογία γι' αυτήν την διαδικασία ως “softcopy photogrammetry”.^[105]

^[101]Appenning-Addo, K., Lamptey, E., 2013. Innovative Technique of Predicting Shoreline Change in Developing Countries: Case of Accra Erosion and Causal Factors, in: Finkl, C.W. (Ed.), Coastal Hazards. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 367–402.

^[102]Boak, E.H., Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. J. Coast. Res. 21, 688–703. doi:10.2112/03-0071.1

^[103]Crowell, M., Leatherman, S.P., Buckley, M.K., 1993. Shore-line change rate analysis: long term versus short term data. Shore Beach 61, 13–20.

^[104]Anfuso, G., Dominguez, L., Gracia, F.J., 2007. Short and medium-term evolution of a coastal sector in Cadiz, SW Spain. CATENA 70, 229–242. doi:10.1016/j.catena.2006.09.002

^[105]Moore, L.J., 2000. Shoreline Mapping Techniques. J. Coast. Res. 16, 111–124.

Συνοπτικά η διαδικασία διόρθωσης έχει ως εξής: μεταμόρφωση της εικόνας (η οποία έχει τυχαίες αυθαίρετες συντεταγμένες) σε προβολή χάρτη διορθώνοντας (ή ελαχιστοποιώντας όσο το δυνατόν) τις στρεβλώσεις της, όπως την κλίση, την ανομοιογένεια της κλίμακας, την μετατόπιση αναγλύφου και τις στρεβλώσεις των φακών λήψης. Προϋπόθεση αυτής της διαδικασίας είναι η μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή (softcopy format) με χρήση κατάλληλου σαρωτή (scanner). Συνήθως, οι αεροφωτογραφίες για φωτογραμμετρικές εργασίες σαρώνονται ως ψηφιδωτές (raster) εικόνες σε ανάλυση από 400 dpi (dots per inch) και άνω. Η σχέση μεταξύ ανάλυσης σάρωσης σε dpi και διαστάσεων εικονοστοιχείου (pixel) σε μέτρα στο έδαφος είναι ένας κρίσιμος παράγοντας^[106], αφού η χωρική διακριτική ικανότητα (ή ανάλυση) καθορίζει την ελάχιστη επιφάνεια του εδάφους για την οποία μπορεί να γίνει παρατήρηση. Στις ψηφιακές απεικονίσεις, αυτό ορίζεται σαν μέγεθος του εικονοστοιχείου στο έδαφος συνήθως σε μέτρα. Στην περίπτωση που πρόκειται να αναλυθούν άνω της μίας αεροφωτογραφίας ή/και χρονοσειρές αεροφωτογραφιών, πρέπει με την ανωτέρω διαδικασία να αποδοθούν όλες σε κοινή κλίμακα, κοινό datum και κοινό προβολικό σύστημα για να μπορέσουν τα δεδομένα να είναι συγκρίσιμα και να συνθέσουν ένα αξιόπιστο ορθο-φωτομωσαϊκό.

Η διαδικασία διόρθωσης σαρωμένων αεροφωτογραφιών κατακόρυφης λήψης είναι πολύπλοκη, διότι οι περισσότερες αεροφωτογραφίες, δεν έχουν σαφή σημεία ελέγχου όπως ενδείξεις γεωγραφικού μήκους-πλάτους ή τριγωνομετρικά σημεία. Έτσι, για να γίνει η διόρθωση τους με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια, πρέπει να προσδιοριστούν εδαφικά σημεία ελέγχου (Ground Control Points – GCPs) με γνωστές γεωδαιτικές συντεταγμένες και μάλιστα σε «έξυπνες» θέσεις, οπότε αυτό θα ελαχιστοποιήσει τον αναγκαίο αριθμό τους και θα ισχυροποιήσει την επίλυση. Τέτοια ομόλογα σημεία είναι π.χ. γωνίες κτιρίων χαμηλού υψομέτρου, διασταυρώσεις δρόμων και απλών

^[106]Welch, R., Jordan, T., 1996. Using scanned aerial photographs. Raster Imag. Geogr. Ldots 1–12.

γραμμών, γέφυρες, δεξαμενές, πύργοι, μνημεία και οποιοδήποτε άλλο ευκρινές και διαχρονικό χαρακτηριστικό υπάρχει, τα οποία και θα αντιστοιχηθούν με τις πραγματικές τους συντεταγμένες.

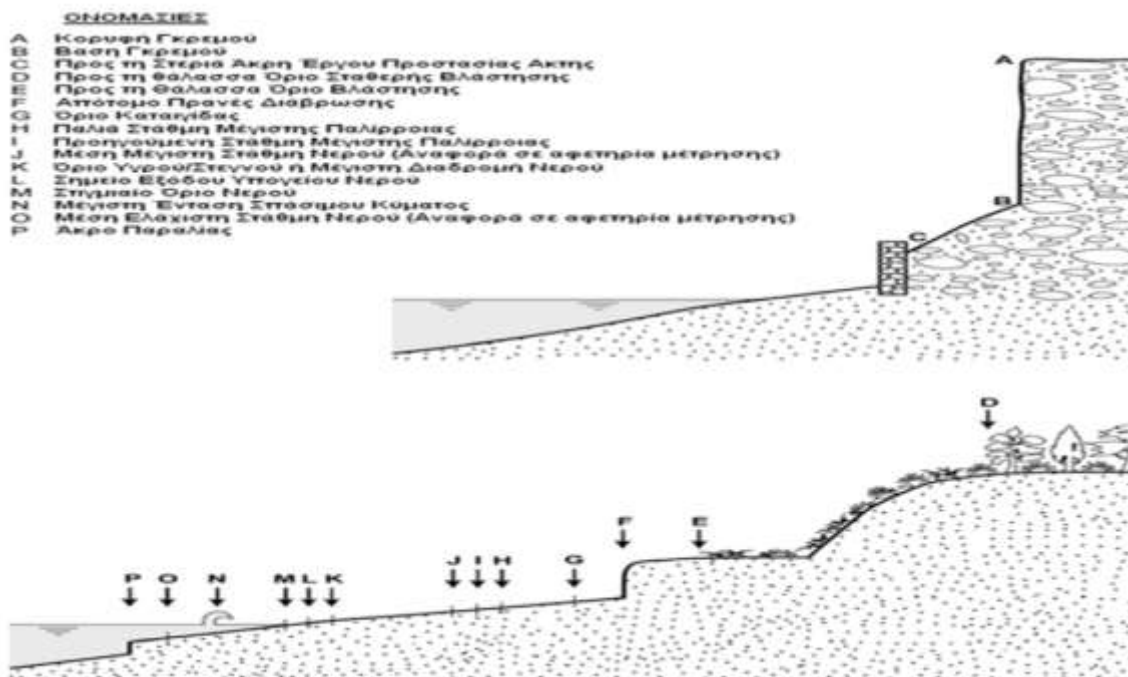
Ανάλογα δε με το φωτογραμμετρικό λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται για την ορθοδιόρθωση, τα σημεία εδαφικού ελέγχου προτείνεται να είναι τουλάχιστον 6 ή 9, ομοιόμορφα κατανεμημένα σε κάθε αεροφωτογραφία.^[107]

Η διόρθωση από παραμορφώσεις λόγω ανάγλυφου επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός αξιόπιστου Ψηφιακού Μοντέλου Υψομέτρου (Digital Elevation Model – DEM) με γνωστό βήμα καννάβου και γνωστή ακρίβεια, με το οποίο δίνεται πλέον στα σημεία της αεροφωτογραφίας και η υψομετρική πληροφορία.

Το επόμενο στάδιο (μετά την ολοκλήρωση των ορθο-φωτομωσαϊκών) απαιτεί την επιλογή και τον προσδιορισμό ενός δείκτη ακτογραμμής (shoreline indicator), ο οποίος θα λειτουργήσει ως αναφορά για την διεπαφή γης-νερού. Μια σειρά από μορφολογικά χαρακτηριστικά μπορούν να συνθέσουν τις γραμμές αναφοράς, για την αποτύπωση των αλλαγών σε ιστορικές ακτογραμμές και η επιλογή τους καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα των δεδομένων και το ιδιαίτερο πλαίσιο κάθε έρευνας. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις η υψηλή στάθμη νερού (HWL) (μερικές φορές αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως "wet/dry line") έχει αποδειχθεί ότι είναι ο καλύτερος δείκτης της διεπαφής γης-νερού για συγκριτικές μελέτες που αφορούν την ιστορική ακτογραμμή, διότι είναι εύκολα αναγνωρίσιμη στο πεδίο (έντονη αλλαγή τόνου), μπορεί εύκολα να προσεγγιστεί στις αεροφωτογραφίες (είτε ασπρόμαυρες είτε έγχρωμες) και αντιπροσωπεύει ένα χαρακτηριστικό της ακτογραμμής, το οποίο χαρτογραφείται με ακρίβεια (έστω και σποραδικά) ήδη από τα μέσα του 1800.^[108]

^[107]Moore, L.J., 2000. Shoreline Mapping Techniques. J. Coast. Res. 16, 111–124.

^[108]Fisher, J.S., Overton, M.F., 1994. Interpretation of shoreline position from aerial photographs. Coast. Eng. Proc. 1.



Δείκτες που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της θέσης της ακτογραμμής^[109]

^[109]Boak, E.H., Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. J. Coast. Res. 21, 688–703. doi:10.2112/03-0071.1

2.8. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ GIS ΣΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Έχοντας διαπιστώσει τα πολλά προβλήματα που ανέκυπταν στο παρελθόν λόγω της ακατάλληλης χρήσης και διαχείρισης του παράκτιου χώρου, μια νέα, περισσότερο «προσανατολισμένη προς το περιβάλλον» (“environmentally-oriented”) φιλοσοφία παράκτιας διαχείρισης αναδύεται, πιο ολιστική, διεπιστημονική και ολοκληρωμένη και με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη (sustainable development) των παράκτιων πόρων. Αυτή η νέα φιλοσοφία εξαρτάται, ωστόσο, από την πλήρη κατανόηση των οντοτήτων και των σχέσεων στο παράκτιο σύστημα, και αυτό με τη σειρά του απαιτεί μια σταθερή βάση δεδομένων και πληροφοριών που πρέπει να αξιοποιηθούν για τη στήριξη της λήψης αποφάσεων. Έτσι, οι επιστήμονες που ασχολούνται με την παράκτια διαχείριση στρέφονται όλο και περισσότερο στις εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας και ειδικότερα στον τομέα των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographic Information Systems - GIS) για εργαλεία και μεθοδολογίες που θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν στο έργο τους^[110] (Bartlett, 1993). Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) εκτός του ότι είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατάρτιση χαρτών σε διάφορες κλίμακες και προβολές, αποτελούν ένα εξαιρετικό μέσο για την εισαγωγή, επεξεργασία, ανάλυση, ενσωμάτωση και ομογενοποίηση δεδομένων, λόγω της ικανότητάς τους να προσδιορίζουν χωρικές και χρονικές συνδέσεις μεταξύ των διαφόρων στιβάδων πληροφοριών.^[111] (Rodríguez et al., 2009).

^[110]Bartlett, D.J., 1993. GIS and the Coastal Zone: An Annotated Bibliography (93-9), CGIA Technical Reports. National Center for Geographic Information and Analysis, UC Santa Barbara.

^[111]Rodriguez, I., Montoya, I., Sanchez, M.J., Carreno, F., 2009. Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology* 107, 100–105. doi:10.1016/j.geomorph.2007.05.023

Για χρήση σε συστήματα GIS, όλα τα δεδομένα πρέπει να έχουν κατ' ελάχιστο πέντε Πτυχές^[112] :

- (i) να είναι χρονικά (να δείχνουν μια ημερομηνία)
- (ii) να είναι θεματικά (σχετικά με ένα θέμα ή ένα χαρακτηριστικό)
- (iii) να έχουν μια ποσότητα (έναν αριθμό δεδομένων αντικειμένων ή γεγονότων)
- (iv) να είναι χωρικά (γεωαναφορά ή τοποθεσία) και
- (v) η κλίμακα και η ανάλυση να αποδίδουν τους σκοπούς της έρευνας

Χαρακτηριστικά όπως, η γραμμή βλάστησης, οι αμμώδεις παραλίες, τα ρηχά, μεσαία και βαθιά νερά, μπορούν να ταξινομηθούν. Οι διαφορετικές μορφές των ταξινομήσεων που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια μελέτη εξέλιξης ακτογραμμής περιλαμβάνουν την αναγνώριση προτύπων, την φασματική ταξινόμηση, την ανάλυση υφής και την ανίχνευση των αλλαγών. Οι αλλαγές στην παράκτια γεωμορφολογία μπορούν σαφώς να εξαχθούν με τη βοήθεια των GIS και των τεχνικών τηλεπισκόπησης^[113].

Χρησιμοποιώντας τις τεχνικές επικάλυψης των εφαρμογών GIS μπορεί να επιτευχθεί μια ποσοτική όσο και ποιοτική ανάλυση σε σχέση με την παράκτια γεωμορφολογία (ως επί το πλείστον δύο διαστάσεων). Για παράδειγμα, με τη χρήση ιστορικών και πρόσφατων αεροφωτογραφιών ή/και δορυφορικών εικόνων, μπορεί να εκτιμηθεί τόσο μακροπρόθεσμα όσο και βραχυπρόθεσμα, ο ρυθμός αλλαγής της ακτογραμμής.

^[112] Meaden, G.J., Aguilar-Manjarrez, J., Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture.

^[113] Sundaravadivelu, R., Sivasankaravel, M., RajeshwaraRao, N., Nagabhushan, N., 2005. Coastal Erosion Studies in Pondicherry Using GIS and Remote Sensing. American Society of Civil Engineers, pp. 297–305. doi:10.1061/40774(176)30

Αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να συμπληρωθούν με άλλα χρονικά και χωρικά σύνολα, ώστε να ερμηνευθούν οι αιτίες και οι επιπτώσεις μιας συγκεκριμένης παράκτιας διεργασίας, για παράδειγμα η αιτία του υψηλού ρυθμού διάβρωσης και οι συνέπειές της στις παράκτιες υποδομές^[114]. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να απεικονίσουν τις προβλέψεις της διάβρωσης και την ανάλυση των επιπτώσεων της, συμπεριλαμβανομένων των πιθανών αποκρίσεων, με την ενσωμάτωση και άλλων συνόλων χωρικών δεδομένων (π.χ. χρήσεις γης) για την εκτίμηση των επιπτώσεων και την υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων. Όταν «οπτικοποιηθούν» οι προβλέψεις για την ακτογραμμή, η χρήση της τεχνολογίας GIS αποτελεί ένα ισχυρό μέσο^[115] παρέχοντας ρεαλιστικές και χρήσιμες πληροφορίες σε σύντομο χρονικό διάστημα, για την κατανόηση των παράκτιων αλλαγών και των επιπτώσεων τους.

Μερικά οφέλη από τη χρήση GIS και τηλεπισκόπησης στην παρακολούθηση, κατανόηση, διαχείριση και προστασία των παράκτιων ζωνών περιλαμβάνουν: την προσβασιμότητα, την αξιοποίηση και τη διάχυση των πληροφοριών, την αποτελεσματική και ακριβή αποθήκευση χαρτών (απεικονίσεις υψηλής ανάλυσης) και την συνεχή ενημέρωση τους, την παρακολούθηση του χερσαίου παράκτιου χώρου και των αλλαγών της ακτογραμμής, την μετακίνηση των ιζημάτων και την μετατόπιση των ακτών, τον υπολογισμό της μεταβολής του όγκου των ιζημάτων, καθώς και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε συνδυασμό με διαδραστικά ερωτήματα-δείκτες και εν τέλει, με την ενσωμάτωση χωρο-χρονικών και κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων, την ανάπτυξη μιας βάσης «παράκτιων» δεδομένων σε τοπικό και εθνικό επίπεδο.

Με την παρουσία της σύγχρονης τεχνολογίας GIS, τα μοντέλα πρόβλεψης της εξέλιξης της ακτογραμμής μπορούν να έχουν μεγαλύτερη αξιοπιστία, ακρίβεια και ικανότητα ανάλυσης / απεικόνισης από ότι στο παρελθόν, όπου τα σφάλματα στη διαδικασία της ταυτοποίησης των θέσεων της ακτογραμμής και της ψηφιοποίησης της, καθώς και η απουσία χωρο-χρονικών εργαλείων για την ανάλυση των τάσεων μεταβολής της, ήταν οι βασικές αιτίες που παρεμπόδιζαν την ικανότητα των υπολογιστικών μοντέλων να αποδώσουν ορθές αξιολογήσεις για τη συμπεριφορά της ακτής^[116].

^[114]Fletcher, C.H., 2011. National Assessment of Shoreline Change: Historical Shoreline Change in the Hawaiian Islands 67.

^[115]Brown, I., Jude, S., Koukoulas, S., Nicholls, R., Dickson, M., Walkden, M., 2006. Dynamic simulation and visualisation of coastal erosion. Comput. Environ. Urban Syst. 30, 840–860. doi:10.1016/j.compenurbsys.2005.08.002

^[116]Srivastava, A., 2005. A least-squares approach to improved shoreline modeling (Master's thesis).

3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Οι Ramieri et al. (2011)^[117] κατηγοριοποιούσαν τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην αξιολόγηση της παράκτιας τρωτότητας σε τέσσερις κατηγορίες: σε μεθόδους που βασίζονται σε συγκεκριμένο δείκτη (index-based methods), μεθόδους που βασίζονται σε μια αλληλουχία δεικτών (Indicator-based approach), σε συστήματα λήψης αποφάσεων με βάση τα ΣΓΠ (GIS-Based Decision Support Systems, DSS) και σε μεθόδους βασιζόμενες σε δυναμικά υπολογιστικά μοντέλα (methods based on dynamic computer models).

Οι δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως ως ταχείες και συνεπείς μέθοδοι για τον χαρακτηρισμό του σχετικού βαθμού τρωτότητας των διαφόρων ακτών. Μια πρώτη απόπειρα ανάπτυξης ενός παράκτιου δείκτη τρωτότητας στην αλλαγή του κλίματος, λόγω κυρίως της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, έγινε από τους Gornitz & Kanciruk (1989)^[118]. Οι απλούστεροι από αυτούς είναι εκτιμήσεις για την φυσική τρωτότητα των ακτών (Hammar-Klose & Thieler, 1999;^[119] Dwarakish et al., 2009;^[120] Gorokhovich et al., 2013;^[121] Mujabar et al., 2013^[122], ενώ οι πιο πολύπλοκοι εξετάζουν και τις πτυχές της οικονομικής και κοινωνικής ευπάθειας (Boruff et al., 2005^[123]; Szlafsztein & Sterr, 2007^[124]; Ozyurt et al., 2008^[125]; McLaughlin & Cooper, 2010^[126].

- ^[117]Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonon, P., Marinova, N., Santini, M. (2011). “Methods for assessing coastal vulnerability to climate change”, ETC CCA Technical Paper 1/2011, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and 80 Adaptation. Available online at (last access: 2/10/2015): http://cca.eionet.europa.eu/docs/TP_1-2011.
- ^[118]Gornitz V.M., White T.W., Cushman R.M. (1991). “Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise”, In Proceedings of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management. Long Beach, CA (USA) 1991, 2354-2368.
- ^[119]Thieler, E.R., Hammar-Klose, E.S., (1999). “National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast”, U.S. Geological Survey, Open-File Report, 99-593.
- ^[120]Dwarakish, G.S., Vinay, S.A., Natesan, U., Toshiyuki, A., Kakinuma, T., Venkataramana, K., Jagadeesha Pai, B., Babita, M.K. (2009). “Coastal vulnerability assessment of the future sea level rise in Udupi coastal zone of Karnataka state, west coast of India”, Ocean Coast. Manag. , 52, 467-478.
- ^[121]Gorokhovitch et. al., Y. (2013). “Integrating Coastal Vulnerability and Community-Based Subsistence Resource Mapping in Northwest Alaska”, Journal of Coastal Research. Available online at (last access: 2/10/2015): <http://www.jcronline.org/doi/pdf/10.2112/JCOASTRES-D-13-00001.1>.
- ^[122]Mujabar, P.S., Chandrasekar, N. (2013). “Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS”, Natural Hazards 69, 1295-1314.
- ^[123]Boruff, B. J., Emrich, C., and Cutter, S. L. (2005). “Erosion hazard vulnerability of US coastal counties”, Journal of Coastal Research, 21, 5, 932- 943.
- ^[124]Szlafsztein C. and Sterr H. (2007). “A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, State of Para, Brazil”, Journal of Coastal Conservation 11, 1, 53–66.
- ^[125]Ozyurt G., Ergin A. and Esen M. (2008). “Indicator based coastal vulnerability assessment model to sea level rise”, Paper presented at the Seventh International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries COPEDEC VII “Best Practices in the Coastal Environment”, Dubai, 2008, Paper E-06.
- ^[126]McLaughlin S. and Cooper J.A.G. (2010). “A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers”, Environmental Hazards, 9, 3, 233-248.

Σχετικά παραδείγματα σε ευρωπαϊκό επίπεδο μεθοδολογικών προσεγγίσεων βάσει δεικτών (index-based methods), είναι το Eurosion Project και το Deduce Interreg Project. Το Eurosion Project είναι μια DPSIR προσέγγιση (Driving forces Pressures States Impacts Responses, DPSIR), για την εκτίμηση στον Ευρωπαϊκό χώρο της παράκτιας επικινδυνότητας στη διάβρωση.

Αποτελείται από μια σειρά δεκατριών δεικτών, με φυσικούς αλλά και κοινωνικό-οικονομικούς δείκτες (Eurosion, 2002). Το Deduce Interreg Project καθόρισε ένα σετ 27 δεικτών με σκοπό την παρακολούθηση της βιώσιμης ανάπτυξης της παράκτιας ζώνης σε διαφορετικές κλίμακες (ευρωπαϊκό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο). Το σετ των δεικτών δεν αξιολογεί συγκεκριμένα την παράκτια τρωτότητα και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, αλλά αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την σωστή ένταξη των ζητημάτων αυτών στο ευρύτερο πλαίσιο της ΟΔΠΖ (Integrated Coastal Zone Management, ICZM). Η ευπάθεια στην κλιματική αλλαγή απευθύνεται στους ακόλουθους τρεις δείκτες: άνοδος της στάθμης της θάλασσας και ακραίες καιρικές συνθήκες, διάβρωση και προέλαση ακτών και φυσικά, ανθρώπινα και οικονομικά αγαθά σε κίνδυνο (Deduce Consortium, 2007)^[127].

Ως επακόλουθο η ανάλυση της τρωτότητας των παράκτιων περιοχών είναι βασικό συστατικό και των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems, DSS). Παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι το DESYCO (DEcision support SYstem for COastal climate change impact assessment). Πρόκειται για ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα (open source software) με βάσει τα ΣΓΠ, ένα DSS με στόχο την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των πολλαπλών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα ευάλωτα παράκτια συστήματα (π.χ. παραλίες, δέλτα ποταμών, εκβολές ποταμών και λιμνοθάλασσες, υγρότοποι, αγροτικές και αστικές περιοχές). Υλοποιεί μια μεθοδολογία περιφερειακής εκτίμηση της επικινδυνότητας (Regional Risk Assessment, RRA) με βάση την πολυκριτηριακή ανάλυση (Multi Criteria Decision Analysis, MCDA)^[128].

^[127] Deduce Consortium (2007). “Indicators Guidelines. To adopt an indicators-based approach to evaluate coastal sustainable development”, Department of the Environment and Housing, Government of Catalonia, Barcelona, Spain. Available at: http://www.im.gda.pl/images/ksiazki/2007_indicators_guidelines.pdf (last access: 2/10/2015).

^[128] Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonon, P., Marinova, N., Santini, M. (2011). “Methods for assessing coastal vulnerability to climate change”, ETC CCA Technical Paper 1/2011, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and

Στο σύνολο των μεθόδων που αναφέρθηκαν πρέπει να προστεθούν και οι μέθοδοι βασισμένες σε δυναμικά υπολογιστικά μοντέλα, καθώς είναι σημαντικά εργαλεία στην ανάλυση και χαρτογράφηση της τρωτοτήτας των παράκτιων περιοχών στην κλιματική αλλαγή. Οι διαθέσιμες σχετικές μέθοδοι μπορούν να διαιρεθούν σε δυο κατηγορίες, τα Μοντέλα Τομέα (sector models) και τα Ολοκληρωμένα Μοντέλα Εκτίμησης (integrated assessment models).

Τα Μοντέλα Τομέα, από τη μια επικεντρώνονται στην ανάλυση της παράκτιας τρωτότητας που σχετίζεται με μια συγκεκριμένη παράκτια διαδικασία (π.χ. διάβρωση των ακτών ή διείσδυση αλμυρού νερού στα συστήματα του γλυκού νερού) και ως εκ τούτου, δεν ασχολούνται άμεσα με την αξιολόγηση της παράκτιας τρωτότητας στις πολλαπλές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος, (Ramieri et al., 2011). Παράδειγμα τέτοιου μοντέλου αποτελεί το RACE (Risk Assessment of Coastal Erosion), που καθιέρωσε μια τυποποιημένη μέθοδο για την αξιολόγηση της παράκτιας επικινδυνότητας στη διάβρωση κατά μήκος της ακτογραμμής της Αγγλίας και της Ουαλίας. Το RACE χρησιμοποιεί μια πιθανολογική εκτίμηση (probabilistic method) του κινδύνου (hazard) και της επικινδυνότητας (risk) των ακτών στη διάβρωση, μια προσέγγιση πηγής-οδού-υποδοχέα (source-pathway-receptor)^[129].

Τα Ολοκληρωμένα Μοντέλα Εκτίμησης, από την άλλη επιδιώκουν την αξιολόγηση της τρωτότητας των παράκτιων συστημάτων στις πολλαπλές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης δια-τομεακής αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφόρων επιπτώσεων και/ή λαμβάνοντας υπόψιν αλλαγές σε άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τα παράκτια συστήματα (κυρίως το κοινωνικό-οικονομικό πλαίσιο και τα μέτρα προσαρμογής), (Ramieri et al., 2011). Παράδειγμα τέτοιου μοντέλου είναι το SimCLIM (Simulator of Climate Change Risks and Adaptation Initiatives, SimCLIM).

^[129] Halcrow Group Limited (2007). "Risk Assessment of Coastal Erosion Part One", R&D Technical Report FD2324/TR1. Available online at (last access: 2/10/2015): http://evidence.environmentagency.gov.uk/FCERM/Libraries/FCERM_Project_Documents/FD2324_7453_TRP_pdf.

Το SimCLIM είναι ένα λογισμικό μοντελοποίησης συστήματος (software modelling system), για την εξέταση των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβλητότητας και αλλαγής στο χώρο και στο χρόνο. Πρόκειται για ένα “open-framework” λογισμικό που επιτρέπει στους χρήστες να προσαρμόσουν το πρότυπο στη δική τους γεωγραφική περιοχή και χωρική ανάλυση και να επισυνάψουν τα μοντέλα επιπτώσεων (impact models). Λογισμικό που έχει σχεδιαστεί για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και τη θωράκιση έναντι του κλίματος, σε ένα ευρύ φάσμα καταστάσεων όπου το κλίμα και η κλιματική αλλαγή ενέχουν κίνδυνο και αβεβαιότητα (Warrick, 2009). Άλλο παράδειγμα αποτελεί το μοντέλο DIVA (Dynamic Interactive Vulnerability Assessment, DIVA) που σχεδιάστηκε για την έρευνα της τρωτότητας στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης των παράκτιων περιοχών. Συνδυάζει μια παγκόσμια βάση φυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεδομένων, σχετικών σεναρίων, ένα σύνολο αλγόριθμων επιπτώσεων-προσαρμογής και ένα εξατομικευμένο γραφικό περιβάλλον εργασίας (Graphical User Interface, GUI). Εμπλέκει κλιματικά και κοινωνικοοικονομικά σενάρια και πολιτικές προσαρμογής, επιλεγμένες από το χρήστη, σε εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο, καλύπτοντας περισσότερα από 180 παράκτια κράτη^[130].

Τέλος, σε πλήθος μελετών συνδυάζονται τα πλεονεκτήματα των δεικτών παράκτιας τρωτότητας με αυτά των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Ozyurt et al. , 2008; Dwarakish et al., 2009; Gaki-Papanastassiou et al.,2009; Karymbalis et al., 2012; Gorokhovich et al., 2013). Τα ΣΓΠ προσφέρουν μοναδικές δυνατότητες αυτοματοποιημένης διαχείρισης και ανάλυσης ποικιλίας χωρικών δεδομένων (Drobne et al., 2009). Κατ’ επέκταση ευρεία είναι η χρήση τους και σε ζητήματα που αφορούν στην παράκτια διαχείριση, αφού εξ ορισμού, πρόκειται για διαχείριση του χώρου, με μεγάλες απαιτήσεις όγκου πληροφορίας.

^[130]McFadden, L., Vafeidis, A., Nicholls, R.J. (2004). “A coastal database for global impact and vulnerability analysis”. Journal of Coastal Research , 24, 4 ,917-924.

3.1. Ο ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (COSTAL VULNERABILITY INDEX, CVI)

3.1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο CVI είναι μία από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες και απλές μεθόδους για την αξιολόγηση της παράκτιας τρωτότητας στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, κυρίως λόγω της διάβρωσης ή και των πλημμύρων^[131]. Παρέχει μια απλή αριθμητική βάση για την κατάταξη των τμημάτων της ακτογραμμής, από την άποψη των δυνατοτήτων τους στην αλλαγή, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους διαχειριστές στον εντοπισμό περιοχών όπου ο κίνδυνος είναι σχετικά υψηλός.

Τα αποτελέσματα CVI μπορεί να εμφανίζονται σε χάρτες για την επισήμανση αυτών των περιοχών^[132]. Όπως αναφέρθηκε, μια πρώτη απόπειρα ανάπτυξης ενός παράκτιου δείκτη τρωτότητας στην αλλαγή του κλίματος, λόγω κυρίως της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, έγινε από τους Gornitz & Kanciruk^[133], οι οποίοι πρότειναν και δοκίμασαν διαφορετικές φόρμουλες-τύπους για την παραγωγή του τελικού CVI. Οι μεταβλητές που συμπεριλάμβανε ο δείκτης (ανεξαρτήτως τύπου) είναι: η τοπική τάση καθίζησης (local subsidence trend), η γεωμορφολογία (geomorphology), η γεωλογία (geology), η μέση μετατόπιση ακτογραμμής (mean shoreline displacement, το μέσο εύρος παλίρροιας (mean tidal range), το μέσο υψόμετρο (mean elevation) και το μέγιστο ύψος κύματος (maximum wave height).^[134]

^[131]Gornitz V.M., White T.W., Cushman R.M. (1991). “Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise”, In Proceedings of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management. Long Beach, CA (USA) 1991, 2354-2368.

^[132]Gutierrez B.T., Williams S.J. and Thieler E.R. (2009). “Basic approach for shoreline change projections”. In Titus J.G. (coordinating lead author), Anderson K.E., Cahoon D.R., Gesch D.B., Gill S.K., Gutierrez B.T., Thieler E.R. and Williams S.J. (lead authors). Coastal Sensitivity to Sea-Level Rise: A Focus on the Mid-Atlantic Region. A report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 239-242.

^[133]Gornitz, V., Kanciruk, P. (1989). “Assessment of global coastal hazards from sea-level rise”, Coastal Zone, 89, 1345-59. In Proceedings of Sixth Symposium on Coastal and Ocean Management. ASCE, Charleston, South Carolina, 1345-1359.

^[134]Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonon, P., Marinova, N., Santini, M. (2011). “Methods for assessing coastal vulnerability to climate change”, ETC CCA Technical Paper 1/2011, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation. Available online at (last access: 2/10/2015): http://cca.eionet.europa.eu/docs/TP_1-2011.

Product mean:	$CVI_1 = \frac{(x_1 * x_2 * x_3 * x_4 * \dots * x_n)}{n}$
Modified product mean:	$CVI_2 = \frac{[x_1 * x_2 * \frac{1}{2}(x_3 + x_4) * x_5 * \frac{1}{2}(x_6 + x_7)]}{n - 2}$
Average sum of squares:	$CVI_3 = \frac{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + \dots + x_n^2)}{n}$
Modified product mean (2):	$CVI_4 = \frac{(x_1 * x_2 * x_3 * x_4 * \dots * x_n)}{5^{(n-4)}}$
Square root of product mean:	$CVI_5 = [CVI_1]^{1/4}$, and
Sum of products:	$CVI_6 = 4x_1 + 4x_2 + 2(x_3 + x_4) + 4x_5 + 2(x_6 + x_7)$
Where: n=variables present	x_1 =mean elevation
x_2 =local subsidence trend	x_3 =geology
x_4 =geomorphology	x_5 =mean shoreline displacement
x_6 =maximum wave height	x_7 =mean tidal range.

Διαφορετικοί τύποι που δοκιμάστηκαν από τους Gornitz et al. ^[135] για τον υπολογισμό του τελικού δείκτη CVI.

^[135]Gornitz V.M., White T.W., Cushman R.M. (1991). “Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise”, In Proceedings of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management. Long Beach, CA (USA) 1991, 2354-2368.

Ένας από τους πιο διαδεδομένους δείκτες παράκτιας τρωτότητας είναι αυτός που προτάθηκε από τους Thieler και Hammar-Klose^[136], βάσει της φόρμουλας CVI5 (Ramieri et al., 2011). Ο δείκτης αυτός επιτρέπει το συσχετισμό έξι φυσικών-γεωλογικών παραμέτρων με ποσοτικό τρόπο, της γεωμορφολογίας, της κλίσης, της σχετικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας, του ρυθμού οπισθοχώρησης/ προέλασης της ακτογραμμής, του μέσου μήκους κύματος, και του μέσου εύρους παλίρροιας (Thieler&Hammar-Klose, 1999). Σημαντικός αριθμός μελετών χρησιμοποιούν τον εν λόγω δείκτη για μια πρώτη εκτίμηση των υπό-περιοχών που αναμένεται να αντιμετωπίσουν σημαντικότερες αρνητικές επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της στάθμης. Στα παραδείγματα συμπεριλαμβάνονται οι μελέτες: Νασοπούλου^[137] κ.ά. (2014) στον Κορινθιακό κόλπο, Dwarakish et al. (2009)^[138] στην παράκτια ζώνη της πόλης Ουντούπι (Udupi) στην Ινδία, Gaki-Papanastassiou et al. (2011)^[139] στον Αργολικό κόλπο, Gorokhovich et al. (2013)^[140] στην Βορειοδυτική Αλάσκα, Mujabar et al. (2013)^[141] στις νότιες ακτές της Ταμίλ Ναντού (Tamil Nadu) στην Ινδία, Karymbalis et al. (2014)^[142] στα νησιά Σαλαμίνα και Ελαφόνησος, κ.ά..

^[136]Thieler, E.R., Hammar-Klose, E.S., (1999). “National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast”, U.S. Geological Survey, Open-File Report, 99-593.

^[137]Νασοπούλου, Ι., Πούλος, Σ.Ε., Καρύμπαλης, Ε., Γακή-Παπαναστασίου, Κ. (2014). “Μελέτη τρωτότητας των βόρειων ακτών (Αντίρριο-Ερατεινή) του Δυτικού Κορινθιακού Κόλπου ως προς την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης”. Διαθέσιμο στο URL (τελευταία πρόσβαση 2/10/2015):http://www.symposia.gr/wp-content/uploads/2014/11/10S2012_079_Nasopoulou.pdf

^[138]Dwarakish, G.S., Vinay, S.A., Natesan, U., Toshiyuki, A., Kakinuma, T., Venkataramana, K., Jagadeesha Pai, B., Babita, M.K. (2009). “Coastal vulnerability assessment of the future sea level rise in Udupi coastal zone of Karnataka state, west coast of India”, Ocean Coast. Manag. , 52, 467-478.

^[139]Gaki-Papanastassiou, K. Efthimios Karymbalis, Serafim E. Poulos, Archonto Seni & Chrysanthi Zouva (2011): “Coastal vulnerability assessment to sea-level rise based on geomorphological and oceanographical parameters: the case of Argolikos Gulf, Peloponnese, Greece” , Hellenic Journal of Geosciences, 45, 109 - 122.

^[140]Gorokhovich et. al., Y. (2013). "Integrating Coastal Vulnerability and Community-Based Subsistence Resource Mapping in Northwest Alaska", *Journal of Coastal Research*. Available online at (last access: 2/10/2015): <http://www.jcronline.org/doi/pdf/10.2112/JCOASTRES-D-13-00001.1>.

^[141]Mujabar, P.S., Chandrasekar, N. (2013). "Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS", *Natural Hazards* 69, 1295-1314.

^[142]Karymbalis, E., Chalkias, C., Ferentinou, M., Chalkias, G., Magklara, M. (2014). "Assessment of the Sensitivity of Salamina (Saronic Gulf) and Elafonissos (Lakonic Gulf) islands to Sea-level Rise", *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 70.

Αρκετές τροποποιήσεις, μικρού ή μεγάλου βαθμού, έχουν προταθεί για το εν λόγω δείκτη, ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε μελέτης. Οι Σένη κ.ά.^[143] (2007) εισήγαγαν στον δείκτη ένα νέο παράγοντα, αυτόν της γεωλογίας. Στην μελέτη του Fraile Jurado (2011)^[144] η παράμετρος Κλίση αντικαταστάθηκε από ένα "τοπογραφικό δείκτη" που εκφράζει τη μέση τιμή των ακόλουθων μεταβλητών: μέσο ύψος, μέση κλίση και περιοχή εσωτερικής διείσδυσης. Οι Abuodha και Woodroffe (2006)^[145] χρησιμοποίησαν τις μεταβλητές: ύψος θινών, τύπος φράγματος, τύπος παραλίας, σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, διάβρωση/προσαύξηση ακτογραμμής, μέσο παλιρροιακό εύρος, μέσο ύψος κύματος. Οι Boruff et al. (2005)^[146] συνδύασαν τον δείκτη CVI, με ένα δείκτη κοινωνικής τρωτότητας, τον SoVI (Social Vulnerability Index), συμπεριλαμβάνοντας κατά αυτό τον τρόπο και κοινωνικό-οικονομικές παραμέτρους.

^[143]Σένη, Α., Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Καρύμπαλης, Ε. Ζούβα, Χ. (2007). "Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του ανατολικού Αργολικού Κόλπου και του Αργολικού Πεδίου σε σχέση με την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας με τη χρήση ΣΓΠ", Σ.Γ.Π. Τηλεπισκόπηση Χαρτογραφία, 80 Πανελλήνιο Συνέδριο., Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

^[144]Fraile Jurado P. (2011). The CVI. Potentials applications beyond Andalucía and related data needs. Presentation at the EEA Expert Meeting "Methods and tools for assessing coastal vulnerability to climate change at the European scale", Copenhagen, Denmark, 2011, 8-9.

^[145]Abuodha, P.A. & Woodroffe, C.D. (2010). "Assessing Vulnerability to sealevel rise using a coastal sensitivity index: a case study from southeast Australia", *J. Coast. Conserv.*, 14, 189-205.

^[146]Boruff, B. J., Emrich, C., and Cutter, S. L. (2005). "Erosion hazard vulnerability of US coastal counties", *Journal of Coastal Research*, 21, 5, 932- 943.

3.1.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Το πρώτο μεθοδολογικό βήμα ασχολείται με τον προσδιορισμό των βασικών μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν σημαντικές κινητήριες διεργασίες που επηρεάζουν την παράκτια τρωτότητα και την παράκτια εξέλιξη (Gornitz et al., 1991). Ο αριθμός και η τυπολογία των βασικών μεταβλητών μπορεί να είναι ελαφρώς τροποποιημένη σύμφωνα με τις ειδικές ανάγκες, γενικά ο CVI περιλαμβάνει 6 ή 7 μεταβλητές. Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε μια ελαφρώς τροποποιημένη εκδοχή της φόρμουλας που πρότειναν ο Thieler και Hammar-Klose (1999) αντικαθιστώντας τον παράγοντα γεωμορφολογία, με αυτόν της γεωλογίας:

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

όπου, n: το πλήθος των παραμέτρων,

a: η γεωλογία (geology),

b: η παράκτια κλίση (coastal slope),

c: η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας (relative sea level rise),

d: ο ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής (shoreline change rate),

e: το μέσο μήκος κύματος (mean wave height),

f: το μέσο εύρος παλίρροιας (mean tidal range).

Το δεύτερο βήμα ασχολείται με την τυποποίηση των τιμών των βασικών μεταβλητών, βάση μιας κλίμακας από 1 έως 5. Το 1 δείχνει πως η μεταβλητή έχει μικρή συμβολή στην παράκτια τρωτότητα, ενώ το 5 δείχνει πως έχει υψηλή συμμετοχή.

Τα εύρη ταξινόμησης της ευαισθησίας, που χρησιμοποιούνται στη παρούσα εργασία, είναι εκείνα που πρότειναν οι Karymbalis et al. (2012)^[147] για το παράκτιο περιβάλλον στην Ελλάδα. Τέλος (τρίτο βήμα), οι μεταβλητές ενσωματώνονται σε ένα μόνο δείκτη και οι τιμές του δείκτη ταξινομούνται σύμφωνα με τη μέθοδο Φυσικών Διαστημάτων (Natural Breaks).

^[147]Karymbalis, E., Chalkias, C., Ferentinou, M., Chalkias, G., Magklara, M. (2014). “Assessment of the Sensitivity of Salamina (Saronic Gulf) and Elafonissos (Lakonic Gulf) islands to Sea-level Rise”, Journal of Coastal Research, Special Issue, 70.

Ταξινόμηση των τιμών των Παραμέτρων του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΙΜΕΣ					
	ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ	Πολύ Χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μετρία (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)
	Γεωλογία	Τριαδικοϊουρασικά Ανθρακικά	Οφιόλιθοι & Σχιστοκετατολιθική (sch) Διάπλωση	Πλειοπλειστόκαινο	Κορήματα & Κώνοι Κορημάτων	Αλλουβιακές & Παράκτιες Αποθέσεις
	Παράκτια Κλίση(%)	>12	12-9	9-6	6-3	<3
	Ρυθμός Μεταβολής Ακτογραμμής (m/yr)	>(+1.5)	(+1.5)-(+0.5)	(+0.5)-(-0.5)	(-0.5)-(-1.5)	<(-1.5)
	Μέσο Εύρος Παλίρροιας (m)	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	>0.8
	Μέσο Ύψος Κύματος (m)	<0.3	0.3-0.6	0.6-0.9	0.9-1.2	>1.2
	Σχετική Άνοδος Στάθμης Θάλασσας (mm/yr)	<1.8	1.8-2.5	2.5-3.0	3.0-3.4	>3.4

3.2. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Παράκτια Κλίση

Η κλίση μιας παράκτιας ζώνης αποτελεί χαρακτηριστικό της τοπογραφίας της περιοχής. Η επιπεδότητα ή μη της παράκτιας περιοχής συνδέεται με την φυσική αντοχή μιας ακτής και την ταχύτητα με την οποία η ακτογραμμή θα υποχωρήσει, έναντι κατάκλυσης.

Σενάρια Ανόδου της Θαλάσσιας Στάθμης

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αποδίδεται εξ' ολοκλήρου στην κλιματική αλλαγή, ωστόσο μια τέτοια προσέγγιση δεν είναι απόλυτα σωστή. Παράγοντες όπως η σχετική μετακίνηση ξηράς - θάλασσας και οι παγκόσμιες «ευστατικές» αλλαγές της στάθμης λόγω θερμικής διαστολής των ωκεανών, επιδρούν εξίσου σημαντικά στη μεταβολή της στάθμης των υδάτων. Η επιρροή των παραγόντων αυτών στον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας αντανακλάται μέσα από την εν λόγω μεταβλητή.

Γεωμορφολογία

Το σύνολο των φυσικών χαρακτηριστικών των διαφόρων μορφών αναγλύφου της Γης που έχουν προκύψει από ενδογενείς και εξωγενείς φυσικές δυνάμεις. Ως μεταβλητή του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην ικανότητα των παράκτιων γεωμορφών να αποτελέσουν ένα φυσικό τείχος προστασίας απέναντι στο ενδεχόμενο κατακλυσμού του παράκτιου συστήματος.

Διάβρωση-Υποχώρηση της ακτογραμμής

Η συγκεκριμένη μεταβλητή αναφέρεται στη διαχρονική μεταβολή του ορίου μεταξύ ξηράς και θάλασσας, που αποδίδεται στις διαδικασίες της διάβρωσης και της πρόσχωσης. Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων

Πρόκειται για την παράμετρο εκείνη που εκφράζει το αντιπροσωπευτικό ύψος κύματος μιας πραγματικής, ακανόνιστης κατάστασης της θάλασσας. Η μεταβλητή αυτή συνδέεται άμεσα με τον κίνδυνο κατακλυσμού μιας παράκτιας περιοχής και χρησιμοποιείται συχνά, διότι συμπίπτει με την τιμή ύψους κύματος που δίνει εμπειρικά ένας ναυτικός από την οπτική παρατήρηση της θάλασσας.

Μέσο Εύρος Παλίρροιας

Πρόκειται για το παγκόσμιο φαινόμενο της περιοδικής ανύψωσης και κατάπτωσης της στάθμης των υδάτων. Το φαινόμενο παρατηρείται σε κάθε παράκτια ζώνη και σαφώς επηρεάζει τη μορφολογία των ακτών και ως εκ τούτου τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.

Οι παραπάνω μεταβλητές μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αποτελεί τις γεωλογικές μεταβλητές, οι οποίες αποδίδουν τα ιδιαίτερα τοπικά χαρακτηριστικά μιας παράκτιας περιοχής. Στις γεωλογικές μεταβλητές υπάγονται η γεωλογία και παράκτιες γεωμορφές, η ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής και η παράκτια κλίση. Η δεύτερη κατηγορία αποτελεί τις μεταβλητές των φυσικών διεργασιών. Στις μεταβλητές αυτές περιλαμβάνονται το μέσο σημαντικό ύψος κύματος, το μέσο παλίρροιακό εύρος και η σχετική μεταβολή της στάθμης των υδάτων^[148].

^[148]Σιαφάκας Β. (2003). «Επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στην παράκτια ζώνη της νήσου Κω». Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΘΟΔΟΥ

Τα πλεονεκτήματα της εν λόγω μεθοδολογίας ποικίλουν, γεγονός που εξηγεί και την ευρεία εφαρμογή της. Στο πλαίσιο της, γίνεται εφικτή η τυποποίηση των τιμών διαφορετικών φυσικών και γεωλογικών παραμέτρων, σχετικών με την παράκτια τρωτότητα μιας περιοχής και ο συνδυασμός τους με ποσοτικό τρόπο^[149] (Thieler&Hammar-Klose, 1999). Παρέχει μια απλή αριθμητική βάση για την κατάταξη των τμημάτων της ακτογραμμής, από την άποψη των δυνατοτήτων τους στην αλλαγή, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους διαχειριστές στον εντοπισμό περιοχών όπου ο κίνδυνος είναι σχετικά υψηλός^[150] (Gutierrez et al., 2009).

Ταυτοχρόνως, η ευκολία εφαρμογής του δείκτη CVI και η δυνατότητα εφαρμογής του σε ευρεία χωρική κλίμακα, σε παγκόσμιο, εθνικό και τοπικό επίπεδο, τον καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλή. Όπως αναφέρθηκε, σημαντικός αριθμός μελετών χρησιμοποιούν τον εν λόγω δείκτη για μια πρώτη εκτίμηση των υπό-περιοχών που αναμένεται να αντιμετωπίσουν σημαντικότερες αρνητικές επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της στάθμης.

Ως απόρροια, να δίνεται και η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων διαφορετικών τοποθεσιών ή/και χρονολογιών για τη διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, αλλά και η δυνατότητα επαλήθευσης τους (validation).

^[149]Thieler, E.R., Hammar-Klose, E.S., (1999). “National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast”, U.S. Geological Survey, Open-File Report, 99-593.

^[150]Gutierrez B.T., Williams S.J. and Thieler E.R. (2009). “Basic approach for shoreline change projections”. In Titus J.G. (coordinating lead author), Anderson K.E., Cahoon D.R., Gesch D.B., Gill S.K., Gutierrez B.T., Thieler E.R. and Williams S.J. (lead authors). Coastal Sensitivity to Sea-Level Rise: A Focus on the Mid-Atlantic Region. A report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 239-242.

Λόγω όμως του πλήθους και της ποικιλομορφίας των παραμέτρων που περιλαμβάνει ο δείκτης CVI, προκύπτει και μια σειρά από περιορισμούς, καθώς τα δεδομένα προέρχονται από ποικίλες πηγές (χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, ενόργανες μετρήσεις, διαγράμματα, ιστορικά στοιχεία κ.ά.) με διαφορετική ακρίβεια και ανάλυση. Σε πρώτο βήμα, δυσκολίες συναντώνται στην εύρεση των δεδομένων λόγω του πλήθους και της ποικιλομορφίας τους. Σε δεύτερο βήμα, όλα αυτά τα δεδομένα μεταφέρουν τα σφάλματα της αρχικής πηγής σαν αποτέλεσμα, στην τελική αξιοποίηση των στοιχείων αυτών, ώστε να προκύψει ένα αθροιστικό σφάλμα το οποίο είναι δύσκολο να προσδιοριστεί^[151]. Ταυτοχρόνως, οι διαφορετικές κλίμακες των δεδομένων, δυσκολεύουν τον τελικό τους συνδυασμό.

Για το λόγο αυτό σε πολλές περιπτώσεις γίνεται επιπλέον επεξεργασία της πληροφορίας. Στο σφάλμα λοιπόν, που αναφέρθηκε, μπορεί να προστεθούν και τυχόν σφάλματα που έχουν προκύψει κατά την τελική επεξεργασία της πληροφορίας της κάθε παραμέτρου, ώστε να είναι εφικτός ο συνδυασμός, αλλά και σφάλματα που προκύπτουν κατά τον τελικό τους συνδυασμό, λόγω απουσίας τοπολογικής συνέπειας μεταξύ των δεδομένων.

Όσον αφορά στο δείκτη, ο μεγαλύτερος περιορισμός του είναι η ανικανότητα να αντιμετωπίσει τις τρέχουσες κοινωνικό-οικονομικές πτυχές στα πλαίσια της αξιολόγησης της παράκτιας τρωτότητας. Για το λόγο αυτό σε πλήθος μελετών παρατηρείται ο συσχετισμός των αποτελεσμάτων του συγκεκριμένου δείκτη με κοινωνικό-οικονομικά δεδομένα^{[152],[153]}, έως και η εφαρμογή τροποποιημένων δεικτών, που συνυπολογίζουν και κοινωνικό-οικονομικές παραμέτρους.

^[151] Δουκάκης, Ε. (2007). “Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη”, Πρακτικά του συνεδρίου Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ, Αθήνα 2007.

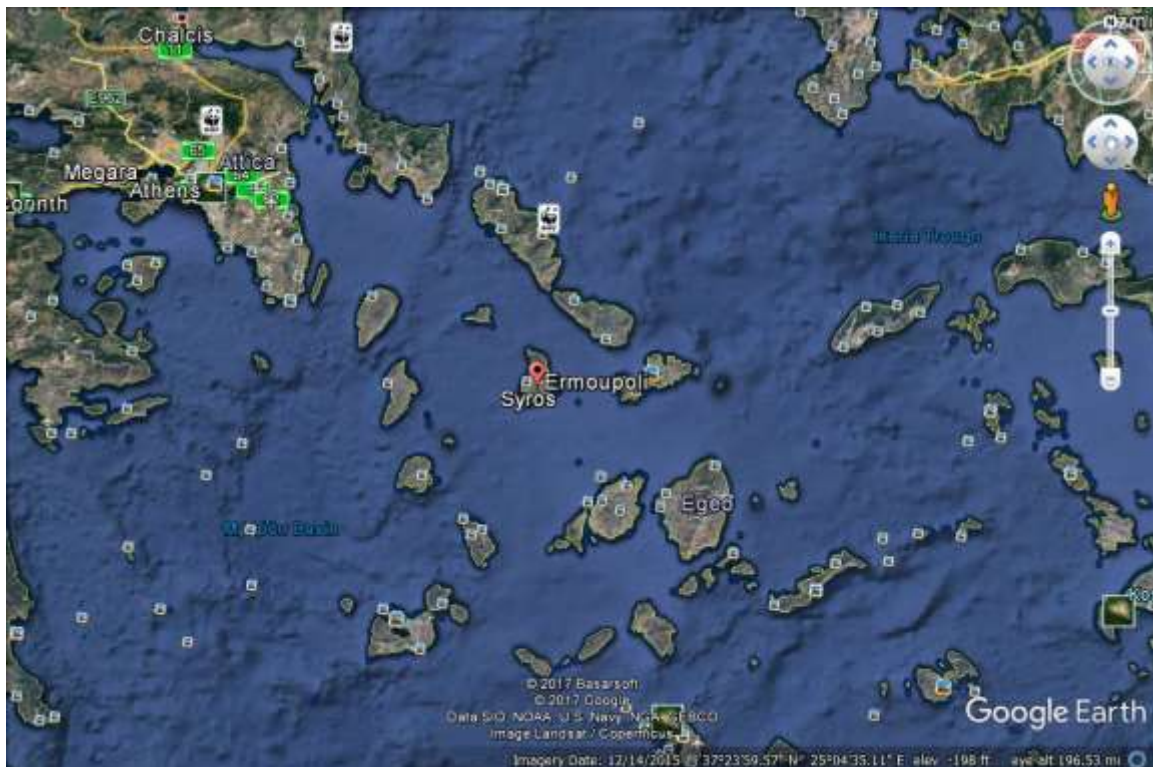
^[152] Gaki-Papanastassiou, K. Efthimios Karymbalis, Serafim E. Poulos, Archonto Seni & Chrysanthi Zouva (2011): “Coastal vulnerability assessment to sea-level rise based on geomorphological and oceanographical parameters: the case of Argolikos Gulf, Peloponnese, Greece”, Hellenic Journal of Geosciences, 45, 109 - 122.

^[153] Gorokhovich et. al., Y. (2013). “Integrating Coastal Vulnerability and Community-Based Subsistence Resource Mapping in Northwest Alaska”, Journal of Coastal Research. Available online at (last access: 2/10/2015): <http://www.jcronline.org/doi/pdf/10.2112/JCOASTRES-D-13-00001.1>.

4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Σύρος είναι νησί των Κυκλάδων. Πρωτεύουσά της είναι η Ερμούπολη, η οποία είναι πρωτεύουσα της Περιφέρειας Νότιου Αιγαίου αλλά και του πρώην Νομού Κυκλάδων. Η Σύρος αναπτύχθηκε ιδιαίτερα μετά το 1826, όταν εγκαταστάθηκαν πρόσφυγες από τα Ψαρά, τη Χίο, την Κρήτη και τη Μικρά Ασία. Υπήρξε ναυτικό, βιομηχανικό και πολιτιστικό κέντρο του νέου ελληνικού κράτους. Ο πληθυσμός της ανέρχεται σε 21.390 σύμφωνα με την απογραφή του 2011^[154].



Η γεωγραφική θέση της Σύρου σε σχέση με τα νησιά των Κυκλάδων^[155]

^[154] <https://el.wikipedia.org/wiki/Σύρος>

^[155] www.google.com/earth/.

4.2. ΙΣΤΟΡΙΑ

Η Σύρος έχει κατοικηθεί ήδη από την προϊστορία. Ποιοί ήταν οι πρώτοι κάτοικοι της δύσκολα μπορούμε να το πούμε με βεβαιότητα. Στο νησί έχουν βρεθεί τάφοι με κτερίσματα και οχυρωμένος οικισμός. Υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη εργαστηρίων μεταλλοτεχνίας καθώς και ίχνη κατοίκησης σε πολλά σημεία του νησιού.

Φαίνεται ότι η Σύρος ακολούθησε τη μοίρα των υπόλοιπων κοντινών Κυκλάδων και πέρασε διαδοχικά από τους Μινωίτες στους Μυκηναίους, αλλά δεν υπάρχουν μυθολογικές αναφορές που να ενισχύουν αυτόν τον ισχυρισμό. Στον Όμηρο πιθανολογούμε την ταύτιση της Σύρου με την αναφορά ενός νησιού με το όνομα Συρίη που ήταν κοντά στη Δήλο.

Η ιστορία της Σύρου ξεκινάει ουσιαστικά τον 6ο αιώνα που την καταλαμβάνουν οι Σάμιοι. Εκείνη την εποχή γεννήθηκε στο νησί ο φυσικός φιλόσοφος Φερεκύδης που μετακόμισε αργότερα στη Σάμο και υπήρξε δάσκαλος του μεγάλου Πυθαγόρα^[156].

^[156] <http://www.syrosinfo.gr/syrosgeneralinfo/syrosistoria/index.html>

4.3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Η Σύρος βρίσκεται στο κεντρικό σημείο των Κυκλάδων και απέχει 83 ναυτικά μίλια από τον Πειραιά και 62 από τη Ραφήνα. Η έκτασή της είναι 84,069 τ.χλμ..

Γειτνιάζει με αρκετά νησιά του κυκλαδίτικου συμπλέγματος. Στα βόρεια βρίσκεται η Άνδρος, βορειοανατολικά η Τήνος και ανατολικά η Μύκονος καθώς και τα μικρά νησιά της Δήλου και της Ρήνειας. Βορειοδυτικά βρίσκονται η Κέα και η Γυάρος, δυτικά η Κύθνος και νοτιοδυτικά η Σέριφος. Στα νότια βρίσκονται η Σίφνος, η Αντίπαρος, η Πάρος και η Νάξος.

Το βόρειο μέρος της Σύρου, που ονομάζεται Απάνω Μεριά, είναι ορεινό και κατοικείται από ελάχιστους κατοίκους. Το τμήμα αυτό του νησιού έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι διαφέρει μορφολογικά από το υπόλοιπο. Είναι το μοναδικό μέρος που έχει ασβεστολιθικά πετρώματα, σε αντίθεση με το υπόλοιπο νησί που καλύπτεται από ηφαιστειακά πετρώματα. Διαθέτει λίγους δρόμους και σηματοδοτημένα μονοπάτια αλλά περιέχει τοπία με βράχια, γεφυράκια και σπηλιές. Από αυτά τα μονοπάτια γίνεται η πρόσβαση στις βόρειες παραλίες της Σύρου (Γράμματα, Λία, Αετός, Βαρβαρούσα) που λόγω της έλλειψης δρόμων, είναι ερημικές και ιδανικές για απομόνωση και ηρεμία. Το νότιο μέρος είναι πεδινό και εκεί βρίσκονται τα περισσότερα χωριά και οι πιο γνωστές παραλίες του νησιού. Οι οικισμοί εκεί είναι ανεπτυγμένοι τουριστικά, ενώ και το οδικό δίκτυο είναι άριστο. Η πρωτεύουσα Ερμούπολη βρίσκεται στην ανατολική πλευρά του νησιού^[157].

^[157] <https://el.wikipedia.org/wiki/Σύρος>

4.4. ΕΔΑΦΟΣ

4.4.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η Σύρος, καθώς και όλο το νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων, αποτελούσε πριν από εκατομμύρια χρόνια το βυθό αβαθούς θάλασσας. Μια σειρά από ισχυρές δονήσεις προκάλεσε την άνοδο των πετρωμάτων του βυθού. Η σημερινή μορφή του νησιού διαμορφώθηκε αιώνες αργότερα, έπειτα από μια μακρά διαδικασία μεταμορφώσεων.

Η ιστορία ξεκινά πριν περίπου 170 χρόνια, το 1845, όταν ο Γερμανός γεωλόγος Χάουζμαν ανακάλυψε στη Σύρο ένα ορυκτό με ένα εντυπωσιακό μπλέ χρώμα που το ονόμασε γλαυκοφανή (από το γλάυκος +φαίνεσθε, δηλαδή φαίνεται κυανούς). Από τότε οι σχιστές πέτρες του νησιού που περιείχαν γλαυκοφανή πήραν το όνομα κυανοσχιστόλιθοι. Μαζί με τους κυανοσχιστόλιθους απαντούν και κάποια άλλα πετρώματα με ορυκτά σε βαθυκόκκινα και σμαραγδοπράσινα χρώματα που ονομάστηκαν εκλογίτες λόγω της διαλεχτής, εκλεχτής ομορφίας τους. Τόσο οι κυανοσχιστόλιθοι όσο και οι εκλογίτες δημιουργήθηκαν καταμεσής.

Στις μέρες μας η Σύρος θεωρείται η πιο αντιπροσωπευτική τοποθεσία κυανοσχιστόλιθων και εκλογιτών στον κόσμο. Ολόκληρο το νησί είναι ένα γεωλογικό μουσείο που όμοιο του δύσκολα βρίσκεται. Κάθε χρόνο πανεπιστήμια από κάθε γωνιά της γης οργανώνουν γεωλογικές εκπαιδευτικές εκδρομές στη Σύρο, ενώ τα αποτελέσματα των μελετών τους δημοσιεύονται σε σπουδαία διεθνή περιοδικά. Η Σύρος αποτελεί μια παγκόσμια γεωλογική κληρονομιά που όλοι μας πρέπει να διατηρήσουμε και να αναδείξουμε. Αυτό μπορούμε να το κάνουμε καλύτερα, αν καταλάβουμε τη σημασία που έχει για εμάς σήμερα, γνωρίζοντας το που και πως δημιουργήθηκε και το ταξίδι που έκανε στο χώρο και στο χρόνο.^[158]

^[158] http://www.syrosagenda.gr/2016/08/blog-post_14.html

Γεωλογικά η Σύρος υπάγεται στην Αττικοκυκλαδική μάζα. Στη γεωλογία της επικρατούν σχιστόλιθοι διαφόρων τύπων και διαφορετικού βαθμού μεταμόρφωσης, εκχύσεις περιοδικού μάγματος, μάρμαρα και τεταρτογενείς αποθέσεις. Οι σχηματισμοί αυτοί, εκτός από τις προσχώσεις, έχουν υποστεί την επίδραση ισχυρών τεκτονικών δυνάμεων, με αποτέλεσμα σήμερα να εμφανίζονται διερρηγμένοι και έντονα πτυχωμένοι. Μεταπτώσεις, πτυχώσεις και ρήγματα είναι τα αίτια του έντονου κατακόρυφου και οριζόντιου διαμελισμού και της σημερινής μορφολογίας του νησιού. Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα παρουσιάζουν γενική διεύθυνση κλίσης βορειοανατολική. Τα μάρμαρα παρουσιάζονται έντονα κατακερματισμένα και διαρρηγμένα, λόγω των τεκτονικών δυνάμεων που επέδρασαν σε αυτά. Ο κατακερματισμός αυτός συμπληρώνεται από την καρστική διάβρωση τους, η οποία εμφανίζεται αρκετά έντονη στο νησί^[159].

Αναλυτικότερα, εμφανίζονται στη Σύρο οι παρακάτω γεωλογικοί σχηματισμοί^[160]:

- **Σχιστόλιθοι-Σχιστο-γνεύσιοι:**

Πρόκειται για μαρμαρυγιακούς και γλαυκοφανιτικούς σχιστόλιθους, έως σχιστο-γνεύσιους, κυρίως λεπτόκοκκους (μεταμορφωμένους ψαμίτες). Στη ζώνη αυτή περιέχονται σαν ενστρώσεις (φακοί) εκλογίτης, γάββος, επιδοτίτης, σερπεντενίτης και χλωρίτης.

- **Μάρμαρα εν μέρει δολομιτωμένα:**

Τα μάρμαρα αναπτύσσονται κυρίως στο κεντρικό τμήμα του νησιού σαν παρεμβολές κυμαινόμενου πάχους, μέσα σε σχιστόλιθους. Επίσης, κατά περιοχές αναπτύσσονται ελεύθερα στην επιφάνεια, σε μεγάλη ή μικρή έκταση.

^{[159],[160]} <http://siros.gr/index.php/siros/geologia>

- **Τεταρτογενείς ιζηματογενείς σχηματισμοί**

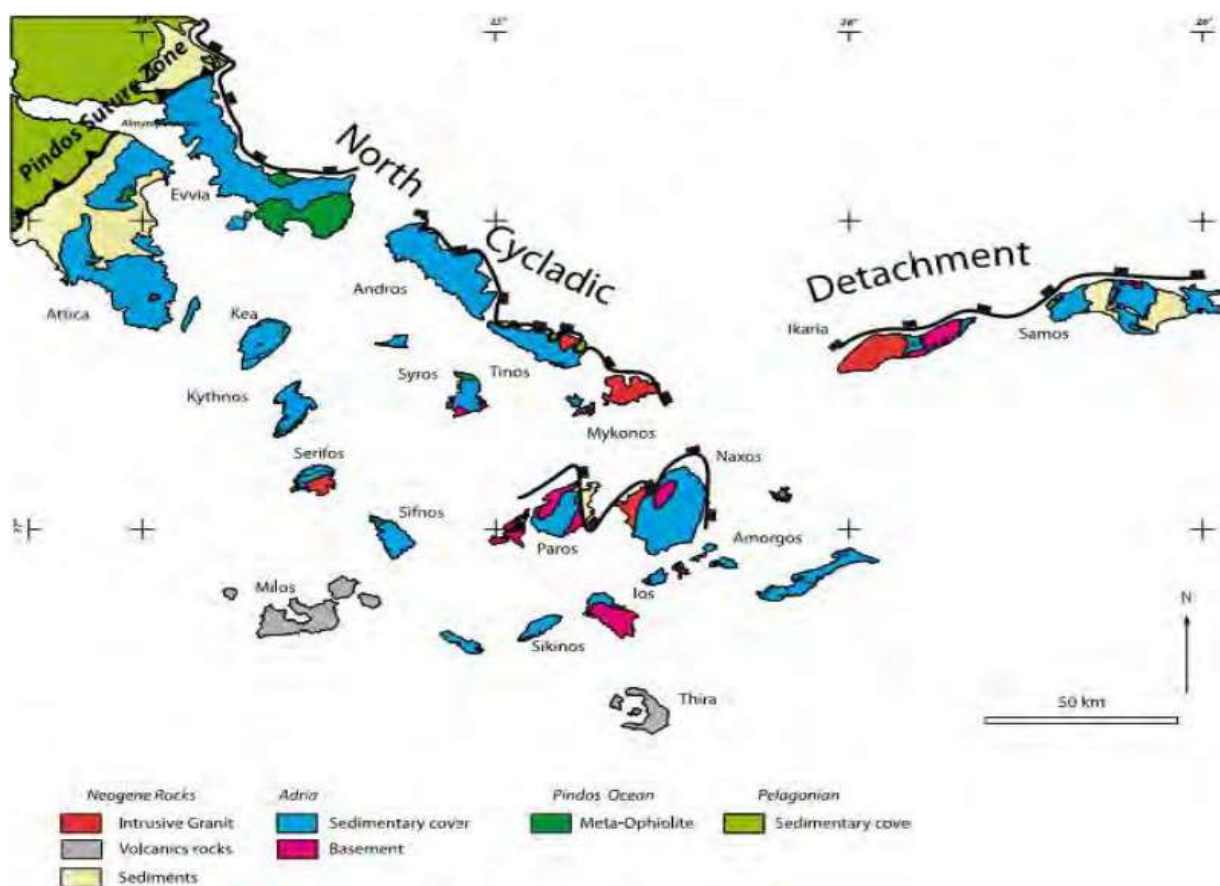
Αποτελούνται από αργίλους, πηλούς, ιλύ, άμμο και χαλίκια. Πρόκειται για σαθρά ιζήματα, που το πάχος τους κυμαίνεται από λίγα μέτρα μέχρι αρκετά. Οι τεταρτογενείς αποθέσεις καλύπτουν τις χαμηλές παραλιακές ζώνες, μέσα στους διάφορους μύχους, καθώς και στα υψίπεδα του νησιού. Επίσης, τεταρτογενή ιζήματα συναντώνται στις κλιτύες των βουνών, κυρίως των σχιστολιθικών, σαν μικρού πάχους αποσαθρώματα των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων. Ακόμα, συναντώνται στους πρόποδες των κλιτύων, όπου σχηματίζουν μικρούς κώνους κορημάτων των κλιτύων.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την ευρύτερη περιοχή ανήκουν στην Ενότητα Σχηματισμών Του Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλύμματος (Κυανοσχιστόλιθοι). Κύρια χαρακτηριστικά της Ενότητας αυτής είναι τα εξής:

- ❖ Έχουν υποστεί μία τουλάχιστον μεταμόρφωση σε συνθήκες υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών, με αποτέλεσμα οι σχηματισμοί αυτοί στο σύνολο τους ή εν μέρει να έχουν μεταμορφωθεί σε κυανοσχιστόλιθους.
- ❖ Βρίσκονται επωθημένοι με μορφή τεκτονικού καλύμματος πάνω σε σχηματισμούς των Εξωτερικών ζωνών, που είναι σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου – Τρίπολης ή κατά μια άλλη άποψη σχηματισμοί της ζώνης Παρνασσού ή ανάλογοι με την ζώνη αυτή σχηματισμοί.
- ❖ Όλες οι γνωστές σειρές σχηματισμών της Ενότητας αυτής είναι συνεχείς, δηλαδή χωρίς στρωματογραφικές ασυμφωνίες. Πάνω στους σχηματισμούς της Ενότητας αυτής βρίσκονται, κατά κανόνα, επωθημένοι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης, συμπεριλαμβανομένων και σχηματισμών του προαλπικού υποβάθρου της ζώνης αυτής. Γενικά οι σχηματισμοί του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος έχουν πολύ μεγάλο πάχος.

Ακολουθεί ο απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Αττικοκυκλαδικής μάζας.^[161]

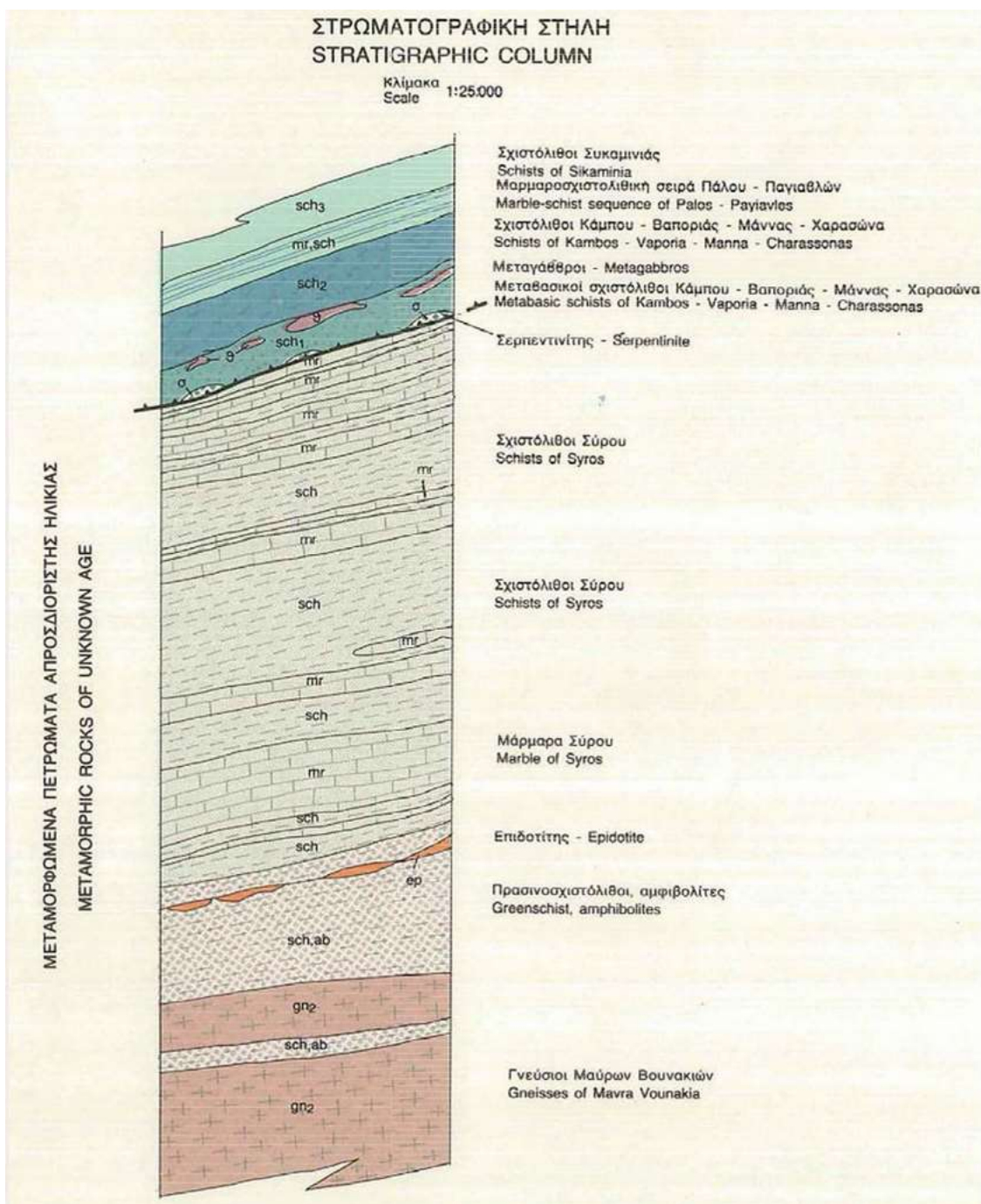
^[161](https://www.researchgate.net/publication/263109537_Philippon_et_al_2014 - Philippon et al. / Tectonophysics xxx (2014) xxx–xxx)



Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Αττικοκυκλαδικής μάζας.

Αμέσως μετά παρατίθεται ο στρωματογραφικός χάρτης της νήσου Σύρου^[162]

^[162] http://www.syrosagenda.gr/2016/08/blog-post_14.html



Στρωματογραφικός χάρτης της νήσου Σύρου

4.4.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟ

Το νησί της Σύρου γεωμορφολογικά θα το κατατάσσαμε σε ημιορεινό με βραχώδη άγωνα εδάφη με μεγάλες κλίσεις στο μεγαλύτερο μέρος της. Το ανάγλυφο του νησιού είναι έντονο και αποτελείται από βουνά και λόφους με έντονες κλίσεις και βραχώδη απογυμνωμένα εδάφη, κυρίως στο βόρειο τμήμα του νησιού. Εδώ συναντάμε και τον ορεινό όγκο του Σύριγγα, ενώ στο νότιο τμήμα σχηματίζονται τα βουνά, των ορεινών όγκων Νήτες και Γερούσι. Στο νότιο μέρος θα συναντήσουμε και τα γόνιμα εδάφη του νησιού κοντά στις ακτές, εκεί όπου καταλήγουν οι χείμαρροι μεταφέροντας τα νερά της βροχής. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι σε αυτά τα εδάφη αναπτύχθηκαν και οι περισσότεροι οικισμοί του νησιού^[163].



Άγωνα και πετρώδες το βόρειο τμήμα του νησιού^[164]

^[163] <http://www.syros-tours.gr/syros-island/geography.php>

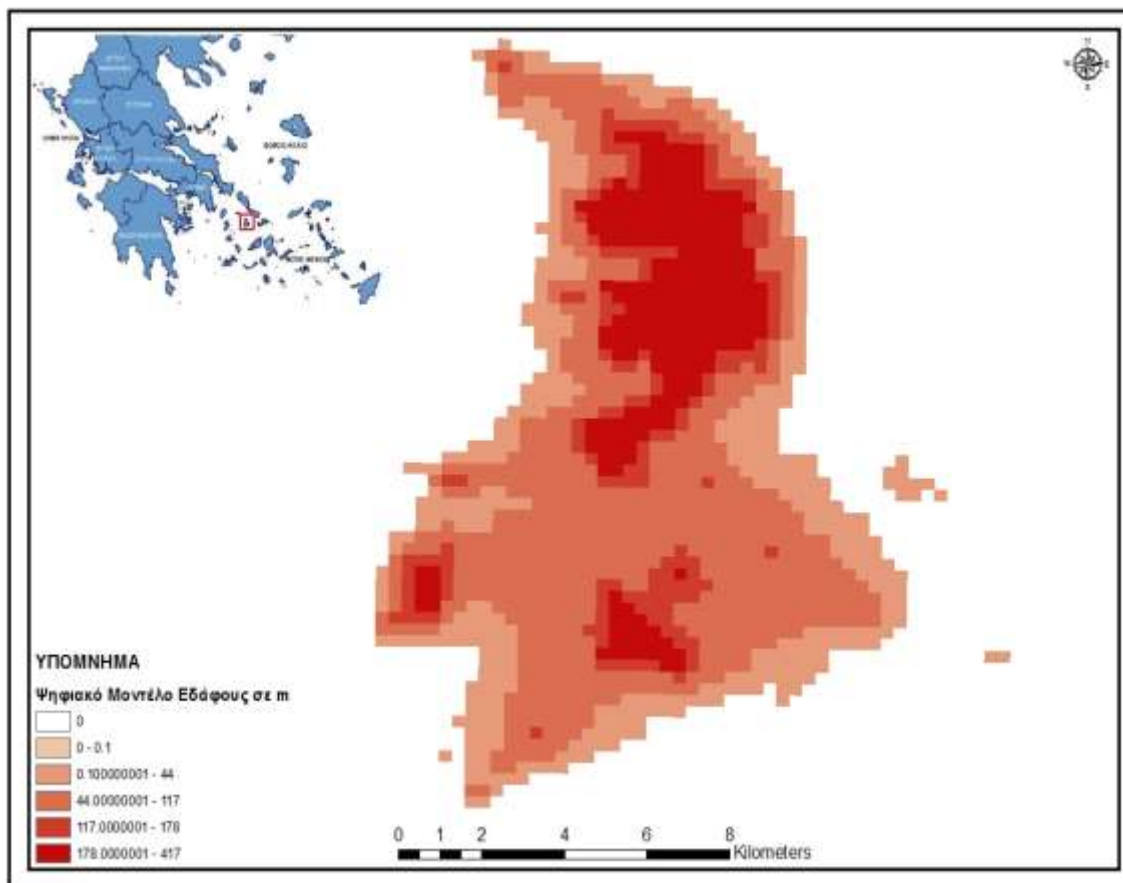
^[164] <http://kynigos.net.gr/ellas/cyclades/syros.htm>

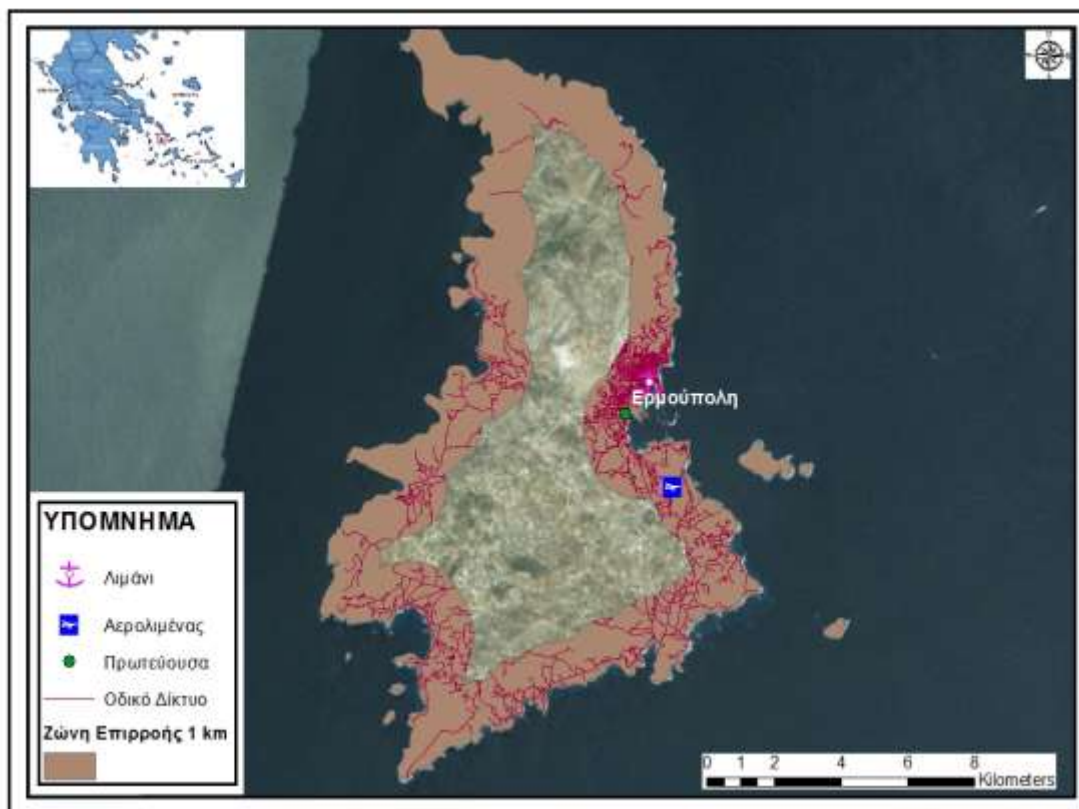


Ομαλότερο και καλλιεργήσιμο το νότιο τμήμα του νησιού^[165]

Αμέσως μετά παρατίθενται δύο χάρτες. Ο πρώτος χάρτης απεικονίζει το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της Σύρου εκφρασμένο σε μέτρα. Ο δεύτερος χάρτης παρουσιάζει το οδικό δίκτυο της Σύρου στο πλαίσιο μιας ζώνης επιρροής 1 km από τις ακτογραμμές (buffer zone) η οποία είναι η παράκτια ζώνη. Η ζώνη αυτή δημιουργήθηκε στο λογισμικό ArcGis 10 με την βοήθεια του εργαλείου **Buffer Wizard**.

^[165] <http://kynigos.net.gr/ellas/cyclades/syros.htm>

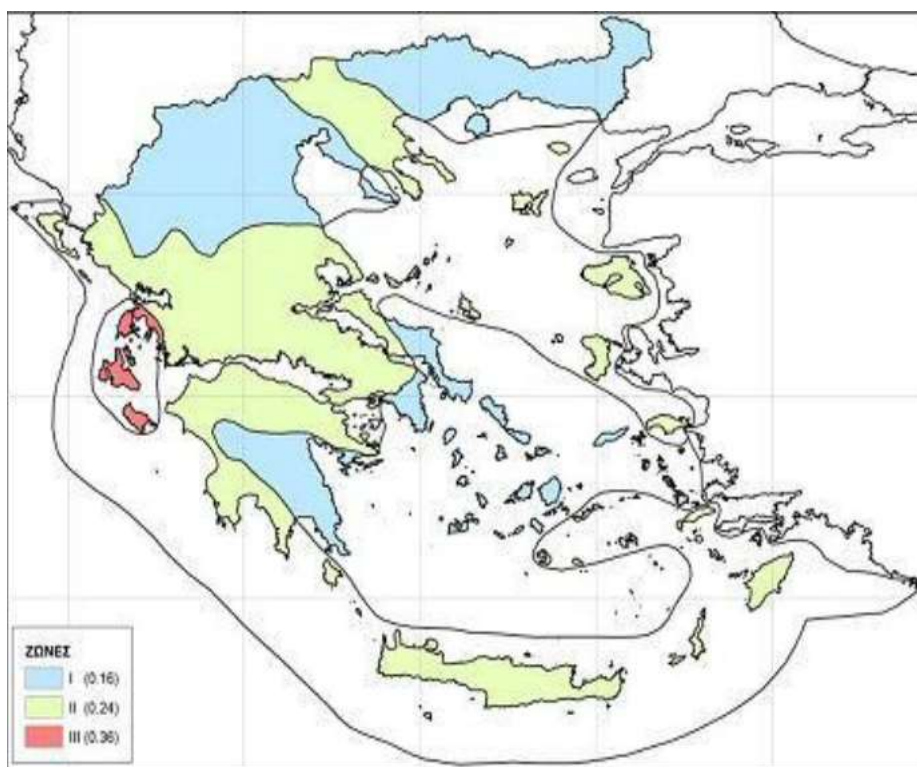




4.4.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Σύμφωνα με το νέο αναθεωρημένο χάρτη της σεισμικής επικινδυνότητας του ΕΑΚ 2000,^[166] η περιοχή μελέτης ανήκει στην ζώνη Ι της σεισμικής επικινδυνότητας, η οποία είναι η χαμηλότερη.

^[166](Τροποποίηση διατάξεων του «Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ-2000» λόγω αναθεώρησης του Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας Φ.Ε.Κ. Β' 1154/12-8-2003, Απόφαση Αριθ. Δ17α/115/9/ΦΝ275)



Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας, ΕΑΚ 2000.

4.5. ΚΛΙΜΑ

Στη Σύρο κυριαρχεί το ήπιο εύκρατο μεσογειακό κλίμα, το οποίο τείνει προς το θαλάσσιο. Παρουσιάζει μέσες θερμοκρασίες, που κυμαίνονται μεταξύ των 11°C και 27°C, ενώ οι άνεμοι είναι κυρίως νότιοι, με ένταση και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (μελέτμια). Η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (Φεβρουάριος) είναι 11-12°C και του θερμότερου (Ιούλιος ή Αύγουστος) 26-27°C. Ο χειμώνας είναι ηπιότερος από αυτόν της Αττικής, ενώ το καλοκαίρι είναι δροσερό εξαιτίας της επίδρασης των ανέμων και της θάλασσας. Ο παγετός αποτελεί σπάνιο φαινόμενο, ενώ οι απολύτως μέγιστες θερμοκρασίες σπάνια φτάνουν τους 40°C. Ως προς το επίπεδο των βροχοπτώσεων, παρά το ότι η Σύρος δέχεται περιστασιακά σχετικά αξιόλογο ύψος βροχής, σε γενικές γραμμές

οι βροχοπτώσεις δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες^[167].

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι μέσες τιμές θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας ανέμου και το μέσο ύψος νετού ανά μήνα για το νησί και για την περίοδο από το 1991 έως και το 2013^[168].

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	11,23	11,18	12,74	15,37	20,09	24,59	26,65	26,85	23,28	19,71	15,69	12,98
Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία	13,27	13,44	15,33	18,06	22,90	27,27	29,40	29,26	25,85	22,11	18,05	15,15
Μέση Ελάχιστη Θερμοκρασία	9,02	8,58	10,14	12,60	16,46	20,98	23,35	23,46	20,42	17,13	13,30	10,73
Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία (%)	73,53	73,28	70,41	68,37	62,36	56,90	57,47	61,43	64,24	71,34	73,93	75,49
Μέση Ταχύτητα ανέμου κόμβους* (επικρατούσα διεύθυνση ανέμων Νότιοι)	11,73	12,55	11,21	9,70	8,51	9,28	11,04	10,82	10,45	10,83	11,14	11,79
Μέσο ύψος Υετού σε χλσμ.	47,18	57,08	34,54	26,46	22,26	0,05	0,00	0,00	9,44	12,85	41,75	49,67

* 7-10 κόμβοι= 3 μποφόρ
11-15 κόμβοι= 4 μποφόρ

4.6. ΧΛΩΡΙΔΑ-ΠΑΝΙΔΑ

Στη Σύρο δεν υπάρχει δάσος με την δασοπονική έννοια του όρου. Υπάρχουν λίγες περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί ως δασικές εκτάσεις, αλλά δεν έχουν οριοθετηθεί επίσημα. Στο νότιο τμήμα του νησιού, όλες οι περιοχές με φρύγανα (μεσογειακό οικοσύστημα) είναι υποβαθμισμένες. Δεν υπάρχει δασική βλάστηση στο νησί. Τα φυσικά οικοσυστήματα του νησιού έχουν φτάσει σε οριακά επίπεδα, τα οποία οφείλονται στην υπερβολική βόσκηση από τα κοπάδια των αιγοπροβάτων, στις λίγες πυρκαγιές και στις εκτεταμένες εκχερσώσεις για τις ανάγκες εκμεταλλεύσιμης γεωργικής γης. Με εξαίρεση μικροσυστάδες του βένιου, η λοιπή βλάστηση είναι υποβαθμισμένων φρυγάνων.

^[167] <https://ecoanemos.files.wordpress.com/2010/01/syros.pdf> - ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 2014 - 2020

^[168] ΕΜΥ - <http://www.hnms.gr/>

Στο νησί έχει δημιουργηθεί έντονο διαβρωτικό φαινόμενο, που οφείλεται στο ανάγλυφο του εδάφους (μεγαλύτερου του 25%), στη γεωλογική σύσταση του σαθρού σχίστη, στις μικρής διάρκειας ραγδαίες βροχοπτώσεις αλλά και στην έλλειψη βλάστησης. Η συνολική απόδοση του εδάφους έχει μειωθεί γιατί έχουν εγκαταλειφθεί οι οριακές γεωργικές εκτάσεις, που βρίσκονται στα μεγαλύτερα υψόμετρα. Παρόλα αυτά, η Σύρος διαθέτει περιοχές με μεγάλη ποικιλία σε σπάνια μεσογειακά φυτά και βότανα, όπως:

1. Την Αλωνίδα (*Alhagi Maurorum*) που εντοπίστηκε το 1700 από τον βοτανολόγο Tournefort και περιέχει φαρμακευτική ουσία που χρησιμοποιείται ως καθαρτικό.

2. Τρία είδη Κρόκων (*Ζαφόρας*) που υπάρχουν στο νησί. Ο ένας (*Crocus Tournefortii*) είναι είδος ενδημικό της Σύρου, που δεν υπάρχει αλλού. Δείγματα του βρέθηκαν στον Αη Δημήτρη, στο βόρειο άκρο της πόλης και στο Μέγα Γυαλό και διατηρούνται στο Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

Μόνο σε απρόσιτες περιοχές και σε συγκεκριμένα σημεία διατηρούνται: η πρωτογενής βλάστηση και η γηγενής χλωρίδα και πανίδα. Τέτοια σημεία μπορεί να είναι ρεματιές, κοίτες εποχιακών χειμάρρων, βραχώδεις κορυφές λόφων και οι πλαγιές τους, απομονωμένες ακτές και ερημονησίδες. Εκεί φυτρώνουν ακόμα ενδημικά φυτά, εκεί σχηματίζουν πυκνές συστάδες οι 3 Αρεφτιές, εκεί φωλιάζουν ακόμα ο Σπιζαετός και ο Χρυσαιτός, εκεί μπορεί να καταφύγει η Μεσογειακή Φώκια και από εκεί μπορούν να παρατηρηθούν διερχόμενοι Φυσητήρες.

Επίσης, το τμήμα του νησιού από το όρος Σύριγγας μέχρι την παραλία είναι ενταγμένο στο δίκτυο **Natura 2000** με κωδικό A4220018, ενώ η Βόρεια Σύρος έχει χαρακτηριστεί ως **βιότοπος CORINE**, μια σημαντική τοποθεσία για πουλιά, ανάμεσα στα οποία είναι πολλά αρπακτικά μεταναστευτικά και ίσως τον Πετρίλο - πολύ σπάνιο στην Ελλάδα. Γνωστή περιοχή για *Monachus monachus*. Έχουν επίσης αναφερθεί *Caretta caretta* και *Δερματοχελώνες*. Τέλος, η Άνω Σύρος έχει προταθεί από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο ως «Περιοχή Ιδιαιτέρου Φυσικού Κάλλους»^[169].

4.7. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

Ο μόνιμος πληθυσμός της Σύρου σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011, ανέρχεται σε 21.507 κατοίκους, αριθμός που αντιπροσωπεύει το 6,96% του συνολικού πληθυσμού της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου (308.975 κάτοικοι) και περίπου το 0,20% του συνολικού πληθυσμού της χώρας (10.815.197 κάτοικοι).

Από τις απογραφές διαπιστώνεται αύξηση στον πληθυσμό του νησιού μεταξύ 2001 και 2011 :

Η εξέλιξη του πραγματικού και του μόνιμου πληθυσμού και η ηλικιακή δομή του πληθυσμού φαίνεται στους παρακάτω πίνακες ^{[170], [171]}.

Προκύπτει ότι το 57,61% του μόνιμου πληθυσμού βρίσκεται σε παραγωγική ηλικία.

Ομάδες ηλικιών	Άρρενες	Θήλεις	Σύνολο
0-14	1.496	1.474	2.970
15-24	973	935	1.908
24-64	5.957	6.337	12.294
65 και άνω	1.966	2.369	4.335
Σύνολο	10.392	11.115	21.507

^[170]<http://www.statistics.gr/>

^[171]<http://www.statistics.gr/>

Νησιά	Έκταση νησιού σε km ²	Πληθυσμός νησιού	Πυκνότητα πληθυσμού
Νάξος	442	18.340	41,5
Άνδρος	380	9.128	24,0
Πάρος	195	13.694	70,2
Τήνος	194	8.699	44,8
Μήλος	151	4.966	32,9
Κέα	131	2.480	18,9
Αμοργός	121	1.950	16,1
Ίος	108	2.084	19,3
Κύθνος	99	1.436	14,5
Μύκονος	85	14.189	166,9
Σύρος	82	21.475	261,9
Σίφνος	74	2.543	34,4
Θήρα	73	17.752	243,2
Σέριφος	73	1.378	18,9
Σίκινος	41	270	6,6
Ανάφη	38	294	7,7
Κίμωλος	36	901	25,0
Αντίπαρος	35	1.196	34,2
Ηρακλεία	19	150	7,9
Δονούσα	14	176	12,6
Θηρασιά	11	319	29,0
Σχοινούσα	9	225	25,0
Κουφονήσια	5	412	82,4

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ						
	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
ΣΥΡΟΣ	30.269	19.817	18.648	19.669	20.684	19.782	21.475
Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	125.959	99.959	86.337	88.458	94.005	112.615	124.525
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	247.439	222.980	207.354	233.529	257.481	302.686	366.795

	ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	
	2001	2011
ΣΥΡΟΣ	19.793	21.507
Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	109.956	117.987
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	298.462	308.975

Ένα στοιχείο που θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα είναι η μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού που παρουσιάζει η Σύρος σε σύγκριση με τα υπόλοιπα νησιά των Κυκλάδων. Είναι ένα νησί με έκταση μόλις 82 km² (το 11ο κατά σειρά νησί των Κυκλάδων) και με πληθυσμό 21.475 κατοίκους, (το μεγαλύτερο σε πληθυσμό νησί των Κυκλάδων).

Η πυκνότητα πληθυσμού στα κυριότερα νησιά των Κυκλάδων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα^[172]:

^[172]<http://www.statistics.gr/>

4.8. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Από τα αρχεία της ΕΣΥΕ, υπάρχει το σύνολο των κατοικιών και η κατάταξή τους σε κατοικούμενες και κενές. Διαπιστώνονται πολλές κενές κατοικίες που ίσως να είναι δείγμα παραθεριστικών κατοικιών, ενοικιαζόμενων, ή και μιας έντονης κατασκευαστικής διαδικασίας. Ενδεικτικό είναι ότι στην περίοδο 1/2001-12/2001 στην Ερμούπολη κατασκευάστηκαν 27 νέες οικοδομές, επιφάνειας 5394 m² και 19 προσθήκες, επιφάνειας 1923 m².

Για τους δύο δήμους, είναι σε ισχύ ένα Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο το οποίο εγκρίθηκε με απόφαση του υπουργού ΠΕΧΩΔΕ την 2/4/1986 (ΦΕΚ 368 Δ'/1986). Είναι προφανές ότι μετά από είκοσι χρόνια και με την εφαρμογή του Σχεδίου Καποδίστρια, επιβάλλεται η αναπροσαρμογή και η συμπλήρωσή του με βάση τα νέα δεδομένα και την αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης.

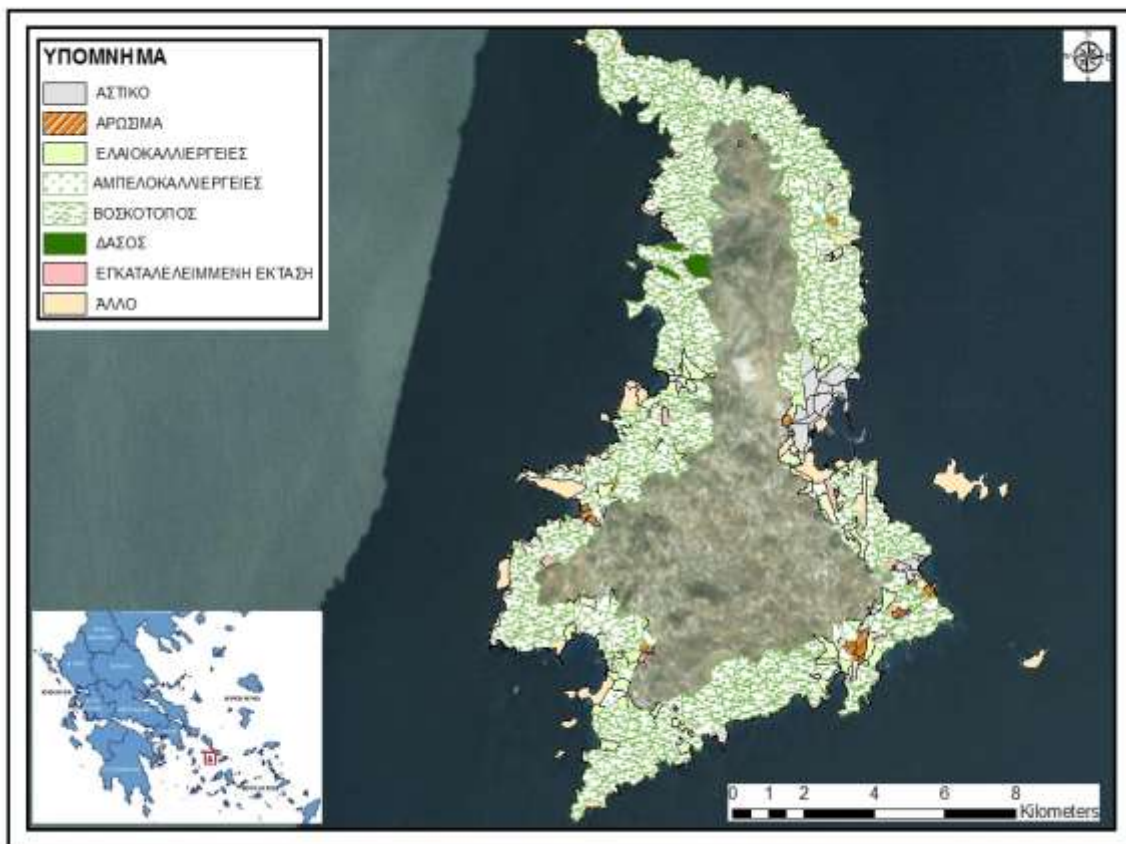
Για το δήμο Άνω Σύρου, συγκεντρωτικά, υπάρχει θεσμοθετημένο όριο κατάτμησης μόνο για τις Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου του 1989, δηλαδή για τις παραλιακές, για τις αρχαιολογικές περιοχές, για τις περιαστικές και για τις περιοχές που περιλαμβάνουν γη υψηλής παραγωγικότητας. Στοιχεία για καταστρατήγηση των ορίων αυτών δεν υπάρχουν, αλλά υπάρχει η άποψη ότι έχουν γίνει παράνομες κατατμήσεις, ανέγερση κατοικιών και παράνομες διανοίξεις δρόμων σε περιοχές (Πλατύ Βουνί, τα Τρία Λαγγόνια κ.α.). Έχουν κατασκευαστεί οικήματα και εκτός σχεδίου δόμησης, πυκνοκατοικημένα και συνεκτικά, με βάση (στην πλειοψηφία αυτών) τις διατάξεις εκτός σχεδίου δόμησης.

Πολεοδομική οργάνωση των οικισμών της περιοχής μελέτης είναι ανύπαρκτη. Στους περισσότερους οικισμούς το οδικό δίκτυο είναι μη λειτουργικό, περιορίζεται στους παλιούς αγροτικούς δρόμους και μονοπάτια που έχουν ελαφρώς διευρυνθεί, πολεοδομικό κέντρο δεν υπάρχει, οργανωμένοι κοινόχρηστοι χώροι και χώροι πρασίνου δεν υπάρχουν.

Για το δήμο Ερμούπολεως έχει πραγματοποιηθεί μελέτη της πολεοδομικής οργάνωσης του δήμου από τον Ιωσήφ Στεφάνου Καθηγητή στο Εργαστήριο Πολεοδομικής Σύνθεσης του Ε.Μ.Π. Ακολουθώντας τις αρχές σχεδιασμού του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ), το οποίο εκτίει περίπου εικοσαετία από την εκπόνησή του προβλέπονται τα

παρακάτω για την Ερμούπολη: Υπάρχει ο πυρήνας της πόλης, που είναι το Ιστορικό κέντρο. Η περιμετρική ζώνη γύρω από το κέντρο εμπεριέχει κάποιες αραιοκατοικημένες περιοχές και καθώς δεν προβλέπεται αύξηση του πληθυσμού στα επόμενα χρόνια, όπως φαίνεται από τα πληθυσμιακά στοιχεία που δηλώνουν μείωση του πληθυσμού της Ερμούπολης, δεν νοείται επέκταση του σχεδίου πόλεως. Όμως, είναι σημαντικός ο επαναπροσδιορισμός της οροθετικής γραμμής του σχεδίου πόλεως, λόγω ένταξης νέων περιοχών, εξασφάλιση πρασίνου και ανοιχτών χώρων^[173].

Στον χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται οι χρήσεις γης στις παράκτιες ζώνες της Σύρου:



^[173] Αποστολάκη Μαρία 2006, Έρευνα για την α-όρο ανάπτυξη στην Σύρο.

4.9. ΑΚΤΕΣ

Η Σύρος έχει μήκος ακτών 87 km. Αποτελούνται κυρίως από άμμο και σε πολλές υπάρχουν αρμυρίκια. Οι κυριότερες παραλίες είναι^[174]:

Δήμος Ερμούπολης:

1. Ερμούπολη: Αστέρια, Κύματα, Άγιο Νικόλαο και Τάληρο, κάτω από τη συνοικία Βαπόρια
2. Μεγάλη Αγκάλη μια καλή και ερημική παραλία στο νησάκι Γαϊδούρι ή Φανάρι (αρχαία Δίδυμη) απέναντι από την Ερμούπολη. Ο πέτρινος φάρος έχει ύψος 29,5μ., με μαρμαρίνη εσωτερική σκάλα, δημιούργημα του Βαυαρού αρχιτέκτονα Erlacher, είναι ο πρώτος που δημιουργήθηκε στην Ελλάδα (1834).



Ο πέτρινος φάρος στην αρχαία Δίδυμη^[175]

^[174] Αποστολάκη Μαρία 2006, Έρευνα για την α-όρο ανάπτυξη στην Σύρο

^[175] <http://www.hellogreece.gr/cyclades/siros.html>

3. Αζόλιμνος
4. Φωκιότρυπες

Δήμος Άνω Σύρου:

1. Βαρβαρούσα, Αετός, Λεία και Γράμματα ή τις μικρότερες Μέγας Λάκκος, Μαρμάρι και Αυλάκι
2. Γαλησσάς
3. Δελφίни
4. Κίνι, η οποία κατέχει και την Γαλάζια Σημαία
5. Λωτό

Επίσης, το τμήμα του νησιού από το όρος Σύριγγας μέχρι την παραλία είναι ενταγμένο στο **δίκτυο Natura 2000** με κωδικό A4220018, ενώ η Βόρεια Σύρος έχει χαρακτηριστεί ως **βιότοπος CORINE**, μια σημαντική τοποθεσία για πουλιά, ανάμεσα στα οποία είναι πολλά αρπακτικά μεταναστευτικά και ίσως τον Πετρίλο - πολύ σπάνιο στην Ελλάδα. Γνωστή περιοχή για *Monachus monachus*. Έχουν επίσης αναφερθεί *Caretta caretta* και Δερματοχελώνες. Τέλος, η Άνω Σύρος έχει προταθεί από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο ως «Περιοχή Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους».

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, διερευνάται η παράκτια επικινδυνότητα στον Ελλαδικό χώρο σε συνδυασμό με τις χρήσεις γης στην παράκτια ζώνη.

Στη συνέχεια ορίζεται ως μελέτη περίπτωσης η νήσος Σύρος. Αναφορικά με το υπολογιστικό μέρος της εν λόγω Διπλωματικής Εργασίας η μελέτη επικεντρώνεται: α) στη συλλογή, επεξεργασία και γεωαναφορά αεροφωτογραφιών του 1996 που ανακτήθηκαν από τον Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε), β) στην ψηφιοποίηση (εξαγωγή) των ακτογραμμών από τις γεωαναφερμένες αεροφωτογραφίες του 1996 (ιστορικές ακτογραμμές υψηλής ακρίβειας σε ψηφιακή μορφή), γ) στην ψηφιοποίηση των ακτογραμμών του 2015 λαμβάνοντας υπόψη το υπόβαθρο basemap στο λογισμικό ArcGis 10, δ) στον υπολογισμό της μεταβολής της ακτογραμμής για το χρονικό διάστημα από το 1996 έως το 2015 μέσω του λογισμικού ArcGis 10 και στον υπολογισμό των παραμέτρων του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας CVI , ε) στη δημιουργία βάσης δεδομένων σε περιβάλλον Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριακών (ΣΓΠ – GIS) που ενσωματώνει τα χωρο-χρονικά δεδομένα των παλιών και νέων ακτογραμμών (1996 και 2015 αντίστοιχα) κατόπιν κωδικοποίησης, ταξινόμησης και σύνθεσής τους και τα αποδίδει σε ψηφιδωτή (raster) και διανυσματική (vector) μορφή, στο κοινό προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87 σε συνδυασμό με τις υπάρχουσες χρήσεις γης της παράκτιας αυτής ζώνης στ) στον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας CVI , ζ) στην οπτικοποίηση και τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η) στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Προκειμένου να εφαρμοστεί η μεθοδολογία για τον υπολογισμό του δείκτη επικινδυνότητας CVI πρέπει πρωτίστως να συγκεντρωθούν όλα τα απαραίτητα δεδομένα μεταξύ των οποίων και οι αναλογικοί και ψηφιακοί χάρτες. Τα δεδομένα αυτά είναι:

- Χάρτης Basemap ο οποίος εισάγεται στο λογισμικό ArcGis10 μέσω του οποίου θα προκύψουν οι ακτογραμμές του 2015.
- Αεροφωτογραφίες του 1996 μέσω του οποίων θα προκύψουν οι παλαιές ακτογραμμές.^[176]
- Ένα shapefile αρχείο με το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (dem) της νήσου Σύρου^[177]
- Χάρτης του μέσου σημαντικού ύψους κύματος^[178].
- Γεωλογικός χάρτης της νήσου Σύρου κλίμακας 1:50000^[179].
- Τιμές για τα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.
- Τιμή για το μέσο εύρος παλίρροιας.

Ακολουθούν τα βήματα εκπόνησης της εργασίας για τον υπολογισμό του δείκτη επικινδυνότητας CVI.

^[176]ΙΓΜΕ, 1985: Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας κλ. 1:50000, Φύλλο Σύρου, ΙΓΜΕ, Αθήνα

^[177]<http://geodata.gov.gr/>

^[178]Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)- Σύστημα Ποσειδών

^[179]Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε) (1996), αεροφωτογραφίες

Βήμα 1 : Ψηφιοποίηση ακτογραμμών του 2015

Αρχικά εισήχθηκε στο λογισμικό ArcGis10 ο χάρτης Basemap. Συγκεκριμένα : **add data -> add Basemap -> type imagery**. Κατόπιν, έγινε εστίαση στην περιοχή της Σύρου. Ο χάρτης Basemap χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ακτογραμμών του 2015 (νέες ακτογραμμές). Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι ψηφιοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο ακτογραμμές με αμμώδεις αιγιαλούς και δειγματοληπτικά μικρές βραχώδεις ακτογραμμές.

Στο **ArcCatalog** δημιουργήθηκε ένα νέο αρχείο shapefile με όνομα **new_coasts**, ο τύπος του shapefile επιλέχθηκε να είναι **Polyline** και ορίστηκε σύστημα αναφοράς το **WGS84 Auxiliary sphere** διότι αυτό το σύστημα αναφοράς έχει ο χάρτης Basemap.

Με το εργαλείο **start editing** ενεργοποιήθηκε το shapefile **new_coasts** και ξεκίνησε η ψηφιοποίηση των ακτογραμμών. Για κάθε γραμμή που ψηφιοποιήθηκε, στο τέλος διπλοπατήθηκε το τελευταίο σημείο της με αποτέλεσμα να επιλεγεί ολόκληρη. Έτσι ανοίγοντας τον **attribute table** του shapefile **new_coasts** και προστέθηκε ένας αριθμός στην στήλη με τίτλο **id** για την συγκεκριμένη ακτογραμμή. Μόλις ολοκληρώθηκε η ψηφιοποίηση των ακτογραμμών αποθηκεύτηκαν οι ακτογραμμές με το εργαλείο **save editing** και αμέσως μετά με το εργαλείο **stop editing** τερματίστηκε η διαδικασία της ψηφιοποίησης.

Βήμα 2 : Γεωαναφορά αεροφωτογραφιών του 1996

Δεδομένου ότι οι αεροφωτογραφίες είναι σε μορφή **tif**, πριν ξεκινήσει η διαδικασία της γεωαναφοράς, αποθηκεύθηκαν σε μορφή **png**. Έπειτα έγινε εισαγωγή των εικόνων στο λογισμικό ArcGis10. Με την βοήθεια του εργαλείου **Georeferencing -> fit to display** εμφανίστηκαν οι εικόνες στην οθόνη. Η γεωαναφορά της πρώτης εικόνας ξεκίνησε

ορίζοντας ένα σημείο αρχικά στην εικόνα και αμέσως μετά ορίζοντας το αντίστοιχο σημείο πάνω στον χάρτη **Basemap**. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρις ότου να οριστούν αρκετά σημεία ώστε το σφάλμα RMS να έχει πολύ μικρή τιμή. Η γεωαναφερμένη εικόνα αποθηκεύτηκε με το εργαλείο **update georeferencing**. Με τον ίδιο τρόπο γεωαναφέρθηκαν και οι υπόλοιπες εικόνες.

Βήμα 3 : Ψηφιοποίηση ακτογραμμών του 1996

Έχοντας πλέον τις γεωαναφερμένες εικόνες του 1996 είναι δυνατή η ψηφιοποίηση των παλαιών ακτογραμμών. Στο **ArcCatalog** δημιουργήθηκε ένα νέο αρχείο **shapefile** με όνομα **old_coasts**, ο τύπος του shapefile επιλέχθηκε να είναι **Polyline** και ορίστηκε σύστημα αναφοράς το **WGS84 Auxiliary sphere**, διότι αυτό το σύστημα αναφοράς έχει ο χάρτης Basemap και οι εικόνες γεωαναφέρθηκαν πάνω στον εν λόγω χάρτη. Στη συνέχεια ακολούθησε η ψηφιοποίηση των παλαιών ακτογραμμών.

Βήμα 4 : Δημιουργία αρχείων shapefile για τους παράγοντες του δείκτη CVI και για τον δείκτη CVI

Με την βοήθεια του εργαλείου **copy features** δημιουργήθηκαν 7 αντίγραφα αρχείων **Shapefile** εισάγοντας το αρχείο **new_coasts**. Συνεπώς προέκυψαν τα shapefile αρχεία **Geomorphology** , **Coastal_slope** , **Sea_level_change** , **Shoreline_erosion**, **Mean_tide_range** , **Mean_wave_length** και **CVI**. Τα αντίγραφα αυτά θα χρησιμοποιηθούν στα επόμενα βήματα της εργασίας καθώς θα εισαχθούν εντός τους οι πληροφορίες που θα προκύψουν από διάφορους υπολογισμούς.

Βήμα 5: Γεωαναφορά Γεωλογικού χάρτη και δημιουργία γραμμών Split

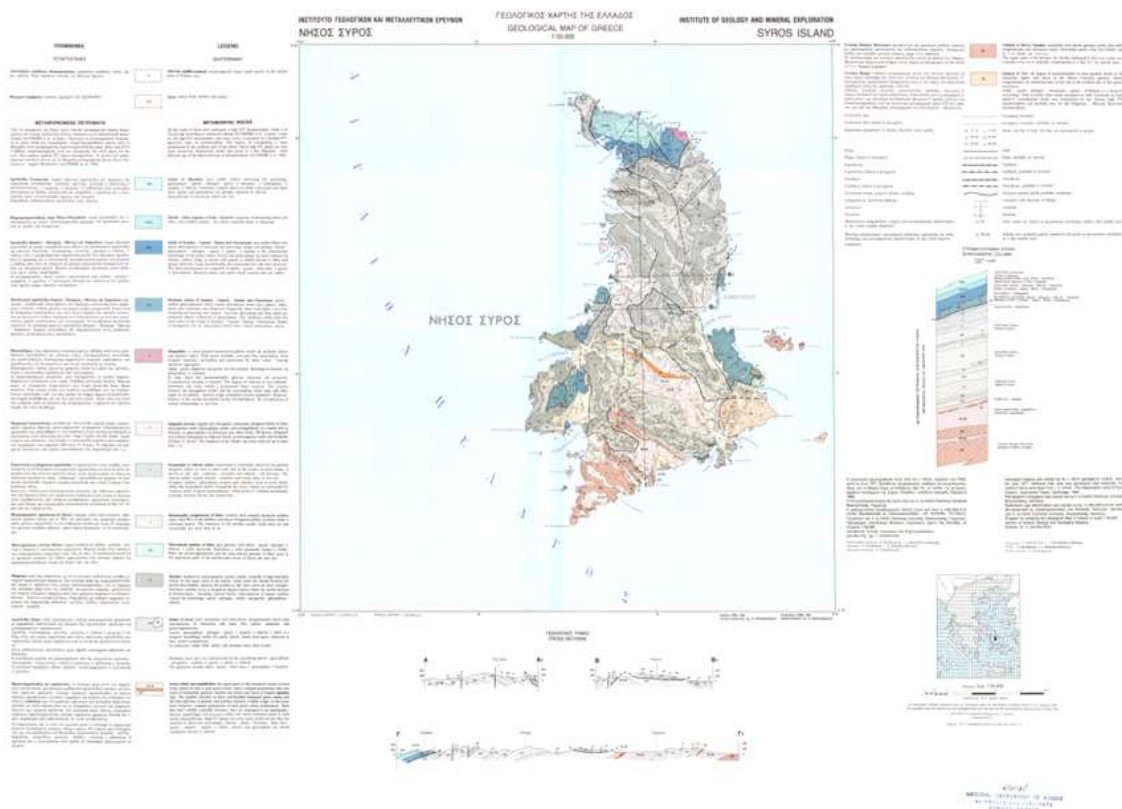
Εφόσον πραγματοποιήθηκε η γεωαναφορά του γεωλογικού χάρτη πάνω στον χάρτη **Basemap**, φαίνονται πλέον ξεκάθαρα οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί στους οποίους συμπίπτουν οι ακτογραμμές. Επομένως είναι δυνατή η δημιουργία γραμμών **Split** με σκοπό να χωριστούν οι ακτογραμμές σε επιμέρους τμήματα ανάλογα με τον γεωλογικό σχηματισμό στον οποίο συμπίπτει το εκάστοτε τμήμα. Αναφορικά με την διαδικασία υλοποίησης αυτού του βήματος αναφέρεται ότι χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο **start editing**. Στη συνέχεια, τέθηκε σε επεξεργασία το shapefile αρχείο **Geomorphology** και πατώντας το εργαλείο **Split** οι ακτογραμμές χωρίστηκαν στα σημεία όπου αλλάζει ο γεωλογικός σχηματισμός.

Για κάθε επιμέρους τμήμα που δημιουργήθηκε μέσω του εργαλείου Split καταχωρήθηκε στον πίνακα Geomorphology ο γεωλογικός σχηματισμός καθώς και η τιμή της επικινδυνότητας που αντιστοιχεί σε αυτό τον σχηματισμό.

Πρωτού ξεκινήσει η προαναφερθείσα διαδικασία, στον πίνακα **Geomorphology** δημιουργήθηκαν δύο καινούριες στήλες. Η πρώτη στήλη με τίτλο **type**, στην οποία καταγράφηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί και η δεύτερη στήλη με τίτλο **value**, όπου καταχωρήθηκαν οι τιμές επικινδυνότητας για κάθε γεωλογικό σχηματισμό.

Αμέσως μετά παρατίθενται ο γεωλογικός χάρτης της νήσου Σύρου^[180], ο πίνακας του shapefile αρχείου Geomorphology για την δυτική Σύρο και ο αντίστοιχος πίνακας για τα υπόλοιπα τμήματα της Σύρου.

^[180] ΙΓΜΕ, 1985: Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας κλ. 1:50000, Φύλλο Σύρου, ΙΓΜΕ, Αθήνα



Γεωλογικός χάρτης Σύρου

Table				
Geomorphology				
FID	Shape *	Id	TYPE	VALUE
0	Polyline	0	ai	5
1	Polyline	0	σ	3
2	Polyline	0	ai	5
3	Polyline	0	ai	5
4	Polyline	0	ai	5
5	Polyline	0	sch	3
6	Polyline	0	ai	5
7	Polyline	0	ai	5
8	Polyline	0	sch ,ab	2
9	Polyline	0	ai	5
10	Polyline	0	sch ,ab	2
11	Polyline	0	ai	5
12	Polyline	0	sch	3
13	Polyline	0	ai	5
14	Polyline	0	sch ,ab	2
15	Polyline	0	sch	3
16	Polyline	0	σ	3
17	Polyline	0	sch1	3
18	Polyline	0	ai	5
19	Polyline	0	sch ,ab	2
20	Polyline	0	sch	3

Table				
Γεωλογία				
FID	Shape *	Id	type	value
0	Polyline	3	sch3	2
1	Polyline	1	sch	3
2	Polyline	2	mr	1
3	Polyline	4	sch1	3
4	Polyline	5	ai	5
5	Polyline	6	sch	3
6	Polyline	7	ai	5
7	Polyline	8	ai	5
8	Polyline	6	ai	5
9	Polyline	6	σ	3
10	Polyline	5	sch	3
11	Polyline	5	sch	3
12	Polyline	4	sch1	3
13	Polyline	4	σ	3
14	Polyline	4	sch1	3
15	Polyline	4	σ	3
16	Polyline	2	sch	3
17	Polyline	1	sch	3
18	Polyline	1	mr	1
19	Polyline	1	mr	1
20	Polyline	3	sch2	3

Δυτική Σύρος

Υπόλοιπα τμήματα Σύρου

Όπου :

Al=Αλλουβιακές αποθέσεις αδιαφοροποίητες

Shc=Σχιστόλιθοι Σύρου

Sch, ab=Πρασινοσχιστόλιθοι και αμφιβολίτες

Sch1=Μεταβασικοί Σχιστόλιθοι Κάμπου-Βαποριάς-Μάννας και Χαρασώνα

Sch2=Σχιστόλιθοι Κάμπου-Βαποριάς - Μλαννας και Χαρασώνα

Sch3=Σχιστόλιθοι Συκαμινιάς

Σ=Σερπεντινίτες ή Χλωριτικοί Σχιστόλιθοι

Οι τιμές επικινδυνότητας που παίρνει κάθε ένας από τους γεωλογικούς σχηματισμούς είναι :

Al=5

Shc=3

Sch, ab=2

Sch1=3

Sch2=3

Sch3=2

Σ=3

Εν γένει οι τιμές επικινδυνότητας κυμαίνονται από 1-5 και κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1 : Πολύ μικρή επικινδυνότητα

2 : Μικρή επικινδυνότητα

3 : Μέτρια επικινδυνότητα

4 : Μεγάλη επικινδυνότητα

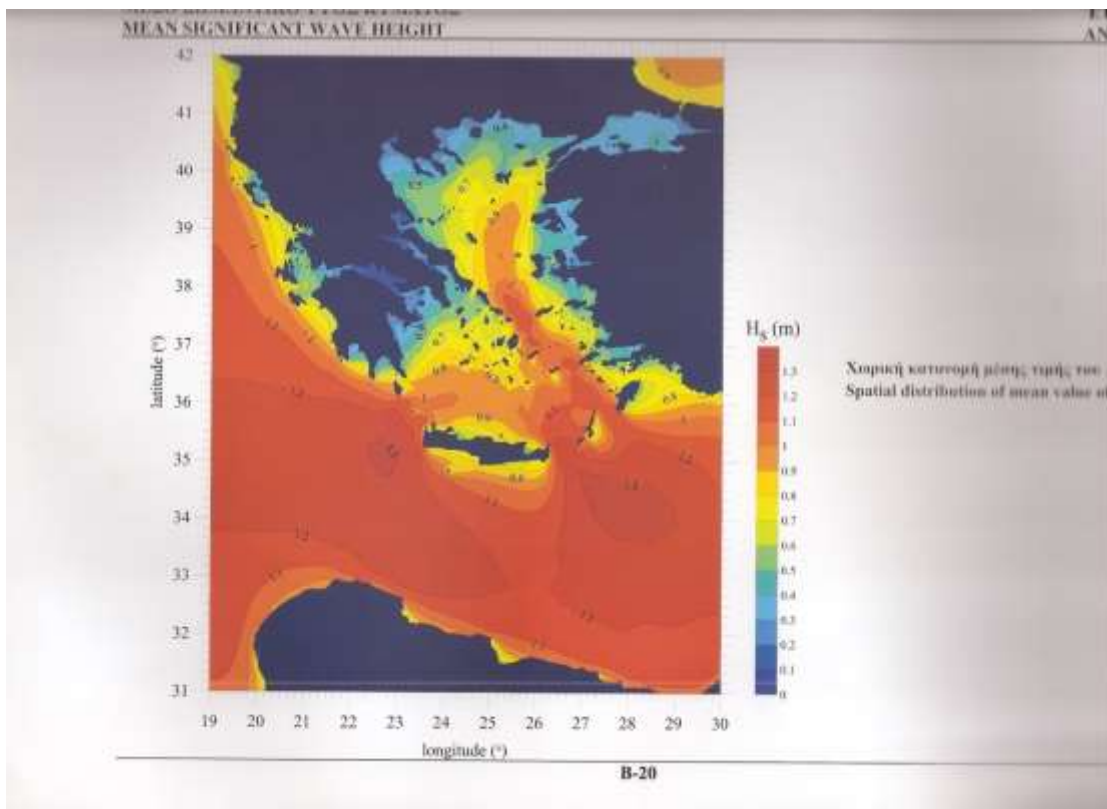
5 : Πολύ μεγάλη επικινδυνότητα

Βήμα 6 : Εύρεση τιμής για το Μέσο Κυματισμό

Ο χάρτης αυτός έχει στα δεξιά μια στήλη με τίτλο H_s (m). Η συγκεκριμένη στήλη έχει τις διάφορες τιμές κυματισμού κατανεμημένες σε κλάσεις εκφρασμένες σε μέτρα. Παρατηρώντας την νήσο Σύρο και τις κλάσεις της στήλης H_s (m) προκύπτει ότι ο μέσος κυματισμός ανήκει στην κλάση με τιμές **0.6-0.7** m. Για αυτή την κλάση ορίζεται ως τιμή επικινδυνότητας η τιμή **3** που αντιστοιχεί σε μέτρια επικινδυνότητα. Η τιμή αυτή προέκυψε από τον πίνακα που αφορά την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Hammar-Klose και Thieler .

Επομένως στο shapefile αρχείο με όνομα **Mean_wave_length** προστέθηκε μια στήλη με τίτλο **value** στην οποία καταχωρήθηκε μια ενιαία τιμή , δηλαδή η τιμή **3**.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης Μέσου Κυματισμού στον οποίο φαίνονται οι επιμέρους τιμές του κυματισμού για όλη την Ελλάδα κατηγοριοποιημένες σε κλάσεις ^[181]



Χάρτης Μέσου Κυματισμού

Βήμα 7 : Εύρεση τιμής για το Μέσο Εύρος Παλίρροιας

Το μέσο παλίρροιακό εύρος, λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας για την περιοχή των κυκλάδων, κυμαίνεται στα όρια **0.15-0.2 m**. Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα που αφορά την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Hammar-Klose και Thielert^[182], αυτό το εύρος ανήκει στο πεδίο τιμών 0.2-0.4 και εμπίπτει στην κατηγορία **2** που αντιστοιχεί σε μικρή επικινδυνότητα.

Επομένως, στο shapefile αρχείο με όνομα **Mean_tide_range** προστέθηκε μια στήλη με τίτλο **value** στην οποία καταχωρήθηκε μια ενιαία τιμή, δηλαδή η τιμή **2**.

Table 1. Ranges for sensitivity ranking of the six variables.

VARIABLES	Categories				
	1	2	3	4	5
Geomorphology	Rocky, cliffed coasts, artificially armored coasts	Medium cliffs, indented coasts	Low cliffs, alluvial plains	Cobble Beaches, Lagoons	Barrier beaches, beaches, deltas
Shoreline Erosion (-) / Accretion (+) rate (m/yr)	>(+1.5)	{+1.5} - {+0.5}	{+0.5} - {-0.5}	{-0.5} - {-1.5}	<{-1.5}
Coastal Slope (%)	>12	12 - 9	9 - 6	6 - 3	<3
Relative Sea-Level rise (mm/yr)	<1.8	1.8 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.4	> 3.4
Mean Wave Height (m)	<0.3	0.3 - 0.6	0.6 - 0.9	0.9 - 1.2	>1.2
Mean Tide Range (m)	<0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	>0.8
Sensitivity	Very Low	Low	Moderate	High	Very High

^[182]Karympalis et al, (2012) Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: A Preliminary Database for the U.S. Atlantic, Pacific, and Gulf of Mexico Coasts: U.S. Geological Survey, Digital Data Series DDS-68, 1 CD-ROM.

Βήμα 8 : Εύρεση τιμής για Σενάρια Ανόδου Θαλάσσιας Στάθμης

Όσο αφορά την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, με βάση την τελευταία έκθεση του IPCC (2013)^[183] προβλέπεται να φθάσει περί τα 50 cm το 2100.

Η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή μελέτης, με βάση τις εκτιμήσεις για την πρόσφατη ευστατική άνοδο στον Ελλαδικό χώρο^[184], υπολογίστηκε σε περίπου **1 mm/yr**, και έτσι για όλη την περιοχή μελέτης αξιολογήθηκε ως παράγων πολύ χαμηλής επικινδυνότητας παίρνοντας την τιμή **1**. Η ευστατική άνοδος είναι αντιπροσωπευτική για την περιοχή, καθώς η Σύρος βρίσκεται στο κεντρικό Αιγαίο που θεωρείται περιοχή τεκτονικά αρκετά σταθερή.

Επομένως στο shapefile αρχείο με όνομα **Sea_level_change** προστέθηκε μια στήλη με τίτλο value στην οποία καταχωρήθηκε μια ενιαία τιμή, δηλαδή η τιμή 1.

Βήμα 9 : Υπολογισμός Παράκτιων Κλίσεων

Η μορφολογική κλίση των παράκτιων περιοχών προέκυψε από την επεξεργασία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM), με διάσταση εικονοστοιχείου 25m, το οποίο παραχωρήθηκε από την Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε.

Έχοντας ως δεδομένο το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, υπολογίστηκαν οι κλίσεις % με την βοήθεια του εργαλείου **Slope**. Έτσι προέκυψε ένα shapefile αρχείο με όνομα **kyklades_Slope**.

^[183]IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2013. Climate Change 2013: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA

^[184]Lambeck 1996, Fouache et al. 2005, Vouvalidis et al. 2005

Αμέσως μετά οι κλίσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε 5 κλάσεις. Οι τιμές των κλίσεων τροποποιήθηκαν προκειμένου να έχουν ακέραιες τιμές.

Σύμφωνα με τον πίνακα που αφορά την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Hammar-Klose και Thieler^[184] αποδόθηκαν τιμές από 1-5 στις κλίσεις Συγκεκριμένα :

Range	Label
0-3	5
3-6	4
6-9	3
9-12	2
>12	1

Έχοντας εστιάσει στις προς μελέτη ακτογραμμές το shp αρχείο με όνομα **kyklades_Slope** αποθηκεύτηκε σε μορφή **jpg**. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε ακτογραμμή.

Έπειτα αυτές οι εικόνες γεωαναφέρθηκαν ως προς τον χάρτη **Basemap**. Με γεωαναφερμένες τις εικόνες και με ενεργό το shp **kyklades_Slope** δημιουργήθηκαν γραμμές **Split** για τις διάφορες τιμές της παράκτιας κλίσης. Για κάθε γραμμή **Split** που δημιουργήθηκε καταχωρήθηκε μια τιμή επικινδυνότητας απο 1-5 στον attributetable shp **Coastal_Slope**.

Βήμα 10 : Υπολογισμός αποστάσεων παλαιών-νέων ακτογραμμών

Για τη διερεύνηση της μεταβολής της ακτογραμμής (διάβρωση – προέλαση), χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες του 1996 του Ο.Κ.Χ.Ε.^[185].

Προκειμένου να υλοποιηθεί η διαδικασία υπολογισμού των αποστάσεων ανάμεσα στις παλαιές και στις νέες ακτογραμμές, που αντιστοιχεί στην προέλαση ή υποχώρηση της ακτής, χρησιμοποιήθηκε αρχικά το εργαλείο **Feature Vertices to Points**. Με αυτό το εργαλείο μετατρέπεται η ακτογραμμή σε σημεία και έτσι υπολογίζονται στην ουσία οι αποστάσεις των σημείων από την παλαιά ακτογραμμή. Από το εργαλείο που προαναφέρθηκε προέκυψε το shp αρχείο **New_coasts_points**. Για την εύρεση των αποστάσεων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο **Near** εισάγοντας ως δεδομένα το shp αρχείο **New_coasts_points** και το shp αρχείο **old_coasts**. Συνεπώς προέκυψαν οι αποστάσεις σε μέτρα (m). Ωστόσο για την εργασία χρειάζεται να υπολογιστεί η μεταβολή των ακτογραμμών ανα έτος (m/year).

Για το λόγο αυτό στον attribute table στο shp **New_coasts_points** προστέθηκε μια νέα στήλη με τίτλο **m_per_year** τύπου **float**. Έχοντας ενεργή αυτή την στήλη στο **field calculator** υπολογίστηκαν οι μεταβολές των ακτογραμμών ανά έτος με τον τύπο : $(\text{Near_distance}/19)*(-1)$. Ο αριθμός 19 αιτιολογείται από το γεγονός ότι οι παλαιές ακτογραμμές προσδιορίστηκαν από αεροφωτογραφίες του 1996^[186] και οι νέες ακτογραμμές από το **Basemap** που περιέχει εικόνες του 2015. Ο τύπος πολλαπλασιάστηκε με το -1 επειδή υπάρχει οπισθοχώρηση, επομένως πρέπει να προκύψουν αρνητικές τιμές. Όμως όσα σημεία βρίσκονται έμπροσθεν της παλαιάς ακτογραμμής πρέπει να έχουν θετικές τιμές. Για να φανούν τα σημεία που βρίσκονται έμπροσθεν της παλαιάς ακτογραμμής θα χρειαστεί να είναι ενεργά τα Layers **New_coasts_points** και **old_coasts**. Έτσι στο field calculator οι τιμές αυτές εφόσον πολλαπλασιάζονται με το -1 γίνονται θετικές.

Ταξινομώντας τις τιμές της στήλης **m_per_year** προέκυψε η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των αποστάσεων από τις παλιές ακτογραμμές .

^[185]Hammar-Klose, and Thieler, E.R., 2001, Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: A Preliminary Database for the U.S. Atlantic, Pacific, and Gulf of Mexico Coasts: U.S. Geological Survey, Digital Data Series DDS-68, 1 CD-ROM.

^[186]Όργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε) (1996), Αεροφωτογραφίες

Έχοντας τις τιμές αυτές και παρατηρώντας τον πίνακα που αφορά την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του CVI κατά Hammar-Klose και Thieler,^[187] φάνηκε ότι το διάστημα -1.2 έως 0.2 ανήκει σε τιμές επικινδυνότητας **3** και **4** αναφορικά με την Δυτική Σύρο. Στα υπόλοιπα τμήματα του νησιού το εύρος των αποστάσεων ανάμεσα στις παλαιές και τις καινούργιες ακτογραμμές κυμαίνεται από -0.2 έως -0.0012 .

Στην περίπτωση αυτή το διάστημα ανήκει στην τιμή επικινδυνότητας **3**. Επομένως καταχωρήθηκαν οι τιμές αυτές στον attribute table shp **Shoreline_Erosion**.

Συνεπώς οι τιμές των αποστάσεων του layer **New_coasts_points** κατηγοριοποιήθηκαν σε 2 κλάσεις και αποδόθηκαν χαρτογραφικά με σύμβολα διαφορετικού μεγέθους.

Παρατηρώντας το layer **New_coasts_points** και με ενεργό το layer **Shoreline_Erosion** δημιουργήθηκαν γραμμές **Split**.

Βήμα 11 : Μετατροπή των shapefiles αρχείων σε μορφή raster

Για τους 6 παράγοντες του δείκτη CVI έχουν δημιουργηθεί 6 shp αρχεία. Τα αρχεία αυτά μετατράπηκαν σε μορφή raster με το εργαλείο **Polyline to raster**. Κατά την εφαρμογή αυτού του εργαλείου επιλέχθηκε ως **value field** η τιμή **value** και ως μέγεθος εικονοστοιχείου (**cellsize**) η τιμή 10 . Ο λόγος για τον οποίο μετατράπηκαν τα αρχεία σε μορφή raster είναι για να καθιστούν δυνατές οι πράξεις στο **raster calculator** για τον υπολογισμό του δείκτη CVI.

^[187]Hammar-Klose, and Thieler, E.R., 2001, Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: A Preliminary Database for the U.S. Atlantic, Pacific, and Gulf of Mexico Coasts: U.S. Geological Survey, Digital Data Series DDS-68, 1 CD-ROM.

Βήμα 12 : Υπολογισμός του δείκτη CVI.

Ο υπολογισμός του δείκτη CVI πραγματοποιήθηκε στο **raster calculator** εφαρμόζοντας τον τύπο :

$$\text{SquareRoot}((\text{Geomorphology} * \text{Coastal_Slope} * \text{Sea_level_change} * \text{Shoreline_Erosion} * \text{Mean_Tide_Range} * \text{Mean_Wave_Length}) / 6).$$

Με την εφαρμογή αυτού του τύπου προέκυψε ο δείκτης CVI σε μορφή raster.

Για λόγους καλύτερης παρουσίασης των αποτελεσμάτων ο δείκτης CVI παρουσιάστηκε σε διανυσματική μορφή (vector) μέσω της δημιουργίας γραμμών Split .

Πριν ξεκινήσει η δημιουργία γραμμών Split το shp CVI το οποίο είναι σε μορφή raster, επαναταξινομήθηκε με το εργαλείο **reclassify**. Έτσι δημιουργήθηκε το shapefile **CVI_Reclass**. Παρατηρώντας το shapefile **CVI_Reclass** και έχοντας ενεργοποιήσει το shp CVI (το οποίο προέκυψε από την εφαρμογή του εργαλείου copy features και είναι σε μορφή vector) δημιουργήθηκαν οι γραμμές **Split** για τα διάφορα τμήματα των ακτογραμμών. Για κάθε τμήμα της ακτογραμμής που σχηματίστηκε μέσω του εργαλείου Split καταχωρήθηκαν οι τιμές επικινδυνότητας στον **attribute table** shp **CVI**.

Στον attribute table του shp CVI δημιουργήθηκε μια νέα στήλη με τίτλο **Length** με τύπο **float**. Μέσω του **calculate geometry** υπολογίστηκαν τα μήκη των ακτογραμμών σε μέτρα. Επίσης δημιουργήθηκε μια νέα στήλη με τίτλο **percentage** με τύπο **float** για τον υπολογισμό των ποσοστών των τμημάτων των ακτογραμμών .

Η αναπαράσταση του δείκτη CVI υλοποιήθηκε ορίζοντας 5 κλάσεις με διαφορετικά χρώματα.

Χρήσεις γης

Για την παρούσα διπλωματική εργασία απομονώθηκαν οι χρήσεις γης που βρίσκονται στα παραλιακά τμήματα της νήσου Σύρου.^[188]

Παρατηρώντας τα είδη των χρήσεων γης φάνηκε ότι υπάρχουν 8 κύριες κατηγορίες χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης. Ωστόσο υπάρχουν κατηγορίες χρήσεων γης οι οποίες είναι πανομοιότυπες με τις κύριες. Για αυτό ενσωματώθηκαν στις κύριες κατηγορίες μέσα από την εφαρμογή ίδιων χρωμάτων για κάθε επιμέρους κατηγορία.

5.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

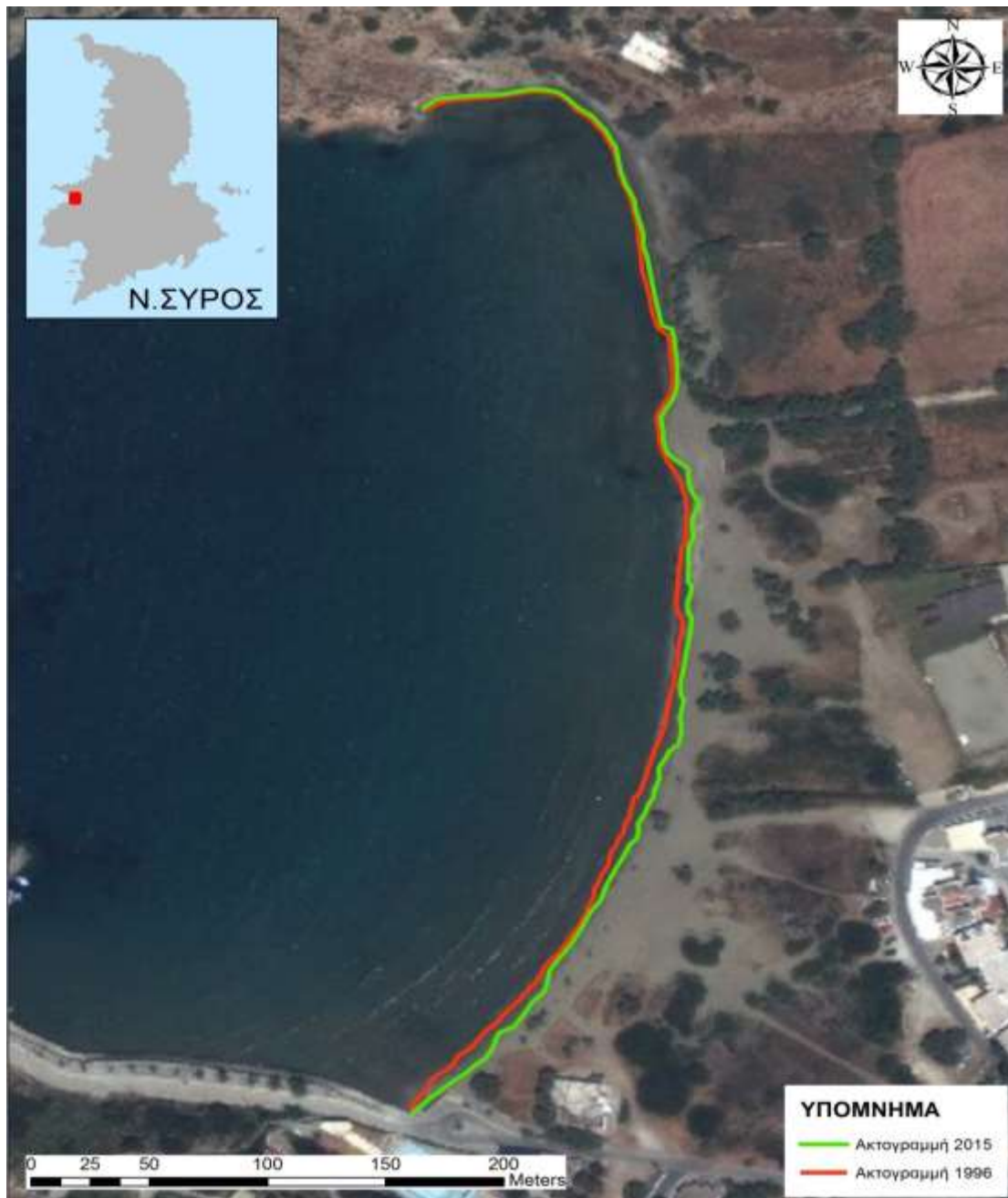
Στην ενότητα αυτή παρατίθενται οι χάρτες που απεικονίζουν τους 6 παράγοντες υπολογισμού του δείκτη CVI, οι χάρτες που απεικονίζουν τις παλαιές και τις πρόσφατες ακτογραμμές, και ο χάρτες που απεικονίζει τον δείκτη CVI και τις χρήσεις γης της Σύρου.

^[188]Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε. (ΕΚΧΑ Α.Ε.), CORINELANDCOVER 2012

5.2. ΧΑΡΤΕΣ

ΧΑΡΤΕΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΥΡΟΥ

Χάρτης 1 : Ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία του Γαλησσά.



Χάρτης 2 : Ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Δελφίνι.



Χάρτης 3 : Ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Κίνι.



Χάρτης 4 : Ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Φοίνικας.



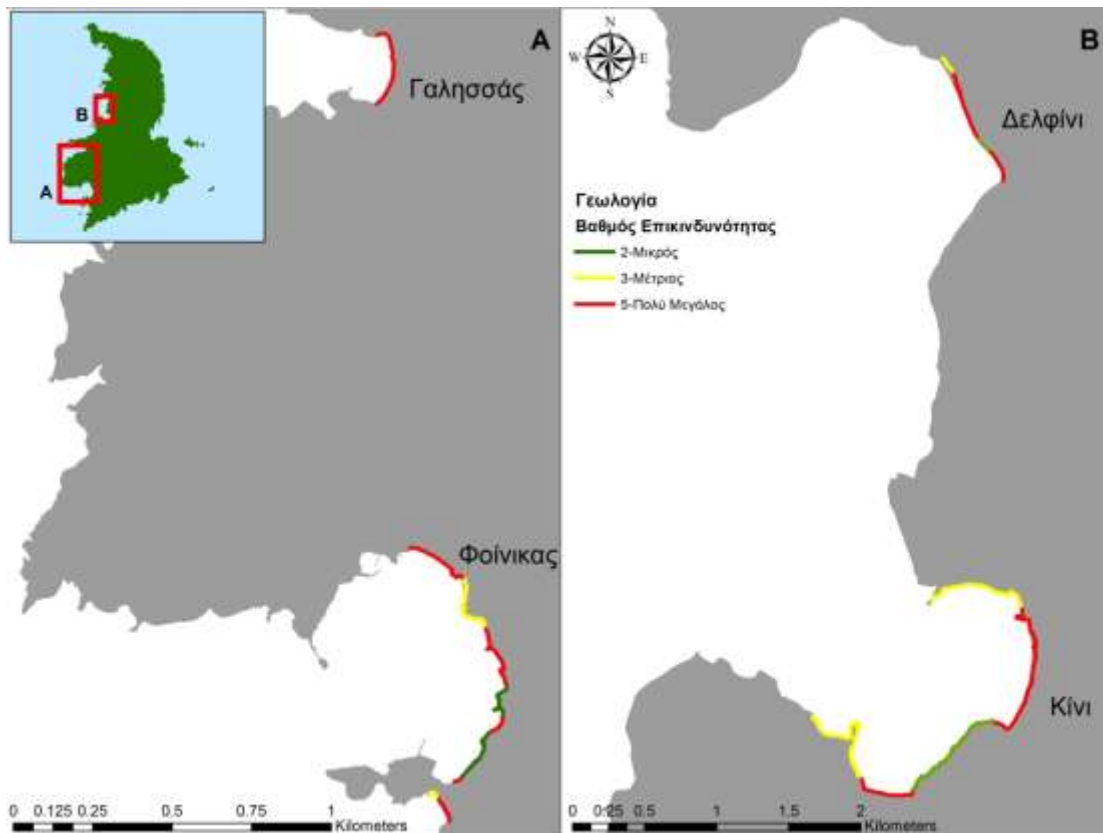
Χάρτης 5 : Γεωλογικός χάρτης που απεικονίζει τμήμα της νοτιοδυτικής Σύρου.



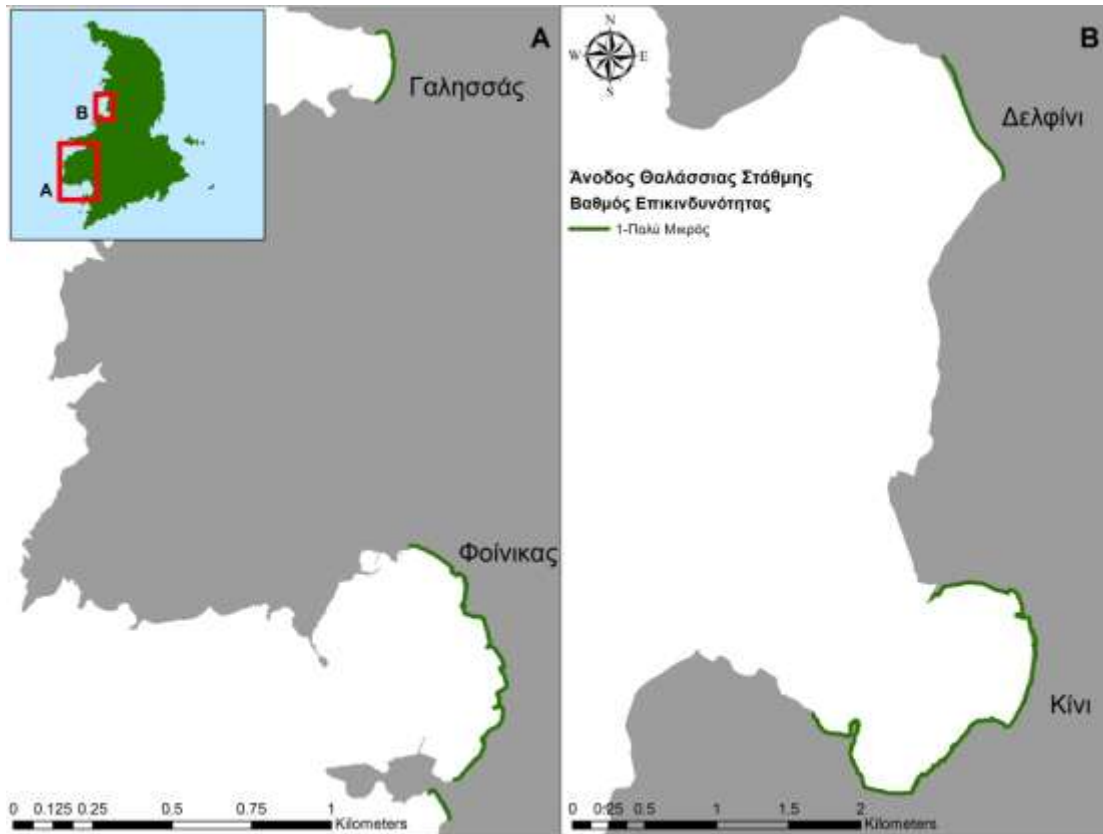
Χάρτης 6 : Γεωλογικός χάρτης που απεικονίζει τμήμα της βορειοδυτικής Σύρου.



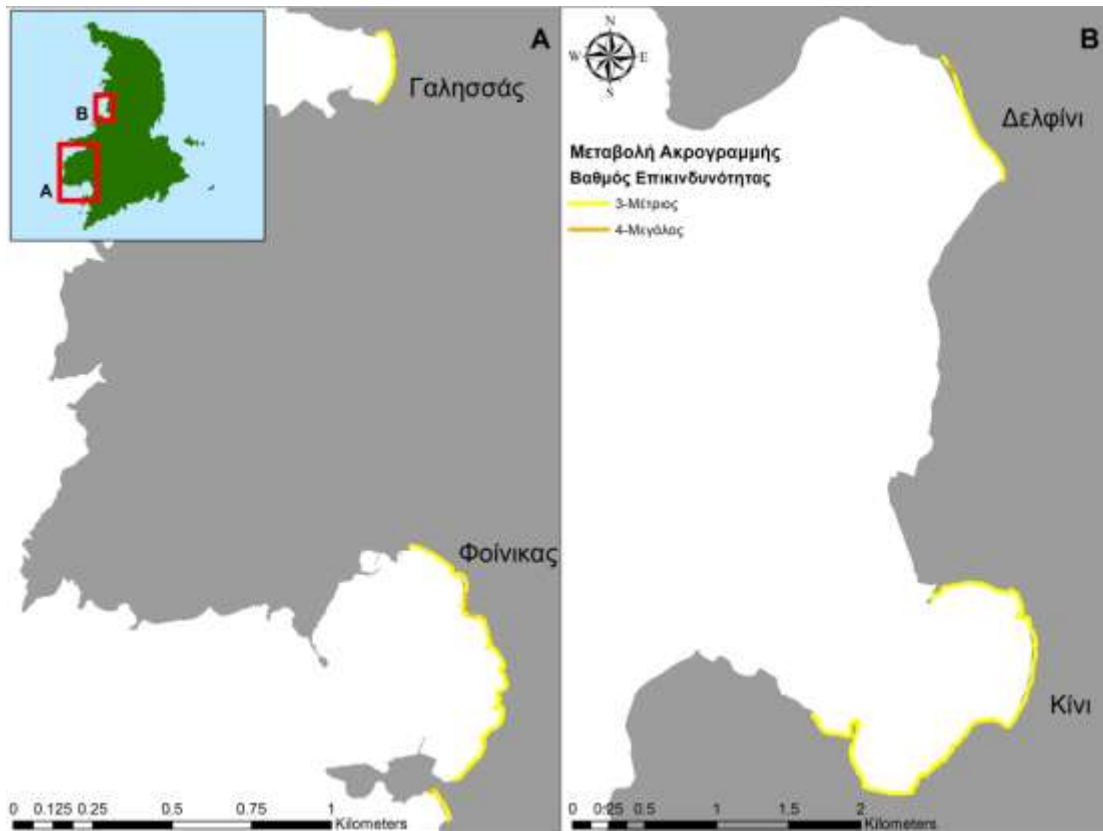
Χάρτης 7 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς τους γεωλογικούς σχηματισμούς για τις παραλίες Γαλησσάς , Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



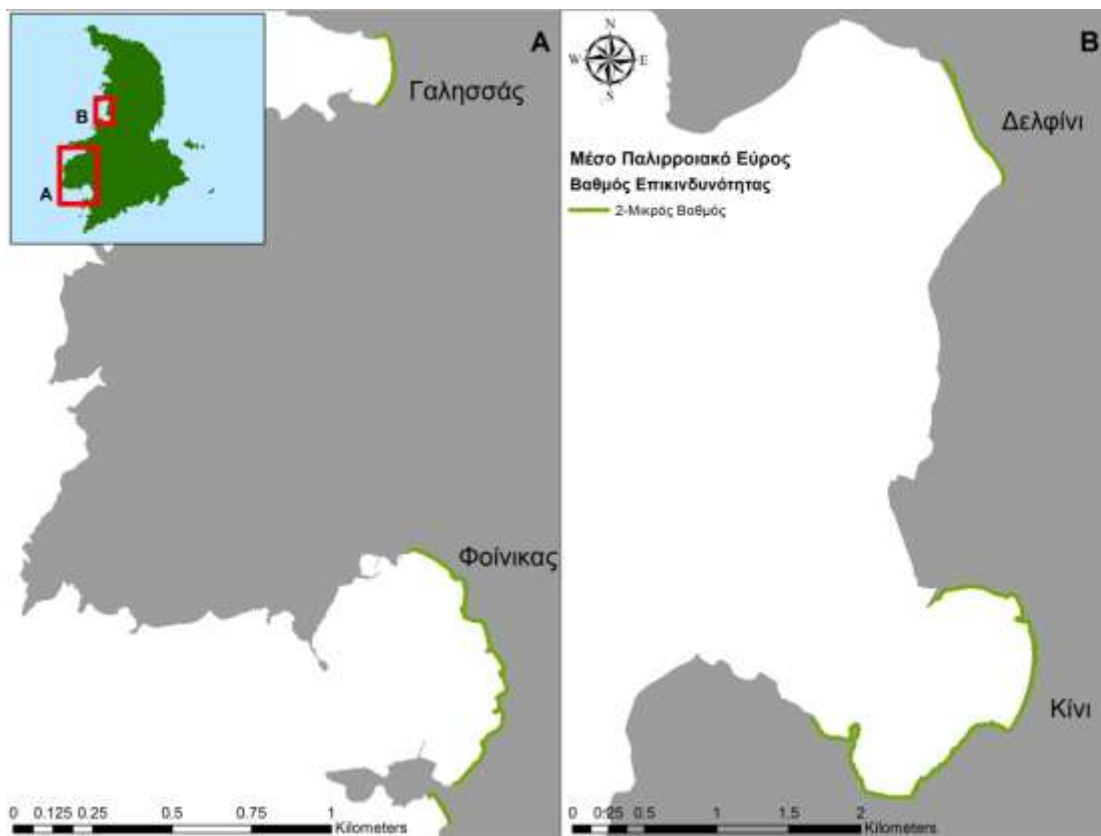
Χάρτης 8 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο της Θαλάσσιας Στάθμης για τις παραλίες Γαλησσάς , Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



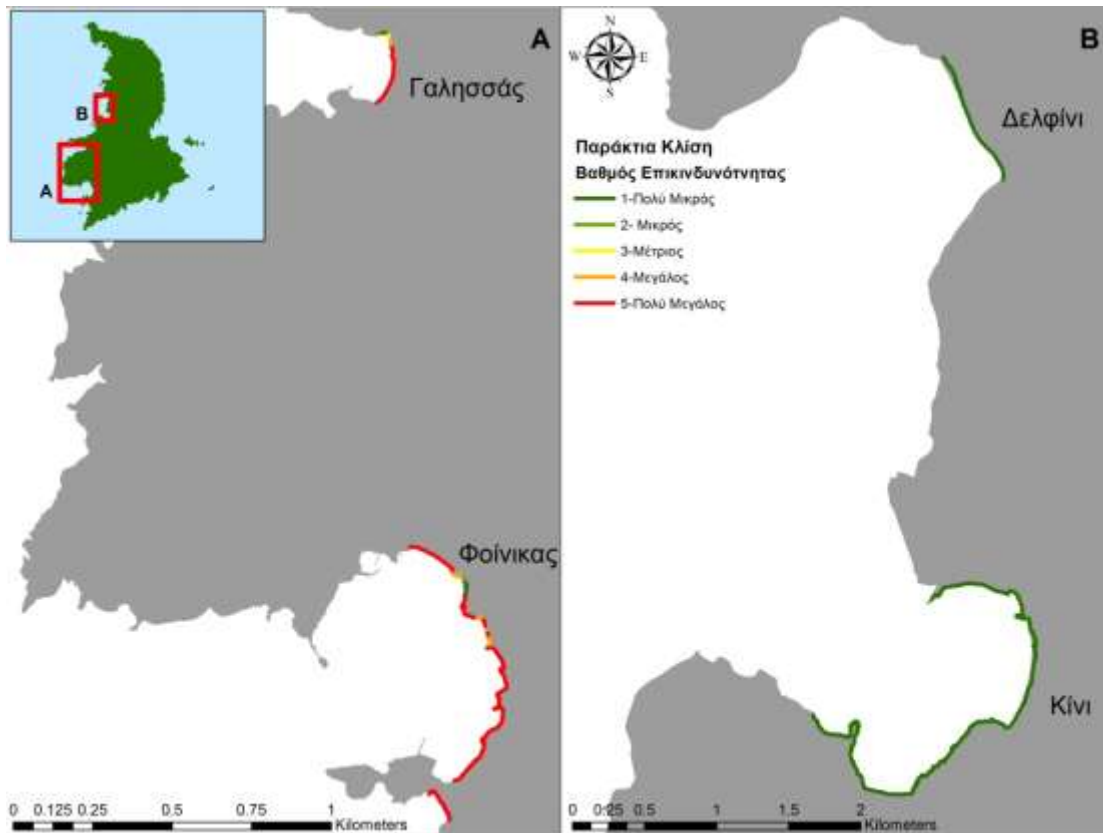
Χάρτης 9 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Μεταβολή της Ακτογραμμής για τις παραλίες Γαλησσάς , Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



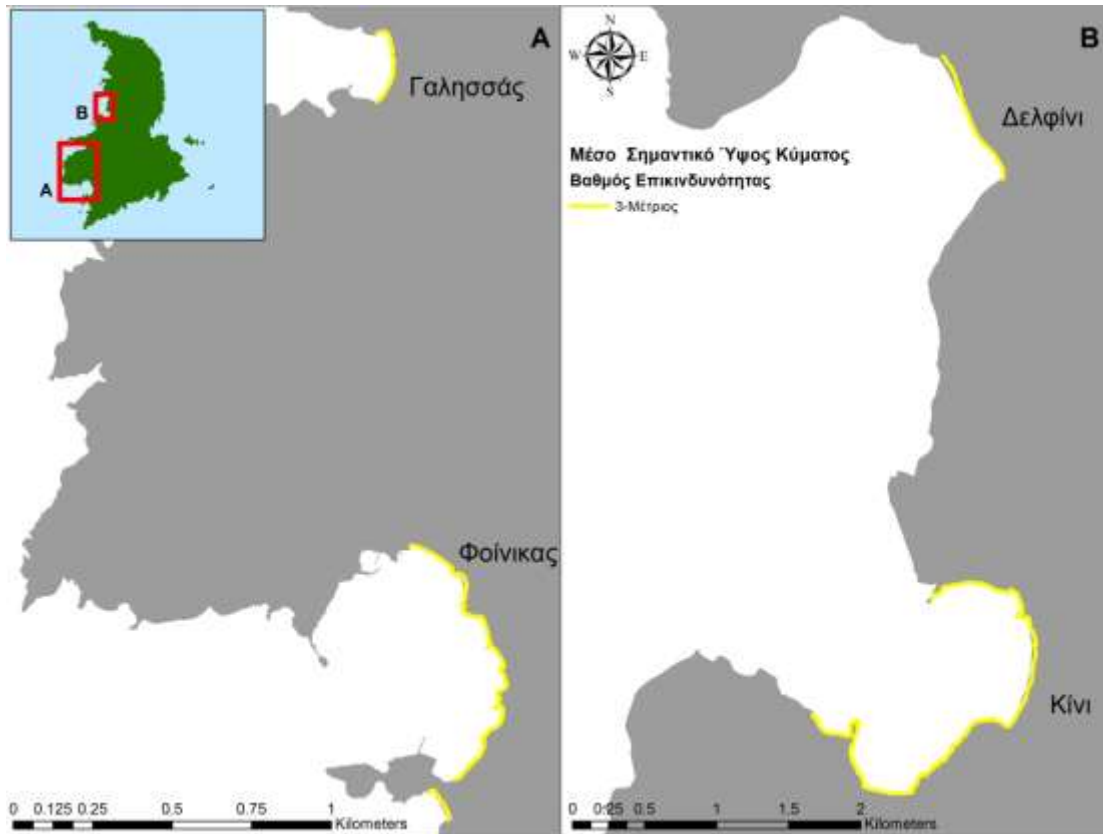
Χάρτης 10 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για τις παραλίες Γαλησσάς , Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



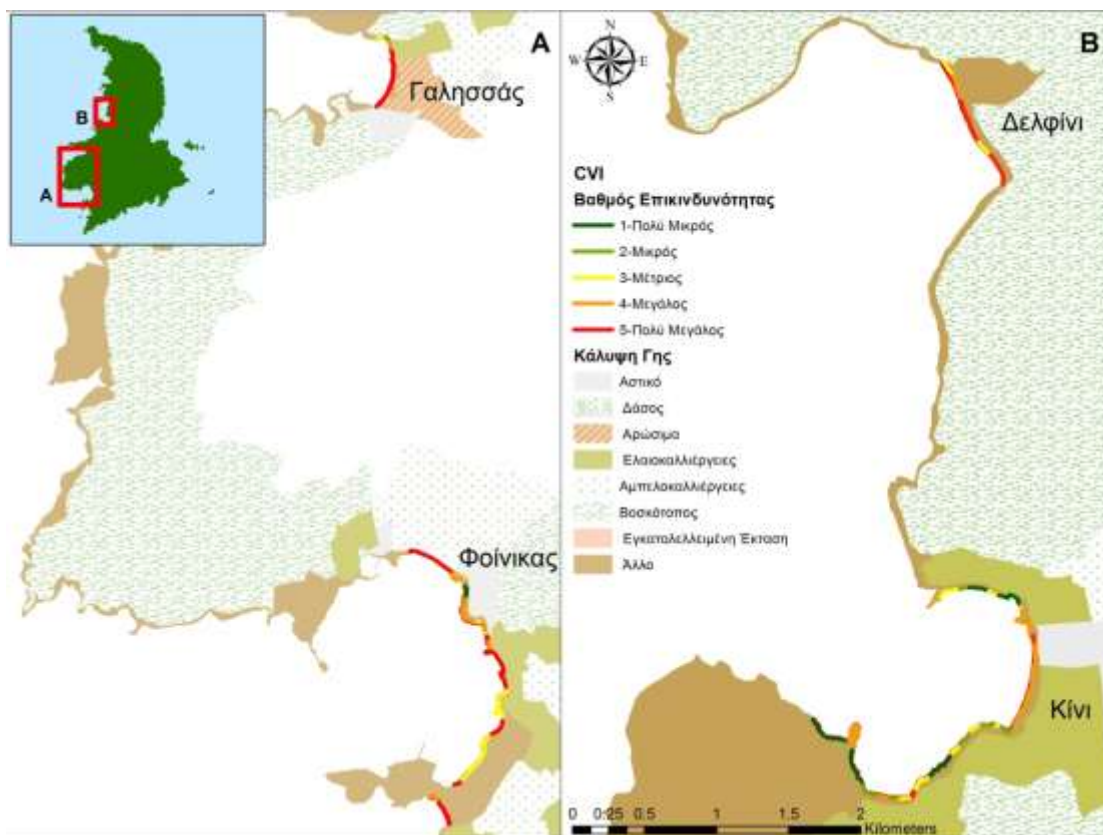
Χάρτης 11 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για τις παραλίες Γαλησσάς, Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



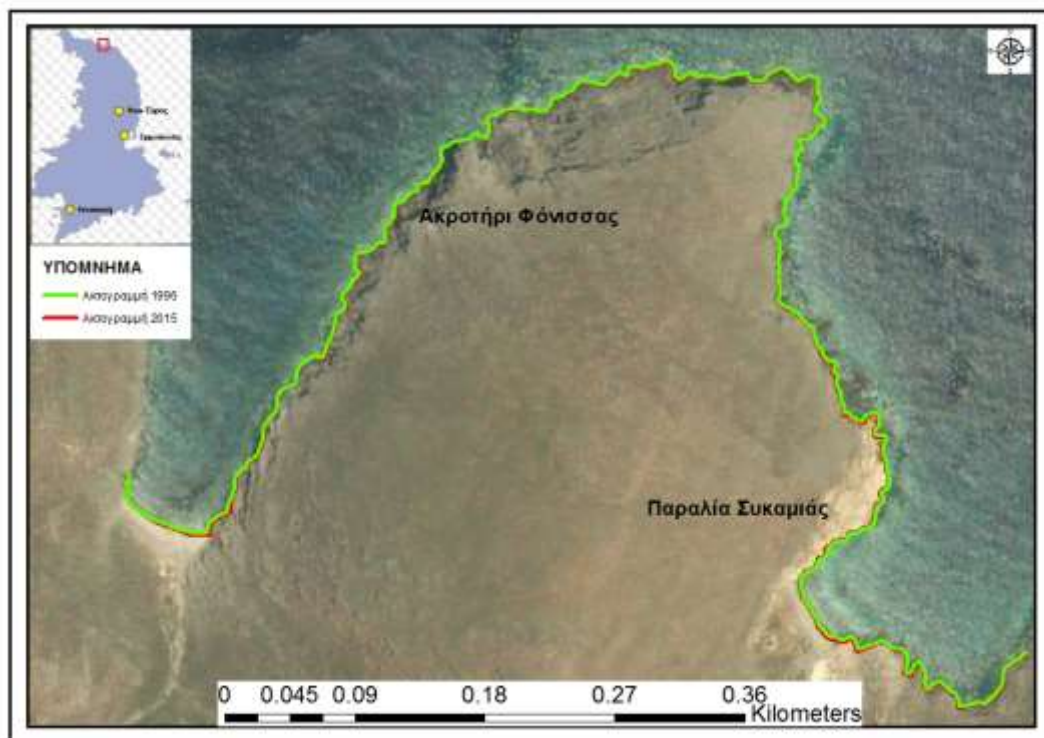
Χάρτης 12 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος για τις παραλίες Γαλησσάς, Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



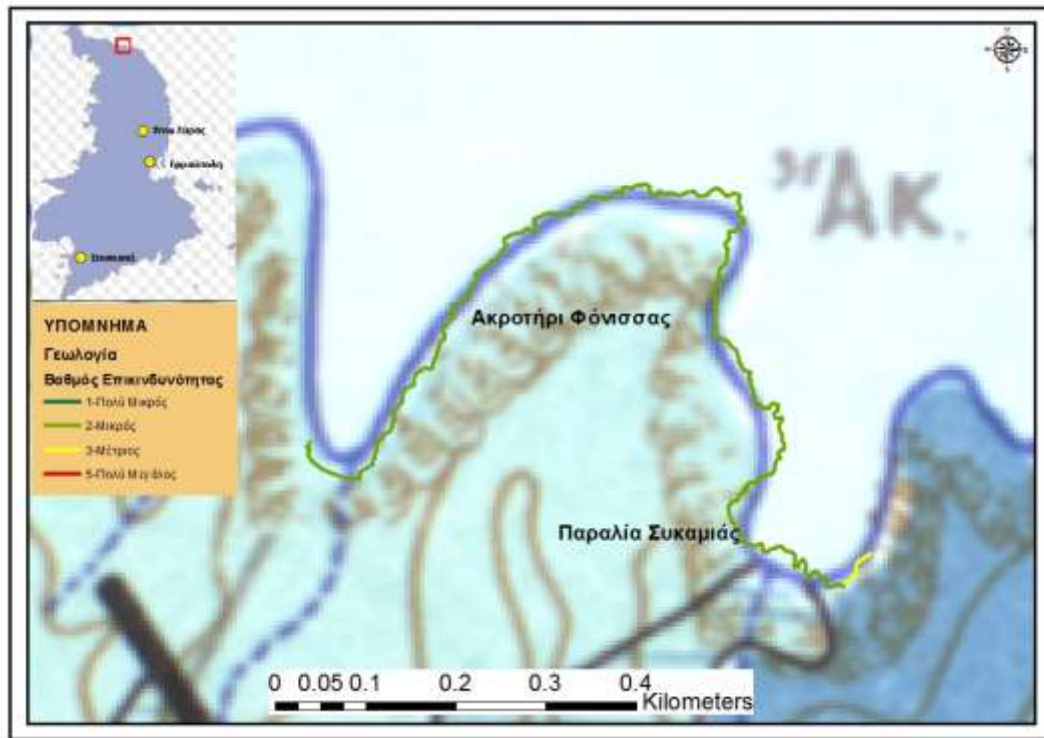
Χάρτης 13 : Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας και χρήσεις γης για τις παραλίες Γαλησσάς, Φοίνικας, Δελφίνι και Κίνι.



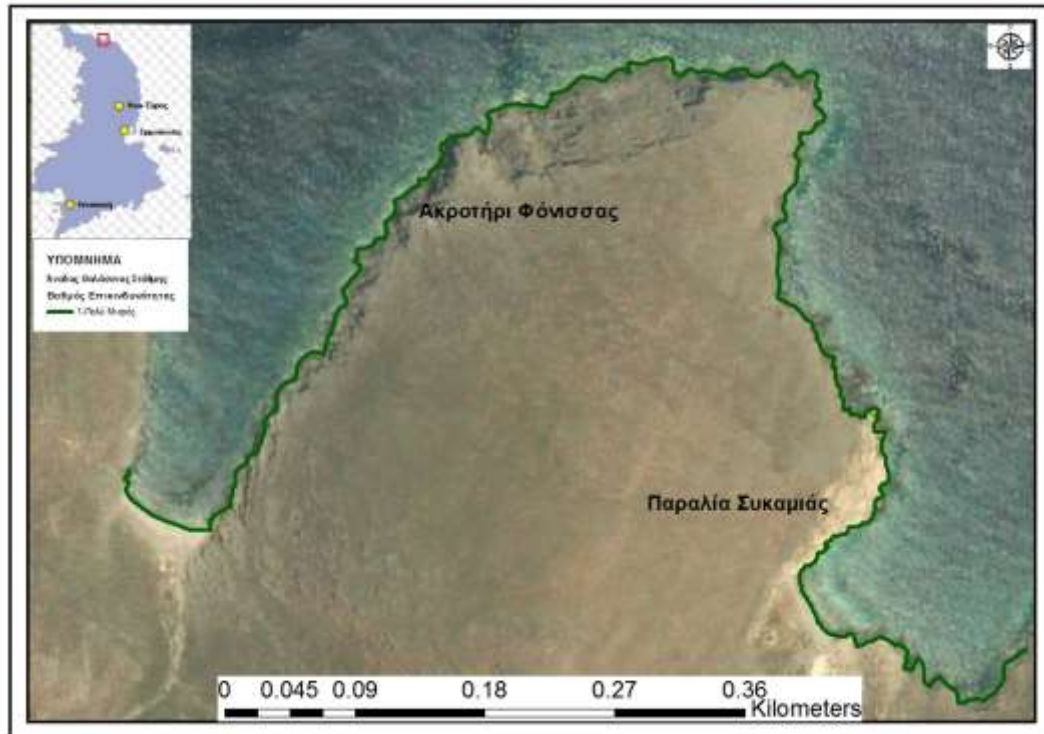
Χάρτης 14 : Ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας.



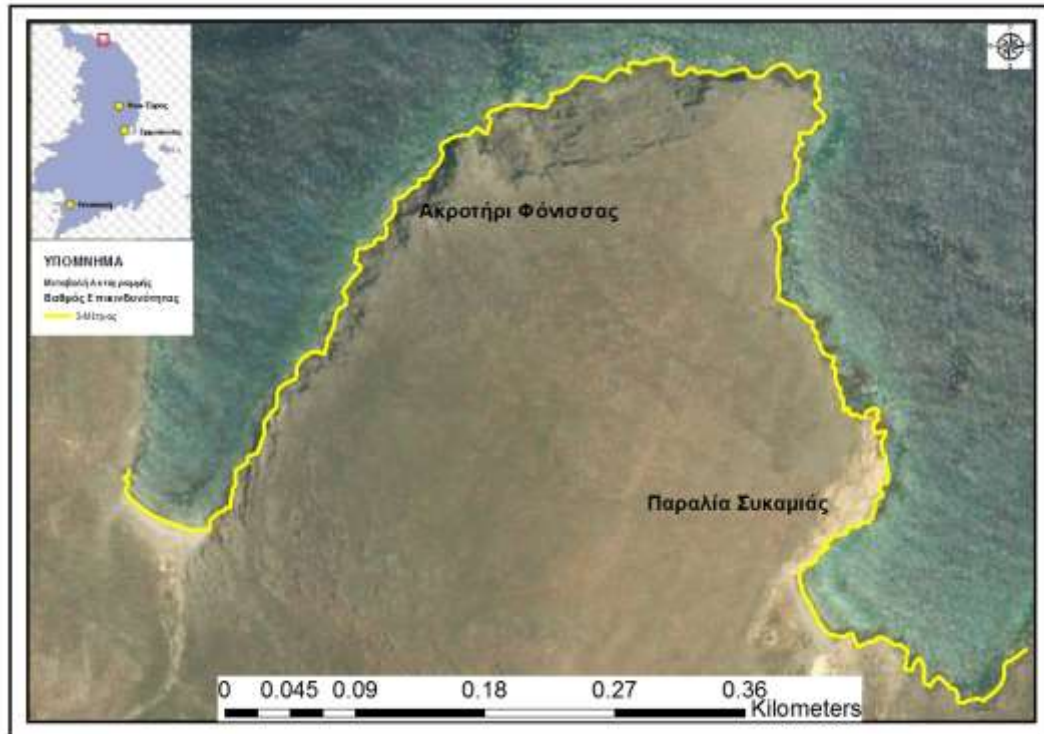
Χάρτης 15 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς τους γεωλογικούς σχηματισμούς για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας



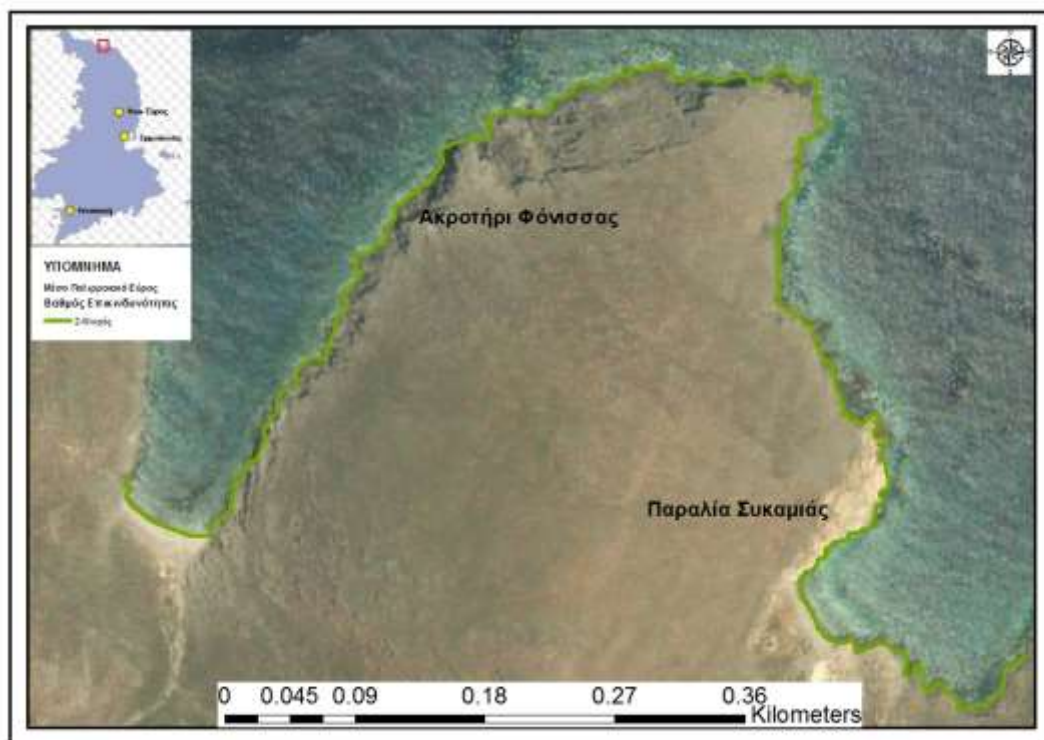
Χάρτης 16 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο Θαλάσσιας Στάθμης για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας.



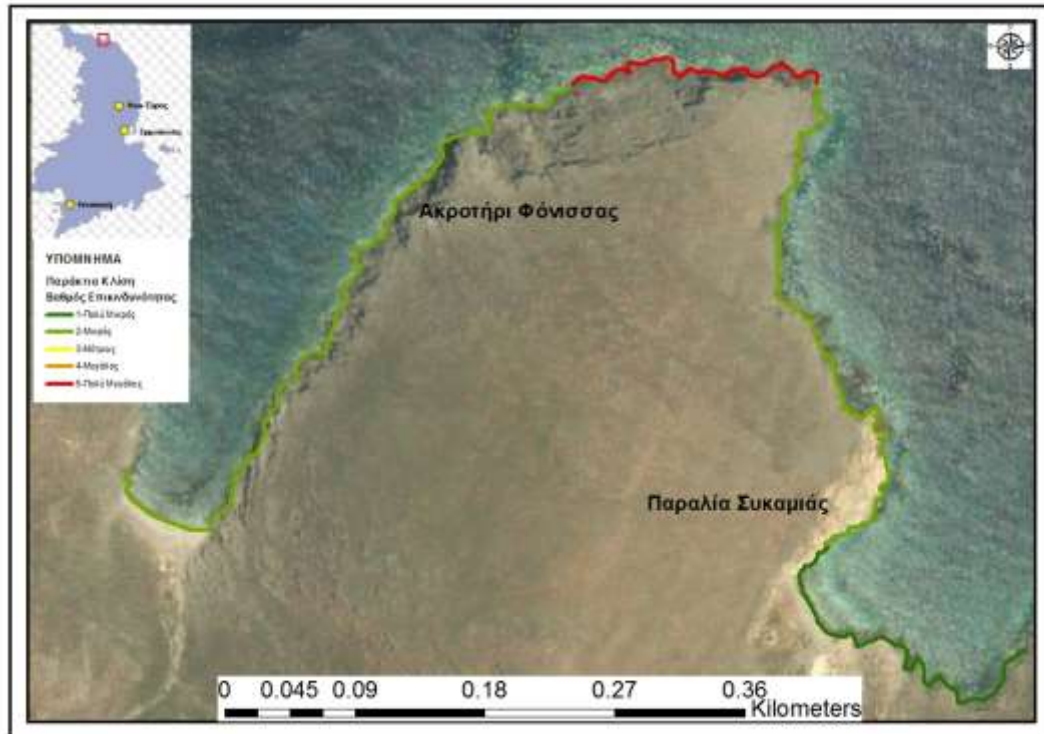
Χάρτης 17 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Μεταβολή της Ακτογραμμής για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας.



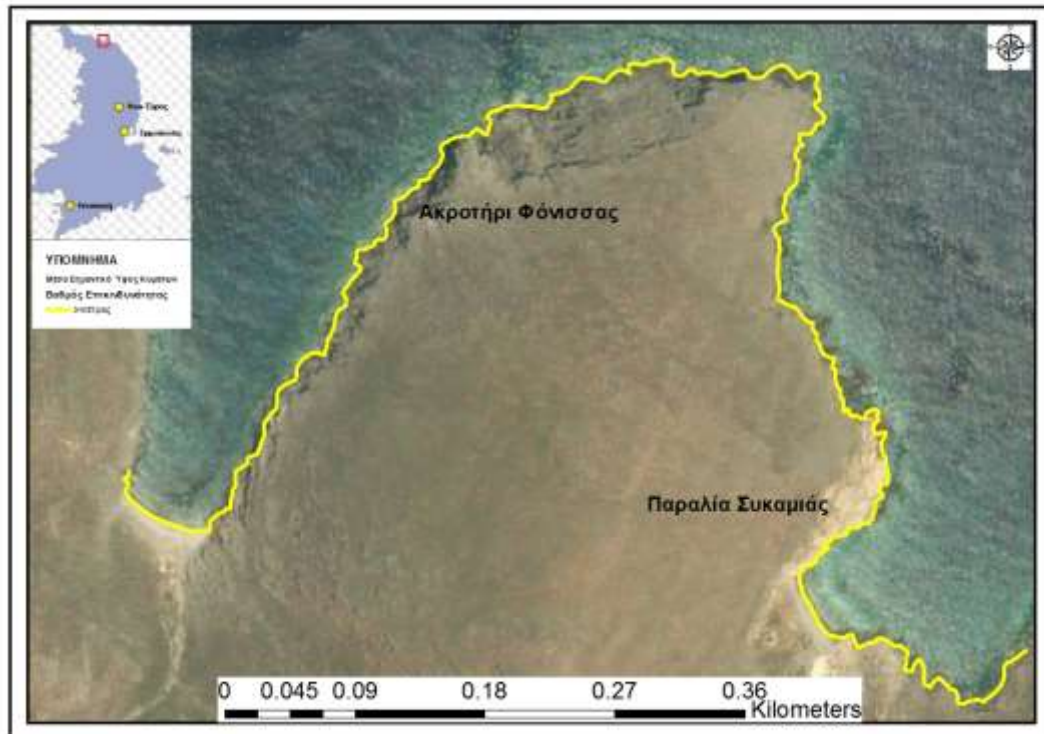
Χάρτης 18 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας.



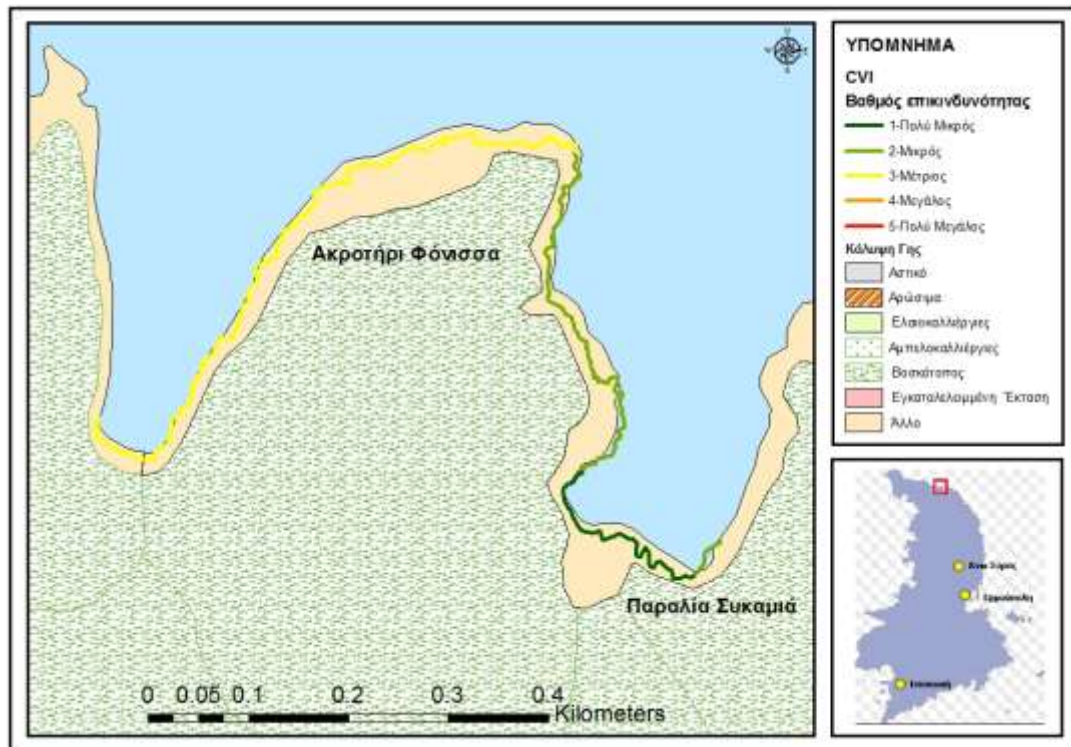
Χάρτης 19 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για την παραλία Σukaμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας.



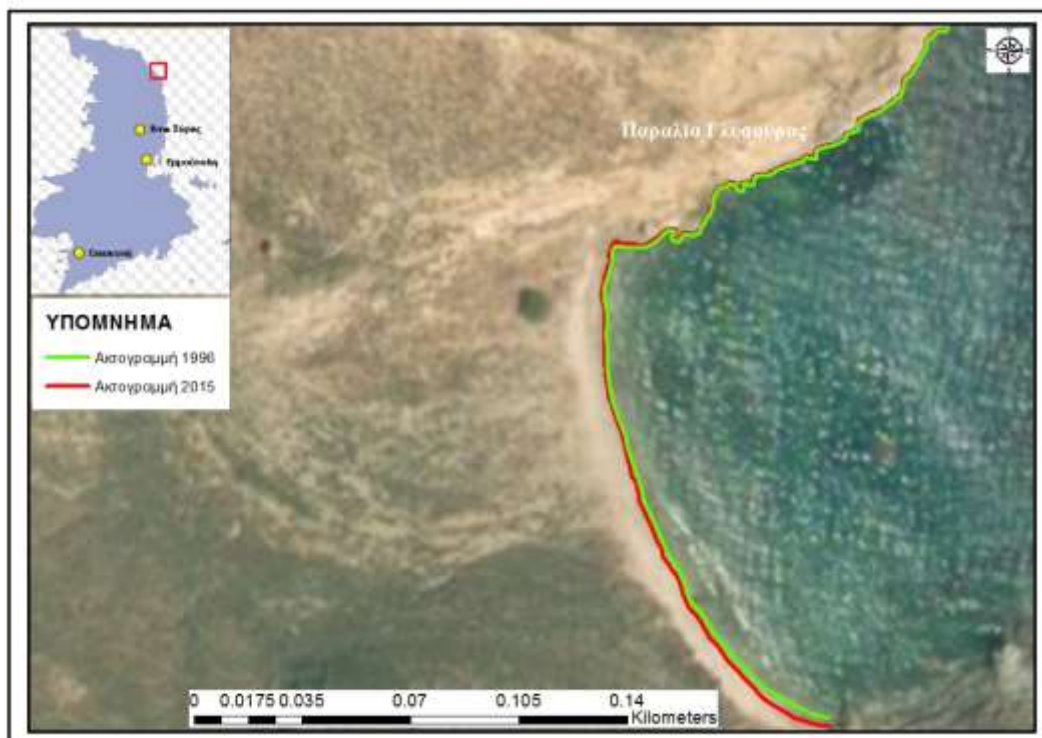
Χάρτης 20 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήρι Φόνισσας.



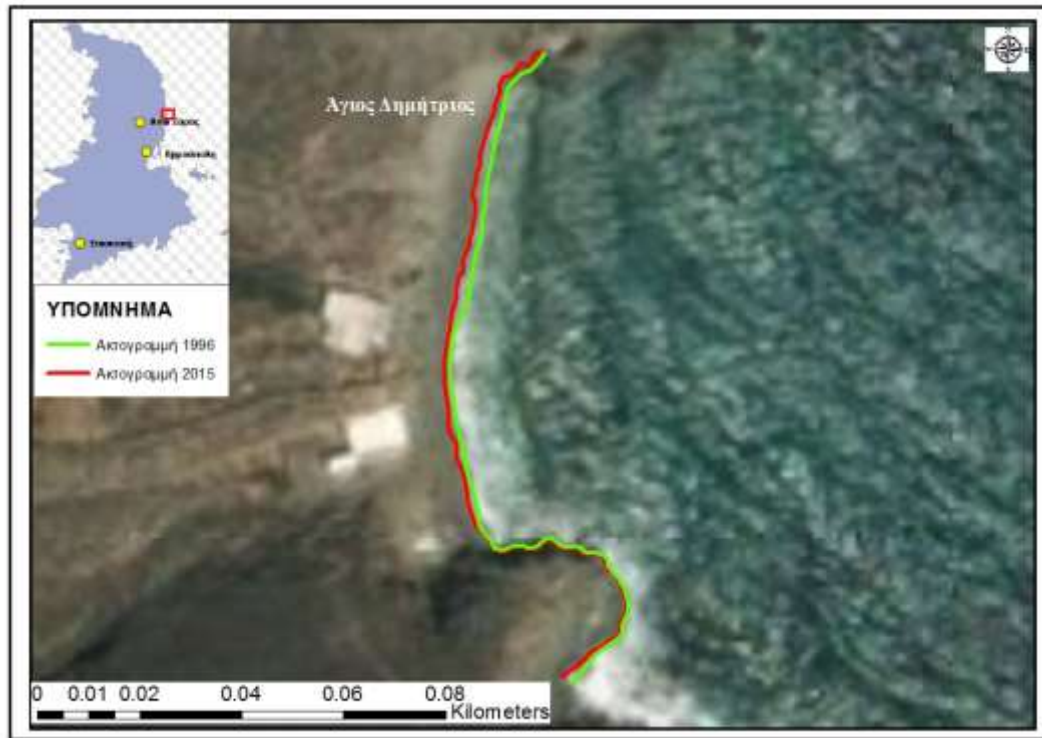
Χάρτης 21 : Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας και χρήσεις γης για την παραλία Συκαμιάς και το Ακρωτήριο Φόνισσας.



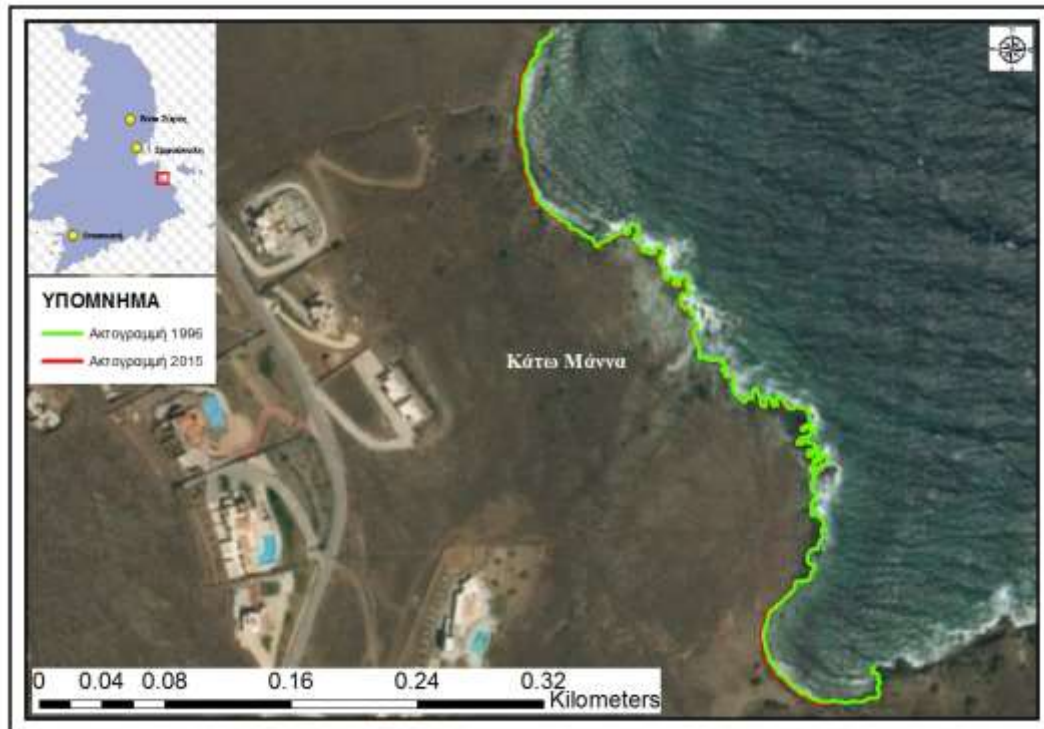
Χάρτης 22 : Χάρτης που απεικονίζει ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την Παραλία Γλυσούρας.



Χάρτης 23 : Χάρτης που απεικονίζει ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



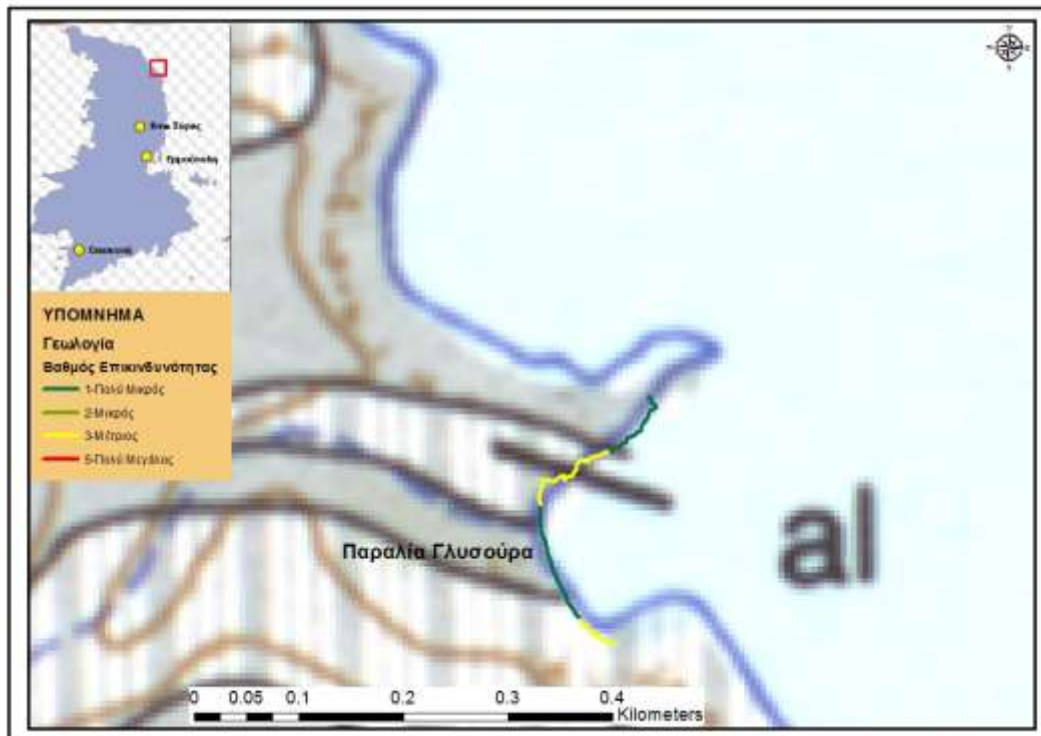
Χάρτης 24 : Χάρτης που απεικονίζει ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Κάτω Μάννα.



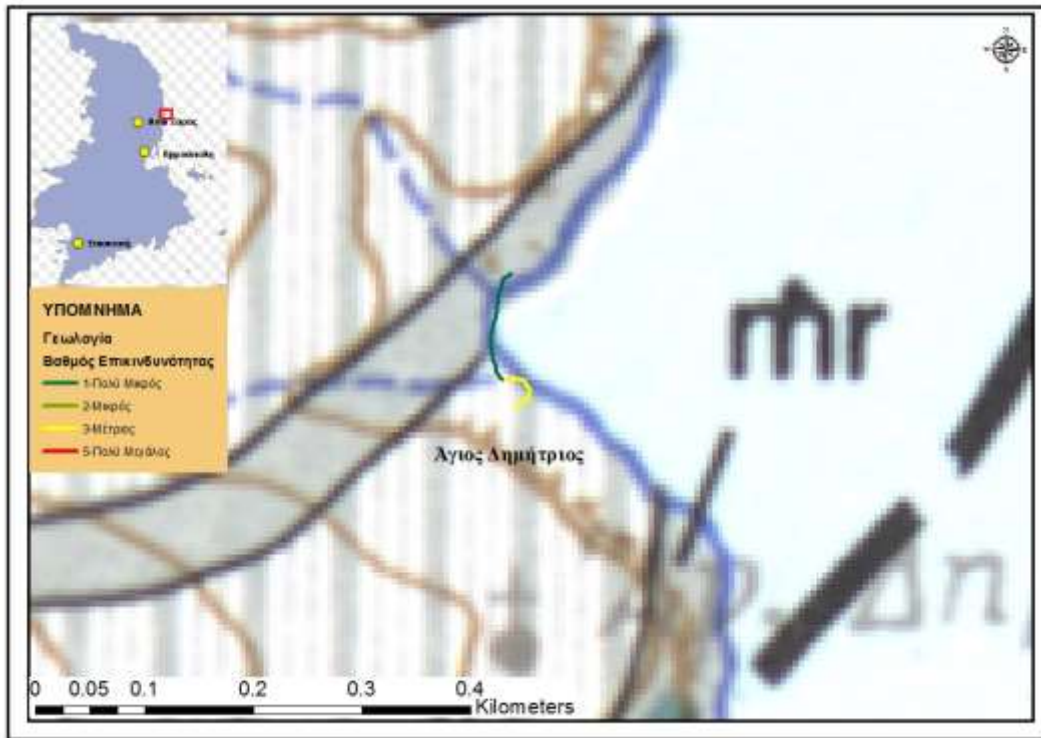
Χάρτης 25 : Χάρτης που απεικονίζει ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Αζόλιμνος.



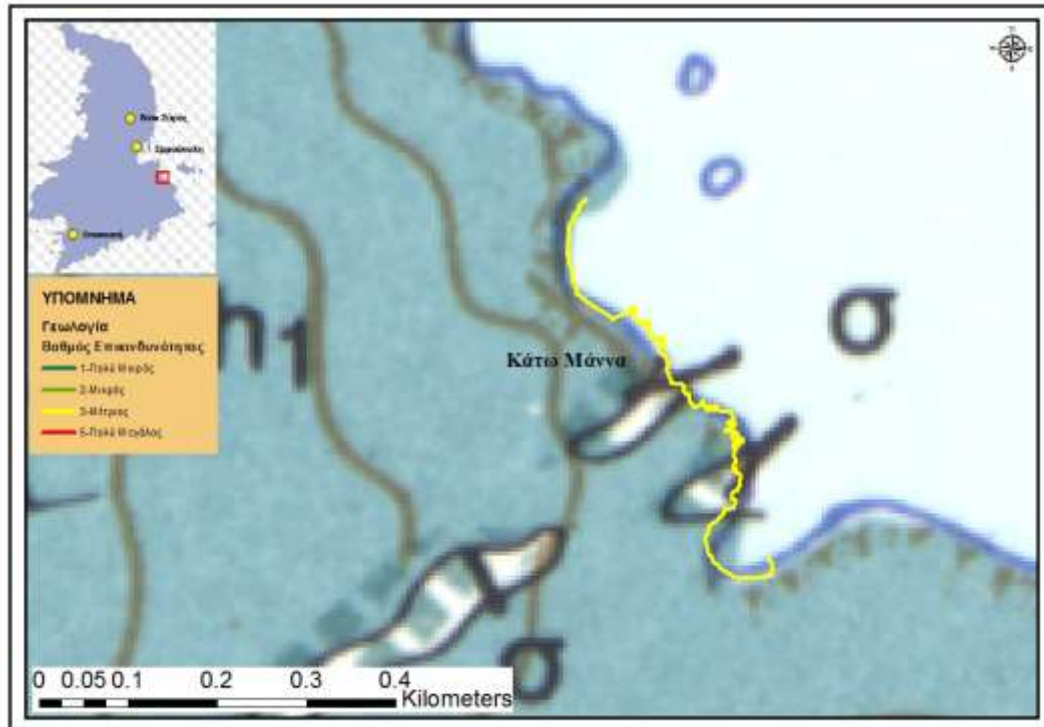
Χάρτης 26 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς τους Γεωλογικούς Σχηματισμούς για την παραλία Γλυσούρα.



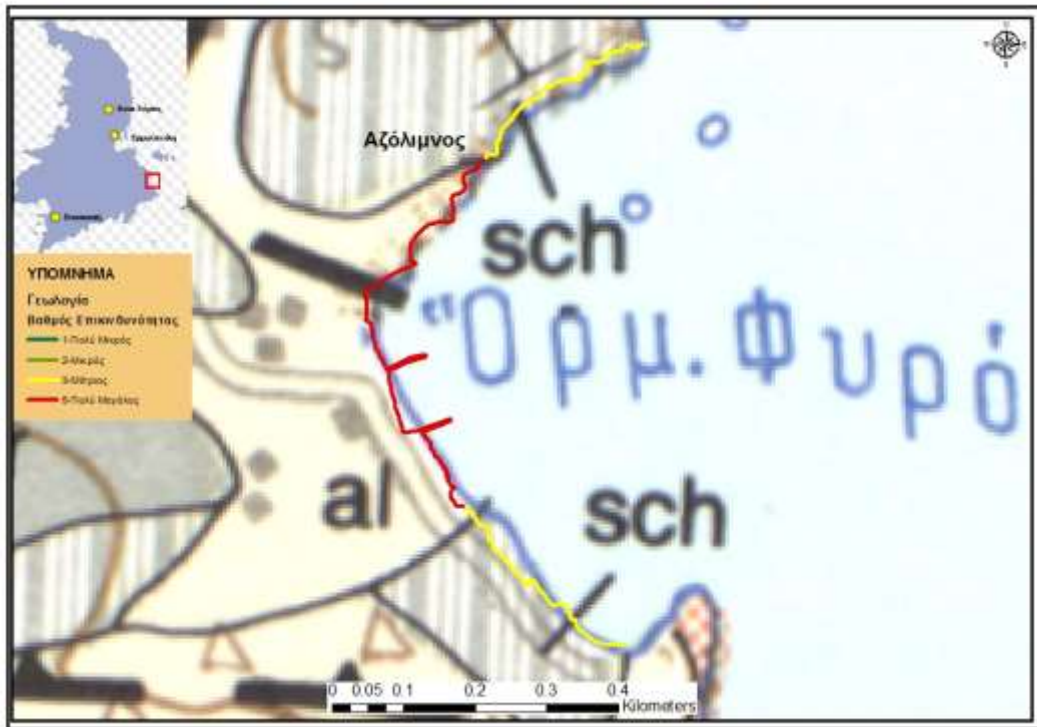
Χάρτης 27 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς τους Γεωλογικούς Σχηματισμούς για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



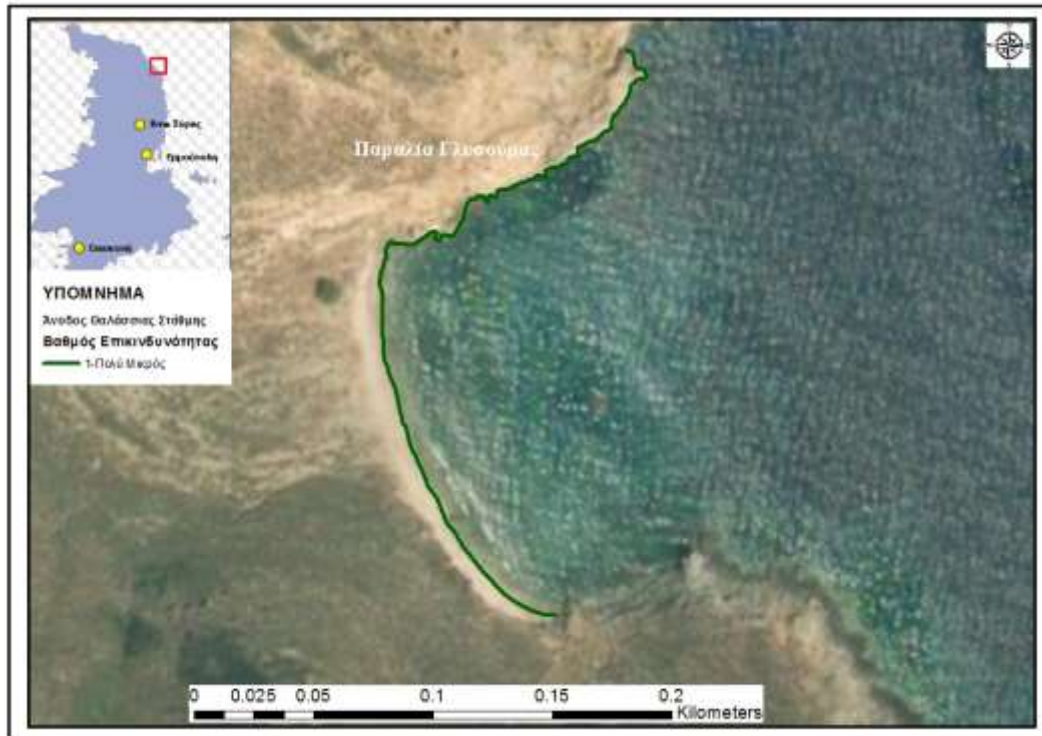
Χάρτης 28 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς τους Γεωλογικούς Σχηματισμούς για την παραλία Κάτω Μάννα.



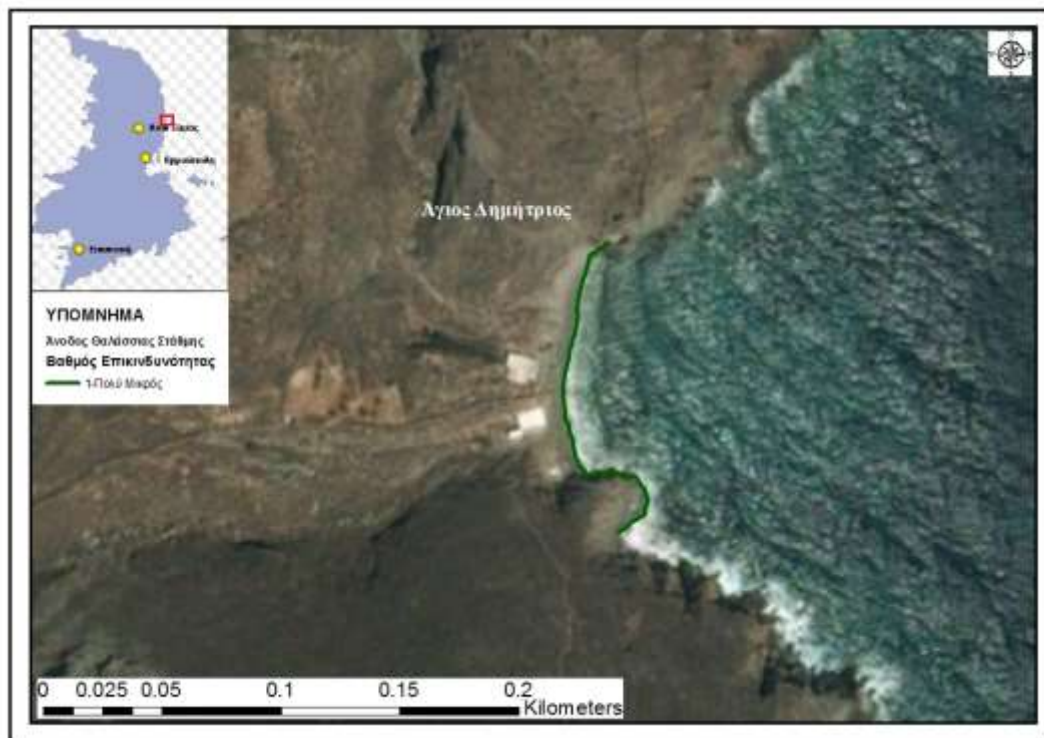
Χάρτης 29 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς τους Γεωλογικούς Σχηματισμούς για την παραλία Αζόλιμνος.



Χάρτης 30 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο Θαλάσσιας Στάθμης για την παραλία Γλυσούρας.



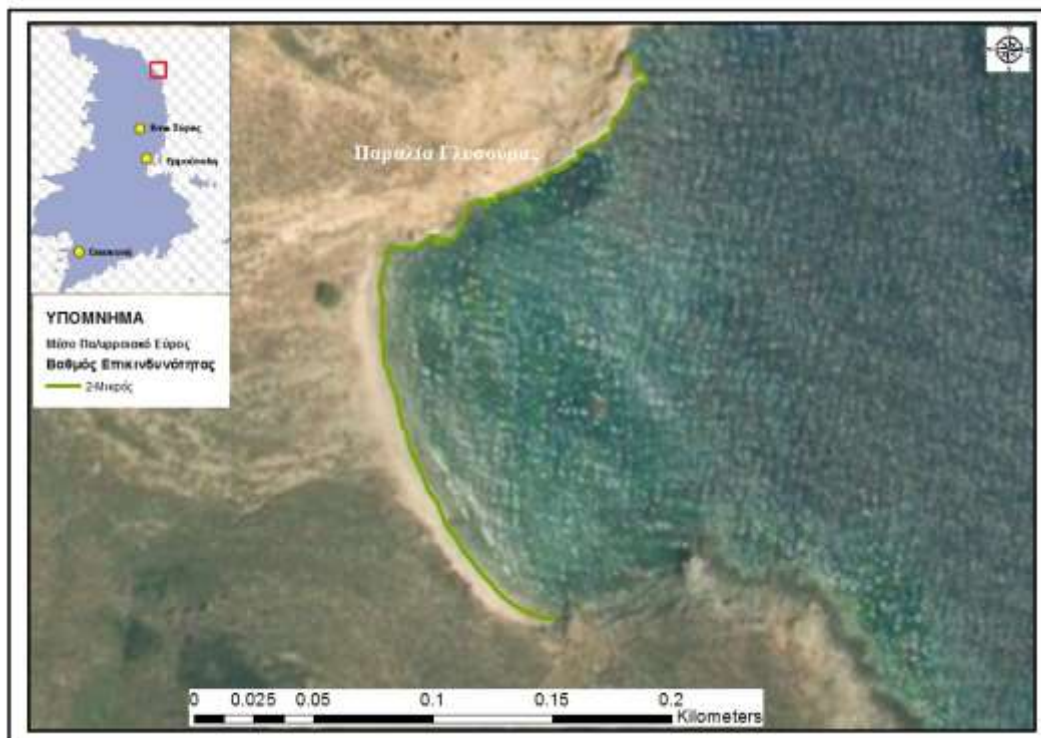
Χάρτης 31 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο Θαλάσσιας Στάθμης για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



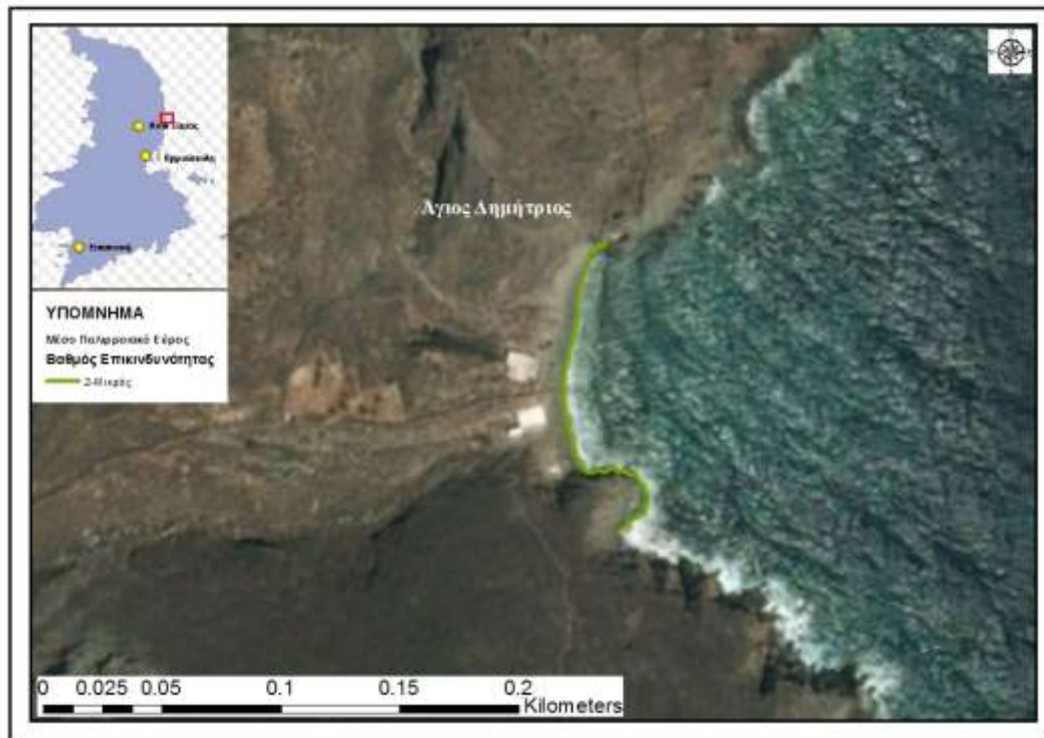
Χάρτης 32 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο Θαλάσσιας Στάθμης για την παραλία Κάτω Μάννα.



Χάρτης 33 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για την παραλία Γλυσούρας.



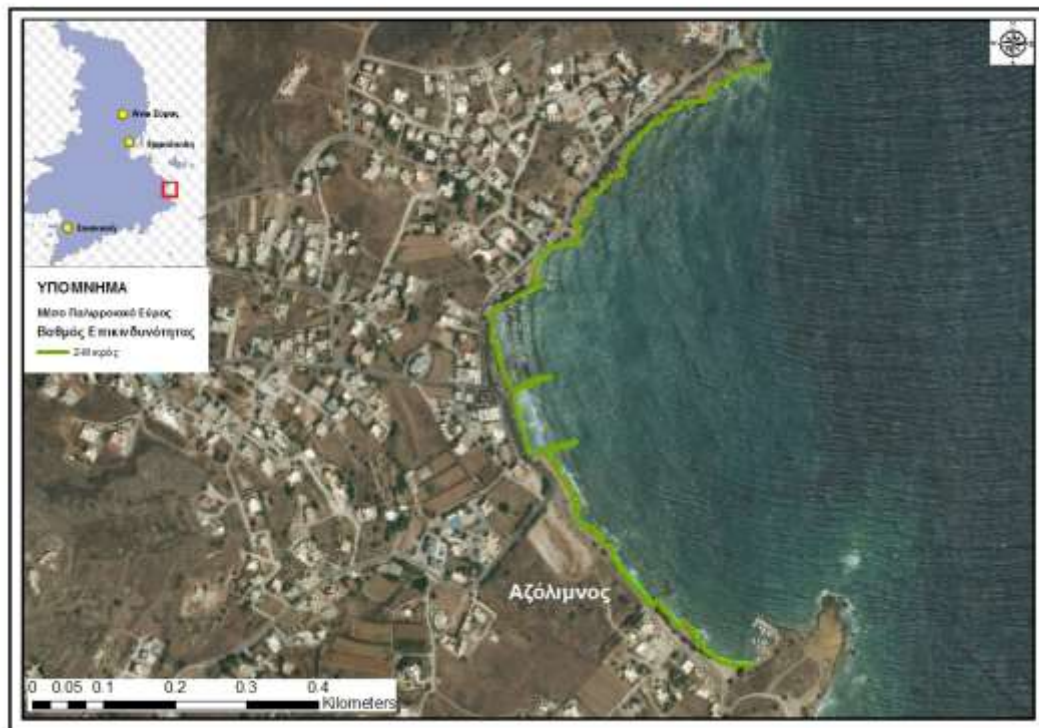
Χάρτης 34 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



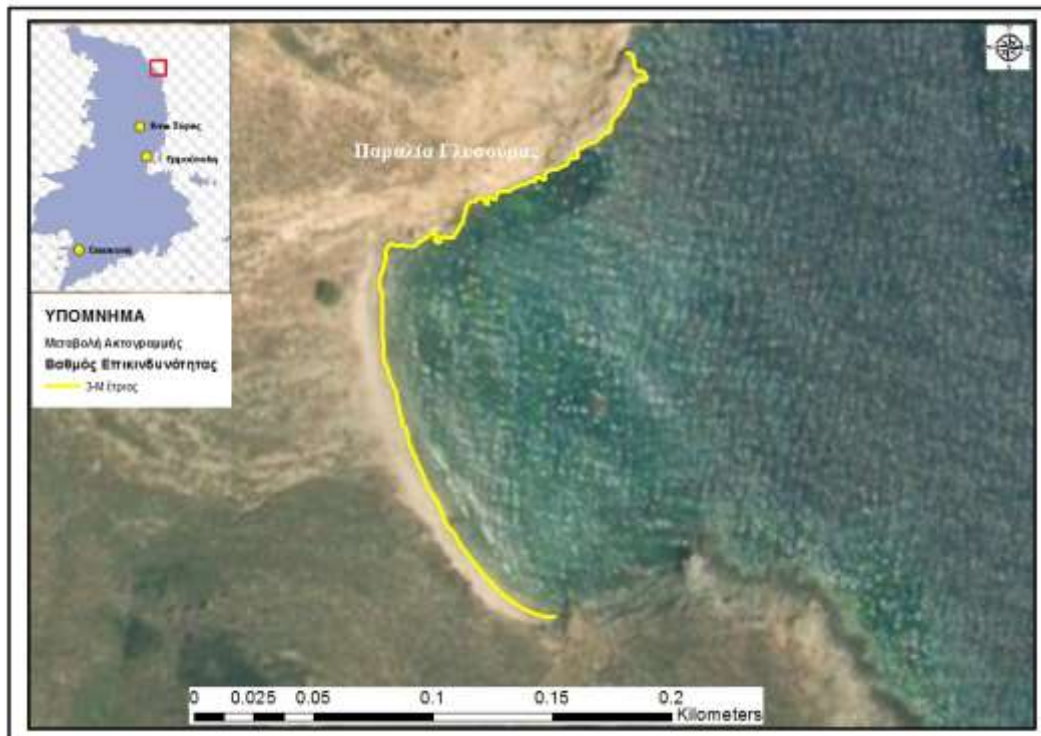
Χάρτης 35 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για την παραλία Κάτω Μάννα.



Χάρτης 36 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για την παραλία Αζόλιμνος.



Χάρτης 37 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μεταβολή Ακτογραμμής για την παραλία Γλυσούρας.



Χάρτης 38 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μεταβολή Ακτογραμμής για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



Χάρτης 39 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μεταβολή Ακτογραμμής για την παραλία Κάτω Μάννα.



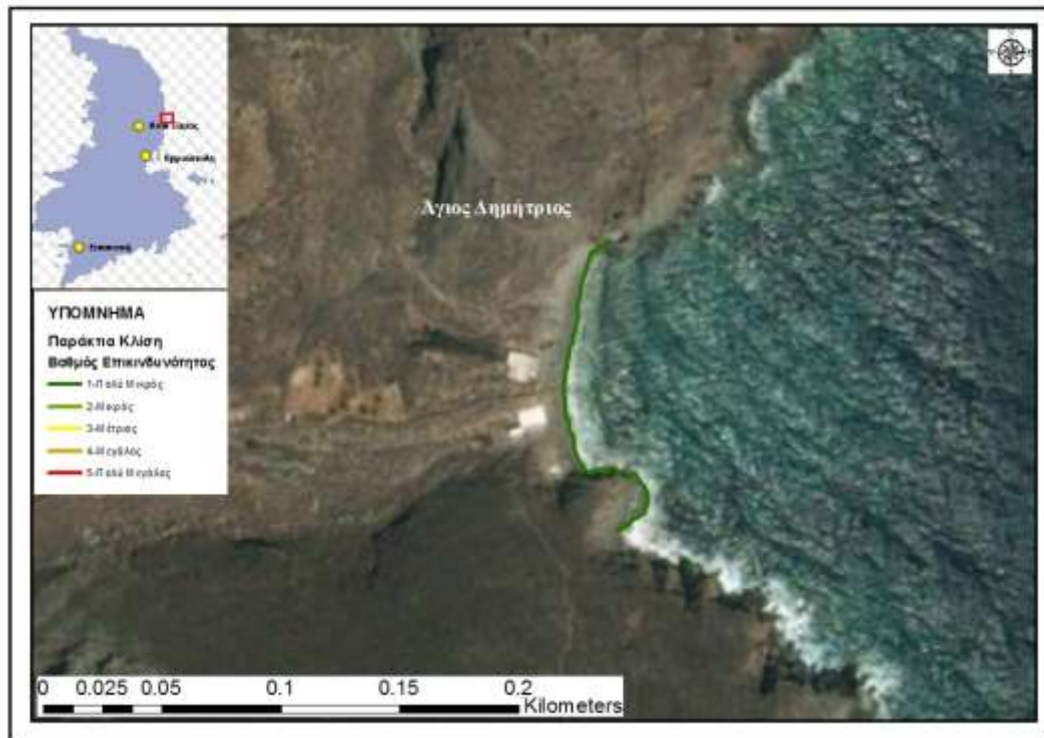
Χάρτης 40 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μεταβολή Ακτογραμμής για την παραλία Αζόλιμνος.



Χάρτης 41 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για την παραλία Γλυσούρας.



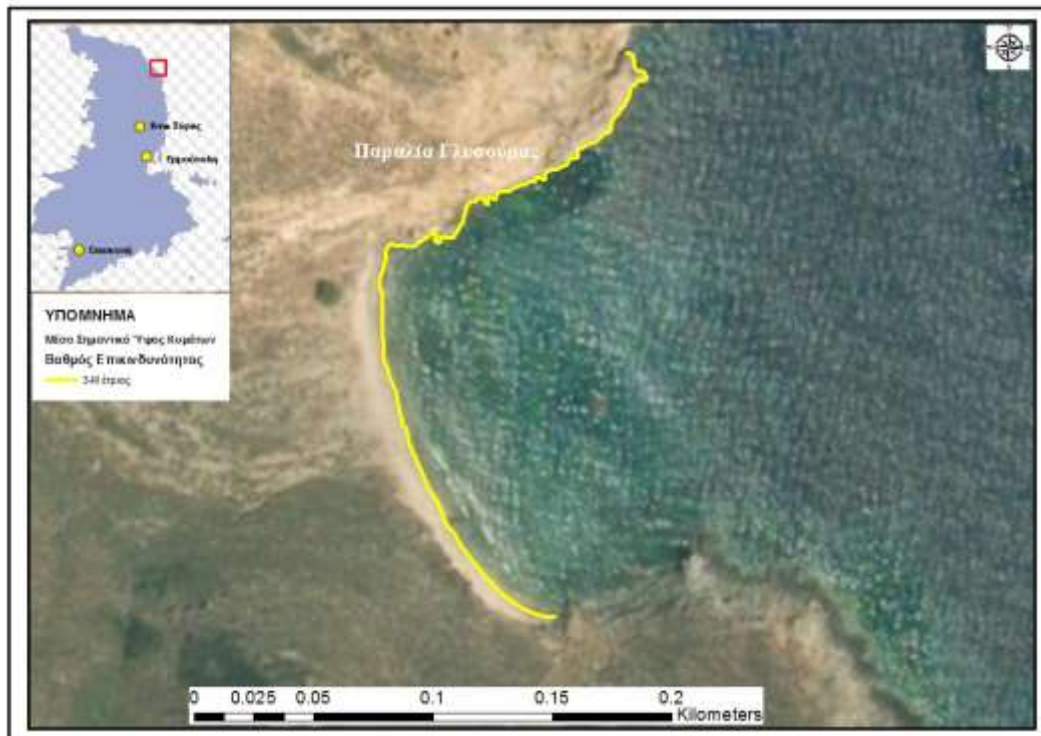
Χάρτης 42 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



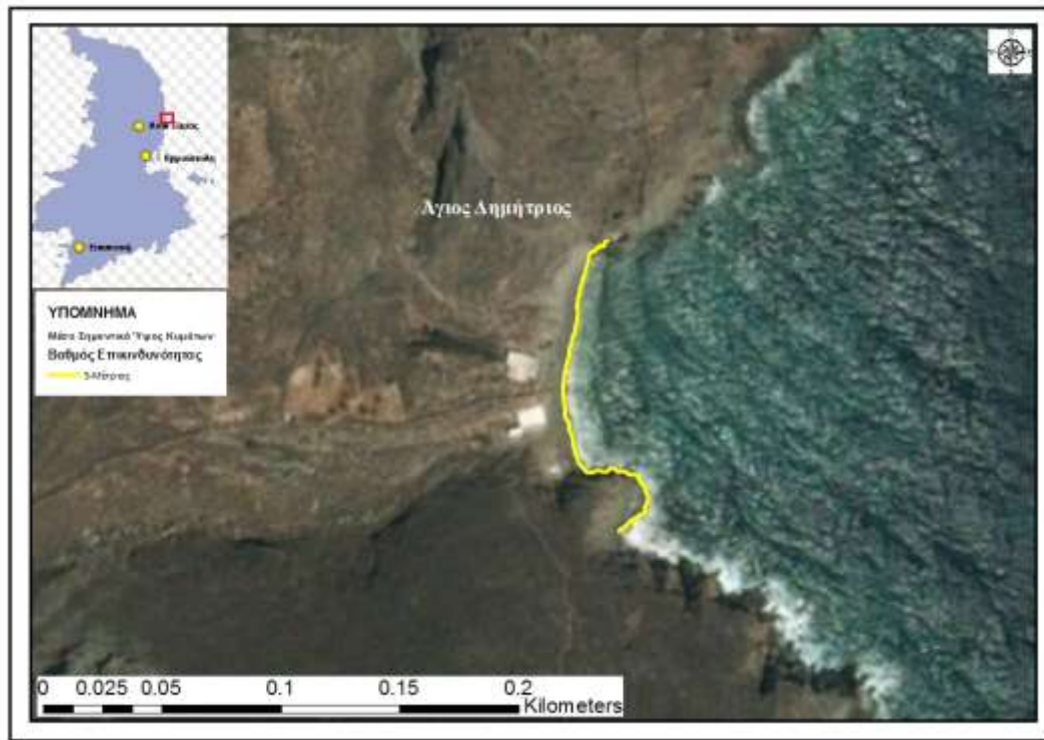
Χάρτης 43 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για την παραλία Αζόλιμνος.



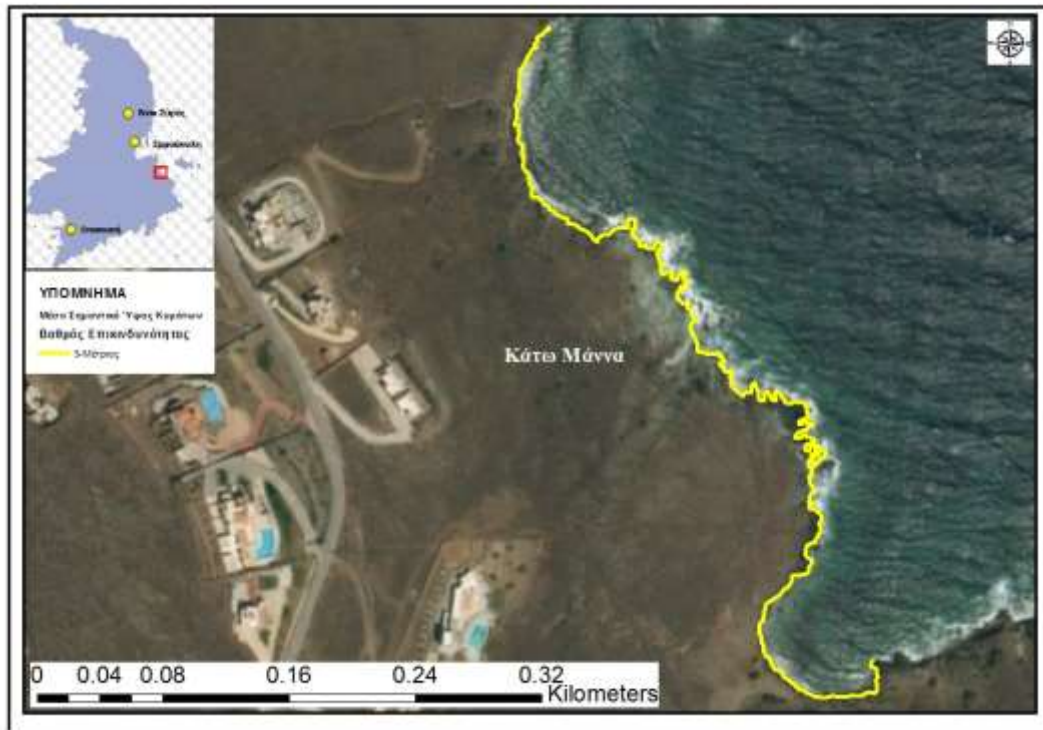
Χάρτης 44 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων για την παραλία Γλυσούρας.



Χάρτης 45 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



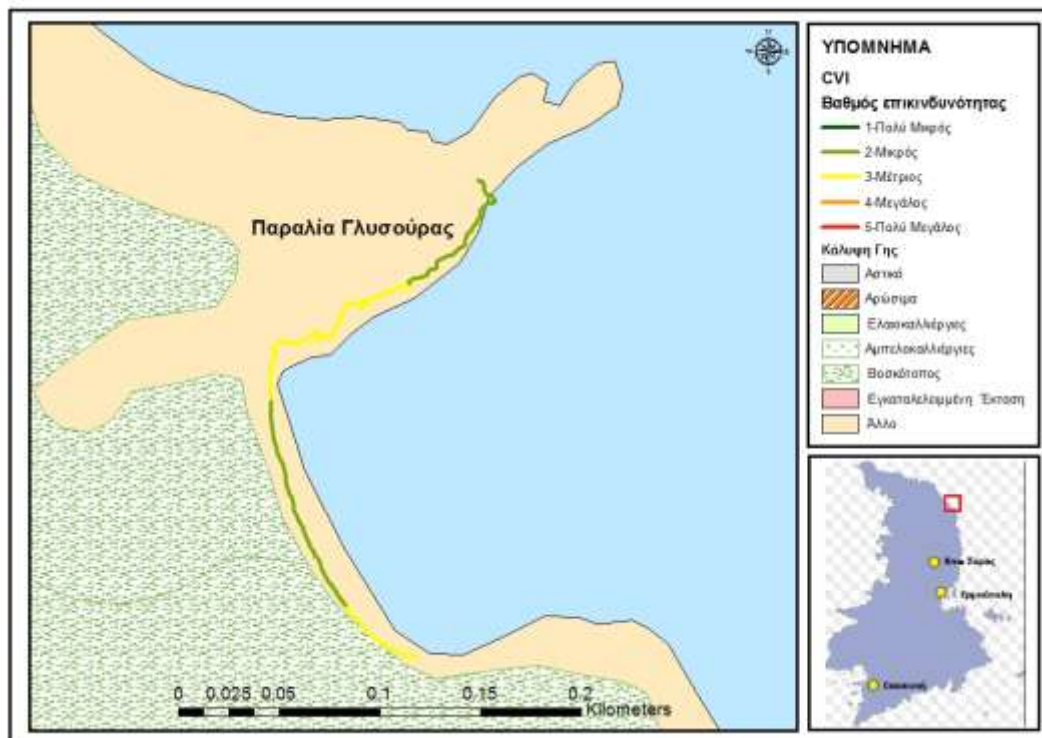
Χάρτης 46 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων για την παραλία Κάτω Μάννα.



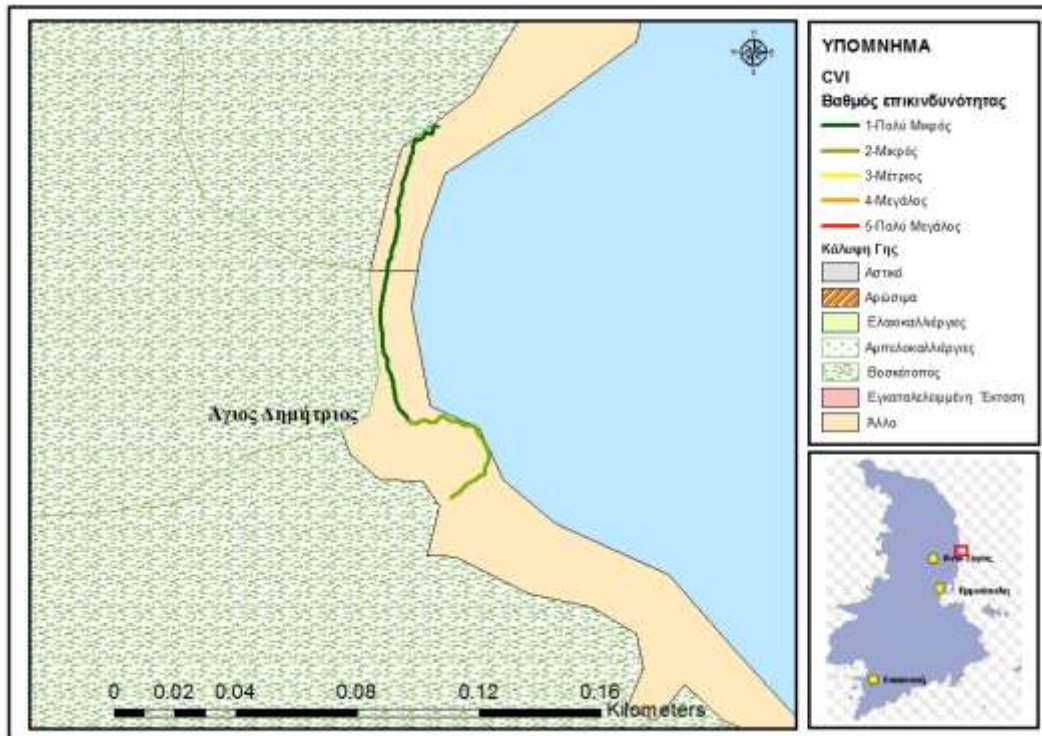
Χάρτης 47 : Βαθμός Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων για την παραλία Αζόλιμνος.



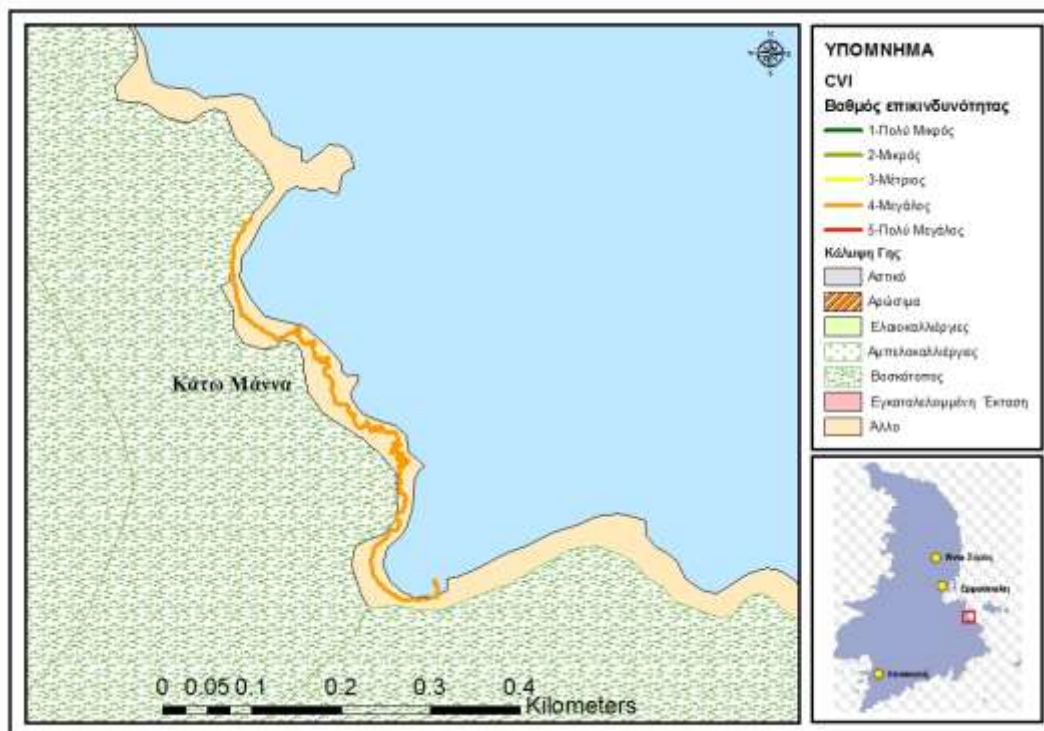
Χάρτης 48 : Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας και χρήσεις γης για την παραλία Γλυσούρας.



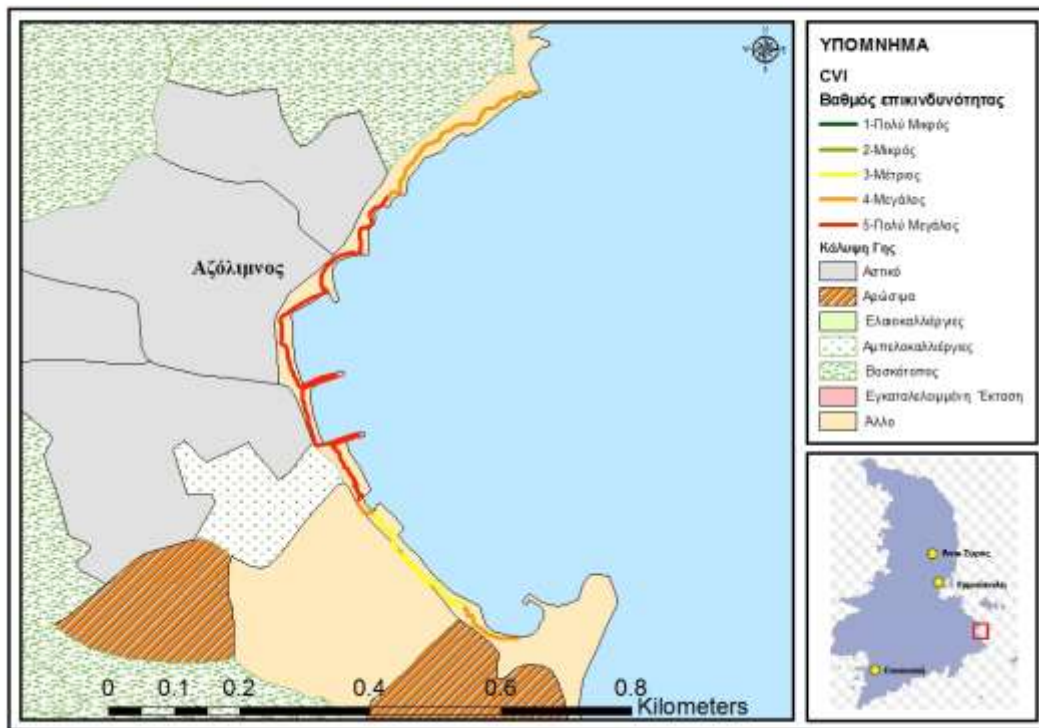
Χάρτης 49 : Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας και χρήσεις γης για την παραλία Άγιος Δημήτριος.



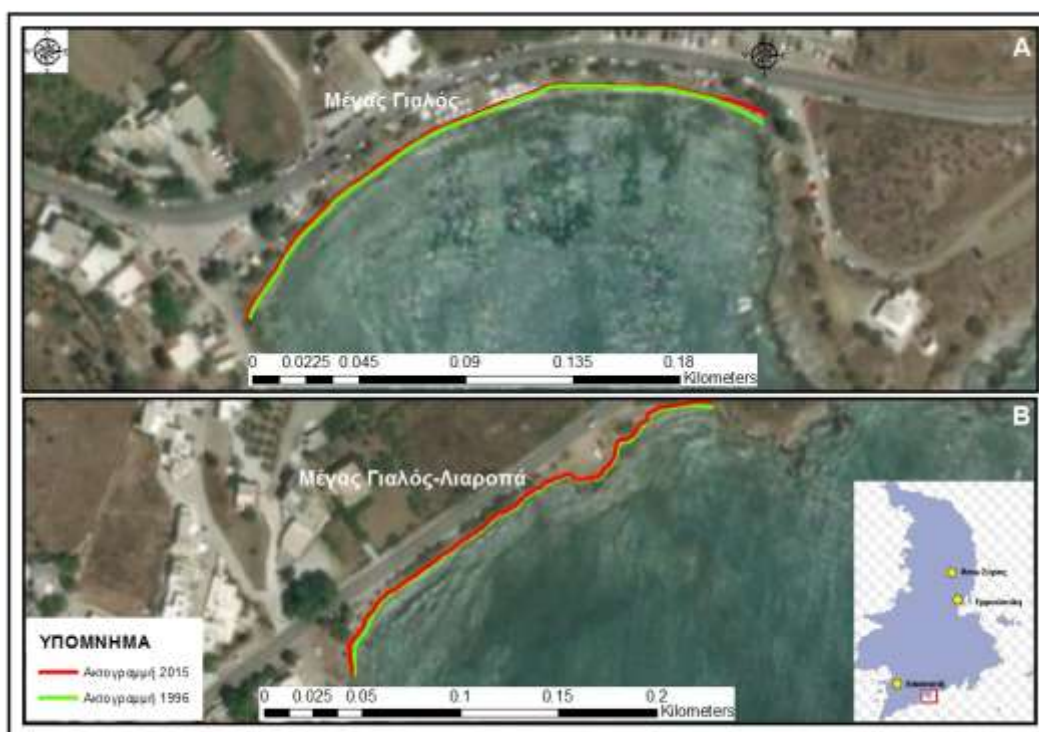
Χάρτης 50 : Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας και χρήσεις γης για την παραλία Κάτω Μάννα.



Χάρτης 51: Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας και χρήσεις γης για την παραλία Αζόλιμνος.



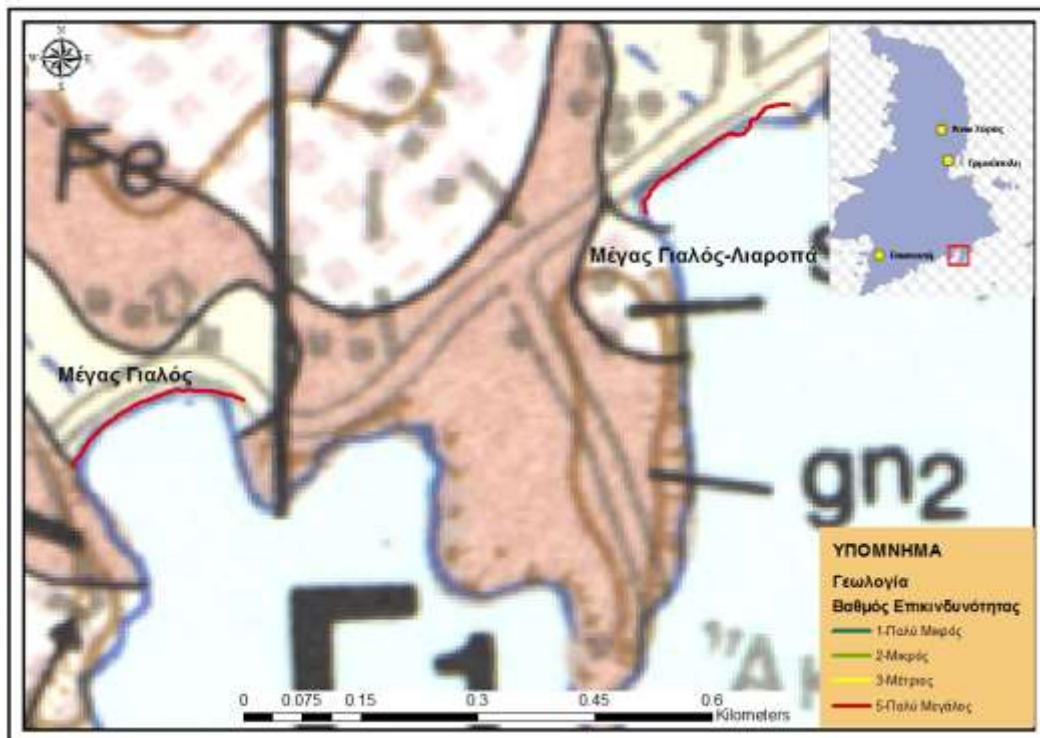
Χάρτης 52 : Χάρτες που απεικονίζουν τις ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για τις παραλίες Μέγας Γιαλός και Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.

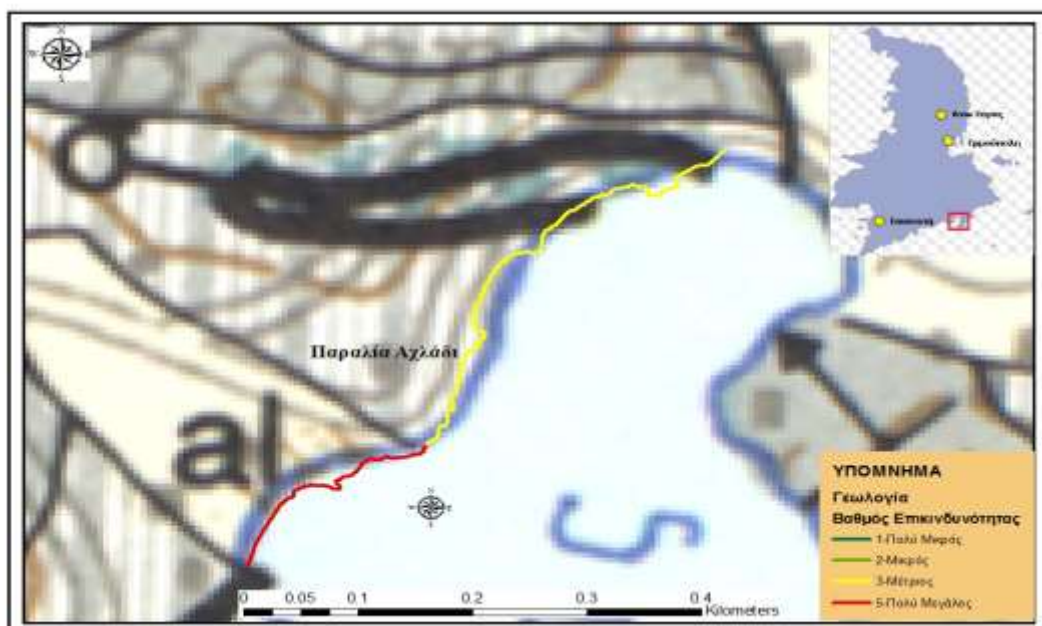


Χάρτης 53 : Χάρτες που απεικονίζουν τις ψηφιοποιημένες ακτογραμμές του 1996 και του 2015 για την παραλία Αχλάδι.



Χάρτης 54 : Χάρτες που απεικονίζουν το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς τους Γεωλογικούς Σχηματισμούς για τις παραλίες Μέγας Γιαλός, Μέγας Γιαλός –Λιαροπά και Αχλάδι.





Χάρτης 55 : Χάρτες που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο Θαλάσσιας Στάθμης για τις παραλίες Μέγας Γιαλός, Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.



Χάρτης 56 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς την Άνοδο Θαλάσσιας Στάθμης για την παραλία Αχλάδι.



Χάρτης 57 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς τη Μεταβολή ακτογραμμής για τις παραλίες Μέγας Γιαλός, Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.



Χάρτης 58 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς τη Μεταβολή ακτογραμμής για την παραλία Αχλάδι.



Χάρτης 59 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για τις παραλίες Μέγας Γιαλός, Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.



Χάρτης 60 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Παλιρροιακό Εύρος για την παραλία Αχλάδι.



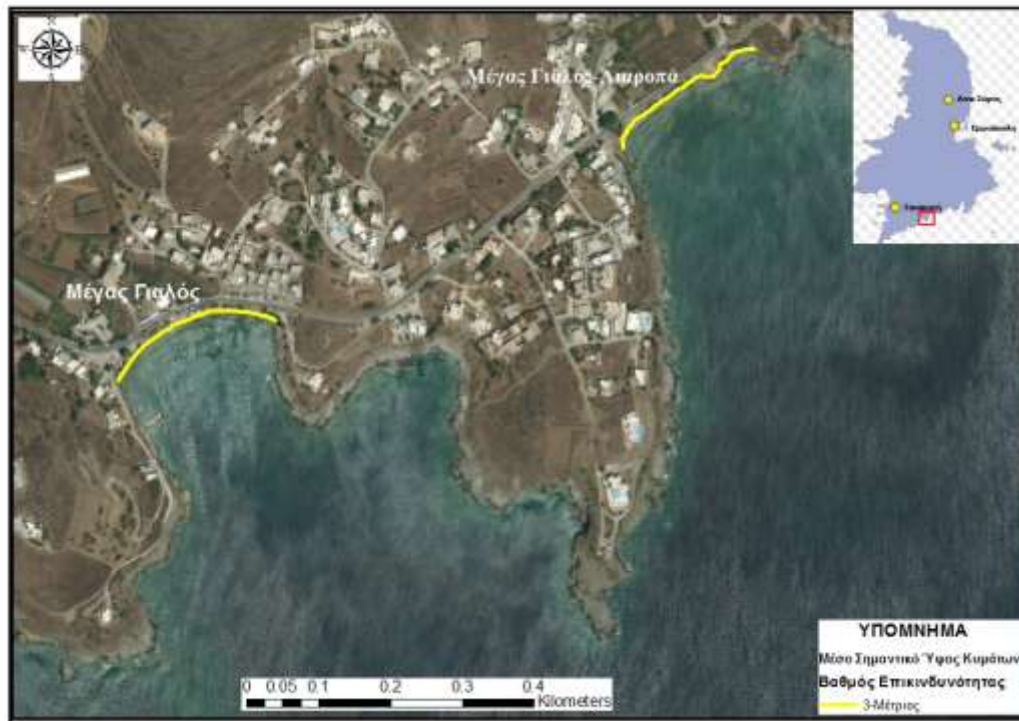
Χάρτης 61 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για τις παραλίες Μέγας Γιαλός, Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.



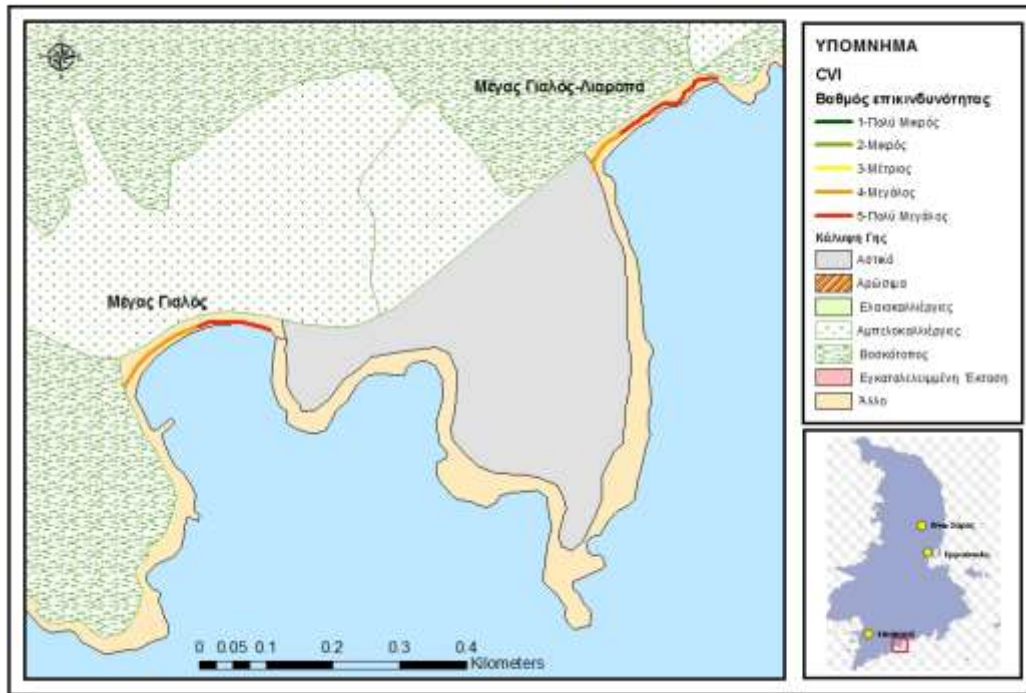
Χάρτης 62 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς την Παράκτια Κλίση για την παραλία Αχλάδι.



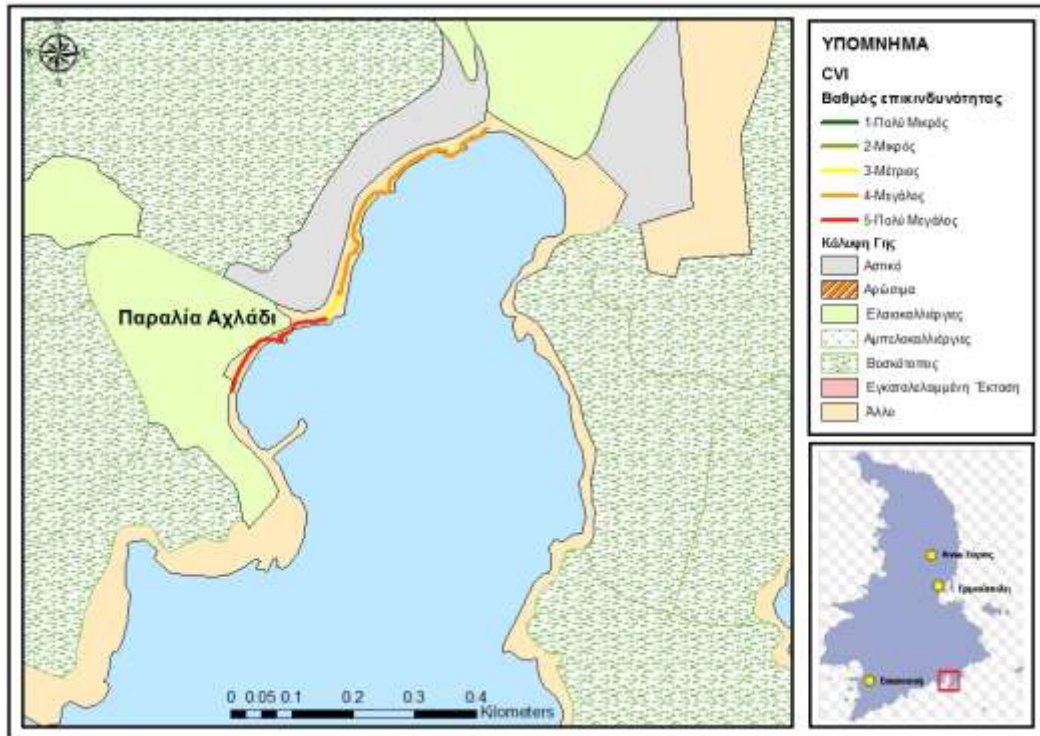
Χάρτης 63 : Χάρτης που απεικονίζει το Βαθμό Επικινδυνότητας ως προς το Μέσο Σημαντικό Ύψος Κυμάτων για τις παραλίες Μέγας Γιαλός , Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.



Χάρτης 64 : Χάρτης που απεικονίζει το Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας και τις χρήσεις γης για τις παραλίες Μέγας Γιαλός , Μέγας Γιαλός-Λιαροπά.



Χάρτης 65 : Χάρτης που απεικονίζει το Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας και τις χρήσεις γης για την παραλία Αχλάδι.



5.3.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Δ.Π.Ε.), στη Νήσο Σύρο , επιχειρείται η ανάδειξη των παράκτιων εκτάσεων που απειλούνται από την ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Για τον υπολογισμό του δείκτη επικινδυνότητας CVI μελετήθηκαν 13 ακτογραμμές συνολικού μήκους 11.811 km. Στο δυτικό τμήμα της Σύρου ψηφιοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο αμμώδεις ακτογραμμές. Στα υπόλοιπα τμήματα του νησιού ψηφιοποιήθηκαν και βραχώδεις ακτογραμμές προκειμένου να μελετηθεί ο βαθμός επικινδυνότητας τους και έτσι να σχηματιστεί μια συνολική εικόνα ως προς την επικινδυνότητα των ακτογραμμών της νήσου Σύρου για διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Λαμβάνοντας τις ακτογραμμές που μελετήθηκαν στη νήσο Σύρο, το 8,73% παρουσιάζουν πολύ μικρή επικινδυνότητα, το 10% παρουσιάζουν μικρή επικινδυνότητα, το 22,52% μέτρια επικινδυνότητα , το 29,99 μεγάλη επικινδυνότητα και το 28,76 πολύ μεγάλη επικινδυνότητα. Επιπρόσθετα αξίζει να σημειωθεί ότι το μέσο παλιρροιακό εύρος έχει την ίδια τιμή 2 για όλες της ακτογραμμές της περιοχής μελέτης, όπως επίσης και ο μέσος κυματισμός έχει την τιμή 3 για όλη την Σύρο.

Αναφορικά με το ανάγλυφο του νησιού είναι έντονο και αποτελείται από βουνά και λόφους με έντονες κλίσεις και βραχώδη απογυμνωμένα εδάφη, κυρίως στο βόρειο τμήμα του νησιού όπου παρουσιάζει σχετικά μικρή επικινδυνότητα. Στο νότιο μέρος θα συναντήσουμε και τα γόνιμα εδάφη του νησιού κοντά στις ακτές, εκεί όπου καταλήγουν οι χείμαρροι μεταφέροντας τα νερά της βροχής. Τα τμήματα αυτά είναι αρκετά επιρρεπή στη διάβρωση. Την ίδια περίπου επικινδυνότητα παρουσιάζουν το ανατολικό και το δυτικό τμήμα του νησιού λόγω των χαμηλών κλίσεων.

Είναι σημαντικό να γίνει αναφορά για το τι χρήσεις γης καταλαμβάνουν τις περιοχές υψηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Συγκεκριμένα, στο ανατολικό τμήμα της Σύρου, είναι επιρρεπής στη διάβρωση οι δομημένες εκτάσεις και οι βοσκότοποι. Στο νοτιο τμήμα Σύρου οι δομημένες εκτάσεις, οι βοσκότοποι και οι ελαιοκαλλιέργειες. Στο Δυτικό τμήμα Σύρου οι αμπελοκαλλιέργειες οι δομημένες εκτάσεις, αρώσιμα, βοσκότοποι και ελαιοκαλλιέργειες. Στο βόρειο τμήμα της Σύρου υπάρχει μικρή επικινδυνότητα, επομένως δεν συντρέχει κίνδυνος για τις χρήσεις γης του εν λόγω τμήματος.

Έτσι λαμβάνοντας υπόψη τους χάρτες που απεικονίζουν τον δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας για την νήσο Σύρο καθώς επίσης και τον χάρτη χρήσεων γης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι ακτογραμμές που παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας εντοπίζονται κυρίως στη δυτική και νότια Σύρο.

Στη βόρεια, ανατολική και νότια Σύρο μελετήθηκαν ακτογραμμές συνολικού μήκους 8.858 km. Από αυτές το 6.16% παρουσιάζουν πολύ μικρή επικινδυνότητα, το 13.06% παρουσιάζουν μικρή επικινδυνότητα, το 21.36% μέτρια επικινδυνότητα, το 35.47% μεγάλη επικινδυνότητα και τέλος το 23.95 πολύ μεγάλη επικινδυνότητα. Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ξεκάθαρα ότι πάνω από το 50% των ακτογραμμών παρουσιάζει αυξημένη επικινδυνότητα.

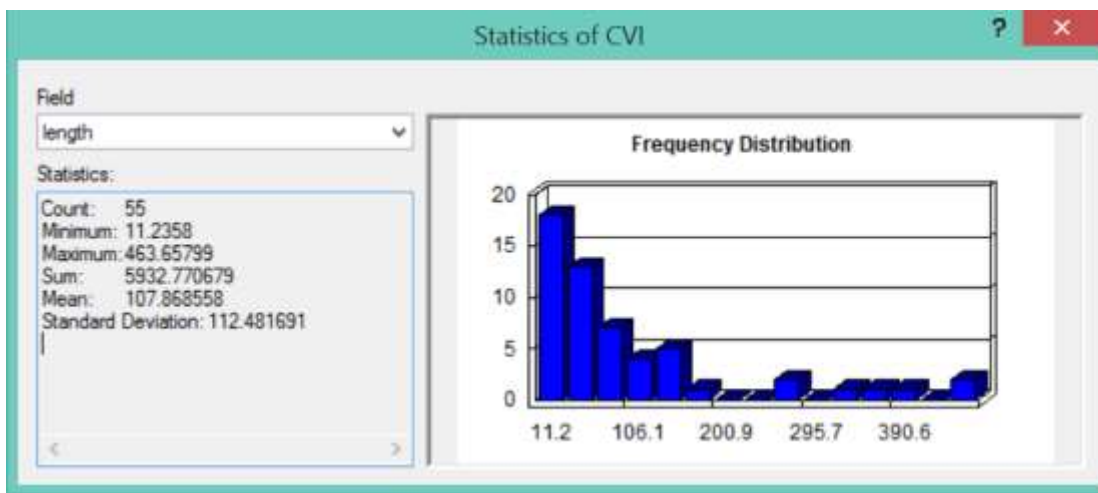
Όσο αφορά στο δυτικό τμήμα της Σύρου, μελετήθηκαν ακτογραμμές συνολικού μήκους 5.932km. Από αυτές το 11.29% παρουσιάζουν πολύ μικρή επικινδυνότητα, το 6.94% παρουσιάζουν μικρή επικινδυνότητα, το 23.67% μέτρια επικινδυνότητα, το 24.52% μεγάλη επικινδυνότητα και τέλος το 33.56 πολύ μεγάλη επικινδυνότητα. Φαίνεται ξεκάθαρα ότι πάνω από το 50% των ακτογραμμών παρουσιάζει αυξημένη επικινδυνότητα.

Λαμβάνοντας τις ακτογραμμές που μελετήθηκαν στη νήσο Σύρο, το 8,73% παρουσιάζουν πολύ μικρή επικινδυνότητα, το 10% παρουσιάζουν μικρή επικινδυνότητα, το 22,52% μέτρια επικινδυνότητα, το 29,99 μεγάλη επικινδυνότητα και το 28,76 πολύ μεγάλη επικινδυνότητα.

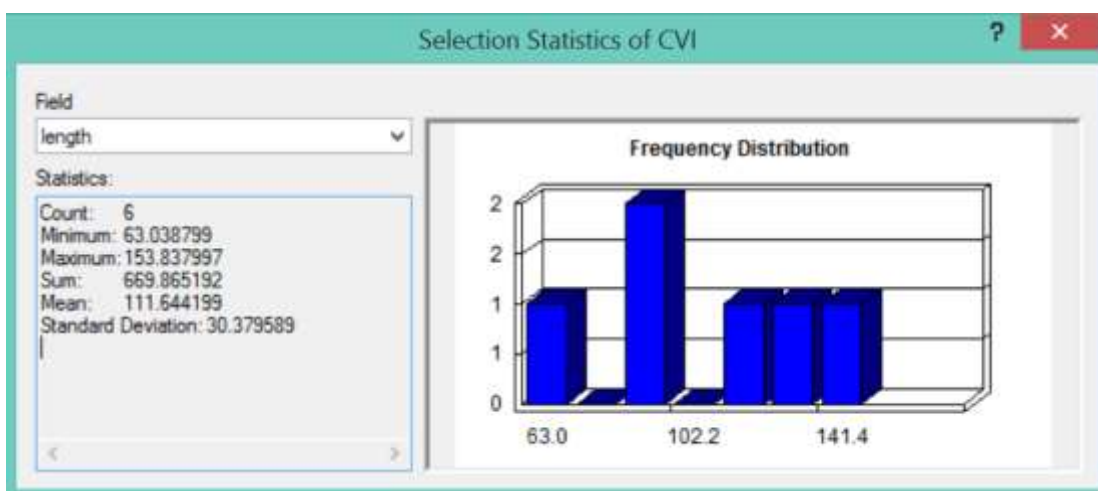
Τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν καθώς και ορισμένα βασικά στατιστικά μεγέθη παρατίθενται στα επόμενα διαγράμματα.

Στατιστικά στοιχεία για την δυτική Σύρο

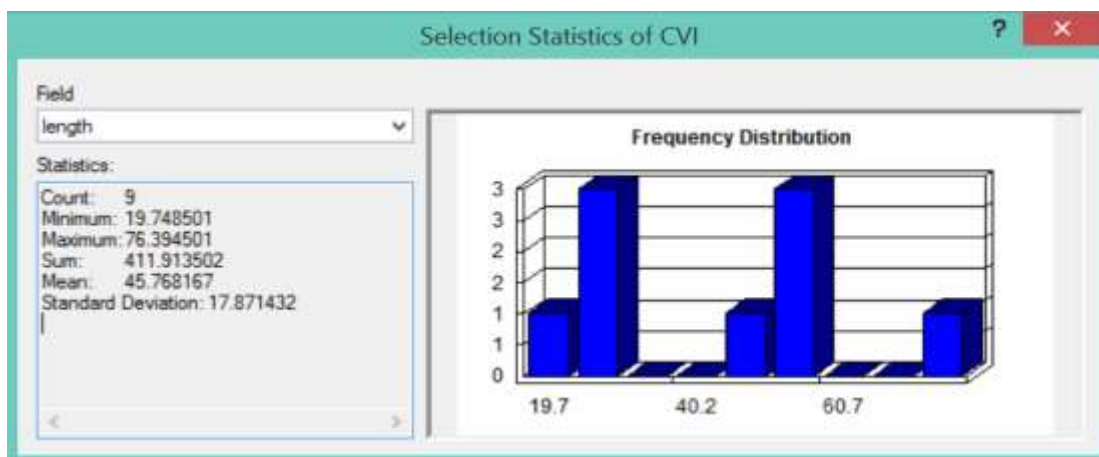
Στατιστικά στοιχεία για το συνολικό μήκος των ακτογραμμών



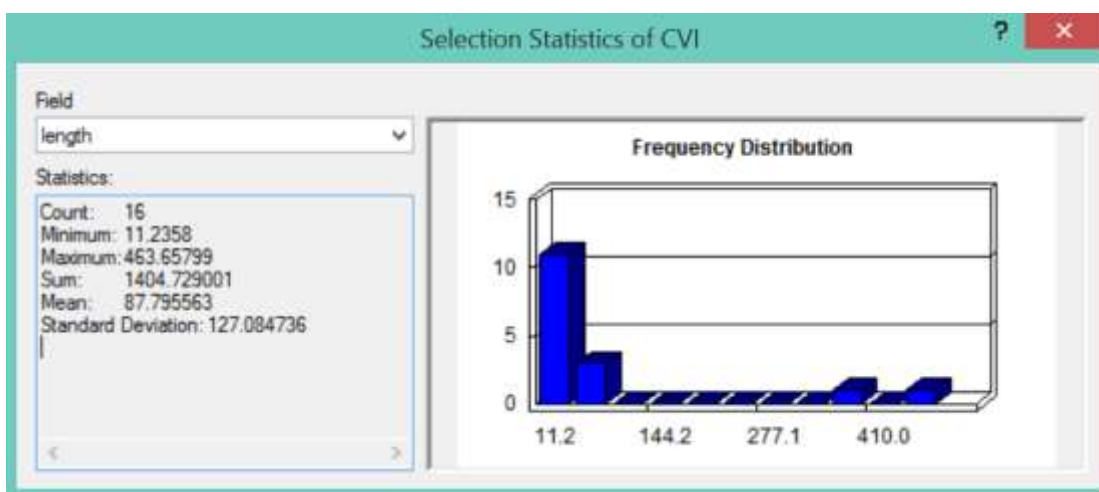
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με πολύ μικρή επικινδυνότητα



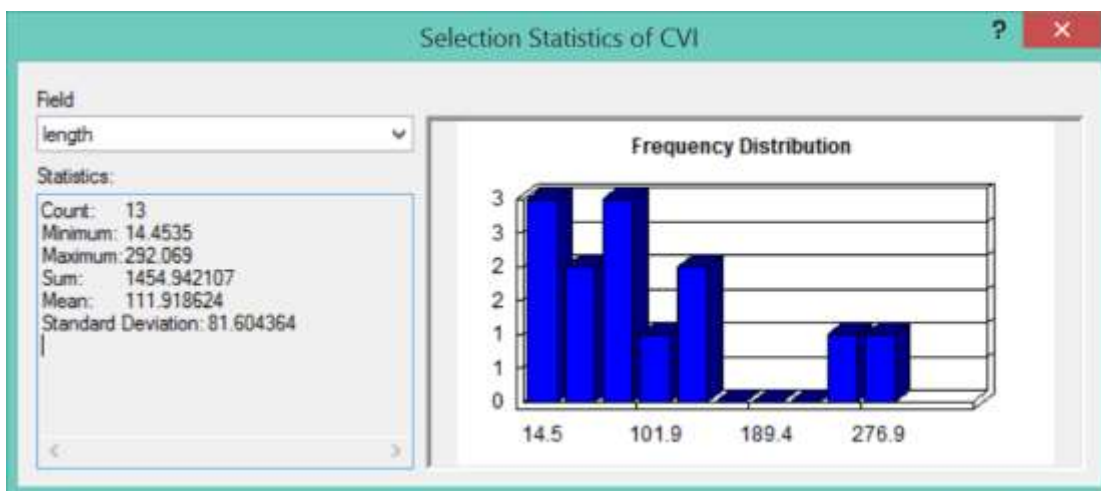
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με μικρή επικινδυνότητα



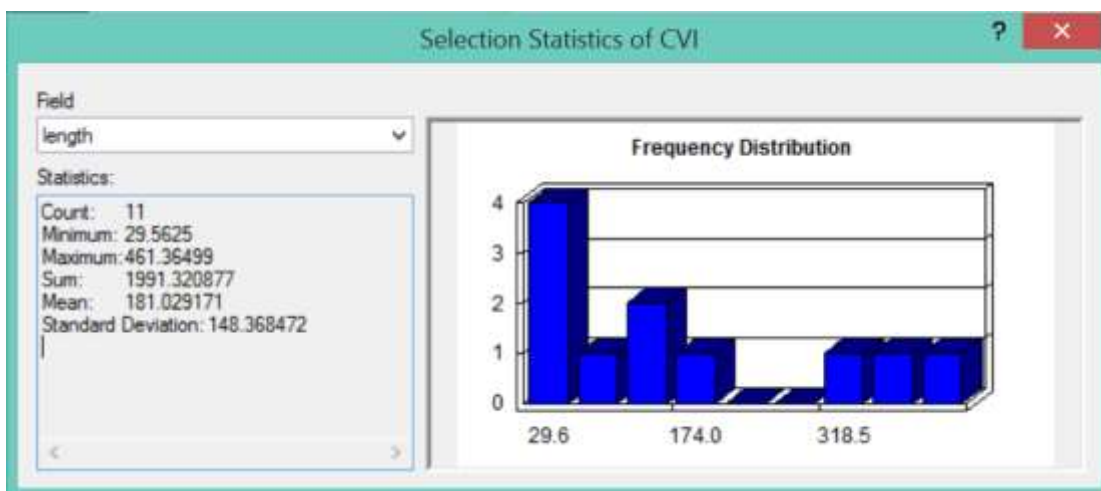
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με μέτρια επικινδυνότητα



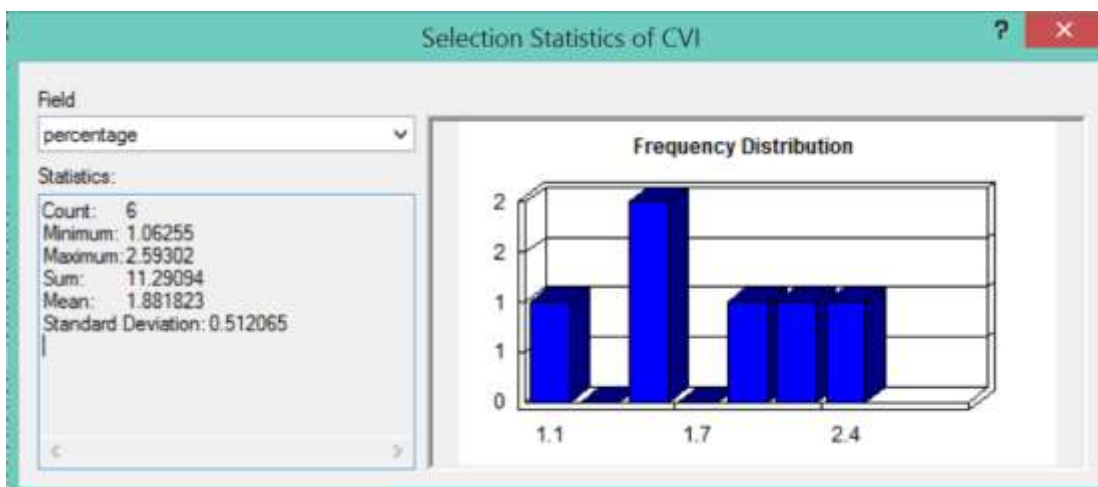
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με μεγάλη επικινδυνότητα



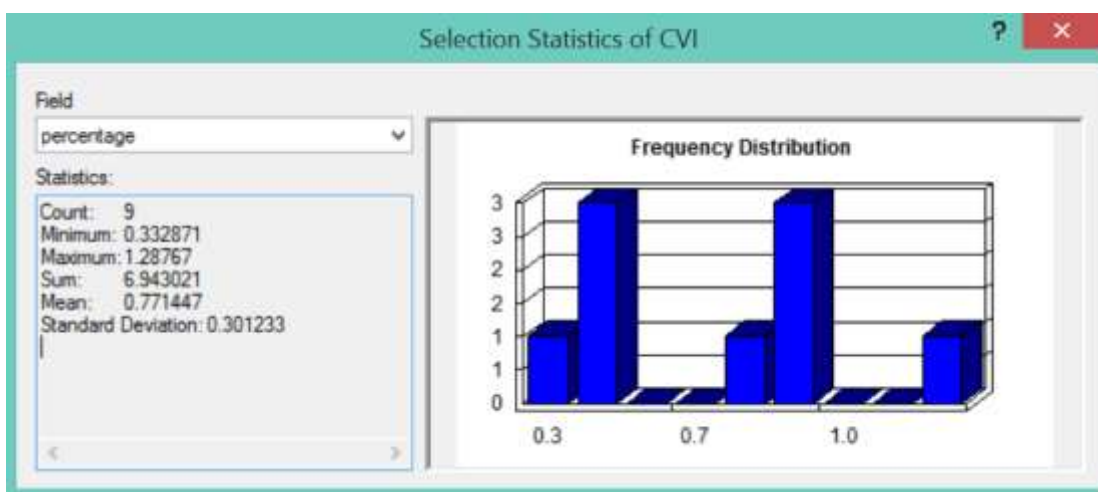
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα



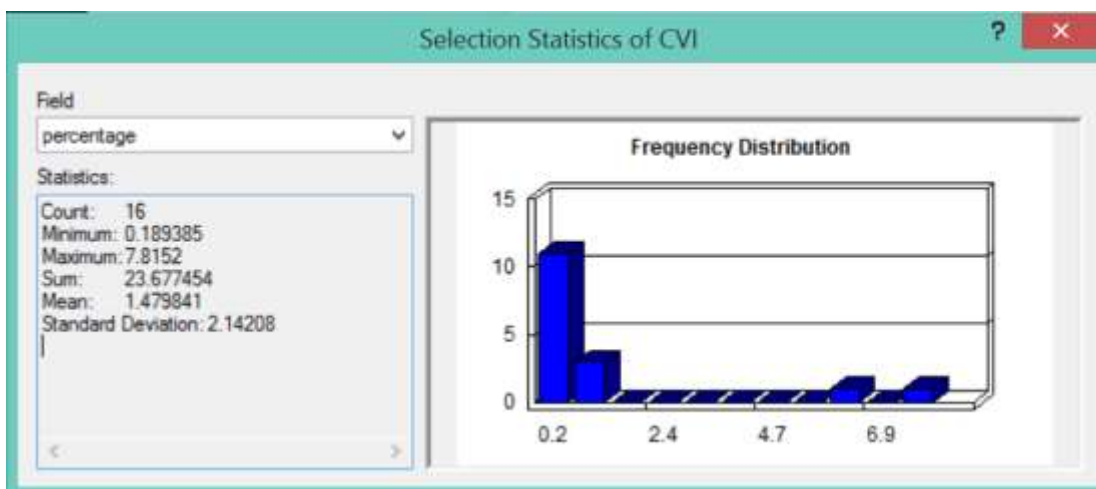
Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με πολυ μικρή επικινδυνότητα



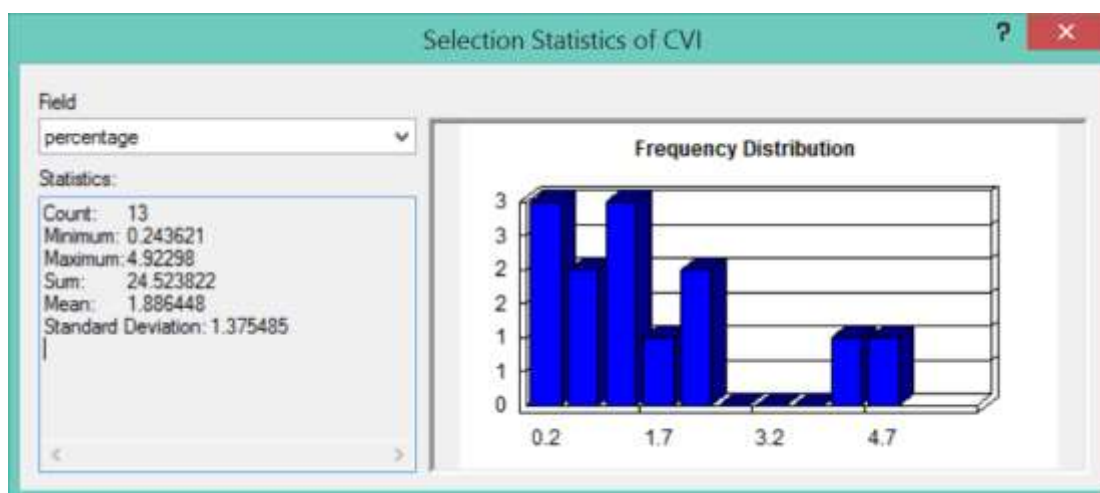
Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με μικρή επικινδυνότητα



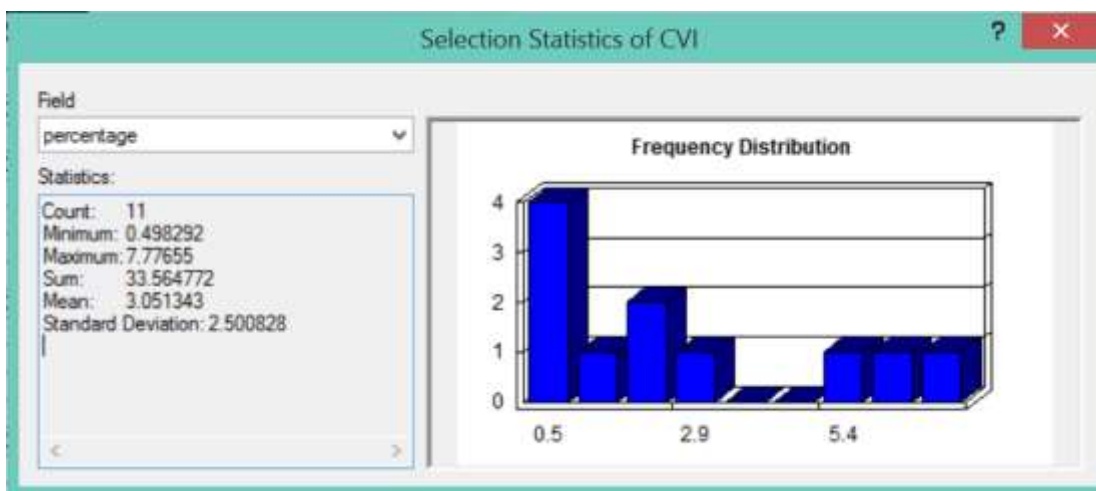
Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με μέτρια επικινδυνότητα



Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με μεγάλη επικινδυνότητα

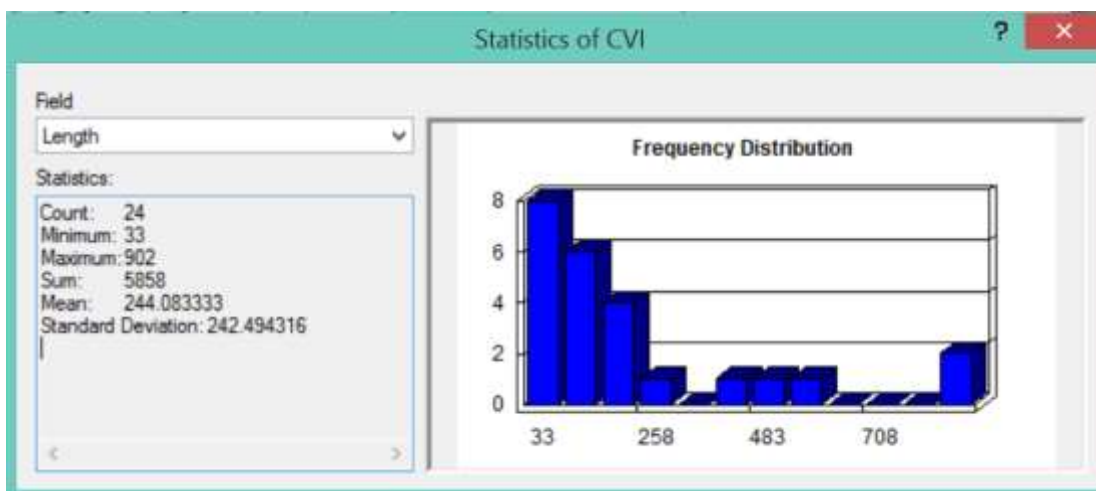


Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα

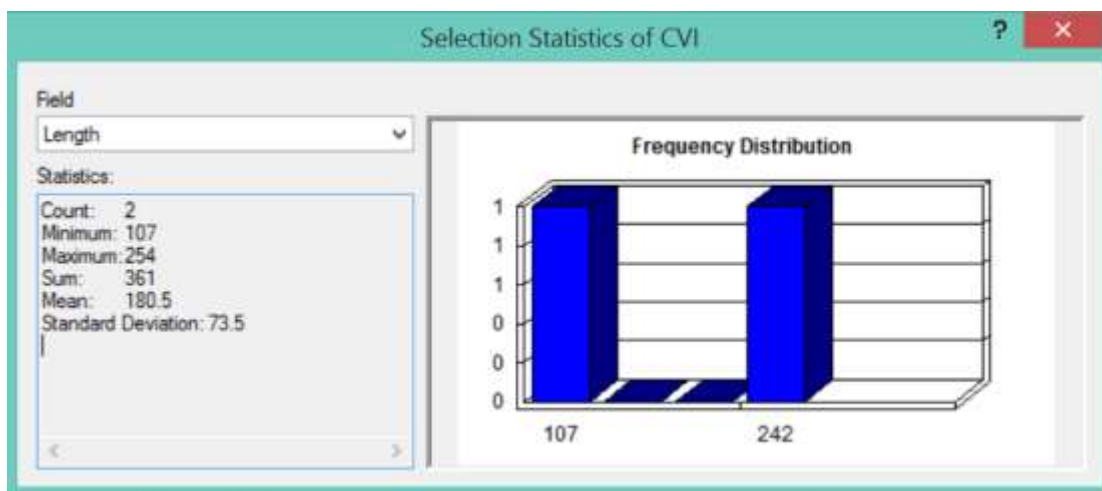


Στατιστικά στοιχεία για τα υπόλοιπα τμήματα της Σύρου

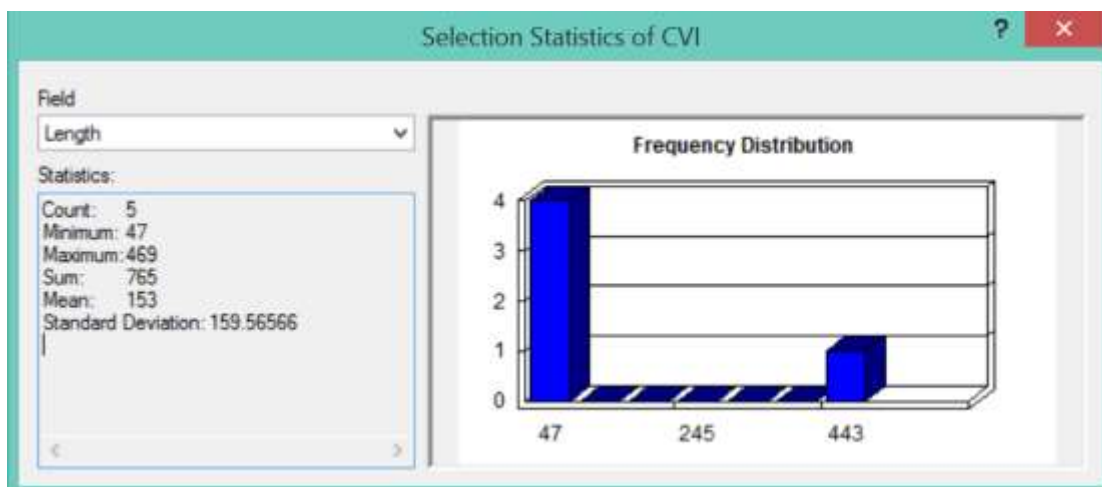
Στατιστικά στοιχεία για το συνολικό μήκος των ακτογραμμών



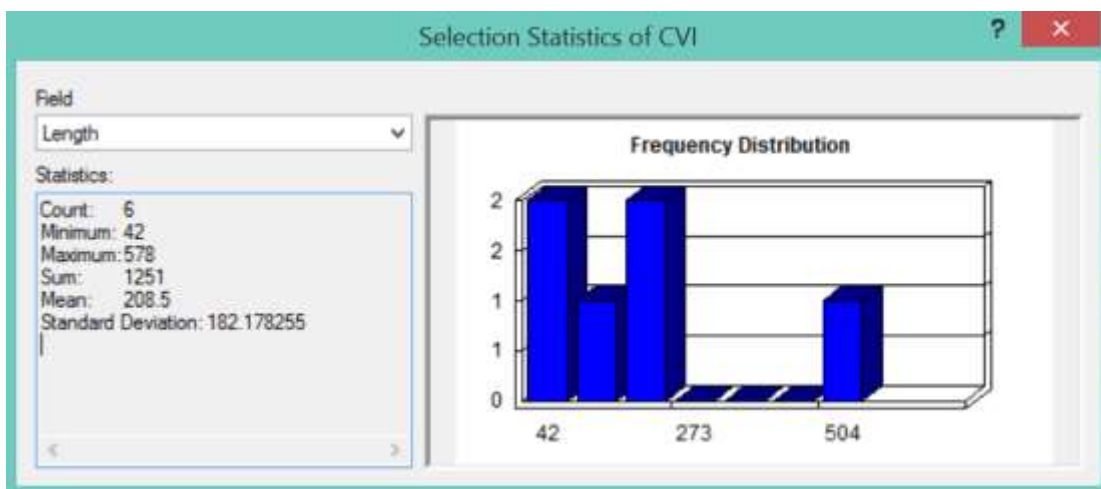
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με πολύ μικρή επικινδυνότητα



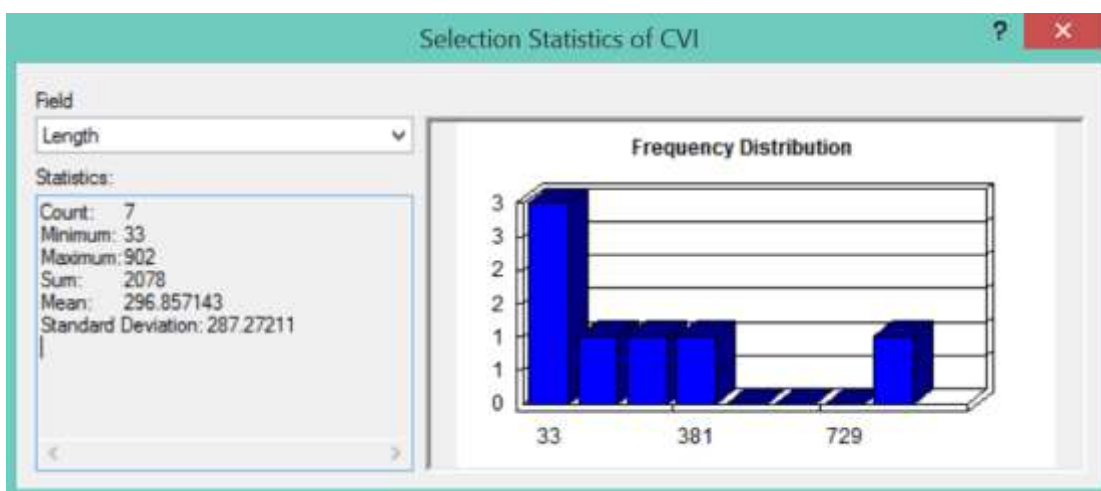
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με μικρή επικινδυνότητα



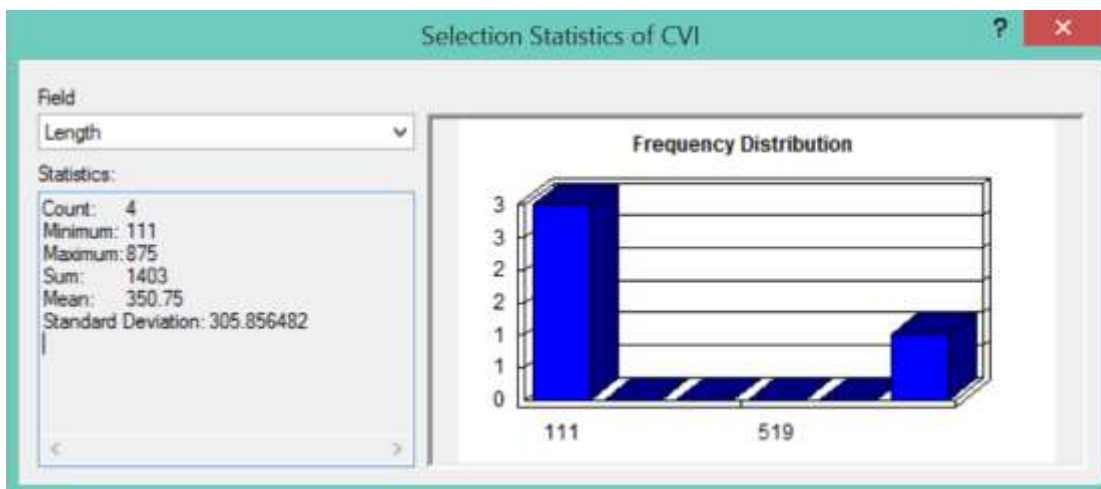
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με μέτρια επικινδυνότητα



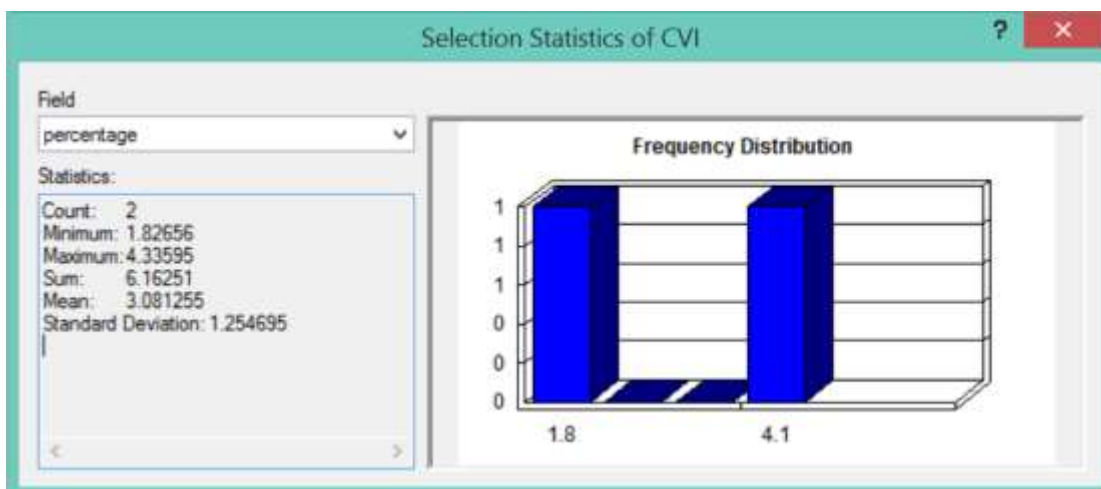
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με μεγάλη επικινδυνότητα



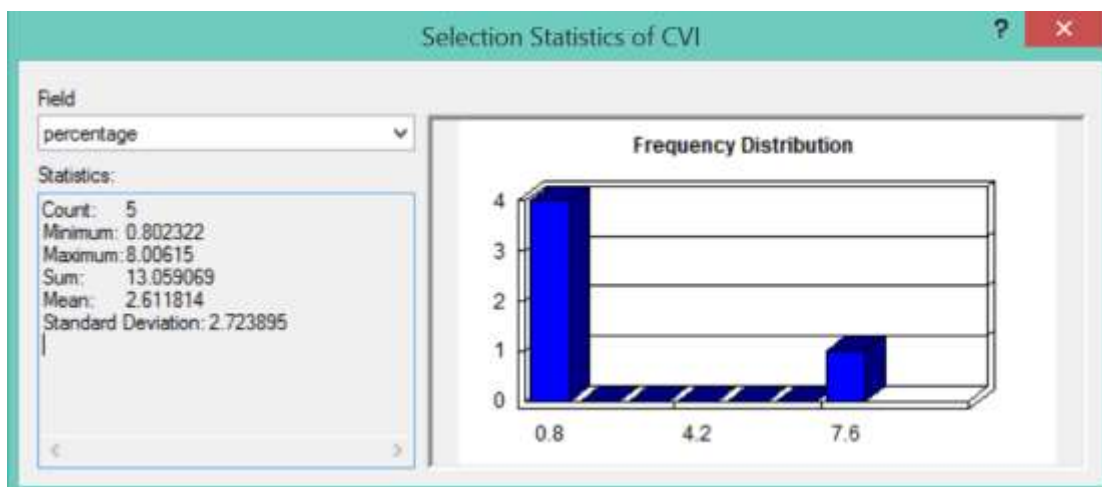
Στατιστικά στοιχεία για το μήκος των ακτογραμμών με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα



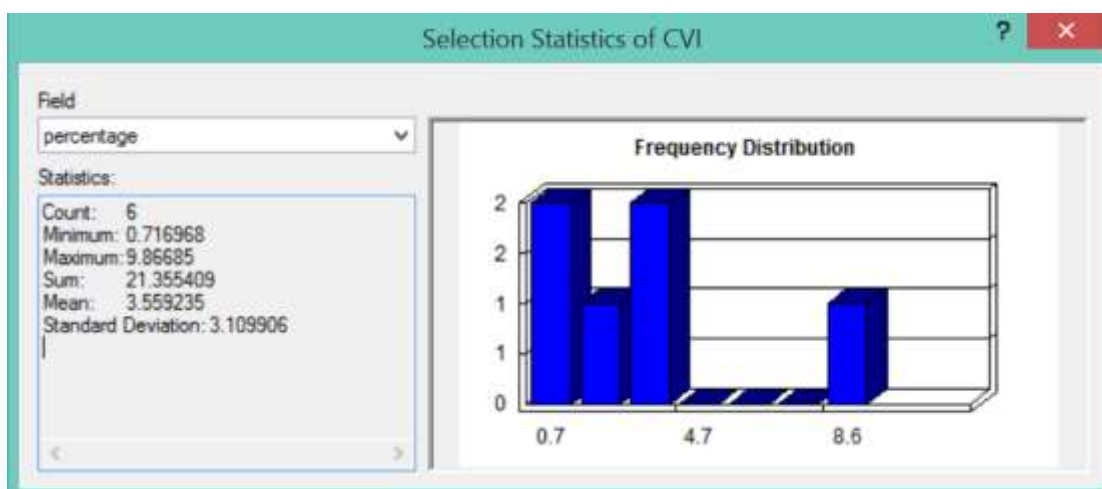
Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με πολύ μικρή επικινδυνότητα



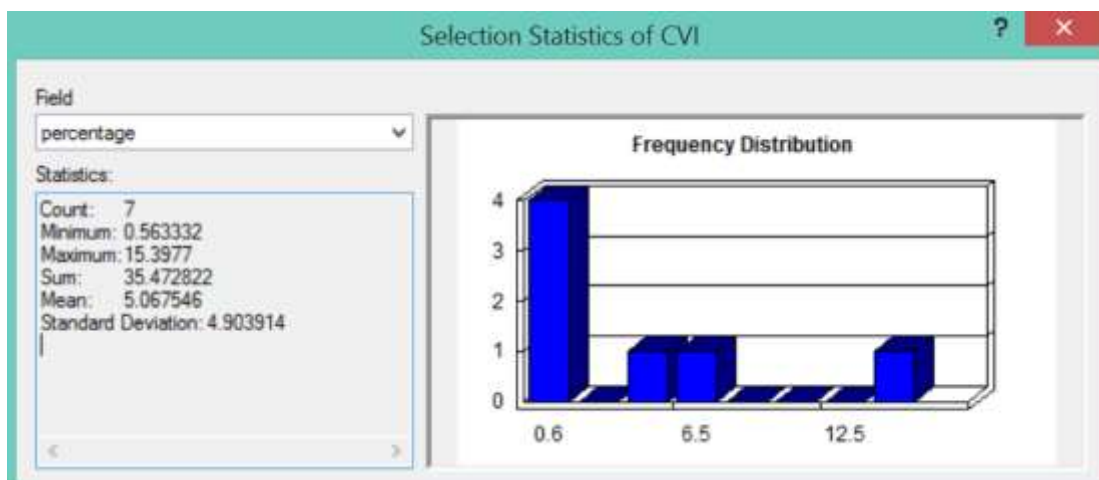
Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με μικρή επικινδυνότητα



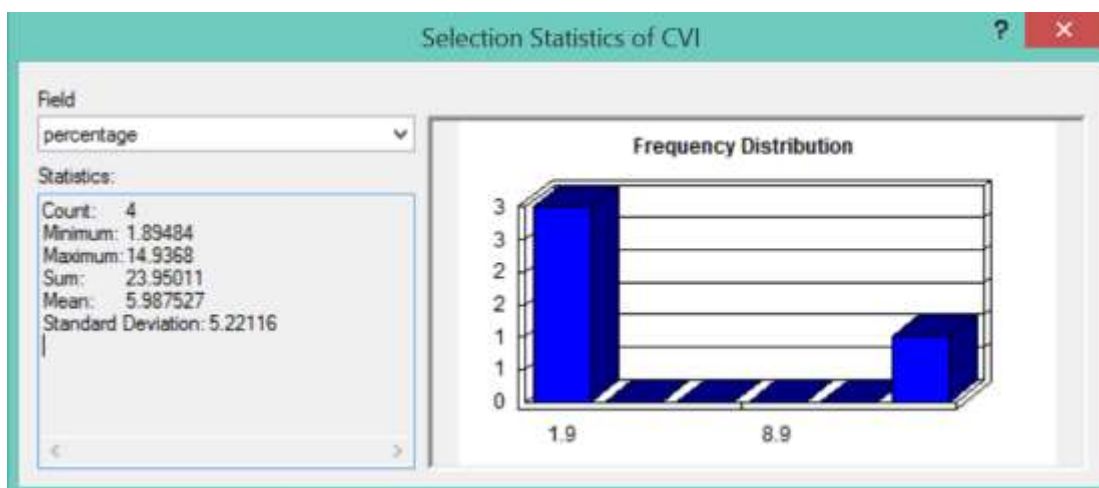
Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με μέτρια επικινδυνότητα



Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με μεγάλη επικινδυνότητα



Στατιστικά στοιχεία για το ποσοστό των ακτογραμμών με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα



6. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Η διάβρωση των ακτών είναι μια φυσική διεργασία, που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στο κοινωνικοοικονομικό και φυσικό περιβάλλον ^[189].

Για να περιοριστεί η παράκτια διάβρωση και οι αρνητικές επιπτώσεις της εφαρμόζονται δύο κατηγορίες μέτρων προστασίας: οι σκληρές μηχανικές λύσεις (Σκληρές μηχανικές λύσεις δηλαδή κατασκευές από βραχίονες ή προβόλους ή τοίχων προστασίας από τη διάβρωση, ζεύγη προβόλων, κατασκευή κυματοθραυστών.) και οι ήπιες μέθοδοι (Ηπιες μέθοδοι δηλαδή μίμηση της φυσικής διεργασίας, τροφοδοτώντας τεχνητά την παραλία με ίζημα. Πολυέξοδες και προσωρινές).

Ένας άλλος τρόπος διάκρισης των έργων που κατασκευάζονται για την προστασία των ακτογραμμών από τη διάβρωση, είναι ανάλογα με το ποια θέση έχουν στην ακτογραμμή και διακρίνονται σε εγκάρσια και παράλληλα.

Τα υλικά κατασκευής αυτών των έργων είναι πολλά. Παρατίθενται ορισμένα από αυτά.

- Τα πιο οικονομικά και ευρέως χρησιμοποιούμενα είναι οι φυσικοί λίθοι.
- Οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Μεταλλικές πασσαλοσανίδες. (όπου υπάρχει παραγωγή χάλυβα)
- Γεωμεμβράνες ^[190].

^{[189],[190]}Καρύμπαλης Ε. (2010) «Παράκτια Γεωμορφολογία», Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα

Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου προστασίας των παράκτιων περιοχών, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι δυνάμεις και πιέσεις, οι οποίες ασκούνται από τις φυσικές διεργασίες στις κατασκευές προστασίας των ακτών.

6.1. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ

Κατηγορία I (Σκληρές και Ήπιες Μέθοδοι)



Κυματοθραύστης στην Αίγινα^[191]

ii. Τοίχοι προστασίας (Seawalls)

iii. Βραχίονες ή πρόβολοι

^[191] <http://www.aeginanews.gr/on-air/5308/>



Τοίχος προστασίας στο Lonsdale Bight, Αυστραλία^[192]



Τοίχος προστασίας στο Lonsdale Bight, Αυστραλία^[193]

^[192] http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/collaboration/new-eracan-profit-seeking-approaches-protect-natural-capital

^[193] <http://www.geodifhs.com/kappaomegaiotaalpha/70>

Β. Ήπιες μέθοδοι (τεχνητή τροφοδοσία της παραλίας με ίζημα)



Παραλία αναπληρώνεται με άμμο μέσω ενός σωλήνα.^[194]



Μαϊάμι, Φλόριδα, πριν και μετά από την τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με άμμο.^[195]

^[194] <http://geology.uprm.edu/Morelock/mancst.htm>

^[195] http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/miami.jpg

Γ. Πολλές φορές χρησιμοποιείται κάποια τεχνική που συνδυάζει σκληρές μεθόδους με ήπιες λύσεις προστασίας των ακτών.



Μαϊάμι, Φλόριδα, πριν και μετά από την τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με άμμο.^[196]

^[196]<http://geology.uprm.edu/Morelock/mancst.htm> •

Κατηγορία II (Ανάλογα με τη θέση που έχουν ως προς την ακτογραμμή)

A. Εγκάρσια (βραχίονες και ζεύγη προβόλων)



Βραχίονας-τροφοδοσία με άμμο^[197]



Ζεύγη προβόλων, στην Ουάσινγκτον.^[198]

^[197] http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/miami.jpg

^[198] <http://www.coastengsol.com.au/beach-nourishment-a-panacea-for-eroding-beaches/>

Β. Παράλληλα (κυματοθραύστες και τοίχοι προστασίας)



Τοίχος προστασίας, στο Γκάλβεστον, Τέξας.^[199]

^[199] http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/seawal.jpg

6.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Για να περιοριστούν οι αρνητικές επιπτώσεις της παράκτιας διάβρωσης προτείνεται:

- α. Ο προσδιορισμός του ρυθμού διάβρωσης και με βάση αυτόν να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα διαχείρισής της,
- β. Η απαγόρευση της οικιστικής δραστηριότητας σε περιοχές με υψηλή τρωτότητα.

Για να επιτευχθεί ο περιορισμός των αρνητικών επιπτώσεων της διάβρωσης, θα πρέπει αυτή να ελέγχεται με κατάλληλα έργα και ο άνθρωπος να προσαρμόσει κατάλληλα τις χρήσεις γης στις παράκτιες περιοχές ^[200]. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η αξιοποίηση οποιασδήποτε παράκτιας περιοχής πρέπει να γίνεται, όχι με σκοπό το κέρδος λίγων ατόμων, αλλά προς όφελος όλων των πολιτών. Επίσης, πρέπει πάντα να θυμόμαστε ότι οποιαδήποτε ανθρώπινη παρέμβαση στην παράκτια περιοχή αντιτίθεται στις φυσικές διεργασίες και ίσως να προκαλέσει δευτερογενείς μεταβολές. Παράδειγμα αποτελούν, οι βραχίονες που δημιουργούν αρκετές φορές προβλήματα στις περιοχές κοντά στο σημείο κατασκευής τους, καθώς το ίζημα μπορεί να προστατεύεται και να εμποδίζεται η διάβρωσή του από τη μία πλευρά του βραχίονα, όμως η διάβρωση γίνεται πιο έντονη από την άλλη πλευρά και χρειάζεται επανατοποθέτηση άμμου ^[201].

^{[200],[201]} Καρύμπαλης Ε. (2010) «Παράκτια Γεωμορφολογία», Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγαδάκος Σ., 2009 : « Διερεύνηση των Αναπτυξιακών Χαρακτηριστικών στην Παράκτια ζώνη – Εφαρμογή στη περιοχή του Πειραιά , Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ»

Αγγελίδης, Μ., Οικονόμου, Α., 2005. Χρήσεις γης και επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο της Ελλάδας. Presented at the HELECO '05, TEE, Αθήνα.

Αλεξανδράκης, Γ., Καρδitsά, Α., Πούλος, Σ., Γκιώνης, Γ., Καμπάνης, Ν., 2009. Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης, in: 9^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας& Αλιείας. pp. 327–332.

Αποστολάκη Μαρία 2006, Έρευνα για την α-όρο ανάπτυξη στην Σύρο

Δημοπούλου, Ε., Αβαγιανού, Θ., Ζεντέλης, Π., 2005. Συγκρότηση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για τη διαχείριση Παράκτιων Ζωνών. Presented at the 5^ο Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο ΕΜΠ «Παιδεία, Έρευνα, Τεχνολογία.Από το χθες στο αύριο», Μέτσοβο.

Δουκάκης Ε.(1998), ‘Ωκεανογραφία’, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Δουκάκης, Ε., 2006. Εκτίμηση των επιπτώσεων της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης και των κυματικών καταγίδωνστην Ελληνική παράκτια ζώνη. Presented at the 8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας& Αλιείας, Θεσσαλονίκη, pp. 171–174.

Δουκάκης, Ε. (2007). “Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη”, Πρακτικά του συνεδρίου Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ , Αθήνα 2007.

Δουκάκης, Ε., 2007a. Μέθοδοι προσδιορισμού του ρυθμού μεταβολής των ακτογραμμών (Σημειώσεις). ΕΜΠ, Διατμηματικό - Διεπιστημονικό ΠΜΣ “Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων.”

Δουκάκης, Ε., 2007b. Φυσικές καταστροφές και παράκτια ζώνη. Presented at the Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού Τοπογράφου Μηχανικού | Ημερίδα, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ – Κέντρο Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων και Προληπτικού Σχεδιασμού, Αθήνα.

Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε. (ΕΚΧΑ Α.Ε.), CORINE LAND COVER 2012

Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)- Σύστημα Ποσειδών

ΙΓΜΕ, 1985: Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας κλ. 1:50000, Φύλλο Σύρου, ΙΓΜΕ, Αθήνα

Καρύμπαλης, Ε., 2010. Παράκτια γεωμορφολογία, Ίων.

Κομπιάδου, Κ., Χατήρης, Γ.Α., Ανδρουλιδάκης, Γ., Σιούλας, Α., Κρεστενίτης, Γ., Αναγνώστου, Χ., Ίσσαρης, Ι., 2009. Διερεύνηση της διάβρωσης στο Ακρωτήριο Ρόδου και μέτρα αντιμετώπισης. Presented at the 9th Symposium on Oceanography&Fisheries, Patras.

Κρεστενίτης, Γ.Ν., 2011. Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης - Το φυσικό και το ανθρώπινο σύστημα στην παράκτια ζώνη.

Μιχαήλογλου, Α., 2011. Χωρικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παράκτιας διάβρωσης: Η περίπτωση του Ν.Δωδεκανήσου. ΠΜΣ Προστασία Περιβάλλοντος Και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Μιχαλοπούλου Χ. (2004), Νομοθεσία για το περιβάλλον, Αθήνα: Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Μονιούδη, Ι., 2011. Ολοκληρωμένη εκτίμηση της διάβρωσης των ακτών λόγω της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

Μπεριάτος Η. και Παπαγεωργίου Μ. (2010), “Η χωροταξία του θαλάσσιου και παράκτιου χώρου: η περίπτωση της Ελλάδας στη Μεσόγειο”, στο Μπεριάτος Η. και Παπαγεωργίου Μ. (επ.), Χωροταξία - Πολεοδομία - Περιβάλλον στον 21^ο αιώνα: Ελλάδα - Μεσόγειος, Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 189 - 204.

Μπεριάτος, Η., 2013. Χωροταξικός Σχεδιασμός και εδαφικές-διοικητικές δομές: Ζητήματα χωρικής διακυβέρνησης σε τοπική κλίμακα, in: Αγροτική οικονομία, ύπαιθρος χώρος, περιφερειακή και τοπική ανάπτυξη. Ελληνική Εταιρεία Περιφερειακής Επιστήμης, Πάτρα.

Νασοπούλου, Ι., Πούλος, Σ.Ε., Καρύμπαλης, Ε., Γακή-Παπαναστασίου, Κ. (2014). “Μελέτη τρωτότητας των βόρειων ακτών (Αντίρριο-Ερατεινή) του Δυτικού Κορινθιακού Κόλπου ως προς την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης”. Διαθέσιμο στο URL (τελευταία πρόσβαση 2/10/2015): http://www.symposia.gr/wp-content/uploads/2014/11/10S2012_079_Nasopoulou.pdf

Νικολακόπουλος, Κ.Γ., Περισωράτης, Κ., Τσόμπος, Π.Ι., Μητρόπουλος, Δ., Γεωργίου, Χ., 2008. Καθορισμός του παλαιού αιγιαλού με γεωλογικά κριτήρια, in: 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων ζωνών». Μυτιλήνη, pp. 13–28

Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε) (1996), Αεροφωτογραφίες

Παναγιωτίδης, Π., Χατζημπίρος, Κ., 2004. Παράκτια οικοσυστήματα και ανθρωπογενείς πιέσεις στις ακτές - Παραδείγματα από την Ελλάδα. ΕΛΚΕΘΕ.

Παπαγεωργίου Μ. (2009), Χωρική οργάνωση, ανάπτυξη και σχεδιασμός του θερμαλιστικού τουρισμού στην Ελ)Αδα, Διδακτορική Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ΤΜΧΠΠΑ).

Πετρέλης, Ν., 2012. Διερεύνηση των μοντέλων εκτίμησης της μετακίνησης της ακτογραμμής (Διδακτορική Διατριβή). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα.

Ρόκος, Δ. (1982), Αρχές – Στόχοι – Μέτρα για την Προστασία και Διαχείριση των Ελληνικών Ακτών. Εργαστήριο Κτηματολογίου και Αναδασμού, ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.

Σένη, Α., Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Καρύμπαλης, Ε. Ζούβα, Χ. (2007). “Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του ανατολικού Αργολικού Κόλπου και του Αργολικού Πεδίου σε σχέση με την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας με τη χρήση ΣΓΠ”, ΣΓΠ. Τηλεπισκόπηση Χαρτογραφία, 80 Πανελλήνιο Συνέδριο., Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

Σιαφάκας Β. (2003). «Επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στην παράκτια ζώνη της νήσου Κω». Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Σταματίου, Ε., 2003. Χωρικές δυσλειτουργίες και περιβαλλοντικές αλλοιώσεις στους παράκτιους νομούς της Ελλάδας - προβλήματα και προοπτικές. Σειρά Ερευνητικών Εργασιών 9, 489–512.

Τσιμενίδης, 2000. Θαλάσσια Βιολογία (Σημειώσεις). Πανεπιστήμιο Κρήτης.

ΥΠΕΚΑ, 2006. Report of Greece on Coastal Zone Management. Ministry of the environment, physical planning and public works.

Φ.Ε.Κ. Β΄ 1154/12-8-2003, Απόφαση Αριθ. Δ17α/115/9/ΦΝ275 - Τροποποίηση διατάξεων του «Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ-2000» λόγω αναθεώρησης του Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας

ΦΕΚ 85 Α΄ /18-4-2001 (2001), Το Σύνταγμα της Ελλάδας.

ΦΕΚ 160 Α 18-10-1986 (1986), Νόμος 1650/1986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος».

ΦΕΚ 85 Α΄ /18-4-2001 (2001), Το Σύνταγμα της Ελλάδας.

ΦΕΚ 58Α/20-3-1998 - Προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος

ΦΕΚ 0350Α/20-11-1974

ΦΕΚ Α 285, Ν. 2971/19-12-01 : Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις

Χατζημπίρος, Κ., Παναγιωτίδης, Π., 2008. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης. Αξιολόγηση της εφαρμογής του Ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου. Presented at the 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», Μυτιλήνη.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abuodha, P.A. & Woodroffe, C.D. (2010). “Assessing Vulnerability to sealevel rise using a coastal sensitivity index: a case study from southeast Australia”, *J. Coast. Conserv.*, 14, 189-205.

Alcantara-Carrio, J., 2014. Geomorphological Coastal Classifications after Natural Processes and uman Disturbance. *Oceanogr. Open Access* 02, 3–4. doi:10.4172/2332-2632.1000e108

Anfuso, G., Dominguez, L., Gracia, F.J., 2007. Short and medium-term evolution of a coastal sector in Cadiz, SW Spain. *CATENA* 70, 229–242. doi:10.1016/j.catena.2006.09.002

Anthony, E.J., 2005. Beach erosion, in: *Encyclopedia of Coastal Science, Encyclopedia of Earth Sciences Series*. M. L. Schwartz (ed), Springer, pp. 140–144.

Appeaning-Addo, K., Lamptey, E., 2013. Innovative Technique of Predicting Shoreline Change in Developing Countries: Case of Accra Erosion and Causal Factors, in: Finkl, C.W. (Ed.), *Coastal Hazards*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 367–402.

Bartlett, D.J., 1993. GIS and the Coastal Zone: An Annotated Bibliography (93-9), *CGIA Technical Reports*. National Center for Geographic Information and Analysis, UC Santa Barbara.

Bird, E., 2008. *Coastal geomorphology: an introduction*, 2. ed. ed, Geostudies. John Wiley, Chichester. And Thurman, H.V., 1983. *Essentials of oceanography*.

Boak, E.H., Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. *J. Coast. Res.* 21, 688–703. doi:10.2112/03-0071.1

Boruff, B. J., Emrich, C., and Cutter, S. L. (2005). “Erosion hazard vulnerability of US coastal counties”, *Journal of Coastal Research*, 21, 5, 932- 943.

Brown, I., Jude, S., Koukoulas, S., Nicholls, R., Dickson, M., Walkden, M., 2006. Dynamic simulation and visualisation of coastal erosion. *Comput. Environ. Urban Syst.* 30, 840–860. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2005.08.002

Camfield, F.E., Morang, A., 1996. Defining and interpreting shoreline change. *Ocean Coast. Manag.* 32, 129–151.

Cicin-Sain, B., Belfiore, S., 2005. Linking marine protected areas to integrated coastal and ocean management: A review of theory and practice. *Ocean Coast. Manag.* 48, 847–868. doi:10.1016/j.ocecoaman.2006.01.001

COASTGAP - MED, 2014. Πολιτικές παράκτιας διακυβέρνησης και προσαρμογής στην Μεσόγειο - Coastal Governance and Adaptation Policies in the Mediterranean (Τεχνική Εισήγηση).

Conscience, 2007. Concepts and Science for Coastal Erosion Management. European Commission.

Crowell, M., Leatherman, S.P., Buckley, M.K., 1993. Shore-line change rate analysis: long term versus short term data. *Shore Beach* 61, 13–20.

Davidson-Arnott, R., 2010. Introduction to Coastal Processes & Geomorphology. Cambridge University Press, New York, USA.

Deduce Consortium (2007). “Indicators Guidelines. To adopt an indicators-based approach to evaluate coastal sustainable development”, Department of the Environment and Housing, Government of Catalonia, Barcelona, Spain. Available at: http://www.im.gda.pl/images/ksiazki/2007_indicators_guidelines.pdf (last access: 2/10/2015).

Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252–266.

Dolan, R., Hayden, B.P., May, P., May, S., 1980. The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs. *Shore Beach* 48, 22–29.

Dwarakish, G.S., Vinay, S.A., Natesan, U., Toshiyuki, A., Kakinuma, T., Venkataramana, K., Jagadeesha Pai, B., Babita, M.K. (2009). “Coastal vulnerability assessment of the future sea level rise in Udupi coastal zone of Karnataka state, west coast of India”, *Ocean Coast. Manag.* , 52, 467-478.

Elfrink, B., Baldock, T., 2002. Hydrodynamics and sediment transport in the swash zone: A review and perspectives. *Coast. Eng.* 45, 149–167. doi:10.1016/S0378-3839(02)00032-7

Eliot, I., Clarke, D., 1989. Temporal and spatial bias in the estimation of shoreline rate-of-change statistics from beach survey information. *Coast. Manag.* 17, 129–156. doi:10.1080/08920758909362081

EuroSION, 2004a. Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe, Brussels. Directorate General Environment. ed, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος - UNEP. European Commission.

EuroSION, 2004b. Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. Part I - Major findings and Policy Recommendations of the EUROSION project, Brussels. Directorate General Environment. ed, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος - UNEP. European Commission.

Fairbridge, R.W., 2004. Classification of Coasts. *J. Coast. Res.* 20, 155–165. doi:10.2112/1551-5036(2004)20[155:COC]2.0.CO;2

Fletcher, C.H., 2011. National Assessment of Shoreline Change: Historical Shoreline Change in the Hawaiian Islands 67.

Fisher, J.S., Overton, M.F., 1994. Interpretation of shoreline position from aerial photographs. *Coast. Eng. Proc.* 1.

Fouache, E., Desruelles, St., Pavlopoulos, K., Dalongeville, R. Coquinot, Y., Peulvast, J.-P. & Potdevin, J.L., 2005. Using beachrocks as sea level indicators in the insular group of Mykonos, Delos and Rhenia (Cyclades, Greece). *Z. Geomorphologie N.F.*, 137(Suppl.): 37-43.

Fraile Jurado P. (2011). The CVI. Potentials applications beyond Andalucía and related data needs. Presentation at the EEA Expert Meeting “Methods and tools for assessing coastal vulnerability to climate change at the European scale”, Copenhagen, Denmark, 2011, 8-9.

Gaki-Papanastassiou, K. Efthimios Karymbalis, Serafim E. Poulos, Archonto Seni & Chrysanthi Zouva (2011): “Coastal vulnerability assessment to sea-level rise based on geomorphological and oceanographical parameters: the case of Argolikos Gulf, Peloponnese, Greece” , *Hellenic Journal of Geosciences*, 45, 109 -122.

Galgano, F.A., Leatherman, S.P., 1991. Shoreline change analysis: A case study, in: *Proceedings of Coastal Sediments '91*. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 1043–1053.

Galgano, F.A., Douglas, B.C., 2000. Shoreline Position Prediction: Methods and Errors. *Environ. Geosci.* 7, 23–31.

Galgano, F., Leatherman, S., 2005. Modes and Patterns of Shoreline Change, in: Schwartz, M. (Ed.), *Encyclopedia of Coastal Science*, *Encyclopedia of Earth Science Series*. Springer Netherlands, pp. 651–656.

Gornitz, V., Kanciruk, P. (1989). “Assessment of global coastal hazards from sea-level rise”, *Coastal Zone*, 89, 1345-59. In *Proceedings of Sixth Symposium on Coastal and Ocean Management*. ASCE, Charleston, South Carolina, 1345-1359.

Gornitz V.M., White T.W., Cushman R.M. (1991). “Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise”, In *Proceedings of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management*. Long Beach, CA (USA) 1991, 2354-2368.

Gorokhovich et. al., Y. (2013). “Integrating Coastal Vulnerability and Community-Based Subsistence Resource Mapping in Northwest Alaska”, *Journal of Coastal Research*. Available

online at (last access: 2/10/2015): <http://www.jcronline.org/doi/pdf/10.2112/JCOASTRES-D-13-00001.1>.

Gutierrez B.T., Williams S.J. and Thieler E.R. (2009). “Basic approach for shoreline change projections”. In Titus J.G. (coordinating lead author), Anderson K.E., Cahoon D.R., Gesch D.B., Gill S.K., Gutierrez B.T., Thieler E.R. and Williams S.J. (lead authors). Coastal Sensitivity to Sea-Level Rise: A Focus on the Mid-Atlantic Region. A report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 239-242.

Halcrow Group Limited (2007). “Risk Assessment of Coastal Erosion Part One”, R&D Technical Report FD2324/TR1. Available online at (last access: 2/10/2015):http://evidence.environmentagency.gov.uk/FCERM/Libraries/FCERM_Project_Documents/FD2324_7453_TRP_pdf.

Inman, D.L., 1953. Areal and seasonal variations in beach and nearshore sediments at La Jolla, California. DTIC Document.

Karympalis, Hammar-Klose, E.S., Thieler, E.R., 2001. Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise, A Preliminary Database for the U.S. Atlantic, Pacific, and Gulf of Mexico Coasts, U.S. Geological Survey Digital Data Series 68.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. Climate Change 2007: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA

Kamphuis, J.W., 2001. Designing with Models. American Society of Civil Engineers, pp. 19–32. doi:10.1061/40549(276)2

Kapsimalis, V., Poulos, S.E., Karageorgis, A.P., Pavlakis, P., Collins, M., 2005. Recent evolution of a Mediterranean deltaic coastal zone: human impacts on the Inner Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea. J. Geol. Soc. 162, 897–908. doi:10.1144/0016-764904-018

Karymbalis, E., Chalkias, C., Ferentinou, M., Chalkias, G., Magklara, M. (2014). “Assessment of the Sensitivity of Salamina (Saronic Gulf) and Elafonissos (Lakonic Gulf) islands to Sea-level Rise”, *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 70.

Komar, P.D., 1977. Beach Processes and Sedimentation. *J. Geol.* 86, 155–155.

Lambeck, K., 1996. Sea-level changes and shoreline evolution in Aegean Greece since Upper Paleolithic time. *Antiquity*, 70: 588-611.

Leatherman, S.P., 2001. Chapter 8 Social and economic costs of sea level rise, in: *International Geophysics*. Elsevier, pp. 181–223.

Li, R., Di, K., Ma, R., 2001. A Comparative Study of Shoreline Mapping Techniques. Presented at the 4th International Symposium on Computer Mapping and GIS for Coastal Zone Management, Halifax, Nova Scotia, Canada.

Li, R., Ma, R., Di, K., 2002. Digital tide-coordinated shoreline. *Mar. Geod.* 25, 27–36

Marchand, M., 2010. Concepts and Science for Coastal Erosion Management. Concise report for policy makers, in: *International Conference on Coastal Conservation & Management in the Atlantic & Mediterranean*. Cascais, Portugal.

McFadden, L., Vafeidis, A., Nicholls, R.J. (2004). “A coastal database for global impact and vulnerability analysis”. *Journal of Coastal Research* , 24, 4 ,917-9

McLaughlin S. and Cooper J.A.G. (2010). “A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers”, *Environmental Hazards*, 9, 3, 233-248.

Meaden, G.J., Aguilar-Manjarrez, J., Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture.

Mertzanis, A., Marabini, F., Angeli, M., Galvani, A., Gasparetto, P., Portoni, F., Mertzanis, K., 2012. Coastal erosion phenomena and the coastal zone management: The cases of the marche region (N.E. Italy) and Western Peloponnisos (W. Greece), in: *International Conference*

“Protection and Restoration of the Environment XI.” Presented at the Protection and restoration of coastal zone and open sea waters, Thessaloniki, Greece, pp. 835–842.

Mujabar, P.S., Chandrasekar, N. (2013). “Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS”, *Natural Hazards* 69, 1295-1314.

Moore, L.J., 2000. Shoreline Mapping Techniques. *J. Coast. Res.* 16, 111–124. Morton, R.A., 1991. Accurate shoreline mapping: past, present, and future, in: *A Specialty Conference on Quantitative Approaches to Coastal Sediment Processes*. Seattle, Washington, United States, pp. 997–1010.

Nicholls, R.J., and R.S.J. Tol, 2006: Impacts and responses to sea-level rise: a global analysis of the SRES scenarios over the twenty-first century. *Philos. T. Roy. Soc. A*, **364**, 1073-1095.

Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V., Codignotto, J., Hay, J., McLean, R., Ragoonaden, S., Woodroffe, C.D., 2007. Coastal systems and low-lying areas. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Presented at the Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 315–356.

Oertel, G.F., 2005. Coasts, coastlines, shores, and shorelines, in: *Encyclopedia of Coastal Science*. pp. 323–327.

Ozhan, E., 2002. Coastal erosion management in the Mediterranean: an overview, in: *Priority Action Programme: Regional Activity Centre (PAP/RAC)*. UNEP/MAP, Ankara/Split.

Ozyurt G., Ergin A. and Esen M. (2008). “Indicator based coastal vulnerability assessment model to sea level rise”, Paper presented at the Seventh International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries COPEDEC VII “Best Practices in the Coastal Environment”, Dubai, 2008, Paper E-06.

Poulos, S., Chronis, G., 2001. Coastline changes in relation to longshore sediment transport and human impact, along the shoreline of Kato Achaia (NW Peloponnese, Greece). *Mediterr. Mar. Sci.* 2/1, 5–13.

Silva, J.F. da, Duck, R.W., 2001. Historical changes of bottom topography and tidal amplitude in the Ria de Aveiro, Portugal — trends for future evolution. *Clim. Res.* 18, 17–24. doi:10.3354/cr018017

Smith, G.L., Zarillo, G.A., 1990. Calculating Long-Term Shoreline Recession Rates Using Aerial Photographic and Beach Profiling Techniques. *J. Coast. Res.* 6, pp. 111–120.

Soomere, T., 2005. Fast Ferry Traffic as a Qualitatively New Forcing Factor of Environmental Processes in Non-Tidal Sea Areas: A Case Study in Tallinn Bay, Baltic Sea. *Environ. Fluid Mech.* 5, 293–323. doi:10.1007/s10652-005-5226-1

Stive, M.J., Aarninkhof, S.G., Hamm, L., Hanson, H., Larson, M., Wijnberg, K.M., Nicholls, R.J., Capobianco, M., 2002. Variability of shore and shoreline evolution. *Coast. Eng.* 47, 211–235. doi:10.1016/S0378-3839(02)00126-6

Thieler, E.R., Hammar-Klose, E.S., (1999). “National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast”, U.S. Geological Survey, Open-File Report, 99-593.

Turki, I., Medina, R., Gonzalez, M., Coco, G., 2013. Natural variability of shoreline position: Observations at three pocket beaches. *Mar. Geol.* 338, 76–89. doi:10.1016/j.margeo.2012.10.007

Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonon, P., Marinova, N., Santini, M. (2011). “Methods for assessing coastal vulnerability to climate change”, ETC CCA Technical Paper 1/2011, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and 80 Adaptation. Available online at (last access: 2/10/2015)

Rodriguez, I., Montoya, I., Sanchez, M.J., Carreno, F., 2009. Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology* 107, 100–105. doi:10.1016/j.geomorph.2007.05.023

- Srivastava, A., 2005. A least-squares approach to improved shoreline modeling (Master's thesis).
- Sundaravadivelu, R., Sivasankaravel, M., RajeshwaraRao, N., Nagabhushan, N., 2005. Coastal Erosion Studies in Pondicherry Using GIS and Remote Sensing. American Society of Civil Engineers, pp. 297–305. doi:10.1061/40774(176)30
- Szlafsztein C. and Sterr H. (2007). “A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, State of Para, Brazil”, Journal of Coastal Conservation 11, 1, 53–66.
- USACE, 2006. Coastal Classification and Morphology, in: Coastal Engineering Manual (CEM), Part IV - Chapter 2.
- U.S. Army Corps of Engineers, 2011. Coastal Engineering Manual, CEM EM 1110-2-1100, Handbook. Washington, D.C.
- Vouvalidis, K.G., Syrides, G.E. & Albanakis, K.S., 2005. Holocene morphology of the Thessaloniki Bay: Impact of sea level rise. Z. Geomorphologie N.F., 137(Suppl.): 147-158.
- Welch, R., Jordan, T., 1996. Using scanned aerial photographs. Raster Imag. Geogr. Ldots 1–12.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<https://el.wikipedia.org/wiki/Σύρος\>

<https://earth.google.com>

<http://www.syrosinfo.gr/syrosgeneralinfo/syrosistoria/index.html>

http://www.syrosagenda.gr/2016/08/blog-post_14.html

<http://siros.gr/index.php/siros/geologia>

[https://www.researchgate.net/publication/263109537_Philippon et al 2014](https://www.researchgate.net/publication/263109537_Philippon_et_al_2014)

<http://www.syros-tours.gr/syros-island/geography.php>

<http://kynigos.net.gr/ellas/cyclades/syros.htm>

<http://www.aeginanews.gr/on-air/5308/>

http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/collaboration/new-eracan-profit-seeking-approaches-protect-natural-capital

<http://www.geodifhs.com/kappaomegaiotaalpha/70>

<http://geology.uprm.edu/Morelock/mancst.htm>

http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/miami.jpg

<http://www.coastengsol.com.au/beach-nourishment-a-panacea-for-eroding-beaches/>

http://www.coastalfrontiers.com/projects/Temperate_Regions_Projects.htm

<http://geology.uprm.edu/Morelock/mancst.htm>

http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/seawal.jpg

<http://www.ypeka.gr/> - ΦΕΚ 3155Β'/12-12-2013

<https://ecoanemos.files.wordpress.com/2010/01/syros.pdf>-

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 2014 – 2020

<http://www.hnms.gr/>

<http://www.statistics.gr/>

<http://www.hellogreece.gr/cyclades/siros.html>

http://cca.eionet.europa.eu/docs/TP_1-2011.

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/coastal-erosion-patterns-in-europe-1>

https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/eea_el

<https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2000>

<http://ec.europa.eu/ourcoast/download.cfm?fileID=1233>

<http://www.comet.ucar.edu/> - The Comet Program, 2015

<http://www.pedmede.gr/>

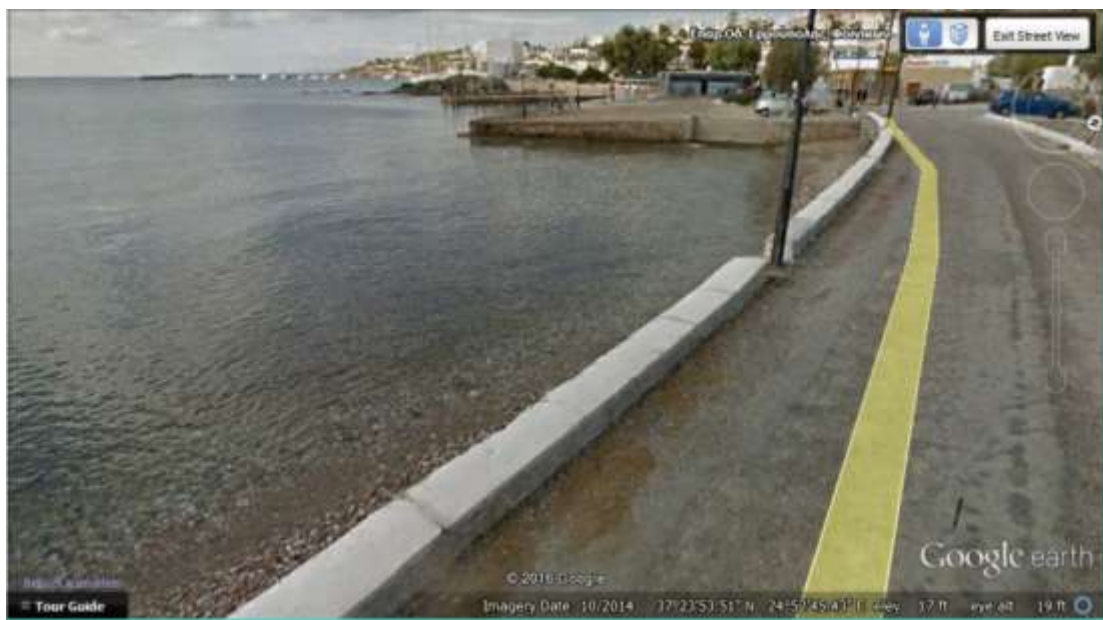
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΙΚΟΝΕΣ

Δυτική Σύρος

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια απόλυτα προφανή σημεία διάβρωσης σε τμήματα της ακτογραμμής του Φοίνικα. Οι εικόνες αυτές αντλήθηκαν από το GoogleEarth ^[202]. Στην πρώτη εικόνα φαίνεται μια τσιμεντένια πλατφόρμα που έχει διαβρωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό. Στην δεύτερη εικόνα όπως και στην πρώτη, η υποχώρηση της ακτογραμμής είναι ιδιαίτερα αισθητή και για το λόγο αυτό έχουν κατασκευαστεί προστατευτικά τοιχία κατά μήκος του οδικού άξονα. Στην τρίτη εικόνα φαίνεται ότι το τελευταίο σκαλοπάτι της πλατφόρμας έχει διαβρωθεί σημαντικά και έχει καλυφθεί σχεδόν όλο από το νερό.



^[202] <https://earth.google.com>



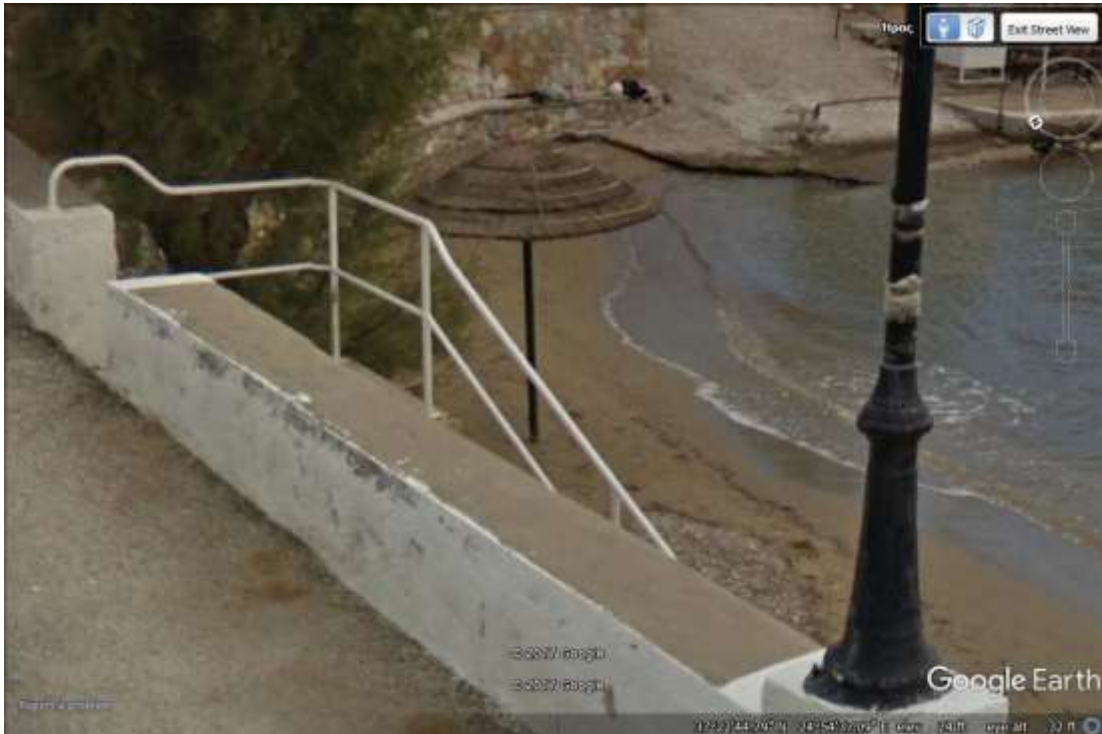
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια απόλυτα προφανή σημεία διάβρωσης σε τμήματα της ακτογραμμής του Κίνι. Στην πρώτη εικόνα φαίνεται ότι ένα τμήμα της ταβέρνας βρίσκεται πάνω στη θάλασσα και το τοιχίο που το περιβάλλει έχει υποστεί φθορές. Στη δεύτερη και τρίτη εικόνα ένα τμήμα της πλατφόρμας έχει διαβρωθεί σημαντικά.





Νότια Σύρος

Στην ακτογραμμή του Μέγα Γιαλού παρατηρείται υποχώρηση τμήματος ακτογραμμής από διάβρωση κάτω από την απόληξη του τσιμεντένιου μονοπατιού.



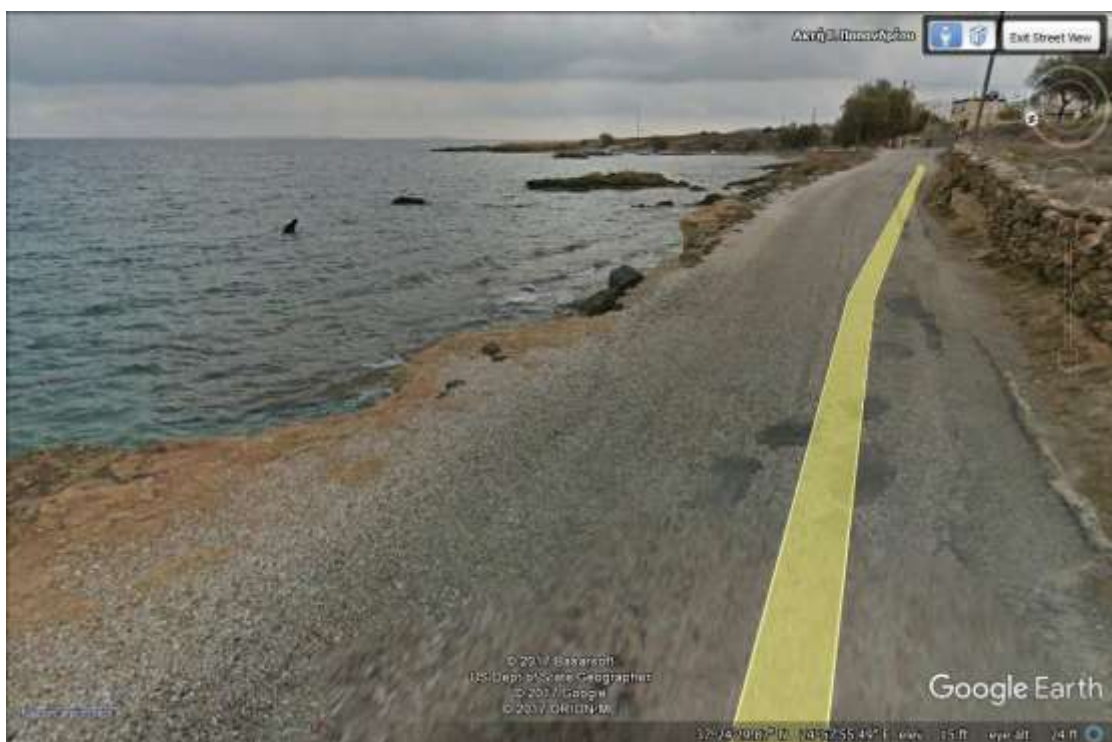
Στην ακτογραμμή του Μέγα Γιαλού-Λιαροπά, όπως φαίνεται στις πρώτες δύο εικόνες, η υποχώρηση της ακτογραμμής είναι ιδιαίτερα αισθητή και για το λόγο αυτό έχουν κατασκευαστεί προστατευτικά τοιχία κατά μήκος του οδικού άξονα. Στην τρίτη εικόνα κρίνεται απαραίτητο να κατασκευαστούν προστατευτικά τοιχία.





Ανατολική Σύρος

Αναφορικά με τις πρώτες 3 εικόνες , στην ακτογραμμή του Αζόλιμνου φαίνεται ότι η ακτογραμμή έχει υποχωρήσει σε μεγάλο βαθμό. Ιδιαίτερα αισθητή είναι η διάβρωση που έχει υποστεί τμήμα της παραλικής οδού που έχει διαβρωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό. Στην τέταρτη εικόνα έχει υποχωρήσει η ακτογραμμή σε ένα τμήμα που βρίσκεται κάτω από την τσιμεντένια πλατφόρμα.





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II : ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η αξία του παράκτιου χώρου έχει αναγνωριστεί τόσο από την ελληνική νομοθετική εξουσία όσο και από την Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλους διεθνείς οργανισμούς. Η συζήτηση σε επιστημονικό και νομοθετικό επίπεδο, για την ανάγκη προστασίας και ανάδειξης του παράκτιου χώρου σε παγκόσμιο επίπεδο ξεκινάει με την εμφάνιση των παρενεργειών της ανάπτυξης. Στην Ελλάδα, παρά τη νομοθετική πρόβλεψη του συντάγματος η λήψη νομοθετικών πρωτοβουλιών καθυστέρησε σημαντικά. Το ελληνικό κράτος, ουσιαστικά υποχρεώθηκε να νομοθετήσει για την προστασία των ακτών και γενικότερα του περιβάλλοντος, με την είσοδό του στην Ευρωπαϊκή Ένωση^[203].

Στις ακόλουθα υποκεφάλαια επιχειρείται μια αναφορά στα νομοθετήματα που αφορούν άμεσα ή έμμεσα τον παράκτιο χώρο. Οι νόμοι παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένοι σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το πεδίο αναφοράς τους.

^[203]Μιχαλοπούλου Χ. (2004), Νομοθεσία για το περιβάλλον, Αθήνα: Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

ΠΕΡΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι Αναφορές στο Σύνταγμα της Ελλάδας

Στο Ελληνικό σύνταγμα γίνεται ρητή αναφορά στην υποχρέωση του κράτους στην περιβαλλοντική προστασία. Σύμφωνα με το άρθρο 24 η προστασία της φύσης είναι «υποχρέωση του κράτους και δικαίωμα του καθενός». Το κράτος θα πρέπει να λαμβάνει προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα με βάση την αρχή της αειφορίας. Επίσης ανάπτυξη ανθρωπογενών δραστηριοτήτων σε οποιαδήποτε περιοχή θα πρέπει να υπάγεται στο ρυθμιστικό έλεγχο του κράτους, με στόχο τη βέλτιστη περιβαλλοντική προστασία, τη λειτουργική ανάπτυξη και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του πληθυσμού ^[204].

Παρά την μη σαφή αναφορά του συντάγματος στις παράκτιες περιοχές, οι κανόνες που τίθενται έξω από αυτό, επηρεάζουν κάθε νομοθετική πράξη που ακολουθεί και θέτουν μια στέρεα βάση για την ανάπτυξη της διαχείρισης των παράκτιων περιοχών.

Ο Νόμος 1650/1986 «Για την Προστασία του Περιβάλλοντος»

Σκοπός του νόμου είναι η θέσπιση θεμελιωδών κανόνων και η καθιέρωση κριτηρίων και μηχανισμών για την προστασία του περιβάλλοντος. Η προστασία του περιβάλλοντος γίνεται με σημείο αναφοράς τον άνθρωπο - πολίτη και έχει στόχο τη διατήρηση και βελτίωση της ποιότητας ζωής του ^[205].

^[204]ΦΕΚ 85 Α' /18-4-2001 (2001), Το Σύνταγμα της Ελλάδας.

^[205]ΦΕΚ 160 Α 18-10-1986 (1986), Νόμος 1650/1986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος».

Αναλυτικότερα ο νόμος αποσκοπεί:

- Στην αποτροπή της ρύπανσης και γενικότερα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και την λήψη όλων των αναγκαίων για το σκοπό αυτό μέτρων
- Τη διασφάλιση της υγείας από διάφορες μορφές υποβάθμισης του Περιβάλλοντος
- Την προώθηση της ισόρροπης ανάπτυξης του εθνικού χώρου συνολικά και επί μέρους γεωγραφικών και οικιστικών ενοτήτων
- Την προστασία των φυσικών πόρων και την ορθή αξιοποίησή τους
- Τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας των φυσικών οικοσυστημάτων
- Την αποκατάσταση του περιβάλλοντος

Στο νόμο περιέχονται γενικές διατάξεις για την προστασία του αέρα, του εδάφους, του νερού και του τοπίου. Οι γενικές διατάξεις του νόμου βρίσκουν πεδίο εφαρμογής και στον παράκτιο χώρο, ο οποίος συμπεριλαμβάνει τους προαναφερόμενους πόρους. Επίσης, γίνεται αναφορά σε εξειδικευμένα μέτρα για την προστασία του παράκτιου και παραθαλάσσιου χώρου.

Με το νόμο 1650/86 γίνεται κατηγοριοποίηση των έργων και δραστηριοτήτων ανάλογα με την επικινδυνότητα επιβάρυνσης του περιβάλλοντος σε τρεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες των έργων μπορεί να γίνονται αυστηρότερες κατά περιοχή αν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει ένα έργο απαιτούνται και διαφορετικές δράσεις για τη μελέτη, προστασία και αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερη σημασία για τις παράκτιες περιοχές έχουν οι διατάξεις που αφορούν την προστασία των νερών. Σύμφωνα με αυτές είναι δυνατή η δημιουργία ζωνών περιορισμού ή απαγόρευσης ανθρώπινων δραστηριοτήτων, εάν αυτό αποτελεί κίνδυνο για τον υδάτινο φορέα (άρθρο 10).

Νόμος 2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και Αειφόρος Ανάπτυξη κ.α. διατάξεις»

Με το νόμο αυτό τίθενται τα θεμέλια του στρατηγικού χωροταξικού σχεδιασμού στην Ελλάδα. Με βάση αυτόν έγιναν στην συνέχεια τα εθνικά γενικά και τομεακά καθώς και περιφερειακά χωροταξικά σχέδια. Οι στόχοι του νόμου όπως περιγράφονται στο άρθρο 2 είναι:

- Προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος
- Ενίσχυση της διαρκούς και ισόρροπης οικονομικής ανάπτυξης, ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας της χώρας
- Στήριξη της οικονομικής και κοινωνικής συνοχής
- Εξασφάλιση ισάξιων όρων διαβίωσης και ευκαιριών παραγωγικής απασχόλησης σε όλους τους πολίτες
- Αναβάθμιση της ποιότητας ζωής και βελτίωση των υποδομών
- Διατήρηση, ενίσχυση και ανάδειξη της οικιστικής και παραγωγικής πολυμορφίας στις αστικές και περιαστικές περιοχές και την ύπαιθρο
- Εξασφάλιση ισόρροπης σχέσης μεταξύ αστικού και αγροτικού χώρου και ενίσχυση της εταιρικής σχέσης των πόλεων και οικισμών της χώρας
- Κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική αναζωογόνηση των μεγάλων αστικών κέντρων
- Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη, ανάδειξη και προστασία των νησιών, των ορεινών και των παραμεθόριων περιοχών της χώρας

■ Η συστηματική προστασία, αποκατάσταση και ανάδειξη των περιοχών της χώρας που διαθέτουν στοιχεία φυσικής, πολιτιστικής και αρχιτεκτονικής κληρονομιάς

■ Η ολοκληρωμένη προστασία και αποκατάσταση των δασικών περιοχών

■ Η ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων

■ Ο συντονισμός των φορέων και προγραμμάτων με χωρική αναφορά.

Τα μέσα του χωρικού σχεδιασμού που εισάγονται από το νόμο είναι:

α) το Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης

β) το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης

γ) το Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.

ΠΕΡΙ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ο Οικιστικός Νόμος 2508/97 «Βιώσιμη Οικιστική Ανάπτυξη των Πόλεων και Οικισμών της Χώρας κ.α. διατάξεις»

Ο νόμος έχει σαν στόχο τη μη ρυπαίνουσα πόλη, την πόλη δηλαδή που όχι μόνο δεν ρυπαίνει το χώρο με την ύπαρξή της, αλλά προλαμβάνει πιθανές επιβαρύνσεις του περιβάλλοντος.

Οι κατευθυντήριες αρχές του νόμου είναι η διασφάλιση της βιώσιμης ανάπτυξης των πόλεων, η αποκέντρωση, η προώθηση των αστικών αναπλάσεων και η διασφάλιση της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης των οικισμών. Ως στόχοι του νόμου αναφέρονται στο άρθρο 1: η προστασία και ορθολογική οργάνωση του αστικού και περιαστικού χώρου, η ανακοπή της άναρχης δόμησης, η ενίσχυση της συνεκτικότητας μεταξύ πόλης και υπαίθρου, και η αναβάθμιση των κέντρων των πόλεων.

Μέσω του 2508/97 γίνεται συστηματοποίηση των ήδη υπάρχοντων τρόπων παρέμβασης στην οικιστική ανάπτυξη. Στο σχεδιάσμά η επέμβαση γίνεται με κανονιστικούς όρους ή με τη δημιουργία ειδικά ρυθμιζόμενων περιοχών (ΠΕΡΠΟ) δηλαδή εδαφικών εκτάσεων που ανήκουν σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα και είναι δυνατόν να πολεοδομηθούν για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων κατηγοριών χρήσεων. Ο νόμος προβλέπει την επέμβαση των αρχών με την διαδικασία της ανάπλασης, της ενεργής πολεοδομίας και του αστικού αναδοσμού. Τέλος, γίνεται παρέμβαση με χορήγηση πολεοδομικών ή οικονομικών κινήτρων και άλλων ρυθμίσεων σε Ζώνες Ειδικών Κινήτρων, Ειδικής Ενισχύσεως, Υποδοχής Συντελεστού Δόμησης και άλλες, εφόσον προβλέπεται στα πλαίσια του χωροταξικού και πολεοδομικού σχεδιασμού.

Οι διατάξεις του νόμου παρά τη μη σαφή αναφορά τους σε παράκτιες και παραθαλάσσιες περιοχές, επηρεάζουν άμεσα την ανάπτυξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε αυτές τις περιοχές.

Με αυτή την Κοινή Υπουργική Απόφαση, το κράτος επιβάλλει στην τοπική αυτοδιοίκηση τη δημιουργία σύγχρονων συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας αστικών λυμάτων. **Για τις παράκτιες περιοχές, το μέτρο είναι εξαιρετικά σημαντικό αφού βελτιώνει αισθητά την ποιότητα του περιβάλλοντος κατά μήκος των ακτών.**

ΠΕΡΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΧΩΡΟΥ

Νόμος 1337/83 «Επέκταση των πολεοδομικών σχεδίων. οικιστική ανάπτυξη κ.α. διατάξεις»

Ο νόμος 1337/83, ανάμεσα στις διάφορες διατάξεις που εισήγαγε, περιλάμβανε και διατάξεις που αφορούσαν την προστασία του περιβάλλοντος στον εξωαστικό χώρο και την ύπαιθρο κυρίως με τη θέσπιση της Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ) (άρθρο 29) και τη ζώνη των 500 μέτρων (άρθρα 23 και 24) για την προστασία των ακτών και την προσπέλαση σε αυτές που αποτελεί διαχρονικό ζητούμενο στην Ελλάδα. Η ρύθμιση για τη ζώνη των 500μ. αποτέλεσε ένα σημαντικό σημείο για την προστασία του παράκτιου χώρου. Οι εν λόγω διατάξεις, εκτός από την αύξηση του δυνητικού πλάτους της παραλίας, αφορούσαν επίσης δύο ιδιαίτερα κρίσιμα ζητήματα^[206]:

- α) Την απαγόρευση των περιφράξεων σε ζώνη 500 μέτρων από τον αιγιαλό με σκοπό την ελεύθερη πρόσβαση στις ακτές (άρθρο 23).
- β) Τη δημιουργία κάθετων δημοτικών οδών προσπέλασης προς την παραλία και τον αιγιαλό ανά 300 μ. περίπου (άρθρο 24).

Παράλληλα, ο νόμος προέβλεπε την κατεδάφιση υπαρχουσών περιφράξεων εφόσον αυτές παρεμπόδιζαν την πρόσβαση στην ακτή, ενώ πραγματευόταν ακόμη και την αποβολή των κατεχόντων κτισμάτων πάνω στον αιγιαλό.

^[206] Παπαγεωργίου Μ. (2009), Χωρική οργάνωση, ανάπτυξη και σχεδιασμός του θερμαλιστικού τουρισμού στην Ελ/Αδα, Διδακτορική Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ΤΜΧΠΠΑ).

Νόμος 2971/01 «Αιγιαλός. παραλία κ.α. διατάξεις»

Η πρώτη νομοθετική ρύθμιση για τη ζώνη αιγιαλού και παραλίας έγινε στο τέλος της μεσοπολεμικής περιόδου με το νόμο 2344/1940, ο οποίος για την εποχή του υπήρξε πρωτοποριακός και όπως αποδείχτηκε είχε μεγάλη διάρκεια ζωής (πάνω από 60 χρόνια), στη διάρκεια των οποίων υπήρξαν μερικές τροποποιήσεις, η κυριότερη των οποίων, από περιβαλλοντική άποψη, ήταν η θέσπιση νέου μεγαλύτερου πλάτους παραλίας (από 30 στα 50 μέτρα) το 1983.

Ωστόσο, ο πρώτος νόμος δεν μπορούσε να προβλέψει τις εξελίξεις στην τουριστική ανάπτυξη, την παράκτια διάβρωση ή και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, γι' αυτό και μετά από αρκετές δεκαετίες έγιναν προσπάθειες για την αντικατάστασή του με τον πρόσφατο εν ισχύ Νόμο 2971^[207].

Σύμφωνα με τον ισχύοντα νόμο: «Αιγιαλός είναι η ζώνη που βρέχεται από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων της» (ΦΕΚ Α285/2001). Αντιθέτως, η παραλία είναι κοινωνικό προϊόν («Παραλία είναι η ζώνη ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται δε σε πλάτος μέχρι πενήντα (50) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με τη θάλασσα και αντίστροφα»). Στην ουσία, αιγιαλός και παραλία είναι δύο άρρηκτα συσχετισμένες ζώνες.

Ωστόσο, αυτό που πρέπει να σημειωθεί ως βασική διαπίστωση για το νέο νόμο είναι ότι, παρά τις σύγχρονες αντιλήψεις και τον ικανό χρόνο που υπήρχε για την ολοκλήρωση του νομοθετήματος, ο Ν. 2971 δεν αποδείχτηκε αρκούντως «τολμηρός», ούτε σε θέματα πολιτικής γης αλλά ούτε και σε θέματα χωροταξικής και γεωγραφικής διεύρυνσης της παράκτιας ζώνης προς την ξηρά και τη θάλασσα.

^[207] ΦΕΚ 85 Α' /18-4-2001 (2001), Το Σύνταγμα της Ελλάδας.^[8] Παπαγεωργίου Μ. (2009), Χωρική οργάνωση, ανάπτυξη και σχεδιασμός του θερμαλιστικού τουρισμού στην Ελ)Αδα, Διδακτορική Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ΤΜΧΠΠΑ).

Προεδρικό Διάταγμα 55/1998 «Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος»

Ο νόμος αποσκοπεί στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από την ρύπανση και την αποκατάστασή του. Σύμφωνα με το άρθρο 3 απαγορεύεται η απόρριψη στη θάλασσα οποιωνδήποτε ουσιών από παράκτιες ή άλλες εγκαταστάσεις εκτός και αν έχει προηγηθεί αδειοδότηση και δεν υφίσταται κίνδυνος ρύπανσης.

Σε περίπτωση ρύπανσης, ο υπεύθυνος οφείλει να ενημερώσει τις αρχές και να μεριμνήσει για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Ο υπεύθυνος επιβαρύνεται με το οικονομικό κόστος των εργασιών αποκατάστασης^[208].

ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

NOMOS 191/1974 «ΠΕΡΙ ΚΥΡΩΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΝ ΡΑΜΣΑΡ ΤΟΥ ΙΡΑΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ 2η ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΥΠΟΓΡΑΦΕΙΣΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ ΙΔΙΑ ΩΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΩΝ»

Ο νόμος αναφέρεται στην κύρωση της διεθνούς συνθήκης Ραμσάρ για την προστασία των υδροβιότοπων. Τα συμβαλλόμενα κράτη μέσω της συνθήκης αναγνωρίζουν την σημαντικότητα του φυσικού περιβάλλοντος και τη σχέση αλληλεξάρτησής του με τον άνθρωπο, και προχωρούν στην λήψη μέτρων για την προστασία των υδροβιότοπων.

Το κράτος έχει την υποχρέωση να δημιουργήσει λίστα με τους σημαντικούς για το περιβάλλον υδροβιότοπους, τους οποίους θα προστατεύει, αξιοποιώντας την εθνική νομοθεσία και τη διεθνή εμπειρία. Επίσης υπό προστασία θα πρέπει να τεθούν όλοι οι υδροβιότοποι ανεξαρτήτως αν συμπεριλαμβάνονται στη λίστα που θα δημιουργηθεί^[209].

Για τον έλεγχο της προστασίας και την προώθηση της συνεργασίας μεταξύ κρατών, η Ελλάδα συμμετέχει στη διάσκεψη των συμβαλλομένων μερών, που θα έχει τις αρμοδιότητες:

^[208] ΦΕΚ 58Α/20-3-1998 - Προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος

^[209] ΦΕΚ 0350Α/20-11-1974

- Συζήτηση περί της εφαρμογής της συμφωνίας
- Διαβούλευση για τις προσθήκες στην λίστα προστατευτέων περιοχών
- Αξιοποίηση πληροφοριών επί των μεταβολών των οικοσυστημάτων της λίστας
- Δημιουργία προτάσεων προς τα συμβαλλόμενα μέρη για την καλύτερη και ορθολογικότερη εφαρμογή της προστασίας
- Συλλογή στατιστικών στοιχείων από τους διεθνείς οργανισμούς για την κατάσταση των υδροβιότοπων
- Να λαμβάνει κάθε άλλο μέτρο για την προώθηση της λειτουργίας της σύμβασης.
- Η λίστα των υπό προστασία περιοχών και των συμβαλλόμενων κρατών παραμένει ανοιχτή για νέες εγγραφές χωρίς χρονικό περιορισμό

NOMOS 1335/1983 «ΚΥΡΩΣΗ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ»

Ο σκοπός της σύμβασης είναι η εξασφάλιση της διατήρησης της άγριας χλωρίδας και πανίδας και των φυσικών οικοτόπων. Ιδιαίτερη προσοχή αποδίδεται στα είδη εκείνα που κατατάσσονται στα αποδημητικά και τα απειλούμενα προς εξαφάνιση ή ευπαθή. Η προστασία των ειδών γίνεται από την ανάπτυξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων που δύναται να καταστρέψουν το φυσικό περιβάλλον και από το κυνήγι.

Η Ελλάδα ως συμβαλλόμενο μέλος αναλαμβάνει την υποχρέωση της προστασίας και αποκατάστασης των φυσικών οικοτόπων, διαφύλαξης των πληθυσμών της άγριας ζωής και διατήρησης των ειδών που απειλούνται με εξαφάνιση στο έδαφος της. Στα πλαίσια της προστασίας ενισχύεται η διακρατική συνεργασία και η επιστημονική έρευνα.

ΝΟΜΟΣ 2204/1994 «ΚΥΡΩΣΗ ΣΥΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ»

Στόχος της σύμβασης είναι η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η αειφορική χρήση των συστατικών της και ο δίκαιος και ισότιμος καταμερισμός των πλεονεκτημάτων, που θα προκύψουν από τη χρήση των γενετικών πόρων.

Σύμφωνα με τους όρους της σύμβασης κάθε μέλος θα πρέπει να συνεργάζεται με τα γειτονικά κράτη άμεσα ή μέσω διεθνών οργανισμών. Να αναπτύσσει εθνικές στρατηγικές, σχέδια ή προγράμματα για τη διατήρηση και την αειφορική χρήση της βιοποικιλότητας. Να ενσωματώνει, όσο αυτό είναι δυνατό, τις αρχές της αειφορίας στα τομεακά και διατομεακά σχέδια, προγράμματα και πολιτικές.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ (UNEP / MAP)

Το 1976, στο πλαίσιο του Μεσογειακού Προγράμματος Δράσης, υπογράφηκε στη Βαρκελώνη από εκπροσώπους παράκτιων μεσογειακών κρατών, η «Σύμβαση της Βαρκελώνης» 'Για την προστασία της Μεσογείου από την ρύπανση'. (Convention for the Protection of the Mediterranean Sea Against Pollution) και η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1978. Ωστόσο, η σύμβαση αυτή τροποποιήθηκε το 1995 και σήμερα φέρει την ονομασία «Σύμβαση για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου» (Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean), ενώ έχει τεθεί σε ισχύ από το 2004. Στόχος της Σύμβασης είναι η προώθηση διακρατικών συνεργασιών για την προστασία των θαλάσσιων περιοχών και των ακτών της Μεσογείου.

Ανάμεσα στα πρωτόκολλα που προωθούνται στο πλαίσιο της Σύμβασης της Βαρκελώνης, άξιο αναφοράς είναι αυτό που υπογράφηκε στη Μαδρίτη το 2008 και αφορούσε την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών -ΟΔΠΠ (ICZM protocol). Το Πρωτόκολλο αυτό, παρ' όλο που αποτελεί ένα συμβιβασμό ανάμεσα σε

αντικρουόμενα συμφέροντα των κρατών, συνεισφέρει σημαντικά στην προσπάθεια για την προστασία των μεσογειακών ακτών. Το ενδιαφέρον του εν λόγω Πρωτοκόλλου είναι ότι υιοθετεί τη χωρική -ανά οργανικό οικοσύστημα- προσέγγιση, την αρχή της μη δομήσιμης (non edificandi) ζώνης, τη διεπιστημονική ανάλυση κ.α.^[210]

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

Σε συνδυασμό με τη Σύμβαση της Βαρκελώνης (ΟΗΕ), η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ανέλαβε και αυτή πρωτοβουλίες για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης (ΟΔΠΖ) στα κράτη μέλη της. Ύστερα από αρκετές διεργασίες, το 2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε Ανακοίνωση (COM 2007/308) ως έκθεση προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, για την αξιολόγηση της Σύστασης για την ΟΔΠΖ. Σύμφωνα με την αξιολόγηση, παρά το θετικό αντίκτυπο που είχε η Σύσταση στην προώθηση ενός «σφαιρικότερου χωροταξικού σχεδιασμού», οι καθυστερήσεις στην εφαρμογή ήταν σημαντικές, με αποτέλεσμα να μην έχει σημειωθεί ουσιαστική πρόοδος. Για το λόγο αυτό, η εν λόγω έκθεση αξιολόγησης επιχείρησε να συνδυάσει τη μελλοντική πρόοδο της ΟΔΠΖ με: α) την Πράσινη Βίβλο για την θαλάσσια πολιτική, β) το πρωτόκολλο για την ΟΔΠΖ στο πλαίσιο της Σύμβασης της Βαρκελώνης και γ) την οδηγία INSPIRE (2007/2 ΕΚ, ΕΕ L108), που έχει στόχο ένα ενιαίο σύστημα πληροφοριών για το περιβάλλον.^[211]

^{[210],[211]}Μπεριάτος Η. και Παπαγεωργίου Μ. (2010), “Η χωροταξία του θαλάσσιου και παράκτιου χώρου: η περίπτωση της Ελλάδας στη Μεσόγειο”, στο Μπεριάτος Η. και Παπαγεωργίου Μ. (επ.), Χωροταξία - Πολεοδομία - Περιβάλλον στον 21^ο αιώνα: Ελλάδα - Μεσόγειος, Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 189 - 204.

